

**UNIVERSIDADE ABERTA**



**Explorando métodos de controlo estatístico em cenários  
epidemiológicos e na gestão de processos: um estudo  
comparativo**

**Gleice Mendonça Leidenfrost**

**Mestrado em Estatística, Matemática e Computação**

**Área de especialização de Estatística Computacional**

**Lisboa, Dezembro de 2023**

**UNIVERSIDADE ABERTA**



UNIVERSIDADE  
**AbERTA**  
[www.uab.pt](http://www.uab.pt)

**Explorando métodos de controlo estatístico em cenários  
epidemiológicos e na gestão de processos: um estudo  
comparativo**

**Gleice Mendonça Leidenfrost**

**Mestrado em Estatística, Matemática e Computação**

**Área de especialização de Estatística Computacional**

**Dissertação de mestrado orientada pela Professora Doutora Teresa Paula  
Costa Azinheira e coorientada pela Professora Doutora Elisa Henning**

**Lisboa, Dezembro de 2023**

*"Em memória do meu querido primo Paulo Littieri, cuja vida foi prematuramente encerrada pelo COVID-19, mas cujo espírito jovem iluminou nossos caminhos com alegria e esperança".*

## Dedicatória

Dedico este trabalho com carinho ao meu marido Werner, meu maior incentivador nessa trajetória. Enquanto eu me dedicava aos estudos, ele cuidou dos nossos filhos e do nosso lar, oferecendo apoio incondicional e encorajamento diário, impulsionando-me a enfrentar todas as dificuldades sem desistir.

Também dedico aos meus filhos Julian, Isabel e Henrik, que vieram ao mundo durante a minha jornada no mestrado e, embora tenham tornado a caminhada um pouco mais desafiadora, também são a fonte de alegria e inspiração que me motiva a ser uma pessoa melhor a cada dia.

## Agradecimentos

A elaboração desta dissertação contou com o apoio e auxílio de várias pessoas, sem as quais não seria possível chegar até este ponto. Em primeiro lugar, agradeço à minha orientadora, Professora Doutora Teresa Paula Costa Azinheira, por sua paciência, compreensão e valiosas explicações, que foram essenciais para concluir este estudo de forma satisfatória. Mesmo diante de tantas mudanças e postergações, ela nunca desistiu de me auxiliar. Gostaria também de expressar minha profunda gratidão à professora Doutora Elisa Henning pelo inestimável auxílio na coorientação da dissertação. Seu exemplo de dedicação e competência acadêmica foi uma inspiração fundamental em todo o meu trabalho de pesquisa.

Meu marido, Werner, também merece meus sinceros agradecimentos. Além de ser um grande incentivador de todo o projeto, ele ainda proporcionou valiosa ajuda nas revisões e correções ao longo do desenvolvimento do trabalho.

Sou grata também à minha família, por todos os valores e princípios que me passaram, e que este agradecimento não seja apenas palavras escritas, mas sim um compromisso de honrar tudo o que vocês me ensinaram ao longo da vida.

Agradeço igualmente aos amigos que me apoiaram durante o mestrado: Franziska, Jorge, Natalia, Romi, Rubens, entre outros. Sem as explicações, revisões e correções deles, eu não teria conseguido concluir as diversas etapas deste estudo. Além disso, agradeço o apoio e amizade que estiveram presentes em todos os momentos e tornaram a caminhada mais leve e agradável.

Não posso deixar de agradecer também à Coordenação e Secretariado do curso de Mestrado em Estatística, Matemática e Computação da Universidade Aberta de Portugal. A compreensão e presteza de todos os profissionais foram fundamentais para superar os obstáculos administrativos envolvidos neste estudo.

Por último, mas certamente o mais importante, agradeço a Deus, o maior orientador da minha vida. Sua presença constante e força nos momentos de necessidade permitiram que eu superasse os desafios, concluísse este estudo e realizasse meu sonho.

Muito obrigada a todos!

## Resumo

Controlo Estatístico de Processos é um tema que ainda suscita muitas dúvidas quanto ao seu real conceito e à sua aplicação eficaz nas organizações. Apesar de sua longa trajetória, esses assuntos não são geralmente associados às atividades cotidianas das pessoas. A dificuldade aumenta quando é necessário reunir e explorar temas diversos, incluindo processos, recorrendo a métodos estatísticos. Para engenheiros, estatísticos ou profissionais atuantes na área da qualidade, esses temas são, possivelmente, simples de serem analisados em conjunto. No entanto, para muitos envolvidos na gestão das organizações, e até mesmo na gestão de processos, tanto a análise quanto a interpretação de dados estatísticos são frequentemente encaradas como complexas ou pouco claras.

Considerando as barreiras enfrentadas no uso de métodos de controlo estatístico no âmbito empresarial, podemos também questionar como esses métodos são aplicados para análise de cenários epidemiológicos. Ainda que lidemos com dados estatísticos relacionados à observação de doenças e casos clínicos, o uso do controlo estatístico da qualidade como ferramenta de auxílio para prevenção de riscos na área da Saúde é um tema que carece de investigação aprofundada.

Diante disso, esta dissertação teve o objetivo de explorar a aplicação dos métodos de controlo estatístico em âmbito organizacional e epidemiológico. Para isso, realizou-se um levantamento de estudos com o intuito de destacar a importância dos conhecimentos estatísticos para os profissionais envolvidos nessa área. Além disso, avaliou-se os possíveis níveis de conhecimento dos profissionais que atuam na gestão de processos no Brasil em relação ao uso de métodos estatísticos, considerando as particularidades e desafios presentes no tema.

As semelhanças e diferenças entre a aplicação do controlo estatístico em processos operacionais e em estudos epidemiológicos foram exploradas para melhor compreender cada cenário. Também foram destacadas as contribuições e potenciais benefícios dessa abordagem para a área da saúde pública e realizado um estudo introdutório da similaridade entre o uso desses métodos na análise de cenários epidemiológicos e em processos operacionais, abordando conceitos fundamentais e principais técnicas utilizadas.

**PALAVRA-CHAVE:** métodos estatísticos; controlo estatístico de processos; parâmetros epidemiológicos; gestão de processos, conhecimentos estatísticos.

## Summary

Statistical process control is a subject that still raises many doubts about its real concept and its effective application in organizations. Despite its long history, these subjects are not usually associated with people's everyday activities. The difficulty increases when it is necessary to gather and explore diverse topics, including processes, using statistical methods. For engineers, statisticians or professionals in the quality assurance area, these topics may be simple to analyze together. However, for many involved in the management of organizations, and even in process management, both the analysis and interpretation of statistical data are often seen as complex or unclear.

Considering the barriers faced in the use of statistical control methods in business, it is worth questioning how these methods are applied to the analysis of epidemiological scenarios. Even though we deal with statistical data related to the observation of diseases and clinical cases, the use of statistical quality control as a tool to help prevent risks in healthcare is a topic that needs in-depth investigation.

In view of this, this dissertation aimed to explore the application of statistical control methods in the organizational and epidemiological spheres, conducting a survey of studies and seeking to highlight the importance of statistical knowledge for professionals involved in this area. In addition, the possible levels of knowledge of professionals working in process management in Brazil regarding the use of statistical methods were evaluated, considering the particularities and challenges present in the theme.

The similarities and differences between the application of statistical control in operational processes and in epidemiological studies were explored to better understand each scenario. The contributions and potential benefits of this approach to the public health field were also highlighted and an introductory study of the similarity between the use of these methods in the analysis of epidemiological scenarios and in operational processes was carried out, addressing fundamental concepts and main techniques used.

**KEYWORD:** statistical methods; statistical process control; epidemiological parameters; process management, statistical knowledge.

# Índice

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>Enquadramento histórico</b>	<b>19</b>
<b>3</b>	<b>Revisão metodológica</b>	<b>27</b>
<b>3.1</b>	<b>Prefácio dos sistemas e ferramentas utilizados</b>	<b>27</b>
3.1.1	SPSS	27
3.1.2	Lucidchart	28
3.1.3	SurveyMonkey	28
<b>3.2</b>	<b>Controlo Estatístico de Processos</b>	<b>29</b>
3.2.1	Gráficos de controlo Shewhart	34
3.2.2	Gráfico de controlo Shewhart modificado	34
3.2.3	Gráficos de controlo CUSUM	35
3.2.4	Gráficos de Controlo EWMA	36
3.2.5	Gráficos p-Chart	37
<b>3.3</b>	<b>Sete ferramentas da qualidade</b>	<b>38</b>
3.3.1	Fluxograma	39
3.3.2	Diagrama de Pareto	40
3.3.3	Diagrama de Ishikawa	41
3.3.4	Folha de verificação	42
3.3.5	Histograma	43
3.3.6	Diagrama de dispersão	45
3.3.7	Gráfico de controlo	47
<b>4</b>	<b>Uso de métodos de controlo estatístico na análise de cenários</b>	<b>48</b>
<b>4.1</b>	<b>Cenários epidemiológicos</b>	<b>48</b>
4.1.1	Estudo “Using control charts to understand community variation in COVID-19” (Inkelas et al., 2021)	50
4.1.1.1	Métodos estatísticos utilizados	50
4.1.1.2	Conclusões do estudo	53
4.1.2	Estudo “Construction of Control Charts for Monitoring Various Parameters Related to the Management of the COVID-19 Pandemic” (Mbaye et al., 2021)	54
4.1.2.1	Métodos estatísticos utilizados	55
4.1.2.2	Conclusões do estudo	57



4.1.3	Estudo "Efeitos da pandemia de COVID-19 no Brasil e em Portugal: estresse peritraumático" (Antonelli-Ponti et al., 2020).....	57
4.1.3.1	Métodos estatísticos utilizados.....	58
4.1.3.2	Conclusões do estudo .....	60
4.1.4	Estudo "Statistical Quality Control; a Tool for Monitoring Epidemic Diseases Outbreak" (Brimah et al., 2014) .....	61
4.1.4.1	Métodos estatísticos utilizados.....	61
4.1.4.2	Conclusão do estudo.....	63
4.1.5	Estudo "Aplicação de gráficos de Controlo Estatístico de Processos para o monitoramento dos casos de meningite no município de Joinville" (Henning et al., 2012) .....	64
4.1.5.1	Métodos estatísticos utilizados.....	64
4.1.5.2	Conclusão do estudo.....	66
<b>4.2</b>	<b>Cenários organizacionais.....</b>	<b>67</b>
4.2.1	Estudo "Gráfico de Controlo da Qualidade: Análise do processo em uma microempresa de Teresina – PI" (Fonseca & Duarte, 2020).....	67
4.2.1.1	Métodos estatísticos utilizados.....	68
4.2.1.2	Conclusão do estudo.....	68
4.2.2	Estudo "Controlo Estatístico de Processos: estudo de caso em uma indústria de produção de bandejas de ovos" (Azevedo, 2017) .....	69
4.2.2.1	Métodos estatísticos utilizados.....	69
4.2.2.2	Conclusão do estudo.....	70
4.2.3	Estudo "Aplicação de Cartas de Controlo na análise de arsénio: Controlo da Qualidade Interno de Brancos" (Matos, 2016).....	71
4.2.3.1	Métodos estatísticos utilizados.....	71
4.2.3.2	Conclusão do estudo.....	73
4.2.4	Estudo "Controlo Estatístico do Processo para Número Reduzido de Dados" (Requeijo et al., 2015) .....	75
4.2.4.1	Métodos estatísticos utilizados.....	75
4.2.4.2	Conclusão do estudo.....	77
4.2.5	Estudo "Controlo da qualidade no laboratório clínico: alinhando melhoria de processos, confiabilidade e segurança do paciente" (Berlitz, 2010) .....	77
4.2.5.1	Métodos estatísticos utilizados.....	77
4.2.5.2	Conclusão do estudo.....	79
<b>4.3</b>	<b>Estudos adicionais .....</b>	<b>80</b>
4.3.1	Estudo "Control chart applications in healthcare: a literature review" (Suman & Prajapati, 2018) 80	
4.3.1.1	Métodos estatísticos utilizados.....	80

4.3.1.2	Conclusão do estudo.....	84
4.3.2	Estudo "Application of statistical process control in healthcare improvement: systematic review" (Thor et al., 2007) .....	84
4.3.2.1	Métodos estatísticos utilizados.....	85
4.3.2.2	Conclusão do estudo.....	86
<b>5</b>	<b>Inquérito sobre conhecimentos estatísticos .....</b>	<b>88</b>
<b>5.1</b>	<b>Visão conceitual e elaboração das perguntas .....</b>	<b>88</b>
<b>5.2</b>	<b>Perguntas e opções de respostas .....</b>	<b>90</b>
<b>5.3</b>	<b>Análise descritivas das respostas do inquérito .....</b>	<b>94</b>
5.3.1	Tempo de atuação na área de gestão de processos .....	94
5.3.2	Conhecimentos na área estatística .....	95
5.3.3	Forma de aquisição dos conhecimentos na área estatística .....	96
5.3.4	Conhecimento dos métodos de gestão da qualidade .....	97
5.3.5	Nível de eficiência nos métodos de qualidade.....	98
5.3.6	Aprimoramento de conhecimentos na aplicação dos métodos de qualidade.....	100
5.3.7	Nível de maturidade na gestão de processos .....	101
5.3.8	Uso de indicadores de desempenho .....	102
5.3.9	Opinião sobre os temas apresentados.....	103
5.3.10	Uso de sistemas automatizados.....	105
<b>5.4</b>	<b>Testes de hipóteses das respostas do inquérito .....</b>	<b>106</b>
5.4.1	Teste do qui-quadrado.....	107
5.4.2	Teste do qui-quadrado por simulação de Monte Carlo .....	108
<b>5.5</b>	<b>Avaliação geral dos resultados obtidos .....</b>	<b>111</b>
<b>6</b>	<b>Considerações e conclusões.....</b>	<b>113</b>
<b>6.1</b>	<b>Similaridades entre o controlo estatístico em processos operacionais e em estudos epidemiológicos .....</b>	<b>113</b>
<b>6.2</b>	<b>Divergências entre o controlo estatístico em processos operacionais e em estudos epidemiológicos .....</b>	<b>115</b>
<b>6.3</b>	<b>Vantagens e desvantagens da abordagem do CEP na área epidemiológica..</b>	<b>117</b>
<b>6.4</b>	<b>Vantagens e desvantagens da abordagem do CEP na gestão de processos..</b>	<b>119</b>
<b>6.5</b>	<b>Conclusões .....</b>	<b>121</b>
<b>6.6</b>	<b>Limitações e lições aprendidas.....</b>	<b>123</b>

6.7	Considerações finais .....	125
	<b>Bibliografia .....</b>	<b>127</b>
	<b>Anexos .....</b>	<b>134</b>
	Anexo I - Inquérito sobre uso de métodos estatísticos .....	134
	Anexo II - Telas do SPSS .....	137

## Índice de tabelas

Tabela 1 - Benefícios do controlo estatístico .....	24
Tabela 2 - Processo estável x Processo instável .....	31
Tabela 3 - Objetivos da utilização de gráficos de controlo .....	32
Tabela 4 - Etapas da construção do diagrama de Pareto .....	41
Tabela 5 - Etapas da construção do diagrama de Ishikawa .....	42
Tabela 6 - Etapas da construção do histograma .....	44
Tabela 7 - Uso de métodos de controlo estatístico na epidemiologia .....	49
Tabela 8 - Etapas do inquérito aplicado .....	90
Tabela 9 - Atuação na área de processos .....	95
Tabela 10 - Conhecimentos estatísticos .....	96
Tabela 11 - Obtenção dos conhecimentos estatísticos .....	97
Tabela 12 - Conhecimento de métodos de gestão da qualidade .....	98
Tabela 13 - Eficiência nos métodos de qualidade .....	99
Tabela 14 - Interesse em aprimoramento .....	101
Tabela 15 - Maturidade em gestão de processos .....	102
Tabela 16 - Uso de indicadores .....	103
Tabela 17 - Opinião sobre os temas apresentados .....	104
Tabela 18 - Uso de sistemas automatizados .....	106
Tabela 19 - Teste qui-quadrado para as perguntas 1 e 2 .....	107
Tabela 20 - Teste qui-quadrado - Simulação de MC - Perguntas 1 e 2 .....	108
Tabela 21 - Teste qui-quadrado - Simulação de MC - perguntas 4 e 6 .....	109
Tabela 22 - Teste qui-quadrado por simulação de MC para a pergunta 9 .....	110
Tabela 23 - Vantagens e desvantagens do CEP em epidemiologia .....	119
Tabela 24 - Vantagens e desvantagens do CEP na gestão de processos .....	120

## Índice de figuras

Figura 1 - Eras da qualidade.....	24
Figura 2 - Conhecimento prático de controlo estatístico.....	29
Figura 3 - Gráfico de controlo .....	30
Figura 4 - Sete ferramentas da qualidade .....	38
Figura 5 - Exemplo de fluxograma.....	39
Figura 6 - Exemplo de gráfico de Pareto .....	40
Figura 7 - Exemplo de diagrama de Ishikawa.....	42
Figura 8 - Exemplo de folha de verificação.....	43
Figura 9 - Exemplo de histograma.....	44
Figura 10 - Exemplo de diagrama de dispersão .....	46
Figura 11 - Exemplo de gráfico de controlo .....	47
Figura 12 - Gráficos de controlo de COVID-19: Lynwood e Los Angeles.....	52
Figura 13 - Gráfico de evolução do COVID-19 Senegal.....	55
Figura 14 - Gráfico de taxa de cura Senegal .....	56
Figura 15 - Gráfico de letalidade Senegal .....	57
Figura 16 - Distribuição dos participantes por níveis de Stress Peritraumático..	60
Figura 17 - Gráfico CUSUM.....	62
Figura 18 - Gráficos EWMA.....	63
Figura 19 - Gráfico de probabilidade normal .....	65
Figura 20 - Gráfico de controlo - estudo sobre notificações de meningite.....	65
Figura 21 - Gráficos médias e amplitudes – Acrílico .....	68
Figura 22 - Gráficos média e desvio padrão – Bandeja de ovos.....	70
Figura 23 - Cartas Q(X) E Q(MR) .....	72
Figura 24 - Cartas Z.....	73
Figura 25 - Diagrama de causa e efeito - contaminação dos brancos .....	74
Figura 26 - Gráficos de abordagem univariada .....	76
Figura 27 - Gráfico de abordagem multivariada .....	76
Figura 28 - Gráficos de controlo de Levey-Jennings .....	78
Figura 29 - Gráficos EWMA e de decisão médica .....	79
Figura 30 - Matriz de número de estudos por departamento.....	83
Figura 31 - Matriz de número de estudos por tipo de gráfico .....	83
Figura 32 - Número de artigos incluídos por ano de publicação .....	85
Figura 33 - Gráfico de atuação na área de processos.....	95
Figura 34 - Gráfico de conhecimentos estatísticos.....	96
Figura 35 - Gráfico sobre obtenção dos conhecimentos .....	97

Figura 36 - Gráfico de conhecimento de métodos de gestão da qualidade .....	98
Figura 37 - Gráfico de nível de excelência nos métodos de qualidade .....	100
Figura 38 - Gráfico de interesse em aprimoramento .....	101
Figura 39 - Gráfico de nível de maturidade em gestão de processos .....	102
Figura 40 - Gráfico sobre uso de indicadores.....	103
Figura 41 - Gráfico de opinião sobre os temas apresentados.....	105
Figura 42 - Uso de sistemas automatizados.....	106
Figura 43 - Similaridades na aplicação do CEP .....	114
Figura 44 - Divergências na aplicação do CEP .....	115
Figura 45 - Vantagens e desvantagens do CEP em epidemiologia .....	117
Figura 46 - Vantagens e desvantagens do CEP em gestão de processos .....	119

## Lista de abreviaturas e siglas

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ASQC - *American Society for Quality Control*

BAM - *Business Activity Monitoring* (Monitoramento de Atividades de Negócio)

BI - *Business Intelligence* (Inteligência de Negócios)

BPMS - *Business Process Management System* (Sistema de Gerenciamento de Processos de Negócio)

BPMN - *Business Process Model and Notation* (Modelo e Notação de Processos de Negócio)

CBOK - *Common Body of Knowledge* (Corpo Comum de Conhecimento)

CEP - Controlo Estatístico de Processos

CSV - *Comma-Separated Values* (formato de arquivo de texto)

COVID-19 - Coronavirus Disease 2019 (Doença do Coronavírus 2019)

Cpk - *Process Capability Index* (Índice de Capacidade do Processo)

CQA - Controlo da Qualidade Analítica

CUSUM - *Cumulative Sum* (Sommas Acumuladas)

DMN - *Decision Model Notation* (Notação de Modelação de Decisão)

DT - *Design Thinking* (Pensamento de Design)

et al. - abreviação da locução latina "et aliae" "(e outros ou e outras)

etc. - et cetera (e outras coisas; e assim por diante)

EWMA - *Exponentially Weighted Moving Average* (Média Móvel Exponencialmente Ponderada)

FMEA - *Failure Mode and Effects Analysis* (Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos)

GUT - Matriz Gravidade, Urgência e Tendência.

HRO - *High Reliability Organizations* (Organizações Altamente Confiáveis)

IA - Inteligência Artificial

IBPMS - *Intelligent Business Process Management System* (Sistema Inteligente de Gerenciamento de Processos de Negócio)

ICP-MS - *Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry* (Espectrometria de Massa com Fonte de Plasma Indutivamente Acoplado)

IEPC - Índice de Stress Peritraumático

IoT - *Internet of Things* (Internet das Coisas)

ISO - *International Organization for Standardization* (Organização Internacional de Padronização)

JMS - *Juran Management System* (Sistema de Gerenciamento Juran)

LC – Limite de Controlo

LCI – Limite de Controlo Inferior

LCS – Limite de Controlo Superior

MASP - Método de Análise e Solução de Problemas

OMS - Organização Mundial da Saúde

PDCA - *Plan, Do, Check, Act* (Planear, Fazer, Verificar, Agir)

PMBOK - *Project Management Body of Knowledge* (Corpo de Conhecimento em Gerenciamento de Projetos)

SDI - *Standard Deviation Index* (Índice de Desvio Padrão)

SIPOC - *Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers* (Fornecedores, Insumos, Processo, Produtos/Serviços, Clientes)

SLAs - *Service Level Agreements* (Acordos de Nível de Serviço)

SPSS - *Statistical Package for the Social Sciences* (Pacote Estatístico para Ciências Sociais)

SQL - *Structured Query Language* (linguagem de programação estruturada)

TQM - *Total Quality Management* (Gestão da Qualidade Total)

WBS - *Work Breakdown Structure* (Estrutura Analítica do Projeto)

5W2H - *What, Why, Where, When, Who, How, How much* (O quê, Por quê, Onde, Quando, Quem, Como, Quanto)



# 1 Introdução

---

Se considerarmos um mundo em evolução permanente, e face a um panorama de doenças e problemas que desestabilizam as sociedades, torna-se cada dia mais difícil prever e tratar as epidemias que surgem e assolam a sociedade. Como profissional que desenvolveu a carreira na área de gestão por processos, também me deparei muitas vezes com a dificuldade de avaliar os processos e medir os ganhos, através de métodos estatísticos que demonstrassem o sucesso ou a necessidade de melhoria em um processo. Se pensarmos nestes dois temas em conjunto, um elemento muito importante para este cenário, e que nem sempre recebe a devida atenção, é o uso de métodos estatísticos de controlo para prevenir e avaliar os cenários existentes.

Mas se no meio organizacional o uso destes métodos para a elaboração de processos exequíveis e otimizados encontra algumas barreiras para a sua implementação e controlo ao longo do tempo, frente a um cenário epidemiológico existe a tentação de proceder a uma ação imediata, sem uma análise adequada e eficiente das observações. É exatamente nestas situações que a utilização de técnicas de controlo estatístico deve ser empregada, pois permitem a identificação de padrões, tendências e anomalias nos dados epidemiológicos, além de auxiliar na tomada de decisões e na implementação de medidas de prevenção e controlo de doenças. Se os profissionais que trabalham com controlo estatístico se deparam em diversas ocasiões com a dificuldade de avaliar os dados e medir ganhos, mesmo quando utilizam métodos estatísticos que demonstrem o sucesso, para profissionais que não possuem o conhecimento estatístico necessário, torna-se difícil o uso de métodos analíticos para demonstrar de maneira evidente, como a variabilidade dos dados pode ter impacto no resultado esperado.

Desta forma, este estudo buscou explorar como os métodos de controlo estatístico são aplicados nas análises de processos organizacionais e na análise de cenários epidemiológicos, uma vez que ambos envolvem a recolha, organização e análise de dados para identificar padrões e tendências. Durante as pesquisas realizadas para este trabalho, foi possível identificar que este é um grande ponto de dificuldade para profissionais e organizações, mesmo após tantos anos de desenvolvimento destes temas.

Godoy (2014) destaca que, conforme apontado por Coleman e Montgomery (1993), é bastante comum que os ensaios industriais não transcorram conforme o planeado. O principal motivo identificado é a existência de uma lacuna entre os

profissionais diretamente envolvidos no processo, como engenheiros e/ou gerentes, e aqueles responsáveis pela execução dos ensaios. Essa disparidade, relacionada ao conhecimento e experiência, pode resultar em combinações indesejáveis entre os níveis de variáveis de controle no delineamento. Erros preditos inadequados, ordem de observação imprópria, conjunto inapropriado de variáveis de controle e identificação inadequada de fatores a serem mantidos ou tratados como problemas são algumas das consequências dessa lacuna, que culmina em resultados imprecisos, entre outros desafios apontados pelos mencionados autores.

Ao longo das pesquisas foi possível identificar que um dos maiores problemas para a execução do controle da qualidade está exatamente na falta de conhecimento adequado para aplicação das técnicas estatísticas. Como não estamos a referir-nos a uma “receita de bolo”, é natural que não seja possível replicar de modo idêntico as análises de uma organização para outra, ou mesmo, de um cenário epidemiológico para o outro. Se considerarmos um profissional sem as capacitações adequadas, todo o ensaio estará condenado, e conseqüentemente, qualquer decisão tomada com base nesses resultados, não terá um fundamento devidamente sustentado e poderá estar equivocada.

Portanto, ainda que estejamos diante de ferramentas poderosas para análise e implantação de melhorias, é importante que os profissionais envolvidos estejam adequadamente preparados e sejam capazes de reconhecer as limitações técnicas existentes em cada caso. Por isso, é essencial o aprofundamento nos conceitos estatísticos para garantir a correta aplicação dos métodos e, conseqüentemente, o sucesso na realização das análises. Mas será que os profissionais envolvidos nesta atividade consideram estar aptos para executar adequadamente esta atividade? Será que possuem interesse em aprimorar os seus conhecimentos? A melhor maneira de compreender este cenário é perguntar diretamente aos envolvidos. Com base neste aspecto, foi elaborado e distribuído o inquérito “Uso de métodos estatísticos na Gestão de Processos”, a partir do qual foram obtidos dados que permitiram, com o auxílio de ferramentas estatísticas, analisar o ponto de vista dos profissionais que atuam na gestão de processos no Brasil.

## 2 Enquadramento histórico

---

Quando pensamos em processos e em métodos estatísticos da qualidade, podemos acreditar que são temas relativamente recentes, mas se observarmos atentamente, perceberemos que eles sempre fizeram parte da evolução e da aquisição de conhecimento da sociedade. Se trouxermos o tema para o nosso cotidiano, quantos processos executamos ao longo das nossas vidas? Desde a rotina que estabelecemos para o nosso dia a dia, até os procedimentos adotados para os estudos e chegando as nossas atividades de trabalho, tudo pode ser entendido como processos. A análise sobre a qualidade dos produtos também sempre esteve presente na sociedade, desde o início da prestação de serviços e ofertas de produtos pelos artesãos nas aldeias.

Os bons artesãos eram capazes de realizar obras refinadas e de grande complexidade e detinham o domínio completo do ciclo de produção, já que negociavam com o cliente o serviço a ser realizado, executavam estudos e provas, selecionavam os materiais e as técnicas mais adequadas, construíam o bem e o entregavam. (Lins, 2009, P.2)

Salgado (2013) destaca que a abordagem de qualidade adotada pelos artesãos apresentava elementos notavelmente modernos, como a dedicação ao atendimento das necessidades dos clientes. No entanto, é importante notar que conceitos fundamentais para a área de qualidade contemporânea, tais como confiabilidade, conformidade, metrologia, tolerância e especificação, ainda estavam em estágios iniciais de desenvolvimento nesse contexto. O autor ressalta que, embora os artesãos já incorporassem aspectos modernos em sua abordagem de qualidade, alguns conceitos-chave da qualidade atual estavam apenas começando a se consolidar nesse período. Tais conceitos começaram a ser aprimorados no século XIX, com a revolução industrial, onde muitos dos processos manuais de fabricação passaram a ser executados por máquinas, o que possibilitou a produção em massa de produtos e criou uma enorme necessidade de adequação do gerenciamento do novo processo de transformação. Muitos estudiosos e especialistas passaram a analisar cuidadosamente este novo modelo de produção, de forma a melhor administrá-lo, onde destacaram-se Taylor, Fayol e Ford.

A começar por Frederick W. Taylor (1856-1915), engenheiro mecânico considerado o pai da Administração Científica, observamos uma transformação

significativa nos paradigmas de gestão e organização do trabalho, impulsionada por sua ênfase na aplicação de métodos científicos para otimizar a eficiência operacional e aumentar a produtividade industrial. Seus princípios, centrados na análise detalhada das tarefas, na padronização dos processos e na capacitação dos trabalhadores, marcaram o início de uma era de abordagens mais sistemáticas e científicas na administração empresarial.

Mais conhecido por definir as técnicas de gestão científica, o estudo sistemático das relações entre pessoas e tarefas com o objetivo de redesenhar o processo de trabalho para aumentar a eficiência. Taylor foi um gerente de manufatura que, por acaso, se tornou consultor e ensinou a outros gerentes como aplicar suas técnicas de gestão científica. Taylor acreditava que se o tempo e esforço que cada trabalhador gasta para produzir uma unidade de produção (um produto acabado ou serviço) pudesse ser reduzido pelo aumento da especialização e da divisão da mão-de-obra, o processo de produção se tornaria mais eficiente. De acordo com Taylor, a forma de criar a divisão mais eficiente do trabalho poderia ser mais bem determinada por técnicas de gestão científica do que por conhecimentos intuitivos ou informais de regras de conduta<sup>1</sup>. (Jones & George, 2016, P. 37)

De igual importância para a área estatística e tendo vivido em período similar a Taylor, temos o Jules Henri Fayol (1841-1925), que foi um engenheiro de minas francês e o fundador da teoria clássica da administração, ele identificou 14 princípios que acreditava serem essenciais para aumentar a eficiência do processo de gestão, princípios estes, que continuam sendo a base para grande parte da recente teoria e pesquisa de gestão.

Fayol foi, no entanto, uma das primeiras a apontar o lado negativo da especialização excessiva: tédio - um estado de espírito capaz de diminuir a qualidade do produto, a iniciativa do trabalhador e a flexibilidade. Como

---

<sup>1</sup> Tradução livre da autora. No original "Frederick W. Taylor (1856–1915) is best known for defining the techniques of scientific management, the systematic study of relationships between people and tasks for the purpose of redesigning the work process to increase efficiency. Taylor was a manufacturing manager who eventually became a consultant and taught other managers how to apply his scientific management techniques. Taylor believed that if the amount of time and effort that each worker expends to produce a unit of output (a finished good or service) can be reduced by increasing specialization and the division of labor, the production process will become more efficient. According to Taylor, the way to create the most efficient division of labor could best be determined by scientific management techniques rather than by intuitive or informal rule-of-thumb knowledge". (Jones & George, 2016, S. 37)

resultado, Fayol defendeu que os trabalhadores deveriam ter mais tarefas a desempenhar ou serem encorajados a assumir mais responsabilidade pelos resultados do trabalho - um princípio cada vez mais aplicado hoje em dia nas organizações que capacitam seus trabalhadores.<sup>2</sup> (Jones & George, 2016, P. 42)

A finalizar nossa trípole inicial, temos o Henry Ford (1863-1947), que foi um empreendedor e engenheiro mecânico, fundador da Ford Motor Company. Ford utilizou as teorias de Taylor para introduzir em suas fábricas o modelo de esteira de produção, redefinindo assim, a sua linha de montagem. Esta mudança permitiu a fabricação em massa de automóveis, reduzindo o tempo e o custo de produção, mas ocasionando, também, a insatisfação dos trabalhadores.

A introdução das esteiras foi a constatação de que quando uma esteira de rolagem controla o ritmo de trabalho (ao invés de os trabalhadores estabelecerem seu próprio ritmo), os trabalhadores podem ser empurrados para atuar em níveis mais altos - níveis que eles podiam ter pensado que estavam além de seu alcance<sup>3</sup>. (Jones & George, 2016, P. 38)

Dando continuidade ao nosso enquadramento e passando para o ano de 1924 nos Estados Unidos, temos um importante desenvolvimento do matemático Walter Shewhart: o Controlo Estatístico de Processo, conhecido como CEP. O princípio geral por trás desta técnica é avaliar quando um processo que está sob controlo e seguindo uma distribuição particular com determinados parâmetros, se afasta deste estado e quais ações corretivas devem ser tomadas. O Walter Andrew Shewhart (1891-1967) foi um físico, engenheiro e estatístico americano que trabalhou na Bell Telephones, onde desenvolveu ferramentas estatísticas para avaliar quando uma ação corretiva deveria ser aplicada a um processo.

---

<sup>2</sup> Tradução livre da autora. No original "Fayol was nevertheless among the first to point out the downside of too much specialization: boredom a state of mind likely to diminish product quality, worker initiative, and flexibility. As a result, Fayol advocated that workers be given more job duties to perform or be encouraged to assume more responsibility for work outcomes a principle increasingly applied today in organizations that empower their workers". (Jones & George, 2016, S. 42)

<sup>3</sup> Tradução livre da autora. No original "Ford introduced moving conveyor belts in his factory was the realization that when a conveyor belt controls the pace of work (instead of workers setting their own pace), workers can be pushed to perform at higher levels that they may have thought were beyond their reach". (Jones & George, 2016, S. 38)

O Dr. Walter Shewhart desenvolveu uma técnica simples, mas poderosa, para fazer a distinção entre causas comuns e causas especiais: as cartas de controlo do processo. Ele propôs o uso das cartas de controlo para a análise dos dados provenientes de amostragem, substituindo a mera detecção e correção de produtos defeituosos pelo estudo e prevenção dos problemas relacionados à qualidade, visando impedir que produtos defeituosos fossem produzidos. (Ribeiro & Caten, 2012, P. 6)

Avançando para a década de 1940, começam a surgir as organizações com foco exclusivo na padronização e gestão da qualidade, como por exemplo, a ASQC (*American Society for Quality Control*), a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e a ISO (*International Standardization Organization*). Outra forte contribuição no desenvolvimento das técnicas de gestão da qualidade adveio da segunda Guerra Mundial, quando as técnicas de manufatura foram aprimoradas, especialmente por empresas americanas, para fabricação de material bélico.

A concepção contemporânea de gestão da qualidade total, que conhecemos hoje em dia, desenvolveu-se nos anos 50 a partir dos trabalhos de três grandes nomes da qualidade, sendo eles: Deming, Juran e Feigenbaum. O primeiro deles, Winston Edwards Deming (1900-1993), foi um estatístico americano reconhecido mundialmente pela melhoria dos processos produtivos nos Estados Unidos durante a Segunda Guerra Mundial, oferecendo consultoria às empresas norte-americanas na implantação de sistemas de controlo da qualidade. Lins (2009) destaca que após a guerra, Deming seguiu para o Japão, para prestar apoio à recuperação da indústria daquele País, onde divulgou os conceitos de melhoria contínua e de controlo estatístico de processos. Também defendeu os conceitos de aplicação do controlo da qualidade em todas as áreas da empresa e do envolvimento e liderança da alta administração para a melhoria da qualidade. A base do trabalho de Deming foi o PDCA e o Controlo Estatístico do Processo desenvolvidos por Shewhart. São também relevantes “Os 14 Pontos para a Gestão” de Deming, que orientam o caminho para a qualidade total.

O segundo na lista apresentada é o Joseph M. Juran (1904-2008), que foi um engenheiro e consultor de negócios, com grande destaque para o seu trabalho sobre gestão da qualidade. Lins (2009) detalha que, em 1950, Juran sugeriu a implantação de sistemas da qualidade através de três etapas distintas, planeamento, controlo e melhoria da qualidade (Trilogia de Juran), sendo um defensor da concepção da qualidade desde o projeto e da contabilização de custos da qualidade. Outra importante contribuição é o *Juran Management System* (JMS), sistema iniciado na Toyota e considerado o primeiro sistema a atribuir qualidade à estratégia empresarial. Também

devemos destacar a aplicação e expansão do Princípio de Pareto utilizado por Juran a nível organizacional, no qual 80% dos problemas são causados por 20% das causas.

Por último, na nossa segunda tríade, temos o Armand V. Feigenbaum (1922-2014) que foi um especialista em qualidade americano, que atuou na empresa General Electric, o seu primeiro livro denominado “Controlo Total de Qualidade”, lhe conferiu notoriedade mundial quanto ao tema gestão da qualidade. Lins (2009) enfatiza que a abordagem de Feigenbaum é sistêmica: entende que a qualidade deve ser projetada e incluída no produto ou no serviço, destacando que não se consegue qualidade apenas eliminando falhas ou inspecionando, sendo necessário especificar e implantar uma estrutura de trabalho para toda a organização, de modo a garantir a satisfação do cliente a custos competitivos. Ainda que tenhamos como foco do enquadramento histórico os principais nomes da qualidade, é fato notório a contribuição do Japão no desenvolvimento da gestão da qualidade.

Os japoneses começaram a perceber que o controlo da qualidade dependia muito de fatores humanos e culturais. A partir dessa percepção, foi desenvolvido um método japonês para controlo da qualidade, que deu origem ao controlo da qualidade total no estilo japonês, envolvendo a participação de todos os setores e funcionários da empresa e que muito contribuiu para que o Japão passasse a fabricar produtos da mais alta qualidade. (Ribeiro & Caten, 2012, P. 6)

Resumidamente, podemos alegar que até os anos 50, início dos anos 60 os esforços da gestão da qualidade eram direcionados, principalmente, para a realização de atividades corretivas e não para a prevenção. Enquanto os anos 70 e os anos 80 foram marcados pelo esforço de qualidade em todos os aspectos de negócio das organizações incluindo áreas como finanças, vendas, recursos humanos, manutenção e produção, atualmente, podemos observar uma importante evolução no conceito de qualidade, particularmente, diante das exigências dos clientes. A grande competitividade entre as organizações, o acesso fácil a informações e a existência de um mundo cada vez mais globalizado fazem com que a necessidade de melhorar continuamente os processos, produtos e serviços, deixe de ser um diferencial, para ser uma forma de conduta para as organizações. Essas três grandes fases históricas são, geralmente, classificadas como as três eras da qualidade, conforme figura a seguir.

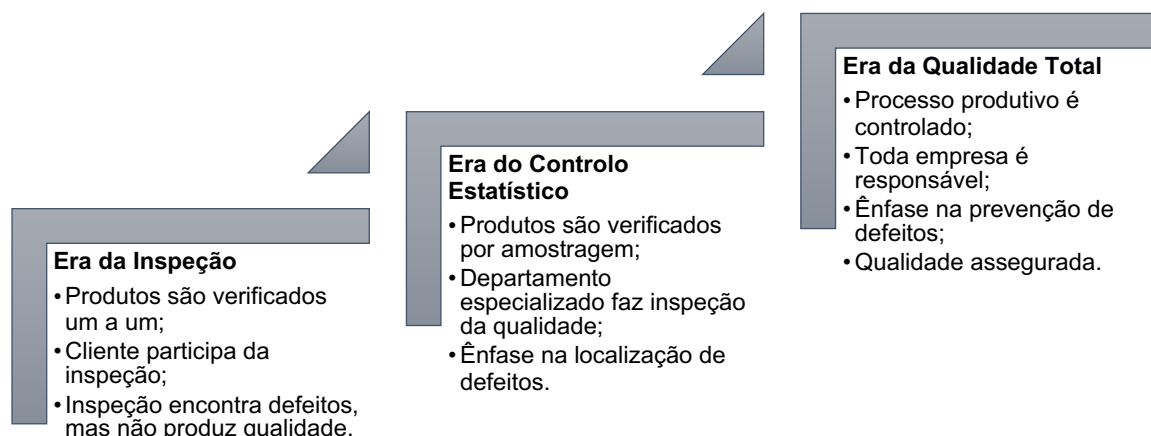


Figura 1 - Eras da qualidade  
 Fonte: Oliveira, et al. (2006)

A partir da década de 80, o controle estatístico ganhou ainda mais destaque com a adoção de metodologias de melhoria contínua, como o Seis Sigma, desenvolvido pela Motorola, que incorporou o controle estatístico como uma de suas ferramentas fundamentais, visando a redução de defeitos e a melhoria da qualidade em processos. A adoção em larga escala das técnicas de controle estatístico trouxe uma série de benefícios para as organizações, como podemos observar na tabela a seguir.

Melhoria da qualidade	Permite identificar e controlar as fontes de variação nos processos de forma rápida, pois com base nas informações fornecidas pelos gráficos de controle, é possível tomar ações corretivas e preventivas para reduzir a variabilidade e melhorar a qualidade do processo, reduzindo a ocorrência de defeitos e não conformidades.
Redução de custos	Ao minimizar a variação e melhorar a qualidade, as organizações podem reduzir os custos de seus processos, pois eles se tornam mais eficientes, com menor desperdício de materiais, tempo e recursos, pois os problemas são identificados e corrigidos de forma proativa.
Aumento da produtividade	Ao identificar e eliminar precocemente as causas especiais de variação nos processos, eles se tornam mais estáveis e previsíveis, resultando em uma maior eficiência operacional, menor tempo de ciclo e maior capacidade de produção.
Tomada de decisões embasadas em dados	O controle estatístico fornece dados objetivos e informações relevantes sobre o desempenho dos processos, o que permite tomar decisões baseadas em evidências e informações sólidas, em vez de depender de suposições ou intuições dos envolvidos.
Melhoria contínua	Estabelecimento de uma cultura de melhoria contínua, onde os dados são constantemente recolhidos, analisados e utilizados para identificar oportunidades de aprimoramento e a sustentabilidade das melhorias.
Satisfação do cliente	Com a melhoria da qualidade dos produtos e serviços entregues, há também um aumento da satisfação do cliente, pois os produtos apresentam menos defeitos, maior consistência e atendem melhor às expectativas dos consumidores.

Tabela 1 - Benefícios do controle estatístico  
 Fonte: Adaptado de Oliveira et al. (2006)



A adoção em larga escala das técnicas de controlo estatístico ao longo da história trouxe benefícios significativos para as organizações, incluindo melhoria da qualidade, redução de custos, aumento da produtividade, tomada de decisões embasadas em dados, estímulo à melhoria contínua e aumento da satisfação dos clientes. Essas técnicas continuam sendo amplamente aplicadas em diversos setores industriais e de serviços, desempenhando um papel fundamental na busca pela excelência operacional e na obtenção de resultados superiores, pois aprimoram a eficiência e a qualidade dos processos nos mais diversos setores.

Porém, ao longo das décadas, e principalmente desde a viragem de século, têm ficado evidentes as limitações dos modelos de Shewhart uma vez que não permite tratar questões como a existência de autocorrelações entre variáveis, a falta de normalidade dos dados, a presença de dados multivariados e a necessidade de monitorar grandes volumes de dados em tempo real. Esses problemas são frequentes em setores industriais de processos contínuos, como indústrias químicas e farmacêuticas, siderúrgicas, indústrias de papel, engenharia alimentar e de minas, impossibilitando muitas vezes a aplicação dos modelos de Shewhart. Novos desafios e oportunidades têm emergido fruto da evolução tecnológica e digital, como o desenvolvimento de software, de equipamentos digitais, de robôs para realização de cirurgias.

Associadas a estas mudanças está inerente a introdução de recolha de dados e amostragens online, a investigação da qualidade das características de interesse, a existência de grandes volumes de dados (com bancos de dados na ordem de *Petabytes*) e as metodologias algorítmicas e de simulação. Segundo Wang et al. (2016), a integração de recolha de dados em tempo real e amostragens online é uma realidade, impondo a necessidade de métodos estatísticos que possam lidar com essa dinâmica. Destacando a crescente importância das metodologias algorítmicas e de simulação na análise de grandes volumes de dados, Provost e Fawcett (2013) reforçam que essas abordagens não apenas permitem uma compreensão mais profunda dos processos, mas também possibilitam a predição de eventos futuros, auxiliando na tomada de decisões proativas.

Podemos afirmar então que a evolução tecnológica e digital desempenha um papel crucial no avanço dos métodos de controlo estatístico de qualidade, abrindo caminho para soluções mais eficazes diante dos desafios contemporâneos enfrentados pela indústria. Lee et al. (2015) destacam que o advento da Indústria 4.0 trouxe consigo a integração de tecnologias como Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial (IA) e computação em nuvem nos processos produtivos. Essa convergência tecnológica possibilita a recolha em tempo real de uma quantidade massiva de dados, permitindo

uma visão abrangente e dinâmica dos processos industriais. A aplicação dessas tecnologias na área de controlo estatístico de qualidade é particularmente evidente na implementação de sistemas de monitoramento *online*. A recolha contínua de dados em tempo real, associada à capacidade de processamento rápido e eficiente, permite a identificação imediata de desvios nos processos, possibilitando a tomada de ações corretivas em tempo hábil (Jiang et al., 2018). Essa abordagem proativa contrasta significativamente com os modelos tradicionais, como os de Shewhart, que muitas vezes operam em retrospectiva, analisando dados históricos.

Chen et al. (2014) reforçam que a análise de dados em larga escala também se beneficia da aplicação de algoritmos de *Machine Learning* (Aprendizagem de Máquina), os quais têm o potencial de identificar padrões complexos e relações não lineares nos dados. Ao contemplar estes métodos no controlo estatístico de qualidade, é possível aprimorar a capacidade preditiva dos modelos, antecipando possíveis falhas ou variações nos processos. Essa capacidade preditiva é essencial em setores onde a prevenção de defeitos e a maximização da eficiência são imperativos. A combinação da análise avançada de dados com a automação também possibilita a implementação de estratégias de controlo adaptativo. Sistemas inteligentes podem ajustar parâmetros automaticamente em resposta a mudanças nas condições do processo, otimizando a performance e reduzindo a variabilidade (Kusiak, 2018). Isso representa um avanço significativo em relação aos modelos tradicionais de controlo de qualidade, que muitas vezes dependem de intervenção humana para ajustes.

Sendo assim, a convergência da evolução tecnológica e digital na indústria oferece não apenas uma revolução nos métodos de recolha, seleção e análise de dados, mas também redefine fundamentalmente a abordagem ao controlo estatístico de qualidade, proporcionando soluções adaptativas e preditivas que atendem aos requisitos dinâmicos dos setores industriais contemporâneos. Essa transformação não apenas supera as limitações dos modelos tradicionais, como os de Shewhart, mas também abre portas para estratégias adaptativas e preditivas, redefinindo a maneira como a qualidade é gerida na produção industrial. Desta forma, o futuro do controlo estatístico de qualidade configura-se como uma simbiose entre a expertise humana e a capacidade analítica das tecnologias emergentes, promovendo eficiência, otimização e excelência nos processos produtivos.

## 3 Revisão metodológica

---

Para facilitar a compreensão dos temas abordados neste capítulo apresenta uma descrição dos sistemas e ferramentas genericamente utilizados, seguindo-se a revisão dos aspectos metodológicos da pesquisa, que fornecem uma base para a compreensão dos resultados e das conclusões apresentadas posteriormente. As metodologias adotadas neste estudo buscaram garantir a confiabilidade, a validade e a relevância dos dados recolhidos, contribuindo para a solidez e a qualidade da pesquisa realizada.

### 3.1 Prefácio dos sistemas e ferramentas utilizados

---

Neste item faremos uma breve introdução aos diferentes sistemas e ferramentas que foram empregados para recolha, análise e interpretação dos dados da dissertação, proporcionando um embasamento sólido para as conclusões apresentadas. A utilização desses sistemas foi fundamental para garantir a qualidade e a confiabilidade dos resultados obtidos, pois eles permitiram uma compreensão mais profunda dos fenômenos estudados. Além disso, esses sistemas facilitaram a organização e a interpretação dos dados, tornando possível a elaboração de argumentos fundamentados e conclusões embasadas.

#### 3.1.1 SPSS

---

O SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) é um *software* estatístico amplamente utilizado em pesquisas, análises de dados e tomada de decisões. Ele foi desenvolvido pela IBM e é uma das ferramentas mais populares no campo da estatística e ciências sociais. Ele foi selecionado para este trabalho por possuir uma interface amigável que permite aos usuários realizar análises estatísticas de maneira eficiente, mesmo sem conhecimento avançado em programação. Ele oferece uma ampla gama de técnicas estatísticas, desde análises descritivas básicas até técnicas avançadas, como regressão, análise fatorial, análise de sobrevivência e análise multivariada.

Uma das principais características do SPSS é sua capacidade de importar dados de diferentes fontes, como planilhas Excel, arquivos CSV, bancos de dados SQL, entre outros. Isso permitiu que fossem importados os dados do inquérito realizado para fins de análise nesta dissertação e gerados gráficos personalizados e visualmente atrativos para representar seus dados. Essas visualizações são úteis para comunicar resultados de forma clara e eficaz, facilitando a compreensão e interpretação dos dados. A versão

utilizada nesta dissertação foi a versão 29, que apresenta uma variedade de recursos e funcionalidades projetadas para facilitar a análise estatística e a interpretação dos resultados obtidos.

### 3.1.2 *Lucidchart*

---

O Lucidchart é um aplicativo de diagramação inteligente, composto por uma plataforma *online* de criação de diagramas e fluxogramas, lançada em 2010 por Ben Dilts e Karl Sun. É uma ferramenta prática e intuitiva que permite aos usuários criar visualizações de processos, organogramas, diagramas de rede, fluxos de trabalho, mapas mentais, entre outros.

A referida plataforma é amplamente utilizada em diferentes setores e áreas de negócios, como engenharia, tecnologia, educação, marketing etc. e foi utilizada na presente dissertação para apresentação de alguns exemplos ao longo estudo. O Lucidchart foi selecionado por possuir uma versão gratuita com interface amigável e uma ampla gama de formas, símbolos e modelos pré-definidos que facilitam a criação de diagramas de forma simples e visualmente agradável.

### 3.1.3 *SurveyMonkey*

---

O SurveyMonkey é uma plataforma online de pesquisa e questionário pertencente ao Grupo Momentive, ele permite criar, distribuir e analisar pesquisas de maneira fácil e eficiente, pois oferece uma ampla variedade de tipos de perguntas, como perguntas de múltipla escolha, perguntas de resposta curta, escalas de classificação, perguntas de matriz e muito mais. Isso permite que os usuários criem pesquisas adaptadas às suas necessidades específicas.

Na presente dissertação, o SurveyMonkey foi utilizado para criar, distribuir e consolidar os resultados do inquérito sobre o uso de métodos estatísticos na Gestão de Processos, por se tratar de uma ferramenta que permite compartilhar suas pesquisas através de links, mídias sociais, e-mails ou incorporá-las em seus próprios sites. Além disso, a plataforma oferece recursos avançados, como segmentação de público-alvo, controlo de acesso, cronogramas de envio e lembretes automáticos, que ajudam a maximizar as taxas de resposta. A segurança e a confidencialidade dos dados também são prioridades no SurveyMonkey, que utiliza criptografia de dados e cumpre os padrões de segurança mais rigorosos para proteger as informações recolhidas durante as pesquisas.

## 3.2 Controlo Estatístico de Processos

O Controlo Estatístico de Processos é uma metodologia amplamente utilizada na indústria e em outros setores para monitorar e controlar a variabilidade de um processo, levando a produtos e serviços de melhor qualidade e garantindo maior satisfação do cliente. Ainda segundo definição do CBOK® (2013), o Controlo Estatístico de Processo (CEP) é um método preventivo que envolve a análise contínua dos resultados de um processo em comparação com um padrão. A partir de dados estatísticos, o CEP identifica tendências de variações significativas, com o propósito de reduzir progressivamente essas variações.

O PMBOK® (2008) também destaca a importância de a equipa envolvida na análise dos processos possuir um conhecimento prático de controlo estatístico, principalmente de amostragem e probabilidade, para ajudar a avaliar as saídas do controlo da qualidade. Ele ressalta, ainda, que é recomendável que a equipa conheça alguns temas específicos, conforme detalhado na figura a seguir.

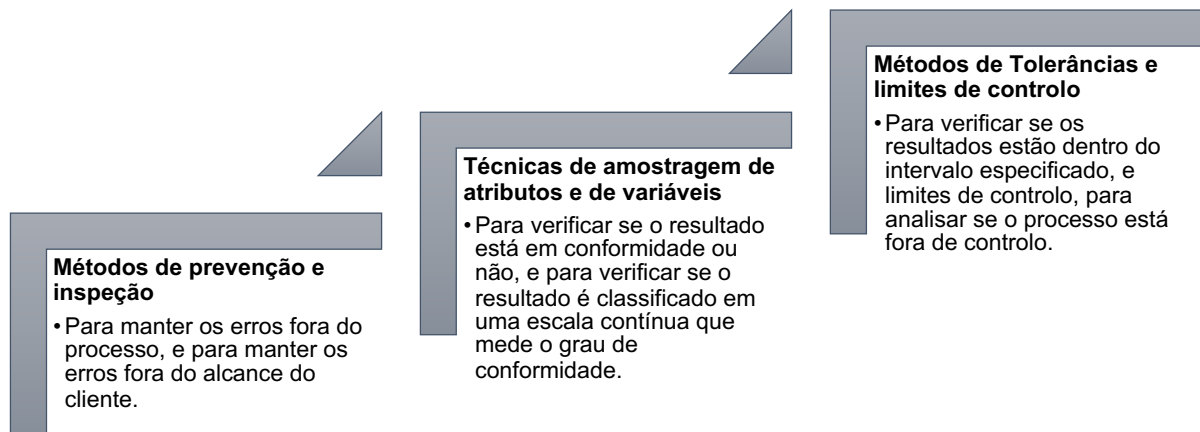


Figura 2 - Conhecimento prático de controlo estatístico  
Fonte: Adaptado de PMBOK® (2008)

Uma abordagem eficaz para monitorar e reduzir a variabilidade de um processo envolve a criação de cartas / gráficos estatísticos de controlo, que é uma ferramenta fundamental do Controlo Estatístico de Processos. Esses gráficos são uma parte essencial das técnicas voltadas para garantir a qualidade de produtos ou serviços, pois são instrumentos projetados para prevenir e evitar a repetição de ocorrências das chamadas causas especiais. Essas causas referem-se a problemas identificados na análise do comportamento do processo ao longo do tempo.

Os gráficos de controlo revelam quando um processo específico passa por alterações e requer intervenção. Originalmente desenvolvidos pelo Dr. Walter Shewhart,

esses gráficos foram concebidos para distinguir entre variabilidade controlável e não controlável, decorrentes de causas que afetam o desempenho do processo, conhecidas como causas comuns e especiais.

Ribeiro e Caten (2012) destacam que no início de estudos que utilizam gráficos de controle, o processo é colocado em funcionamento e são recolhidos dados referentes à característica em estudo, é importante que esta recolha de dados seja realizada com uma certa frequência e que o tamanho de amostra seja definido de acordo com a característica em estudo. Logo após, calcula-se a média, o desvio-padrão e então os limites de controle associados às causas comuns de variabilidade poderão ser definidos, conforme figura a seguir.

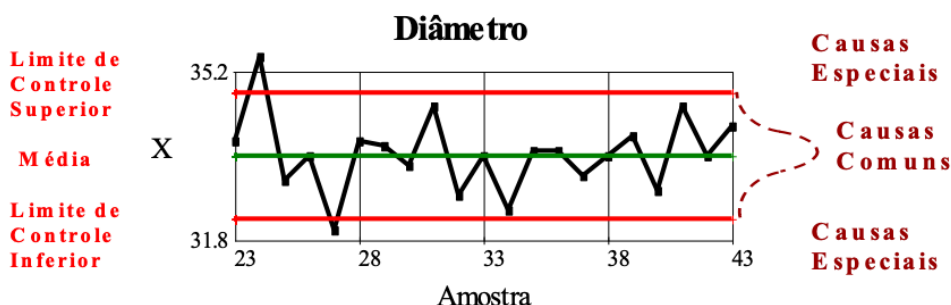


Figura 3 - Gráfico de controle  
Fonte: Ribeiro & Caten (2012)

No contexto do Controle Estatístico de Processos, a análise dos gráficos de controle é essencial para avaliar a estabilidade de um processo. Quando se trata de processos organizacionais, prestação de serviços ou mesmo análise de dados epidemiológicos, é crucial entender o que os pontos plotados nas cartas de controle indicam, pois desta forma, podemos classificar os processos em estáveis ou instáveis, conforme tabela a seguir.

<b>PROCESSO ESTÁVEL (causas comuns)</b>	<b>PROCESSO INSTÁVEL (causas especiais)</b>
Causas comuns são variações inerentes e recorrentes do processo que ocorrem devido à sua própria natureza. Essas variações são previsíveis e fazem parte do funcionamento normal do processo. Portanto, no gráfico de controle, é esperado que a maioria dos pontos plotados permaneça dentro dos limites de controle, que são faixas definidas estatisticamente.	Causas especiais são variações que ocorrem de forma não previsível e não são inerentes ao processo. Elas podem ser causadas por eventos inesperados, falhas em máquinas, erros humanos, mudanças no ambiente, entre outros. No gráfico de controle, a presença de causas especiais é indicada por pontos que saem dos limites de controle ou por padrões não aleatórios na sequência de pontos e são sinais de alerta de que algo atípico está acontecendo no processo.

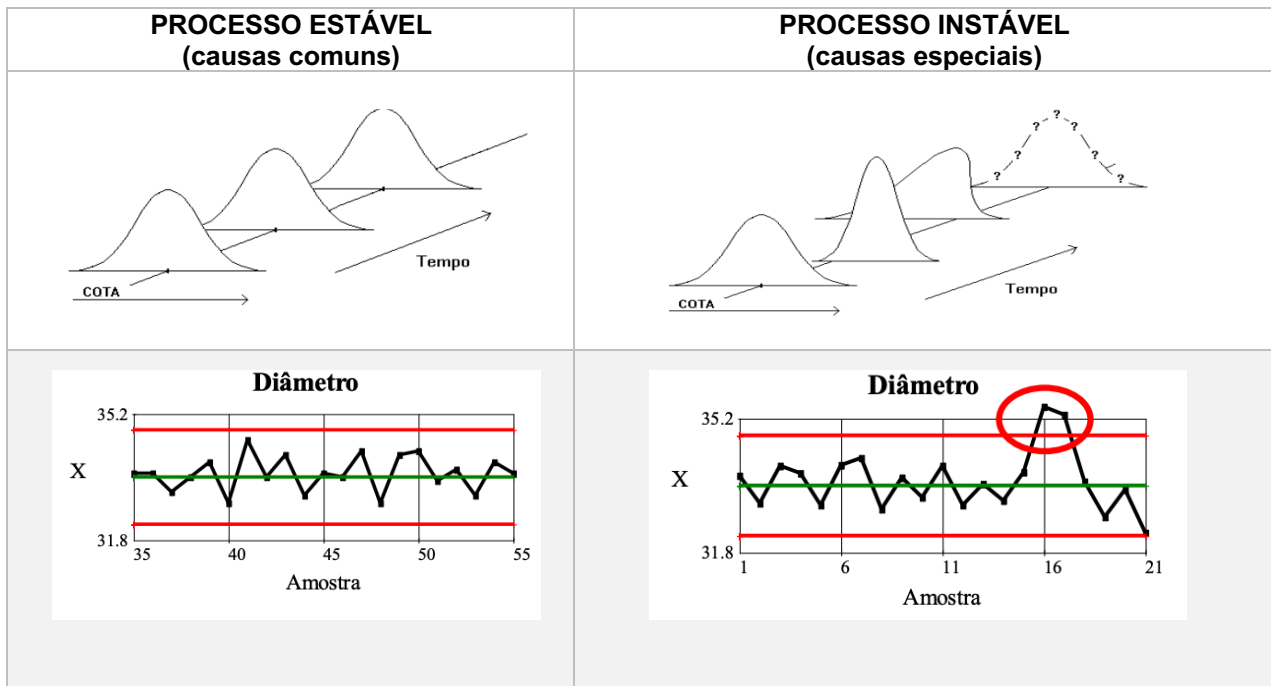


Tabela 2 - Processo estável x Processo instável  
 Fonte: Adaptado de Ribeiro & Caten (2012)

Gomes et al. (2010) afirmam que “as cartas de controlo são o mais importante dos instrumentos de garantia da qualidade”, por isso podemos afirmar que os gráficos de controlo são o eixo principal do CEP e, na sua essência, são gráficos que se baseiam na recolha de dados relacionados ao objeto de estudo ao longo de um período. O êxito na implementação do CEP está intrinsecamente relacionado com o grau de compreensão que os envolvidos possuem dos gráficos de controlo que utilizam. Quando, corretamente aplicados, eles desempenham um papel fundamental na identificação das ações a serem tomadas nos processos sob monitoramento, ao mesmo tempo em que fornecem informações que podem ser geridas para a redução rápida de defeitos.

Henning et al. (2012) ressaltam que o Controlo Estatístico de Processos permite a análise das características de qualidade essenciais, garantindo que elas permaneçam dentro dos limites predefinidos e alertando quando ações corretivas são necessárias para aprimorar o processo. O controlo estatístico de processos é posto em prática por meio do uso de gráficos de controlo, cujo propósito é acompanhar o desempenho de um processo em relação a uma faixa aceitável de variação. Além disso, esses gráficos de controlo podem ser empregados para identificar tendências e padrões que se desenvolvem ao longo do tempo.

Embora, num passado recente, esses gráficos tenham sido principalmente aplicados ao monitoramento de processos industriais, observamos um aumento constante da sua aplicação em diversas outras áreas. Atualmente, os gráficos de controlo são amplamente utilizados em estudos epidemiológicos para monitorar e avaliar a incidência e a distribuição de doenças, exposições a riscos, e outros eventos de saúde em uma população. Os principais objetivos da utilização de gráficos de controlo podem ser observados na tabela a seguir.

<b>GESTÃO DE PROCESSOS</b>		<b>ESTUDOS EPIDEMIOLÓGICOS</b>	
Detecção de variações no processo	Gráficos de controlo ajudam a identificar variações no processo que podem afetar a qualidade do produto ou serviço. Isso permite a correção de problemas antes que afetem significativamente a qualidade	Detecção de tendências temporais	Permitem identificar tendências temporais na incidência de doenças ou eventos de saúde ao longo do tempo. Isso pode ajudar na detecção precoce de surtos ou epidemias.
Redução de defeitos e custos	Monitorar processos de perto e agir com base nas informações dos gráficos de controlo ajuda a reduzir defeitos, retrabalho e custos associados a produtos ou serviços não conformes	Identificação de anomalias	Possibilitam identificar anomalias para investigação adicional, pois variações significativas nos dados epidemiológicos podem indicar eventos incomuns, surtos, ou mudanças nos padrões de saúde.
Melhoria contínua	Gráficos de controlo fazem parte de uma abordagem de melhoria contínua, como o ciclo PDCA, que visa aprimorar os processos continuamente ao longo do tempo.	Monitoramento de intervenções	Ao criar gráficos de controlo antes e após a implementação de medidas de intervenção, é possível avaliar o impacto das ações de saúde pública e políticas de prevenção.
Gestão baseada em dados	Tomar decisões informadas com base em dados é uma parte fundamental da gestão da qualidade. Os gráficos de controlo ajudam a garantir que as decisões sejam baseadas em informações precisas e atualizadas	Avaliação da estabilidade de longo prazo	Gráficos de controlo ajudam a determinar se os eventos de saúde estão sob controlo a longo prazo ou se há flutuações inesperadas na incidência.

Tabela 3 - Objetivos da utilização de gráficos de controlo  
 Fonte: Adaptado de Azevedo (2017); Henning et al. (2012)

Em ambos os contextos, a utilização de gráficos de controlo é uma prática que visa garantir a qualidade, a estabilidade e a segurança, seja na produção de bens e serviços ou na gestão de problemas de saúde pública. Essas ferramentas desempenham um papel importante na identificação de tendências, variações e



anomalias, permitindo a tomada de medidas corretivas e preventivas quando necessário.

Henning et al. (2012) ressaltam que o desenvolvimento de um gráfico de controle é dividido em duas fases. A primeira fase, envolve a obtenção de uma amostra representativa dos dados com o propósito de estabelecer os limites de controle, geralmente consistindo em uma análise retrospectiva. Essa fase, que corresponde à estimativa dos parâmetros do processo, deve ser encerrada somente quando houver certeza de que o processo está estável e ajustado. Na segunda fase, as informações obtidas na primeira etapa são utilizadas para criar os gráficos de controle, cujo objetivo é testar se o processo permanece sob controle quando observações futuras são monitoradas.

Leiva e Oliveira (2015) destacam ainda o papel fundamental dos gráficos de controle no monitoramento de processos, sendo classificados de acordo com a característica de qualidade a ser monitorada. Se a característica é gerada por medições, são utilizados gráficos para variáveis relacionadas à localização e/ou variabilidade. Caso contrário, são empregados gráficos para atributos, que geralmente exigem um tamanho de amostra maior em comparação com os gráficos para variáveis, resultando em custos mais elevados. Contudo, em situações em que as características de qualidade não podem ser medidas numericamente, a classificação de itens como não defeituosos ou defeituosos é prática e simples, economizando nos procedimentos de inspeção.

- **Gráfico para variáveis** - são ferramentas fundamentais no Controle Estatístico de Processos, eles são projetados para monitorar e avaliar características de qualidade que são mensuráveis em uma escala contínua. Essas características, muitas vezes, representam parâmetros fundamentais do processo produtivo, como a média ou variabilidade de determinada medida. O conceito central por trás dos Gráficos para Variáveis é proporcionar uma representação visual e estatística do comportamento dessas características ao longo do tempo. Isso é alcançado através da recolha sistemática de amostras ao longo do processo de produção e da representação dos resultados em gráficos específicos.
- **Gráficos para atributos** - atuam como instrumentos fundamentais para monitorar e manter a qualidade em processos produtivos nos quais as características de interesse são mais adequadamente expressas em termos de atributos ou categorias, eles são normalmente aplicados a características

de qualidade que envolvem contagens ou classificações. Estes gráficos, que incluem o *p-Chart*, *np-Chart*, *c-Chart*, *u-Chart*, entre outros, são especialmente projetados para lidar com a contagem ou proporção de itens defeituosos em amostras. Ao categorizar produtos como conformes ou não conformes, estes gráficos oferecem uma abordagem eficiente para avaliar e controlar a qualidade do produto final.

No campo do Controlo Estatístico de Processos, encontramos uma variedade de gráficos de controlo distintos, cada um desenhado com características e aplicações específicas. Estes gráficos desempenham um papel fundamental na monitorização e gestão da qualidade dos processos. A seguir, são apresentadas informações adicionais que ajudam a elucidar as particularidades de alguns desses gráficos.

### 3.2.1 Gráficos de controlo Shewhart

Os gráficos de controlo de Shewhart (Gráficos X) são usados para monitorar variáveis contínuas medidas individualmente, como dimensões, pesos ou temperaturas. Uma característica é que cada ponto no gráfico representa uma única medição e eles permitem a identificação de mudanças nas médias das medidas ao longo do tempo. Eles são usados para monitorar e avaliar a estabilidade de um processo ao longo do tempo, particularmente quando se trata de características de qualidade que podem ser medidas de forma contínua ou em uma base individual (ou seja, não em grupos). Segundo Henning et al. (2012), o cálculo do LCS, LC e LCI do gráfico de controlo para valores individuais é representado pelas seguintes equações:

$$LCS = \bar{X} + \left(3 \frac{\overline{MR}}{d_2}\right) = \bar{X} + E_2 \overline{MR};$$

$$LC = \bar{X};$$

$$LCI = \bar{X} - \left(3 \frac{\overline{MR}}{d_2}\right) = \bar{X} - E_2 \overline{MR},$$

em que  $\overline{MR} = (1/m) \sum_{i=1}^m \overline{MR}$ ;  $\overline{MR} = |x_i - x_{i-1}|$  para  $i = 1, 2, \dots, n$  e  $E_2 = \frac{3}{d_2}$  é uma constante tabelada que depende do valor de  $m$ , o número de amostras.

### 3.2.2 Gráfico de controlo Shewhart modificado

Este gráfico é uma variação dos gráficos de controlo tradicionais desenvolvidos por Walter A. Shewhart. Essas modificações foram feitas para atender a necessidades específicas de monitoramento de processos, particularmente quando as suposições dos gráficos de controlo tradicionais não são atendidas. Eles podem envolver a adaptação

dos limites de controlo, a inclusão de regras adicionais de identificação de padrões anormais ou outras modificações personalizadas para atender às características únicas de um processo. A flexibilidade desses gráficos os torna uma ferramenta valiosa para situações em que é necessário um controlo mais adaptado às peculiaridades do processo em questão. Isso ajuda as organizações a manter a qualidade e a eficiência de seus processos, mesmo quando as condições não se encaixam perfeitamente nos métodos tradicionais de controlo. Segundo Henning et al. (2012), suas equações são dadas por:

Linha Central	$LC = \bar{x};$
Limite de Alerta Inferior	$LAI = \bar{x} - 2s;$
Limite de Alerta Superior	$LAS = \bar{x} + 2s;$
Limite de Controlo Inferior	$LCI = \bar{x} - 3s; e$
Limite de Controlo Superior	$LCS = \bar{x} + 3s.$

Onde  $s = \sqrt{\bar{x}}$  corresponde à estimativa do desvio padrão da variável, aqui aproximada pela distribuição de Poisson, onde a média e a variância se equivalem

### 3.2.3 Gráficos de controlo CUSUM

Estes gráficos se destacam por sua capacidade de identificar mudanças sistemáticas e persistentes em um processo, mesmo mudanças pequenas que podem passar despercebidas em outros tipos de gráficos de controlo. Os gráficos CUSUM calculam a soma cumulativa das diferenças entre as medições reais e as medições-alvo ao longo do tempo. Isso os torna particularmente eficazes na identificação de tendências e desvios significativos do processo em relação ao desempenho desejado. Werner et al. (2019) destacam que o gráfico CUSUM incorpora de forma direta toda a informação na sequência de amostras plotando a soma cumulativa dos desvios da amostra em relação ao alvo do parâmetro  $\theta$ , que neste caso é a média. Para tanto, considerando amostras unitárias, a diferença entre o valor mensurado na amostra  $x_i$  e o alvo do processo  $\theta_0$  é calculada e somada cumulativamente ao longo das amostras. Uma abordagem usual para definir o valor alvo é utilizar a média do processo quando considerado em controlo, portanto o parâmetro  $\theta_0$  pode ser visto como  $\mu_0$ .

A equação que demonstra tal procedimento é dada por:

$$C_i = \sum_{j=1}^i (x_j - \mu_0)$$

Onde:

$i$  = número da amostra; e

$C_i$  = soma cumulativa incluindo a  $j$ -ésima amostra.

Werner et al. (2019) ainda ressaltam que examinando a equação acima, pode-se notar que se o processo estiver sob controle os valores de  $C_i$  tendem a oscilar em torno de 0, porém se há uma mudança positiva na média, uma tendência ascendente será notada nos valores. Da mesma forma, se a média do processo muda para um valor menor, uma tendência decrescente poderá ser notada. Portanto, tanto uma tendência crescente ou decrescente pode ser considerada como uma evidência de que houve mudança na média.

### 3.2.4 Gráficos de Controle EWMA

---

Os gráficos de EWMA (média móvel ponderada exponencialmente) são especialmente úteis quando se deseja identificar mudanças pequenas, mas significativas, no processo ao longo do tempo. A principal característica dos gráficos EWMA é a incorporação de informações históricas de maneira ponderada, atribuindo mais peso às observações mais recentes, permitindo identificar mudanças sutis ao longo do tempo. Eles oferecem uma abordagem mais flexível e adaptável em comparação com os gráficos de controle tradicionais, tornando-os uma escolha valiosa para organizações que buscam aprimorar a qualidade e a eficiência de seus processos.

Segundo Werner et al. (2019), diferentemente dos gráficos de Shewhart, que levam em consideração apenas o momento atual para verificar a estabilidade, o EWMA utiliza os valores anteriores como parte da análise. Para tanto é construída a estatística  $z_t$  atribuindo um peso  $\lambda$  para a amostra atual que é então somada com todos os valores previamente calculados, os quais terão peso  $(1 - \lambda)$ , conforme equação a seguir:

$$z_t = \lambda x_t + (1 - \lambda)z_{t-1}, 0 < \lambda < 1, t = 1, 2, \dots$$

Onde o peso  $\lambda$  deve estar entre 0 e 1, sendo que quanto mais próximo de 1 estiver, maior importância será dada para os valores mais recentes. Valores usuais de  $\lambda$  para controle estatístico estão na faixa de 0,05 e 0,25.

Quando se inicia o monitoramento, além de definir a constante de ponderação, é necessário também definir um valor para  $z_0$ . Uma forma de definir este valor é considerar a média de dados preliminares como o inicial, considerando que o processo estava estável. Por meio da equação anteriormente citada, é possível notar que a cada novo dado inserido, os anteriores vão decaindo de importância em nível geométrico, de

modo que o primeiro dado terá peso próximo a zero após determinado número de rodadas, e a soma total dos pesos terá valor 1.

### 3.2.5 Gráficos $p$ -Chart

O gráfico  $p$ , ou  $p$ -Chart, é uma ferramenta fundamental no Controlo Estatístico de Processos e é utilizado para monitorar a proporção de itens defeituosos em uma amostra de um processo de produção ao longo do tempo. Esse tipo de gráfico é particularmente útil quando os itens podem ser classificados de forma dicotômica, ou seja, como defeituosos ou não defeituosos. Segundo Leiva e Oliveira (2015), a fórmula básica do gráfico  $p$  envolve o cálculo da proporção de itens defeituosos em cada amostra. Seja  $p$  a proporção de itens defeituosos em uma população. Se  $D$  é uma variável aleatória representando o número de itens defeituosos em uma amostra de tamanho  $n$ , então a fórmula da probabilidade de encontrar  $d$  itens defeituosos em uma amostra é dada por:

$$P(D = d) = \binom{n}{d} p^d q^{n-d}, \quad d = 0, 1, \dots, n$$

Onde  $q = 1 - p$ . A média e a variância de  $D$  são especificadas como  $E[D] = \mu_D = p$  e  $V[D] = \sigma_D^2 = pq/n$ , respectivamente. De acordo com os princípios gerais da construção de gráficos de controlo de Shewhart, 3-sigma ( $3\sigma$ ) os limites teóricos de controlo inferior e superior para  $p$ -charts são:

$$LCI = \mu_D - 3\sigma_D;$$

$$LCS = \mu_D + 3\sigma_D;$$

$$\text{Com Linha Central } LC = \mu_D.$$

Com base nas propriedades estatísticas, os limites de controlo inferior e superior são estabelecidos, muitas vezes usando múltiplos de desvio padrão. Para um gráfico de controlo  $p$  com limites de ( $3\sigma$ ), temos:

$$LCI = \max \left\{ 0, \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \right\};$$

$$LCS = \min \left\{ \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}, 1 \right\}.$$

Onde  $\bar{p}$  é a média das proporções das amostras e a linha central é definida como a média esperada da proporção de itens defeituosos no processo ( $\mu_D$ ).

Em resumo, ao calcular a proporção de itens defeituosos em amostras, aplicar limites de controlo e uma linha central, o gráfico  $p$  permite uma visualização clara da estabilidade do processo. Identificar desvios significativos das proporções esperadas fornece uma base para ação corretiva, ajudando a manter a qualidade do produto e eficiência operacional.

Cada um dos gráficos de controlo existente oferece uma abordagem única para o monitoramento do processo, permitindo que as organizações identifiquem variações e façam ajustes necessários para manter a qualidade e a eficiência. A escolha entre esses métodos depende das características do processo em questão e dos objetivos específicos de controlo de qualidade da organização.

### 3.3 Sete ferramentas da qualidade

---

As Sete Ferramentas da Qualidade são um conjunto de técnicas e métodos utilizados para identificar, analisar e solucionar problemas relacionados à qualidade em processos industriais e de serviços. Essas ferramentas foram originalmente desenvolvidas no Japão e popularizadas pelo movimento de Gestão da Qualidade Total (TQM) liderado por Kaoru Ishikawa. São compostas por: fluxograma, diagrama de Pareto, diagrama de Ishikawa, folhas de verificação, histograma, diagrama de dispersão e cartas / gráficos de controlo. Elas desempenham um papel fundamental na gestão da qualidade, ajudando as organizações a identificar problemas, resolver questões, melhorar processos, tomar decisões informadas e alcançar a excelência operacional. Elas são uma parte integrante da filosofia de melhoria contínua e têm uma ampla aplicação em diversos setores.

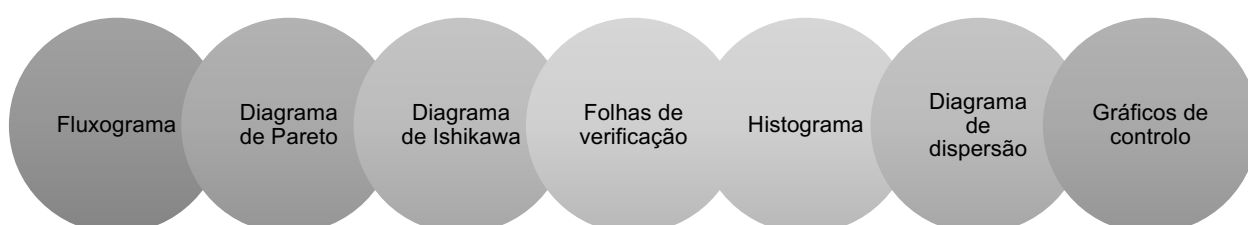


Figura 4 - Sete ferramentas da qualidade  
Fonte: Adaptado de Silva M. M. (2003)

### 3.3.1 Fluxograma

Segundo Silva M. M. (2003) fluxograma é uma forma de representação gráfica, construída a partir de símbolos padronizados, que visa a descrever as etapas ou atividades que compõem um processo. É utilizado tanto para gerar a matriz de responsabilidades administrativas quanto operacionalmente em desenvolvimento de projetos.

Trata-se de uma ferramenta visual que utiliza símbolos e setas para mostrar a sequência de etapas ou atividades em um determinado fluxo de trabalho. Ao utilizar o fluxograma para analisar um processo é possível identificar gargalos, redundâncias ou oportunidades de melhoria, além de permitir uma melhor comunicação e compreensão das atividades pelos membros da equipa e interessados no projeto. Ele é amplamente utilizado em diversas áreas, como engenharia, ciência da computação e gestão de processos, para modelar, analisar e comunicar visualmente o fluxo de trabalho. O objetivo principal de um fluxograma é fornecer uma representação clara e estruturada das etapas envolvidas em um processo, identificando as decisões, os pontos de controle e as relações entre as diferentes atividades.

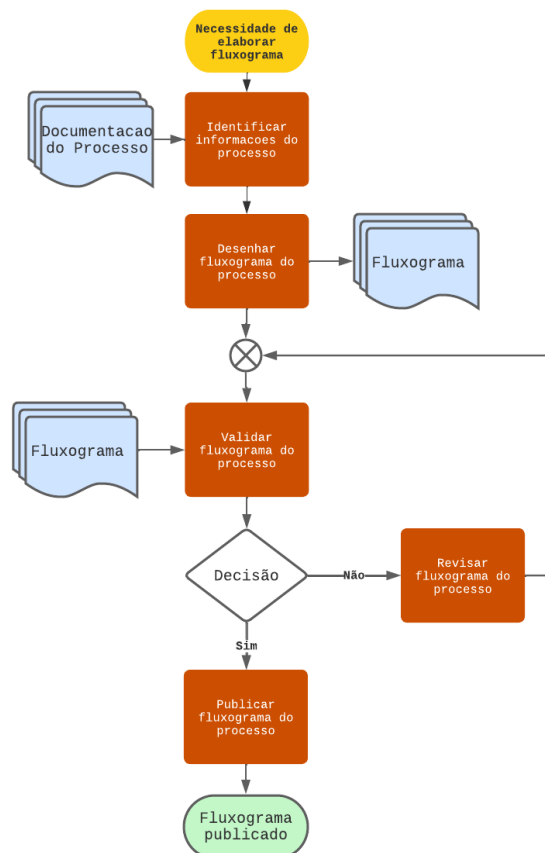


Figura 5 - Exemplo de fluxograma  
Fonte: A autora – com uso do software Lucidchart

### 3.3.2 Diagrama de Pareto

O diagrama de Pareto é uma ferramenta de análise estatística amplamente utilizada para identificar e priorizar as principais causas ou problemas que contribuem para a ocorrência de um determinado efeito indesejado. Ele é baseado no princípio conhecido como "Regra dos 80/20", que sugere que a maioria dos problemas é causada por uma minoria de causas. Sua fórmula matemática é dada por:

$$PA_i = \frac{f_{ai}}{\sum_{i=1}^w f_i} \times 100, \text{ onde:}$$

$PA_i$  = percentual acumulado referente à causa  $i$ ;

$f_{ai}$  = frequência acumulada da causa  $i$ ;

$f_i$  = frequência da causa  $i$ ; e  $w$  = número de causas.

Segundo Silva M. M. (2003), a origem do diagrama de Pareto é creditada a Vilfredo Pareto que viveu entre 1848 e 1923 na Itália como economista e sociólogo. Em seus trabalhos, aplicou a análise matemática à teoria econômica e deu à sociologia uma metodologia objetiva. Seu diagrama é muito utilizado, pois é simples de ser montado e de fácil compreensão a todos os níveis da organização. Por isso, esse princípio foi posteriormente aplicado em várias áreas, incluindo a qualidade e a gestão de processos, tornando-se uma ferramenta valiosa para a tomada de decisões e alocação de recursos, pois ajuda a identificar as causas mais relevantes e a concentrar esforços onde eles serão mais eficazes. Ele também proporciona uma forma visual e intuitiva de comunicar os resultados e envolver as partes interessadas na análise e solução de problemas.

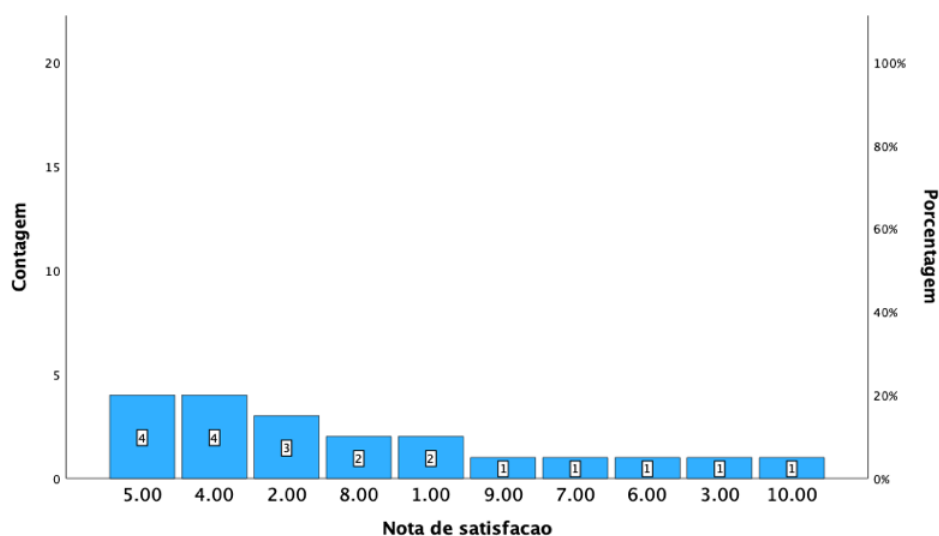


Figura 6 - Exemplo de gráfico de Pareto  
Fonte: A autora – com uso do software SPSS



A tabela a seguir apresenta alguns passos para a construção do diagrama de Pareto:

Identificação e recolha de dados	São recolhidos dados sobre os problemas, defeitos, falhas ou causas relacionadas ao efeito indesejado em questão.
Classificação dos dados	Os dados são categorizados e agrupados de acordo com as diferentes causas ou categorias relevantes.
Cálculo das frequências	Determina-se a frequência de ocorrência de cada causa ou categoria.
Ordenação das causas	As causas são ordenadas em ordem decrescente de frequência, a partir da causa mais frequente até a menos frequente.
Construção do gráfico	As causas são representadas no eixo vertical (y) em relação à sua frequência e no horizontal (x) quanto aos percentuais acumulados.

Tabela 4 - Etapas da construção do diagrama de Pareto  
Fonte: Adaptado de Hosken (2017)

### 3.3.3 Diagrama de Ishikawa

O diagrama de Ishikawa, também conhecido como diagrama de causa e efeito ou diagrama de espinha de peixe, é uma ferramenta de análise visual que ajuda a identificar as possíveis causas de um problema ou efeito indesejado. Sua estrutura se assemelha à espinha de um peixe, com a "espinha" representando o problema ou efeito indesejado, e os "espinhos" representando diferentes categorias de causas que podem contribuir para esse problema, tais como: pessoas, processos, equipamentos, materiais, ambiente e gerenciamento, embora possam ser adaptadas de acordo com o contexto específico.

Pela perspectiva de Silva M. M. (2003) o diagrama de Ishikawa é uma representação gráfica que relaciona uma característica da qualidade aos fatores que a determinam. Ele foi aplicado pela primeira vez em 1953 pelo professor da Universidade de Tóquio K, sendo utilizado para analisar as características de um processo ou uma situação e os fatores que contribuem para isso.

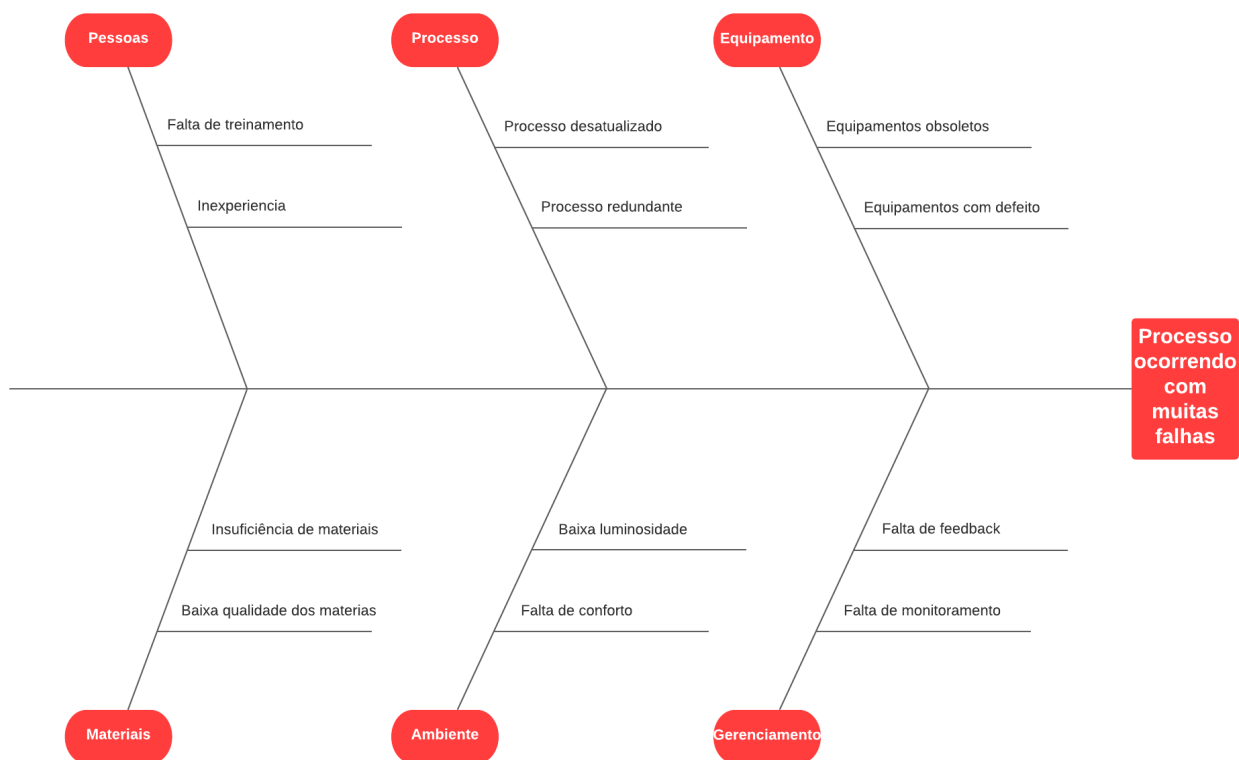


Figura 7 - Exemplo de diagrama de Ishikawa  
A autora – com uso do software Lucidchart

A tabela a seguir apresenta as etapas para construção do diagrama de Ishikawa.

Identificação do problema ou efeito indesejado	O problema precisa ser definido de forma específica e mensurável para que seja possível analisar as causas de maneira adequada.
Desenho do eixo principal	Desenha-se uma linha horizontal na direção da espinha do diagrama, representando o problema ou efeito indesejado no lado direito.
Identificação das categorias de causas	As categorias de causas relevantes para o problema são identificadas e desenhadas como espinhos na linha horizontal.
Brainstorming e identificação das causas	As causas são identificadas e registradas como ramos a partir dos espinhos correspondentes.
Discussão e priorização das causas	A equipa analisa as causas e discute sua relevância e impacto, priorizando as mais significativas ou prováveis para tratamento

Tabela 5 - Etapas da construção do diagrama de Ishikawa  
Fonte: Adaptado de Hosken (2017)

### 3.3.4 Folha de verificação

A folha de verificação, também conhecida como *Checklist*, é uma ferramenta utilizada para recolher e organizar dados de forma sistemática e padronizada, sendo amplamente utilizada em processos de controlo de qualidade, auditorias e inspeções. Ela é composta por uma lista de itens a serem verificados e pode conter campos para

registrar dados como datas, horários, quantidades, observações ou outras informações relevantes.

<b>Reclamações</b>	<b>Segunda</b>	<b>Terça</b>	<b>Quarta</b>	<b>Quinta</b>	<b>Sexta</b>	<b>Total</b>
<i>Qualidade do produto</i>	IIII	II	I	IIII	III	<b>15</b>
<i>Atraso na entrega</i>	IIII III	IIII	II	IIII	III	<b>22</b>
<i>Danos no transporte</i>	III	I		III	I	<b>8</b>
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>45</b>

Figura 8 - Exemplo de folha de verificação  
Fonte: A autora – com uso do software Excel

De acordo com Silva M. M. (2003) a folha de verificação é uma forma de representação gráfica na qual os itens a serem verificados já estão registrados, o que facilita a recolha de dados, bem como sua utilização posterior, para a análise de problemas ocorridos com os envolvidos na execução de uma atividade, sendo possível identificar e quantificar erros ou melhorias, assim como auxiliar a transformar opiniões em fatos.

A forma estruturada e padronizada de organização dos dados, permite identificar padrões, tendências ou desvios de forma mais eficiente, sendo possível estabelecer uma forma de comunicação eficaz entre os membros da equipa, fornecedores, clientes ou outras partes interessadas, além de servir como documento de registro para futuras referências. Em resumo, a folha de verificação é uma ferramenta valiosa para recolher e organizar dados de forma sistemática. Ela ajuda a padronizar a recolha de informações, facilita a análise posterior e contribui para a tomada de decisões. Ao utilizar a folha de verificação, é possível melhorar a eficiência e a eficácia dos processos, identificar oportunidades de melhoria e garantir a consistência na análise de dados.

### 3.3.5 Histograma

Um histograma é um gráfico de barras utilizado para representar a distribuição de dados em uma variável contínua. Ele permite visualizar a frequência ou a quantidade de ocorrências de diferentes valores ou intervalos de valores em um conjunto de dados. Ao interpretar um histograma, é possível observar se os dados estão concentrados em

uma região específica, se apresentam assimetria ou se seguem uma distribuição normal. O histograma também pode ser comparado com uma distribuição teórica ou um padrão esperado para avaliar a conformidade dos dados.

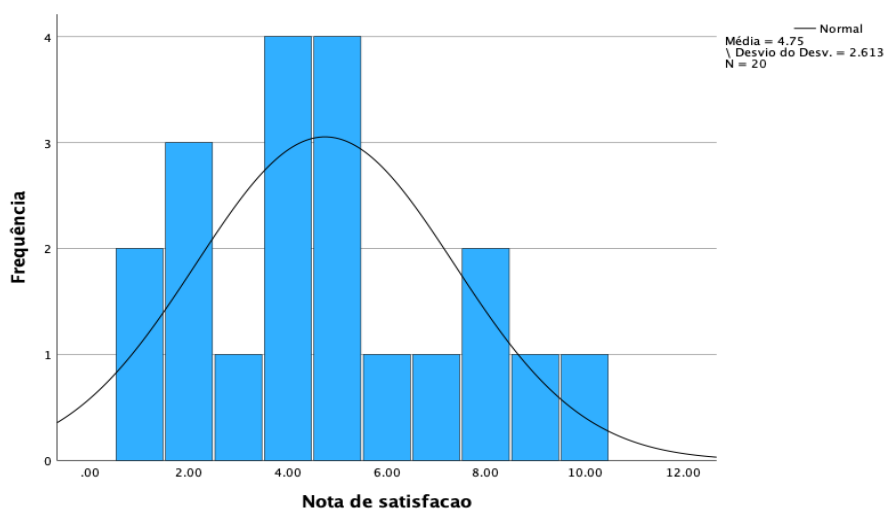


Figura 9 - Exemplo de histograma  
Fonte: A autora – com uso do software SPSS

Para Silva M. M. (2003) trata-se de uma representação gráfica de uma distribuição de frequências ou série de distribuições quantitativas por meio de retângulos justapostos onde a largura da barra representa determinado intervalo de classe da variável e a altura corresponde à frequência da ocorrência daquele valor. Pode ser utilizada sempre que se desejar a distribuição da frequência de um processo, ajudando a identificar e a descrever um problema em termos de sua especificidade e extensão, bem como analisar a evolução em decorrência de medidas corretivas adotadas.

A construção de um histograma envolve alguns passos, conforme tabela a seguir.

Recolha de dados	Os dados são recolhidos e organizados em uma sequência ordenada, geralmente em forma de uma lista ou conjunto de valores.
Determinação do número de classes	É determinado o número de intervalos em que os dados serão agrupados no histograma.
Cálculo da amplitude dos intervalos	A amplitude dos intervalos é calculada dividindo-se a diferença entre o maior e o menor valor dos dados pelo número de classes.
Contagem da frequência em cada classe	Para cada intervalo de valores, é contada a frequência ou a quantidade de ocorrências dos dados nesse intervalo.
Construção do histograma	As barras do histograma são desenhadas, onde a largura das barras representa a amplitude dos intervalos e a altura representa a frequência ou a quantidade de ocorrências.

Tabela 6 - Etapas da construção do histograma  
Fonte: Adaptado de Hosken (2017)

Em termos matemáticos, um histograma é uma função  $m_i$  que conta o número de observações de cada um dos intervalos de classe. Por isso, um gráfico é apenas uma forma de representar um histograma. Então, se  $n$  for o número total de observações e  $k$  for o número total de intervalos de classe, o histograma  $m_i$  satisfaz a seguinte condição:

$$n = \sum_{i=1}^k m_i$$

Enquanto que um histograma cumulativo é um mapeamento que conta o número cumulativo de observações em todos os intervalos de classe até o intervalo de classe especificado. Um histograma cumulativo  $M_i$  de um histograma  $m_j$  é definido por:

$$M_i = \sum_{j=1}^i m_j$$

Em resumo, o histograma é uma ferramenta visual poderosa para entender a distribuição dos dados, identificar padrões, tendências ou *outliers*, e auxiliar na tomada de decisões. Ele permite uma análise rápida e intuitiva da distribuição dos dados, facilitando a compreensão e a comunicação dos resultados, além de proporcionar *insights* sobre a frequência ou quantidade de ocorrências em diferentes intervalos de valores, facilitando a análise, interpretação e comunicação dos dados.

### 3.3.6 Diagrama de dispersão

---

O diagrama de dispersão, também conhecido como gráfico de dispersão ou gráfico de pontos, é uma forma de representação gráfica que apresenta a relação entre duas variáveis e possibilita provar uma correlação entre causa e efeito (Silva M. M., 2003). É uma ferramenta gráfica amplamente utilizada em estatística e análise de dados para analisar padrões, tendências e correlações entre variáveis.

Para construir um gráfico de dispersão, são necessárias duas variáveis quantitativas. Por exemplo, Nota de Satisfação  $\theta$  e Dias de Atraso  $\beta$ . Estas variáveis devem ser associadas aos eixos do plano cartesiano, onde  $Y$  é a ordenada e  $X$  é a abcissa. Então,  $\theta$  é associada à abcissa  $X$  e  $\beta$  é associada à ordenada  $Y$ .

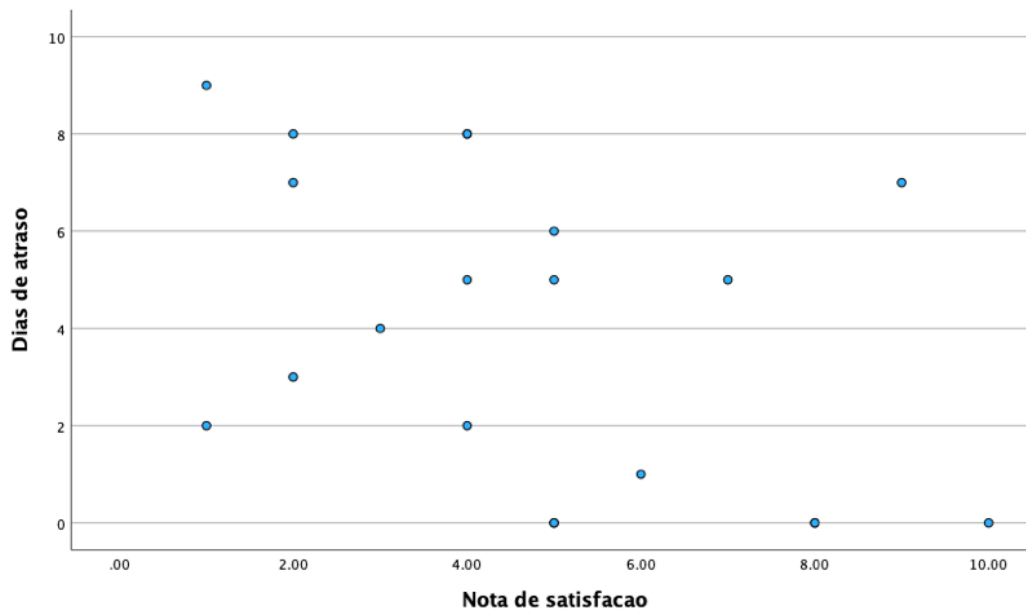


Figura 10 - Exemplo de diagrama de dispersão  
 Fonte: A autora – com uso do software SPSS

O resultado é um gráfico com vários pontos cartesianos, chamados de dispersão e ao analisar este gráfico pode-se identificar diferentes tipos de relacionamentos entre as variáveis, como:

- **Relação positiva** - quando os pontos estão aproximadamente alinhados em uma inclinação positiva crescente. Indica que, à medida que os valores de uma variável aumentam, os correspondentes da outra variável também tendem a aumentar.
- **Relação negativa** - quando os pontos estão aproximadamente alinhados em uma inclinação negativa decrescente. Indica que, à medida que os valores de uma variável aumentam, os correspondentes da outra variável tendem a diminuir.
- **Ausência de relação** - quando os pontos não apresentam um padrão claro e parecem estar distribuídos aleatoriamente no gráfico. Isso indica que não há uma relação sistemática entre as duas variáveis.

Além disso, um diagrama de dispersão também pode ser usado para identificar possíveis valores atípicos (*outliers*) nos dados. Esses valores são representados como pontos que se afastam significativamente do padrão geral dos pontos no gráfico. Os diagramas de dispersão são úteis em uma ampla variedade de campos, como estatística, ciências sociais, finanças e engenharia, pois fornecem uma maneira visualmente intuitiva de examinar as relações entre variáveis e ajudam a identificar

padrões e tendências nos dados. Essas informações podem ser usadas para fazer previsões, tomar decisões informadas e formular hipóteses para futuras análises.

### 3.3.7 Gráfico de controle

Um gráfico de controle é uma ferramenta estatística usada para monitorar um processo ao longo do tempo, permitindo a detecção de variações e desvios significativos. Esses gráficos são amplamente utilizados em controle de qualidade e gerenciamento de processos para garantir a estabilidade e a consistência de um processo ao longo do tempo, como eles já foram discutidos anteriormente, eles não serão detalhados neste item.

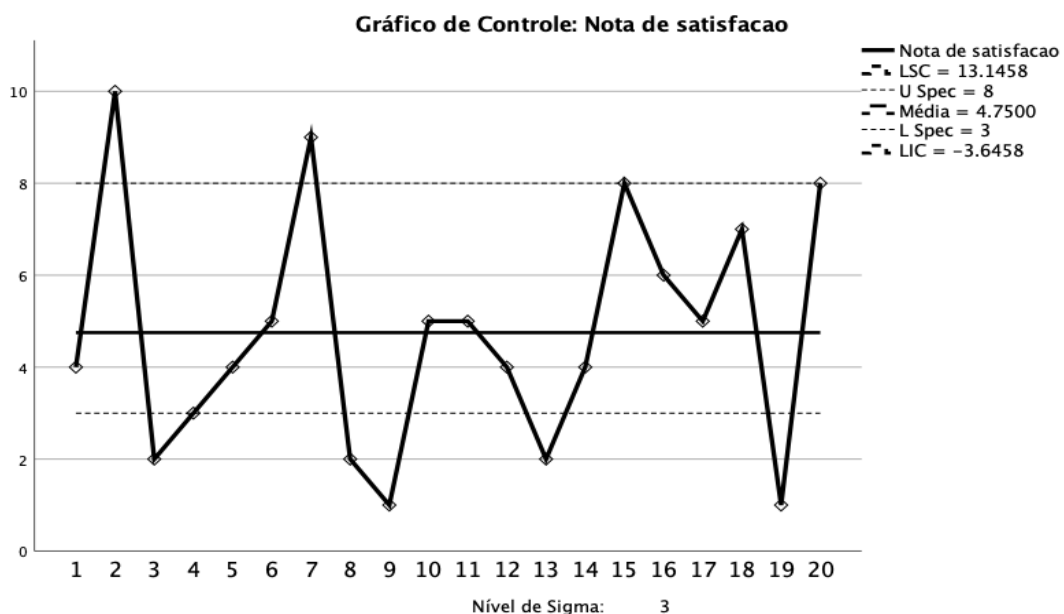


Figura 11 - Exemplo de gráfico de controle  
Fonte: A autora – com uso do software SPSS

## 4 Uso de métodos de controlo estatístico na análise de cenários

---

Para melhor ilustrar a aplicação de métodos de controlo estatístico na análise das informações, este capítulo apresenta alguns estudos de caso avaliando o uso de métodos estatísticos em cenários epidemiológicos e organizacionais. Como o controlo estatístico de processo é uma ferramenta valiosa que pode ser empregada em diversas áreas para monitorar, analisar e melhorar o desempenho, foi realizada uma análise concisa de alguns casos, que destacam como essa abordagem pode ser utilizada de forma eficaz tanto na epidemiologia, contribuindo para a compreensão de tendências e surtos de doenças, quanto na gestão de processos organizacionais, otimizando processos e permitindo a tomada de decisões baseadas em dados.

### 4.1 Cenários epidemiológicos

---

Segundo Pereira S. D. (2007) epidemia é a ocorrência em uma comunidade ou região de casos de natureza semelhante, claramente excessiva em relação ao esperado. O conceito operativo usado na epidemiologia é: uma alteração, espacial e cronologicamente delimitada, do estado de saúde ou doença de uma população, caracterizada por uma elevação inesperada e descontrolada dos coeficientes de incidência de determinada doença, ultrapassando valores do limiar epidêmico preestabelecido para aquela circunstância e doença.

Desta forma, estudos epidemiológicos são investigações científicas que visam entender a ocorrência de doenças, lesões ou condições de saúde em relação a fatores de risco, características demográficas, exposições ambientais e outros determinantes da população. Eles são conduzidos com o objetivo de identificar padrões, tendências e associações entre variáveis, além de fornecer evidências para a prevenção, controlo e tratamento de doenças. Esses estudos podem ajudar a estabelecer relações causais entre fatores de risco e doenças, identificar grupos de risco, avaliar a eficácia de intervenções e fornecer dados para políticas de saúde pública. Os estudos epidemiológicos envolvem a recolha, análise e interpretação de dados de saúde em larga escala e a tabela a seguir demonstra como os métodos de controlo estatístico podem ser utilizados neste contexto.



Análise descritiva de dados	Os métodos estatísticos permitem analisar dados epidemiológicos, como número de casos, taxas de incidência, mortalidade, entre outros, e identificar padrões e tendências relevantes, para observação dos picos, surtos ou mudanças significativas nos padrões de propagação. Isso ajuda a compreender a dinâmica da epidemia e a estimar a eficácia das medidas de controlo adotadas.
Modelação estatística	Podem ser usadas para descrever e prever a propagação de doenças em uma população, pois podem ser utilizados para simular diferentes cenários e estimar a taxa de infecção e o número de casos esperados. Esses modelos ajudam a entender a magnitude do problema e a planejar intervenções adequadas.
Controlo de qualidade de dados	Ajudam a identificar e corrigir problemas de qualidade de dados. Isso envolve a detecção e tratamento de valores discrepantes, dados ausentes ou inconsistentes, bem como a validação de dados recolhidos por diferentes fontes. A qualidade dos dados é crucial para garantir a precisão e confiabilidade das análises.
Monitoramento de indicadores epidemiológicos	Podem ser usados para monitorar e realizar vigilância epidemiológica, permitindo a detecção precoce de surtos, identificação de áreas de maior risco e monitoramento da eficácia das medidas de controlo.
Análises espacial e temporal	Podem ser aplicados para identificar clusters de casos e áreas de maior risco. A análise espacial permite identificar regiões com alta incidência de doença, auxiliando no direcionamento de recursos e medidas de controlo específicas. A análise temporal ajuda a identificar mudanças nos padrões de propagação ao longo do tempo e a avaliar o impacto das intervenções.
Avaliação de intervenções e políticas de controlo	Através de estudos estatísticos, é possível avaliar a eficácia de intervenções e políticas de controlo implementadas para combater a propagação de doenças. Isso envolve a comparação de grupos de estudo e controlo, análise de dados de ensaios clínicos e estudos para determinar a efetividade das medidas adotadas.
Projeção e planeamento de recursos	Com base em dados epidemiológicos históricos e modelos estatísticos, é possível projetar o curso futuro de uma doença e alocar recursos adequados, como leitos hospitalares, profissionais de saúde e suprimentos médicos, para lidar com a exigência esperada, evitando o colapso dos sistemas de saúde.

Tabela 7 - Uso de métodos de controlo estatístico na epidemiologia  
Fonte: Adaptado de Jewell (2004)

Mbaye et al. (2021) destacam que as técnicas de Controlo Estatístico de Processo desempenham um papel eficaz no monitoramento do desempenho hospitalar, incluindo taxa de mortalidade, complicações pré e pós-operatórias, número de infecções hospitalares etc. O CEP e sua ferramenta principal, o gráfico de controlo, proporcionam aos pesquisadores e profissionais um método para entender e comunicar melhor os dados provenientes dos esforços de melhoria na área da saúde. Assim, o uso do

Controlo Estatístico de Processo permite o monitoramento contínuo de indicadores para uma melhoria dinâmica das estratégias de controlo implementadas pelas autoridades políticas e profissionais de saúde.

Desta forma, podemos concluir que o papel dos métodos estatísticos nas análises de estudos epidemiológico é de extrema importância, pois permite uma melhor compreensão e interpretação dos dados, por isso é essencial que os profissionais envolvidos nas análises tenham um forte conhecimento estatístico e para melhor ilustrar o uso dos métodos de controlo estatístico nos casos epidemiológicos, foram selecionados alguns estudos relacionados a epidemiologia, com foco naqueles em que o CEP foi utilizado. Para cada estudo, foram especificados os métodos estatísticos empregados, bem como os resultados alcançados, permitindo uma compreensão mais precisa e abrangente dos casos.

#### *4.1.1 Estudo “Using control charts to understand community variation in COVID-19” (Inkelas et al., 2021)*

---

Este estudo discutiu a importância de dados em tempo real na tomada de decisões durante a pandemia da COVID-19. Ele propôs o uso de métodos e teorias de controlo estatístico de processo, como os gráficos de controlo, como uma abordagem para melhorar a interpretação dos dados e a tomada de decisões, sendo visto que eles são ferramentas que permitem distinguir entre variações aleatórias e não aleatórias nos dados, eles permitem uma resposta oportuna quando sinais verdadeiros indicam melhora ou deterioração das condições.

No estudo selecionou-se um conjunto de dados de um bairro e quatro cidades no condado de Los Angeles, Califórnia, Estados Unidos, e buscou-se variações nos fatores sociodemográficos que foram considerados especialmente relevantes, tais como: renda média, saúde geral, idade média, raça/etnia, densidade populacional, tamanho médio das residências e porcentagem de residências com aglomeração doméstica. O estudo destacou como os gráficos de controlo poderiam ser aplicados para alcançar objetivos de saúde pública durante a pandemia da COVID-19 e como esses dados poderiam auxiliar os líderes e o público em geral a compreenderem e agirem com base em dados relevantes.

##### *4.1.1.1 Métodos estatísticos utilizados*

---

Neste estudo os métodos estatísticos foram utilizados para analisar os dados de casos diários de COVID-19 em diferentes regiões, com o objetivo de identificar fases de

crescimento, avaliar a estabilidade do processo e detectar causas especiais que poderiam indicar mudanças significativas no comportamento da pandemia. Os métodos de controlo estatístico de processos, especificamente gráficos de controlo, foram adotados para analisar dados relacionados aos casos de COVID-19 em diferentes regiões da Califórnia. Os gráficos de controlo são ferramentas estatísticas que permitem visualizar dados em um formato ordenado, geralmente ao longo do tempo, para entender e gerenciar o comportamento de um processo ou sistema específico.

O estudo fez uso do método de controlo híbrido, descrito no artigo "*Understanding variation in reported COVID-19 deaths with a novel Shewhart chart Application*" (Perla et al., 2021), para representar o crescimento exponencial ou declínio da pandemia. Esse método utiliza gráficos de controlo individuais ajustados para a escala logarítmica dos dados, permitindo a identificação de diferentes fases do crescimento da pandemia. Os referidos gráficos utilizam os critérios de Shewhart modificados por Perla, que exigem dois pontos em vez de um ponto acima dos limites de controlo para sinalizar o início de uma nova fase. A justificativa é que os dados da COVID-19 exibem uma variação maior do que a "normal" na forma de valores grandes únicos que refletem "despejos de dados" de entidades de relatório, sendo assim, exigir um sinal mais forte evita que esse artefato de dados acione uma nova fase. Ele é aplicado para visualizar épocas e fases da pandemia e é dividido em quatro possíveis épocas: crescimento pré-exponencial, crescimento exponencial, crescimento pós-exponencial e estabilidade após a descida, onde cada época pode ter várias fases representadas por gráficos de controlo distintos.

Os dados utilizados neste estudo foram os registros diários de casos de COVID-19 em diferentes condados da Califórnia, obtidos a partir do repositório público Los Angeles Times COVID-19, sendo analisado o comportamento dos casos de COVID-19 ao longo do tempo em diferentes regiões. Nos gráficos de controlo apresentados a seguir, observamos os dados para a cidade de Lynwood e o condado de Los Angeles, com eventos anotados, como ordens de saúde pública relacionadas ao COVID-19, introdução de centros de testes gratuitos e feriados importantes. O gráfico de Lynwood inclui políticas adicionais específicas para esta cidade, como o uso obrigatório de máscaras em público, implementado cerca de seis semanas antes do condado de Los Angeles. Os gráficos mostram diferentes tendências ao longo do tempo. A época exponencial de crescimento de casos de COVID-19 em Lynwood terminou em junho, enquanto uma nova fase de taxa exponencial no condado de Los Angeles começou no final daquele mês. Não foram observadas causas especiais nos gráficos várias semanas após os principais feriados, incluindo o Dia das Mães, 4 de julho e o Dia do Trabalho. Esses resultados sugerem diferentes padrões de disseminação da doença em

diferentes áreas e realçam a importância das políticas de saúde pública locais na contenção da pandemia.

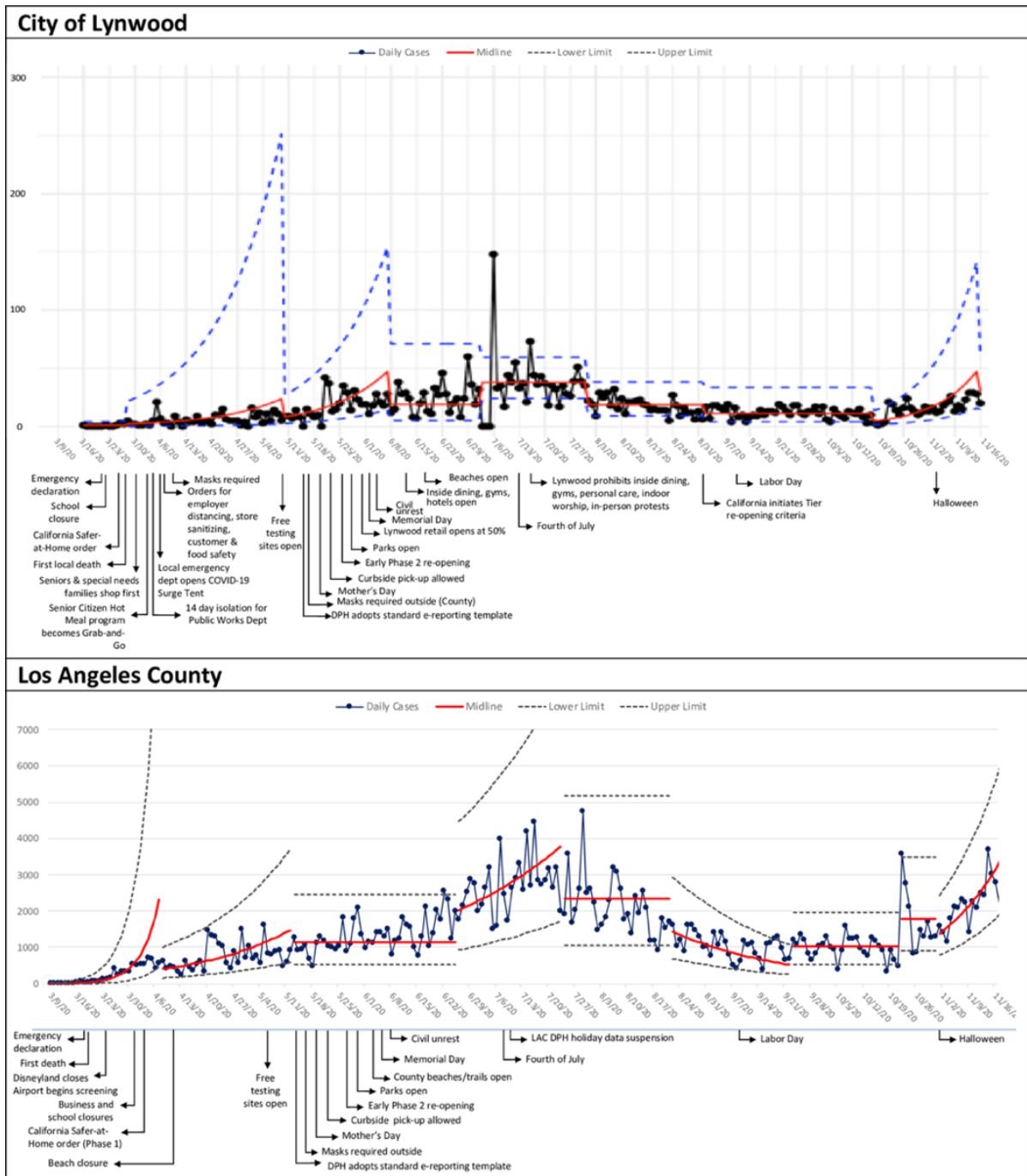


Figura 12 - Gráficos de controlo de COVID-19: Lynwood e Los Angeles  
 Fonte: Inkelas et al. (2021)

O novo tipo de gráfico de controlo híbrido, auxiliou na detecção de variações significativas, separando-as das variações aleatórias esperadas. Esse método evitou reações exageradas a flutuações normais e incentivou ações imediatas quando foram observadas variações de causa especial, indicando uma nova fase ou época da

pandemia. Ao incorporar gráficos de controle, uma divisão da LAC DPH (Departamento de Saúde Pública do Condado de Los Angeles) conseguiu identificar surtos de COVID-19 de forma mais eficaz. Além disso, a desagregação dos dados, ao longo do tempo e por região, permitiu que as autoridades locais tomassem decisões mais direcionadas, adaptando suas estratégias de mitigação às sub-regiões e identificando causas potenciais de variações nos dados. Esses gráficos ajudaram a compreender melhor a disseminação da doença em diferentes áreas e destacaram a importância de políticas de saúde pública locais para conter a pandemia.

Adicionalmente, o estudo ressaltou que a anotação dos principais eventos nos gráficos de controle ajudou a verificar a correlação entre políticas implementadas e o surgimento de novas fases ou épocas da pandemia. Os gráficos foram considerados de fácil interpretação e permitiram que as pessoas compreendessem as tendências ao longo do tempo e avaliassem o impacto de mudanças planejadas e eventos externos, como feriados. No entanto, o estudo também destacou as limitações na interpretação dos dados apresentados nos gráficos de controle, e a correta interpretação depende de discussões detalhadas entre as partes interessadas, reforçando a necessidade de capacitação da força de trabalho em saúde pública e o envolvimento da comunidade para garantir a utilização eficaz dessas ferramentas durante surtos futuros.

#### *4.1.1.2 Conclusões do estudo*

---

O estudo enfatizou a importância dos gráficos de controle como uma ferramenta para tomada de decisões durante a pandemia de COVID-19. O uso do novo gráfico de controle híbrido permitiu que as autoridades tomassem ações precoces para intensificar ou relaxar os requisitos de segurança, de acordo com os padrões de crescimento exponencial ou não exponencial e declínio nas medidas de saúde,

Com base neste estudo, uma divisão dentro do Departamento de Saúde Pública do Condado de Los Angeles incorporou gráficos de controle em sua abordagem para identificar surtos da COVID-19, demonstrando o valor da desagregação dos dados, à medida que os fechamentos em larga escala que caracterizaram a resposta inicial de emergência à COVID-19, evoluíram para tomadas de decisão focadas em métricas. Por exemplo, as autoridades locais podiam usar a variação significativa dentro dos municípios para comunicar ao público o que estava acontecendo em bairros específicos e, potencialmente, considerar estratégias de mitigação personalizadas para sub-regiões. Além disso, o estudo mostrou que uma cidade podia ser mal interpretada como experimentando um surto de casos da COVID-19 porque os casos da população em geral e das populações que viviam em instituições estavam combinados. Isso foi

especialmente relevante no início da pandemia, quando as instalações de enfermagem especializada respondiam por uma proporção significativa dos casos.

Gráficos de controle, como os deste estudo, podem ser facilmente interpretados uma vez que seu formato seja compreendido. Eles podem ajudar as localidades a verificar suposições sobre tendências temporais e avaliar o impacto de mudanças planejadas (políticas) e influências externas (como feriados). Sua simplicidade visual foi projetada para análise, discussão e tomada de decisão imediata, facilitando o uso para pessoas que não possuem domínio estatístico.

Todavia, o estudo também evidenciou a necessidade de capacitação adequada em conhecimentos estatísticos para garantir que os envolvidos possam analisar os dados de forma correta, tomar decisões informadas, identificar padrões e causas especiais, ajustar estratégias, comunicar os resultados de maneira eficaz e garantir a transparência e confiabilidade das análises. Na saúde pública, como no estudo da pandemia de COVID-19, essas habilidades foram fundamentais para responder de forma eficaz e embasada em evidências a situações complexas e desafiadoras.

#### *4.1.2 Estudo “Construction of Control Charts for Monitoring Various Parameters Related to the Management of the COVID-19 Pandemic” (Mbaye et al., 2021)*

---

Este estudo abordou a necessidade de monitorar as características de qualidade de um processo, destacando a importância do uso de ferramentas gráficas e estatísticas apropriadas. Essas ferramentas são essenciais para acompanhar a evolução ao longo do tempo do comportamento das características de qualidade e para identificar situações que podem apresentar anomalias. O gráfico de controle foi destacado como uma ferramenta amplamente utilizada na gestão da qualidade. No contexto da gestão da pandemia de COVID-19, o estudo enfatizou como essa ferramenta pôde fornecer informações contínuas sobre parâmetros críticos, como a taxa de positividade, a taxa de recuperação e a taxa de mortalidade. O monitoramento das taxas de cura e mortalidade também foi destacado como uma maneira de avaliar a eficácia dos tratamentos utilizados durante a pandemia.

O estudo foi relevante por fornecer soluções para o problema de gerenciamento da pandemia, especialmente no Senegal, por meio dos gráficos de Controle Estatístico de Processo. No contexto da gestão da pandemia, causas especiais, como um aumento abrupto no número de casos positivos ou de pacientes curados, levantavam questões sobre as possíveis causas (confiabilidade dos testes, não conformidade com medidas

preventivas, eficácia do tratamento). Este trabalho ofereceu *insights* importantes sobre o uso do Controlo Estatístico de Processo na gestão de surtos pandêmicos, fornecendo uma base sólida para pesquisas futuras voltadas para a implementação de ferramentas de qualidade visando melhorar a eficiência da gestão de saúde em Países em desenvolvimento.

#### 4.1.2.1 Métodos estatísticos utilizados

Os métodos estatísticos foram usados para analisar a taxa de positividade, definida como o número de testes positivos em relação ao total de testes realizados. A análise abrangeu o período de 22 de março a 7 de junho de 2020, totalizando 78 dias. Dada a variabilidade no tamanho da amostra (número de testes), o gráfico de controlo P com amostra variável foi considerado o mais adequado. Os limites de controlo foram estabelecidos e a taxa de variação diária de positividade foi analisada através da elaboração do gráfico de controlo.

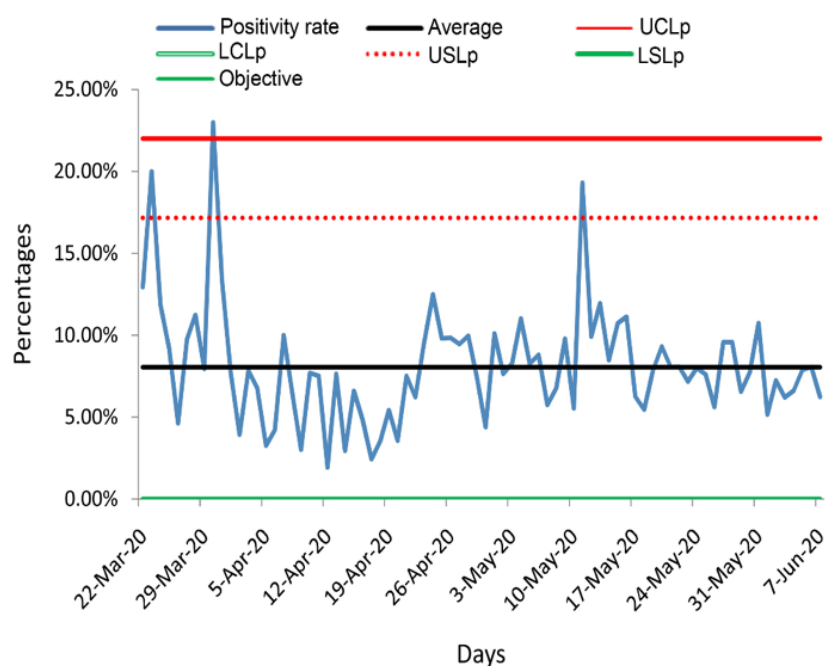


Figura 13 - Gráfico de evolução do COVID-19 Senegal  
Fonte: Mbaye et al. (2021)

Também foi analisada a taxa de cura, definida como o número de pacientes declarados curados em relação ao total de infectados. A análise abrangeu o período de 21 de março a 7 de junho de 2020, com a taxa de cura sendo calculada diariamente. Dada a variabilidade no tamanho da amostra (número de infectados), o gráfico de controlo P com amostra variável foi considerado o mais apropriado. Com base no gráfico

gerado, observou-se uma evolução irregular na taxa de cura, seguida por um aumento que atingiu máximos entre 12 e 20 de abril. Esse aumento coincidiu com a generalização do uso de cloroquina para o tratamento da COVID-19 no Senegal. Posteriormente, a taxa de cura diminuiu e ultrapassou o limite inferior de controlo, explicado pelo aumento considerável no número de testes realizados a partir de 29 de abril de 2020. No início de maio, houve um aumento regular no número de curados, atribuído à eficácia dos tratamentos utilizados.

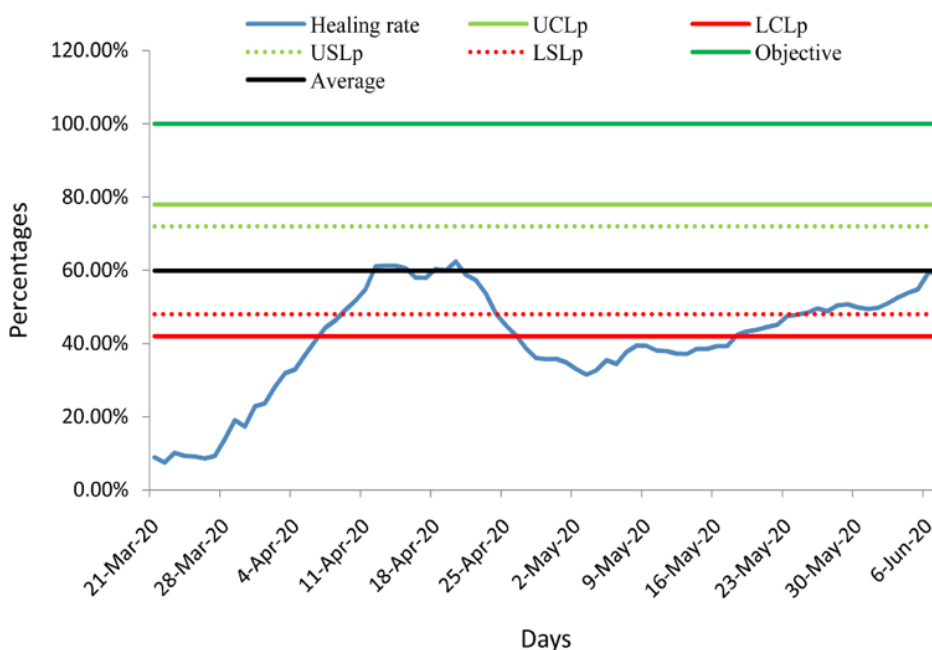


Figura 14 - Gráfico de taxa de cura Senegal  
 Fonte: Mbaye et al. (2021)

Por último foi analisada a taxa de letalidade, onde métodos estatísticos foram empregados para analisar o número de pacientes que faleceram em relação ao total de infectados. A análise abrangeu o período de 21 de março a 7 de junho de 2020, com a taxa de letalidade sendo calculada diariamente. Dada a variabilidade no tamanho da amostra (número de infectados), o gráfico p com amostra variável foi considerado o mais adequado. Observou-se que a taxa de mortalidade era relativamente baixa e estava próxima ao limite inferior de controlo. No entanto, houve um leve aumento nesta última. Essa observação pode ser atribuída ao aumento no número de casos, resultando em um aumento nos casos graves e, conseqüentemente, no número de óbitos.



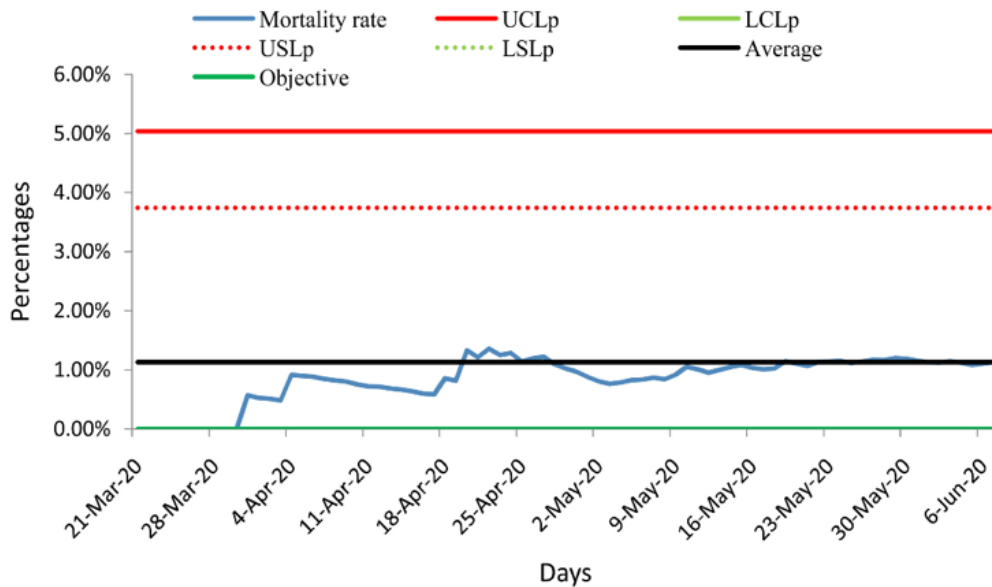


Figura 15 - Gráfico de letalidade Senegal  
 Fonte: Mbaye et al. (2021)

#### 4.1.2.2 Conclusões do estudo

O estudo ressaltou a importância de se colocar o processo de gestão da pandemia sob controle, melhorando a sua capacidade e tornando-o previsível ao longo do tempo. Ao utilizar métodos estatísticos, como os gráficos de controle mencionados nas análises das taxas, o estudo destacou a importância de monitorar continuamente indicadores-chave, como a taxa de positividade, a taxa de cura e a taxa de letalidade. Essa monitorização permitiu uma avaliação constante da eficácia das estratégias de gestão da pandemia. Observou-se também que a eficácia dos tratamentos pode ser acompanhada através da taxa de cura, enquanto a detecção de possíveis causas especiais, como aumento repentino de casos ou óbitos, é essencial para melhorar o processo de gestão. Em resumo, ao alcançar um controle mais efetivo do processo, a dispersão diminuiu, contribuindo para uma gestão mais previsível e eficaz da evolução da pandemia. Portanto, a implementação do CEP foi apresentada como uma abordagem valiosa para melhorar a eficiência na gestão da saúde em situações de crise, como a pandemia de COVID-19.

#### 4.1.3 Estudo "Efeitos da pandemia de COVID-19 no Brasil e em Portugal: estresse peritraumático" (Antonelli-Ponti et al., 2020)

Este estudo foi selecionado por ter sido desenvolvido através da aplicação de inquérito, onde se discutiram os efeitos da pandemia de COVID-19 no Brasil e em

Portugal, especificamente em relação ao stress peritraumático. A disseminação global do vírus foi declarada uma pandemia pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em março de 2020, e os Países adotaram medidas para prevenção e enfrentamento da situação. O estudo destacou que diferentes regiões enfrentaram a pandemia de forma distinta, com condições de informação e confiança variadas. Portugal foi mencionado como um País que adotou medidas bem-sucedidas para conter a propagação do vírus, enquanto o Brasil foi citado como exemplo de ações e discursos divergentes, o que pode ter contribuído para o fracasso no controlo da disseminação e gerado incerteza e confusão na população.

Desta forma, o estudo procurou avaliar se contextos pandêmicos diferentes, acompanhados por sensações de segurança ou incerteza, geram níveis diferentes de stress peritraumático.

#### *4.1.3.1 Métodos estatísticos utilizados*

---

Este estudo utilizou métodos estatísticos para analisar o nível de stress peritraumático durante a pandemia de COVID-19 em duas amostras, uma do Brasil e outra de Portugal. A amostra brasileira contou com 1.471 mulheres e 368 homens, enquanto a amostra portuguesa teve 298 mulheres, 114 homens e uma pessoa identificada como transgênero. A faixa etária dos participantes variou entre 14 e 77 anos no Brasil e entre 17 e 63 anos em Portugal.

O instrumento utilizado foi o Índice de Stress Peritraumático COVID-19 (IEPC), que continha 24 indicadores relacionados à frequência com que os participantes experimentaram diferentes sintomas e sentimentos durante a pandemia. O índice variava de 0 a 100 e classificava os níveis de stress em três categorias: Normal, Ligeiro-Moderado e Severo. A recolha de dados foi conduzida de 12 de abril a 6 de junho e envolveu a divulgação do inquérito online nas redes sociais, televisão e e-mails, incentivando o efeito de bola de neve. Os participantes forneceram um consentimento informado para garantir o anonimato.

Na análise dos dados, foram calculados o IEPC para cada amostra e a magnitude do efeito (Cohen d) da variável experimental (situação COVID-19) na pontuação do IEPC. O Cohen d foi utilizado para medir a diferença entre as médias de pontuação em cada item entre as amostras brasileira e portuguesa. A análise item a item do Cohen d revelou que, das 24 variáveis, 20 apresentaram diferenças estatisticamente significativas, com maior pontuação da população brasileira. Entre os itens com maior diferença, destacou-se o isolamento familiar, com um grande efeito negativo ( $d = -2.07$ ).

Segundo Damásio (2021), *d* de Cohen é uma medida de tamanho de efeito usado para comparação entre duas médias. Informa quantos desvios-padrão de diferença existem entre os resultados dos dois grupos em comparação (isto pode ser grupo experimental e grupo controlo, ou o mesmo grupo antes e depois da intervenção). Neste estudo foi utilizado para calcular a magnitude do efeito da variável experimental (situação COVID-19) na medida do stress peritraumático.

A fórmula para *d* de Cohen (para grupos de tamanhos iguais) é dada por Glen (2022), como:  $d = (M_1 - M_2)/s_{agrupados}$

Onde:

$M_1$  = média do grupo 1; e

$M_2$  = média do grupo 2:

$s_{agrupados}$  = desvios padrão agrupados para os dois grupos, sendo:

$$\sqrt{[(s_1^2 + s_2^2)/2]}.$$

Ainda de acordo com Glen (2022) o *d* de Cohen funciona melhor para tamanhos de amostra maiores (> 50). Para tamanhos de amostra menores, tende a superinflar os resultados, por isso há um fator de correção disponível, o que reduz os tamanhos de efeito para amostras pequenas em alguns pontos percentuais, sendo:

$$d = \frac{M_E - M_C}{\text{Amostra } SD \text{ agrupados}} \times \left(\frac{N-3}{N-2.25}\right) \times \sqrt{\frac{N-2}{N}}$$

Sendo o  $\left(\frac{N-3}{N-2.25}\right) \times \sqrt{\frac{N-2}{N}}$  o fator de correção para amostras < 50.

O valor do *d* de Cohen pode variar de negativo a positivo. Quando o valor é negativo, indica que o Grupo 2 tem uma média maior do que o Grupo 1. Quando é positivo, indica que o Grupo 1 tem uma média maior do que o Grupo 2. Quanto maior o valor absoluto de *d*, maior é o tamanho do efeito, indicando uma diferença mais substancial entre os grupos. O Cohen *d* é um valor padronizado que quantifica a diferença entre as médias das populações em estudo, ajustado de acordo com o tamanho das amostras. Valores de Cohen *d* de 0.2, 0.5 e 0.8 são considerados, respectivamente, como pequeno, médio e grande. Mas é importante ressaltar que o tamanho do efeito é uma medida de magnitude e não depende do tamanho da amostra, ou seja, o mesmo tamanho de efeito pode ser considerado grande, mesmo que os grupos tenham tamanhos de amostra diferentes.

Os resultados mostraram que a amostra brasileira apresentou valores mais elevados de stress peritraumático em comparação com a amostra portuguesa, conforme figura a seguir. Cerca de 36% da amostra brasileira encontrava-se no nível normal de

stress, enquanto 62% da amostra portuguesa estavam nesse nível. Por outro lado, 19% da amostra brasileira estava no nível severo de stress, enquanto apenas 5.3% da amostra portuguesa se encontrava nesse nível, sendo importante considerar esses resultados para o planeamento de intervenções e apoio psicológico adequado em ambos os Países.

<b>Níveis de IEPC</b>		<b>BR</b>	<b>PT</b>
		<b>N = 1839</b>	<b>N = 443</b>
Normal	n	663	256
4-27	%	36.1%	62.0%
Ligeiro-Moderado	n	824	135
28-51	%	44.8%	32.7%
Severo	n	352	22
52-100	%	19.1%	5.3%

Nota:  $\chi^2 = (2, 2289) = 106, p < .001$

Figura 16 - Distribuição dos participantes por níveis de Stress Peritraumático  
Fonte: Antonelli-Ponti et al. (2020)

#### 4.1.3.2 Conclusões do estudo

O estudo apontou que a amostra brasileira apresentou valores mais elevados de stress, tanto no IEPC quanto em suas variáveis. Essas diferenças não seriam explicadas apenas por diferenças culturais ou características de personalidade, mas pareciam estar relacionadas aos contextos sociais e discursivos criados em resposta à pandemia. Enquanto Portugal adotou medidas unificadas e transmitiu informações consistentes e confiáveis à população, no Brasil houve discursos e atitudes plurais e inconsistentes, o que gerou insegurança na população.

Os autores destacaram que as diferenças de gravidade do stress pós-traumático encontradas entre brasileiros e portugueses, estavam especialmente relacionadas aos contextos sociais criados durante a pandemia. A comunicação eficiente entre as autoridades e entre estas e a população foi fundamental para os portugueses lidarem com a crise de forma mais adequada. Superar o medo e a incerteza por meio de uma comunicação clara, estável e confiável pareceu levar à adesão às medidas de controlo da pandemia, como as medidas comportamentais. Foi enfatizado que uma resposta

ambígua por parte das autoridades, como ocorreu no Brasil, levou a desorientação da comunidade, pois faltou, tanto à população quanto aos representantes políticos, um senso de responsabilidade no cumprimento dos deveres que foram solicitados e concedidos.

Neste estudo também foi evidenciado que os conhecimentos estatísticos foram de extrema importância para que os pesquisadores comparassem as respostas dos participantes, identificassem diferenças significativas entre as populações brasileira e portuguesa e determinassem a magnitude do efeito das variáveis estudadas. A interpretação dos valores de  $d$  de Cohen permitiu aos pesquisadores classificar o tamanho do efeito observado em cada variável estudada, o que foi fundamental para entender a relevância prática dos resultados. Em resumo, os conhecimentos estatísticos foram essenciais para obter informações precisas e significativas sobre o stress peritraumático durante a pandemia de COVID-19 nas duas populações estudadas. Eles ajudaram os pesquisadores a quantificar as diferenças, comparar os resultados e fornecer *insights* valiosos para profissionais de saúde e formuladores de políticas enfrentarem esse problema de saúde mental em ambos os Países.

#### 4.1.4 Estudo "*Statistical Quality Control; a Tool for Monitoring Epidemic Diseases Outbreak*" (Braithwaite et al., 2014)

---

Este estudo foi selecionado por se concentrar na utilização de técnicas de Controlo Estatístico de Qualidade (CUSUM e EWMA) para monitorar surtos de doenças epidêmicas. Os dados utilizados são registros de surtos de algumas doenças recolhidos no Hospital do Serviço Civil do Estado de Edo, Benin City - Nigéria, abrangendo o período de janeiro de 2006 a dezembro de 2010. O estudo destacou a importância de monitorar surtos de doenças epidêmicas usando técnicas de Controlo Estatístico de Qualidade, pois isso possibilitou a detecção de mudanças a tempo de mitigar os padrões recorrentes de surtos epidêmicos. O uso dessas técnicas mostrou-se valioso para a gestão da saúde, mas deve ser realizado com cuidado para evitar alarmes falsos.

##### 4.1.4.1 Métodos estatísticos utilizados

---

Como mencionado anteriormente, o estudo utilizou técnicas de CUSUM e EWMA com o objetivo de monitorar séries temporais de dados e identificar mudanças significativas nos processos. A escolha entre CUSUM e EWMA depende da sensibilidade desejada para detectar mudanças e das características específicas dos dados e do processo em questão. Segundo Vargas et al. (2004), o gráfico de controlo

CUSUM, também chamado de soma cumulativa, é uma forma sequencial de analisar a média de um processo, especialmente útil para detectar pequenas alterações desta medida em unidades de desvios padrões.

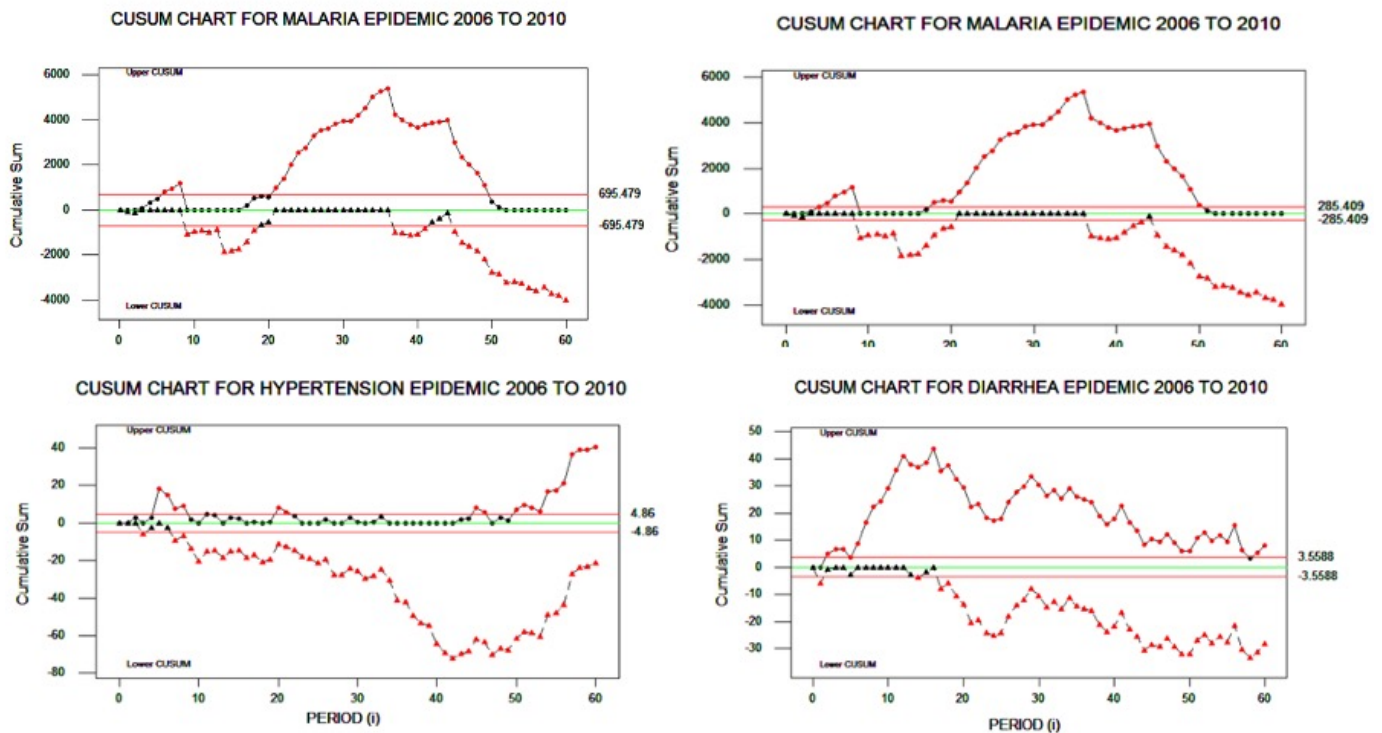


Figura 17 - Gráfico CUSUM  
 Fonte: Braimah et al. (2014)

Do mesmo modo, temos o gráfico EWMA que é baseado na criação de uma média móvel ponderada exponencialmente das observações de um processo. Em vez de atribuir pesos iguais a todas as observações, o gráfico EWMA atribui pesos decrescentes às observações mais antigas, dando maior importância às observações mais recentes. Isso reflete a ideia de que mudanças recentes no processo são mais relevantes do que mudanças mais antigas. Esses gráficos são especialmente efetivos em detectar pequenas mudanças na média do processo que está sendo analisado.

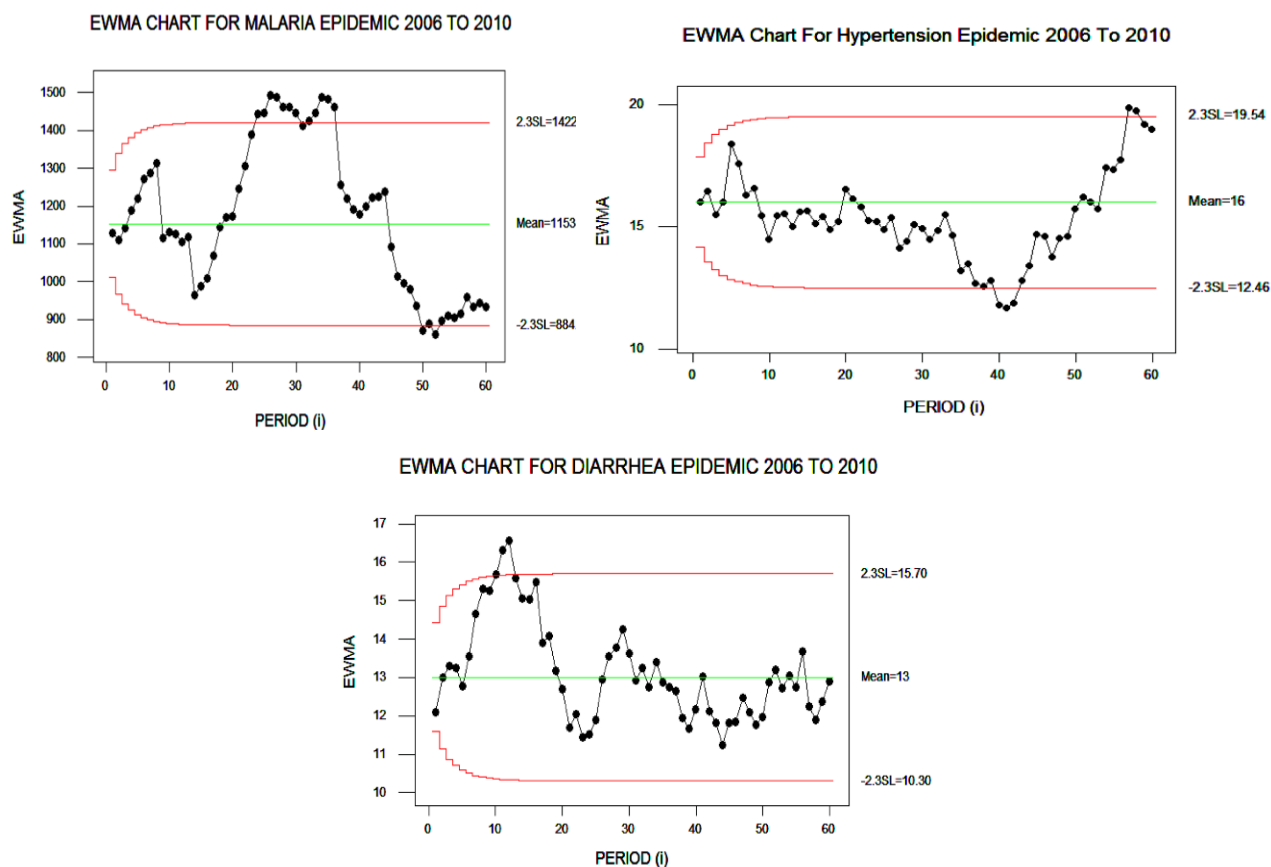


Figura 18 - Gráficos EWMA  
 Fonte: Braimah et al. (2014)

#### 4.1.4.2 Conclusão do estudo

O estudo concluiu que ambas as técnicas, CUSUM e EWMA, foram capazes de detectar mudanças nos dados relacionados a surtos de doenças. Elas demonstraram a capacidade de identificar alterações nos padrões de surtos de doenças ao longo do tempo. Entretanto, o gráfico CUSUM mostrou-se ligeiramente mais rápido na detecção de mudanças nos dados em comparação com o gráfico EWMA, o que significa que o CUSUM sinalizou as mudanças mais cedo. Por outro lado, o estudo detectou que o gráfico EWMA foi mais fácil de configurar e exigiu menos tempo para a preparação em comparação com o gráfico CUSUM, pois este último exigiu uma configuração personalizada para cada uma das doenças consideradas, demonstrando-se mais complexo para implementação.

Em resumo, a escolha entre essas técnicas pode depender dos requisitos específicos e das preferências de quem as utiliza, mas ambas as técnicas são valiosas ferramentas para monitorar e controlar a qualidade em situações de surtos de doenças.

#### *4.1.5 Estudo "Aplicação de gráficos de Controle Estatístico de Processos para o monitoramento dos casos de meningite no município de Joinville" (Henning et al., 2012)*

---

O estudo em questão teve como objetivo central investigar e analisar o uso de gráficos de controle para medidas individuais no acompanhamento das notificações de casos de meningite em Joinville - Brasil, durante o período compreendido entre janeiro de 2008 a dezembro de 2011. Os dados utilizados para esta análise foram obtidos a partir do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), fornecendo uma fonte confiável de informações sobre a incidência da doença na região.

O estudo destacou ainda, a importância da representação quantitativa e qualitativa da doença para a população. No contexto quantitativo, a utilização de gráficos de controle estatístico de processo é sugerida como uma opção apropriada para o monitoramento contínuo de dados biológicos, como ocorrência de doenças. Gráficos de controle estatístico de processo foram destacados como ferramentas cada vez mais utilizadas no monitoramento de saúde, auxiliando na compreensão e avaliação da estabilidade de processos de saúde.

##### *4.1.5.1 Métodos estatísticos utilizados*

---

Diversos tipos de gráficos de Controle Estatístico de Processos foram aplicados no estudo, cada um oferecendo uma perspectiva sobre a evolução dos casos de meningite ao longo do tempo. O estudo foi dividido em duas fases, sendo a primeira de janeiro de 2008 a abril de 2009 e a segunda abrangendo o restante das observações. Antes da aplicação dos gráficos, foi realizada uma verificação da normalidade dos dados por meio de um gráfico de probabilidade normal e do teste Shapiro Wilk, que indicou que os dados podem ser considerados normalmente distribuídos. Além disso, não foi observada autocorrelação significativa nos dados.



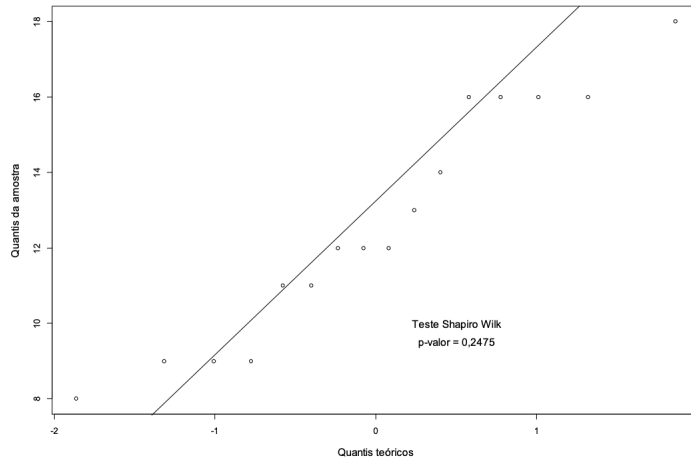


Figura 19 - Gráfico de probabilidade normal  
Fonte: Henning et al. (2012)

Entre os gráficos analisados, destacaram-se o tradicional gráfico de Shewhart, reconhecido pela sua simplicidade, bem como variações como o gráfico de Shewhart modificado, o gráfico de Somas Acumuladas (CUSUM) e o gráfico de Média Móvel Exponencialmente Ponderada (EWMA).

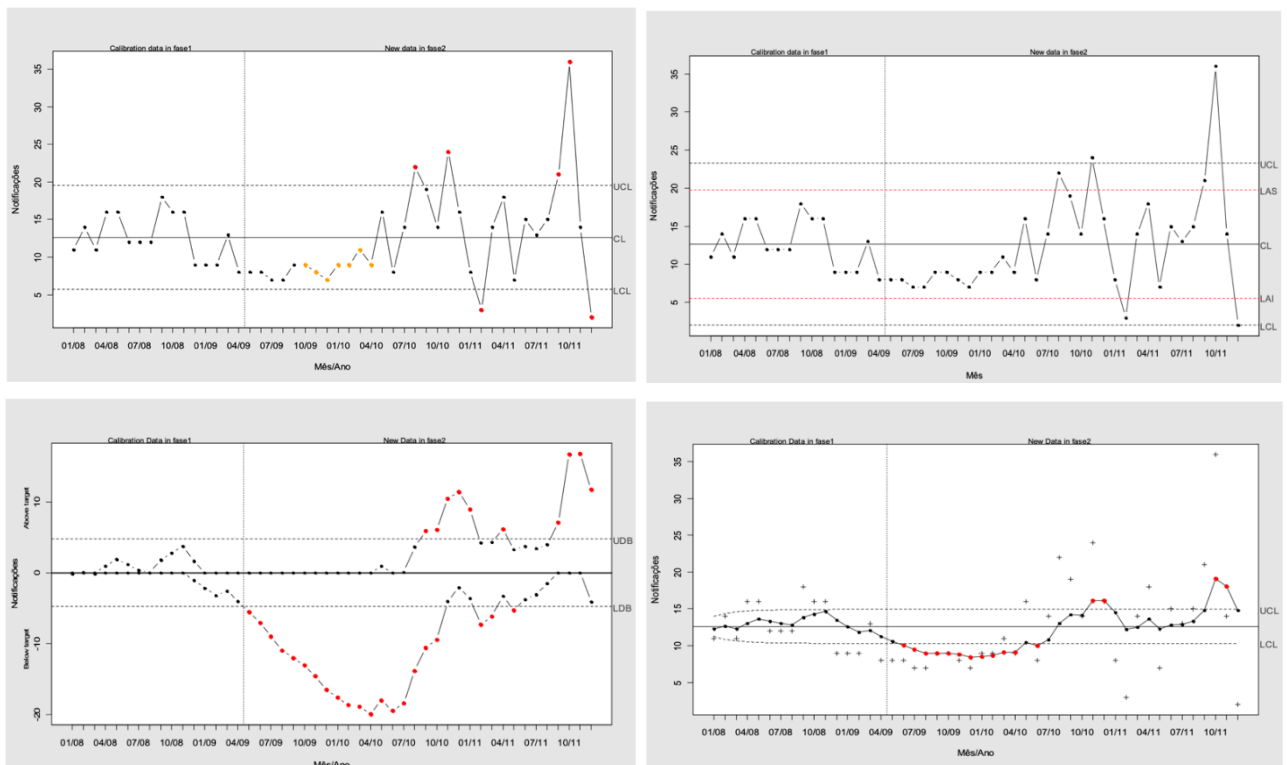


Figura 20 - Gráfico de controlo - estudo sobre notificações de meningite  
Fonte: Henning et al. (2012)

Na figura anterior são observados os resultados obtidos com a aplicação dos quatro gráficos, onde o primeiro gráfico, Shewhart para medidas individuais, revela que houve um aumento significativo no número de casos em agosto de 2010, ultrapassando o limite superior novamente em novembro do mesmo ano. Em 2011, uma queda no início do ano é seguida por um aumento expressivo nos meses de setembro e outubro. O segundo gráfico no canto superior direito é o Shewhart modificado, que indica um problema já em setembro de 2010, com um ponto entre os limites de alerta e controle.

O gráfico CUSUM bilateral é visto na parte de baixo, a esquerda, e evidencia uma redução nos casos a partir de agosto de 2009, sinalizando uma situação fora de controle estatístico em agosto de 2010 e um aumento constante em 2011. O gráfico EWMA, último a direita, sinaliza um problema um pouco mais tarde, em novembro de 2010, e acompanha a tendência de aumento ao longo de 2010 e 2011.

Nestes resultados podemos observar que todos os gráficos apontaram para um problema no final de 2010 e 2011. O gráfico de Shewhart modificado foi o primeiro a sinalizar a situação fora de controle, embora não tenha indicado a tendência crescente, mas essa tendência foi destacada pelos gráficos CUSUM e EWMA, demonstrando a relevância de se observar os dados de diferentes perspectivas.

#### 4.1.5.2 Conclusão do estudo

---

Os resultados do estudo revelaram que todos os gráficos de controle utilizados se mostraram viáveis para monitorar os dados de notificações de casos de meningite. O gráfico de controle do tipo Shewhart, por exemplo, apontou pontualmente os meses de agosto e novembro de 2010 como períodos com um número significativamente maior de ocorrências da doença. No mesmo ano, os gráficos CUSUM e EWMA indicaram uma tendência de aumento nos casos de meningite a partir de agosto, sugerindo a necessidade de uma resposta mais assertiva das autoridades de saúde.

Além disso, em 2011, a análise dos dados revelou outro aumento nos casos, principalmente no segundo semestre do ano. Essas informações forneceram às autoridades sanitárias de Joinville *insights* valiosos para a elaboração de estratégias preventivas e alocação de recursos de forma eficaz no combate à meningite. Em resumo, o estudo apresentou um exemplo concreto de como a aplicação de gráficos de Controle Estatístico de Processos pode fornecer uma visão detalhada da evolução de epidemias e doenças infecciosas, permitindo uma intervenção mais eficaz por parte das autoridades de saúde e a adoção de medidas preventivas que salvaguardam a saúde da população.

## 4.2 Cenários organizacionais

---

O uso de métodos de controlo estatístico para análise e melhoria de processos organizacionais é uma prática fundamental para alcançar eficiência, qualidade e excelência operacional em empresas e instituições. Como já vimos em capítulos anteriores, esses métodos oferecem uma abordagem baseada em dados e estatísticas para monitorar, analisar e otimizar processos, proporcionando benefícios significativos para a gestão e a tomada de decisões.

Gomes et al. (2010), ressaltam que o objetivo essencial do CEP é atingir uma garantia de qualidade em organizações de produção e de serviço, através da utilização de técnicas estatísticas convenientes. O termo “Qualidade” é aqui equivalente a adequabilidade para uso, ou seja, os produtos devem satisfazer os requisitos daqueles que os vão utilizar. Sendo assim, a aplicação de métodos de controlo estatístico na análise e melhoria de processos organizacionais é um passo crucial em direção à excelência operacional. Essas abordagens baseadas em dados capacitam as organizações a entender, otimizar e aperfeiçoar seus processos, levando a uma redução de custos, aumento da qualidade e satisfação do cliente, bem como a tomada de decisões mais embasadas. Neste contexto e para evidenciar estes benefícios, exploraremos como o controlo estatístico de processo e outras ferramentas estatísticas foram utilizadas em alguns estudos de caso selecionados.

### *4.2.1 Estudo "Gráfico de Controlo da Qualidade: Análise do processo em uma microempresa de Teresina – PI" (Fonseca & Duarte, 2020)*

---

Este estudo foi realizado em uma microempresa de comunicação e identificação visual, localizada na região centro-sul da cidade de Teresina no Piauí. A microempresa atua na confecção de placas em lona, *banners*, cartões de visita, adesivos, plotagem de veículos e *designer* de logo marcas. O objetivo fundamental do estudo era investigar a gestão do processo de produção de proteções de acrílico, onde foram empregados dois tipos de pesquisa: documental e bibliográfica. A recolha de dados ocorreu ao longo de 2020, com uma amostragem não probabilística intencional e a análise baseou-se em ferramentas de controlo de qualidade, como gráficos de controlo, para avaliar o retrabalho e o desperdício que era gerado no processo.

#### 4.2.1.1 Métodos estatísticos utilizados

Para investigar a gestão do processo, o estudo adotou uma abordagem que combinou métodos quantitativos e qualitativos. A recolha de dados ocorreu por meio de análise documental, considerando informações relacionadas ao retrabalho, sobra de material e prazo de entrega. Foi utilizada uma amostragem não probabilística intencional, devido à natureza da microempresa e à facilidade de acesso aos documentos relevantes. Com base nas informações obtidas foram estruturados gráficos de controlo de retrabalho, para serem analisadas as variações e identificadas às anormalidades. O mesmo levantamento foi realizado para avaliar os desperdícios com a sobra de materiais, sendo elaborados gráficos para avaliar a média e a amplitude dos dados recolhidos.



Figura 21 - Gráficos médias e amplitudes – Acrílico  
Fonte: Fonseca & Duarte (2020)

#### 4.2.1.2 Conclusão do estudo

Os resultados destacaram a importância de controlar o retrabalho e evitar perdas de material, pois esses problemas afetavam significativamente a eficiência do processo, como foi observado nos gráficos gerados. Ao aplicar ferramentas de controlo de qualidade, como gráficos de controlo, foi possível identificar momentos em que o processo estava fora de controlo estatístico, o que indicava a necessidade de ações

corretivas e preventivas. Em resumo, a análise dos resultados evidenciou a importância de monitorar e controlar o retrabalho e o desperdício no processo de produção. Além disso, enfatizou a utilidade das ferramentas estatísticas para detectar momentos de descontrolo, fornecendo informações importantes para o aprimoramento da gestão do processo de produção e otimização da eficiência operacional da empresa. Além disso, o estudo ressaltou a necessidade de uma abordagem mais holística, que levasse em consideração a otimização de tarefas do processo produtivo e a gestão eficiente dos custos. Em suma, este estudo destacou a importância de abordar não apenas as ferramentas da qualidade, mas também os fatores que impactavam negativamente na eficiência do processo, proporcionando *insights* valiosos para aprimorar a gestão do processo de produção também em outras empresas que atuam em ramos similares.

#### *4.2.2 Estudo "Controlo Estatístico de Processos: estudo de caso em uma indústria de produção de bandejas de ovos" (Azevedo, 2017)*

---

O referido estudo teve como foco principal a aplicação do Controlo Estatístico de Processos em uma indústria de produção de bandejas de ovos no interior do Paraná. Os objetivos específicos incluíram determinar os principais aspectos produtivos que influenciavam a ocorrência de alterações do processo na produção de bandejas de ovos, entender as características que compõem a qualidade das bandejas de ovos como produto final, identificar os processos críticos na produção de bandejas de ovos, aplicar o Controlo Estatístico de Processos na produção, analisar os resultados obtidos e sugerir melhorias para o processo de produção da indústria.

##### *4.2.2.1 Métodos estatísticos utilizados*

---

Para realização deste estudo, foram utilizados diferentes métodos estatísticos para recolher e analisar os dados relacionados à produção de bandejas de ovos. Inicialmente, foram definidos os tipos de dados a serem recolhidos, que incluíram a espessura das bandejas em milímetros, o peso em gramas e a identificação das bandejas não conformes.

Para a recolha de dados, foram selecionadas 20 amostras (lotes) com subgrupos de 10 unidades cada. Essa abordagem permitiu uma maior variabilidade nos dados e uma estimativa preliminar confiável. Os dados foram recolhidos utilizando um paquímetro e uma balança, e os registros foram feitos em uma folha de verificação. Em seguida foram elaborados os gráficos de controlo X-S (média e amplitude), para avaliar a espessura e o peso das bandejas. Durante a recolha de dados, também foram

observados o processo de produção da empresa, incluindo a quantidade de matéria-prima utilizada, o funcionamento dos fornos e as temperaturas registradas. Além disso, foram inspecionadas visualmente as bandejas para identificar aquelas consideradas não conformes.

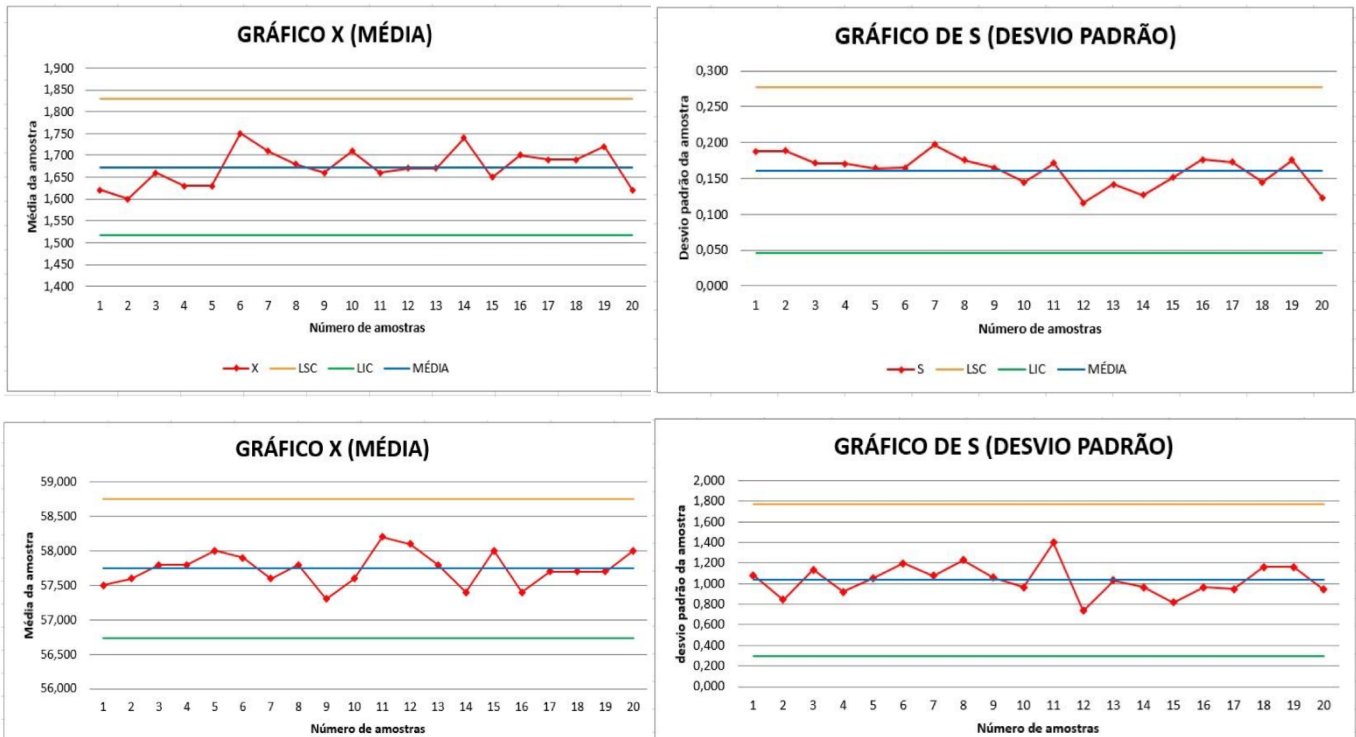


Figura 22 - Gráficos média e desvio padrão – Bandeja de ovos  
Fonte: Azevedo (2017)

#### 4.2.2.2 Conclusão do estudo

O estudo destacou que a principal vantagem obtida com a aplicação do CEP foi a melhoria da qualidade do produto final, o que gerou maior credibilidade para a empresa. Além disso, o CEP trouxe outros benefícios, como aumento da produção sob condições ótimas, redução de produtos defeituosos, redução de custos por unidade, redução de refugo ou retrabalho, melhor conhecimento do processo, redução de inspeção em fim de linha de produção, eliminação de ajustes desnecessários, economia no uso de materiais, redução dos gargalos de produção, redução de atrasos de produção, conscientização sobre a qualidade e motivação dos recursos humanos, entre outros.

No entanto, as desvantagens incluíram a resistência da empresa à implantação do CEP, devido aos custos associados ao processo, e houve também grandes desafios na recolha de dados, especialmente por se tratar de uma indústria de pequeno porte que não tinha experiência anterior em controlo de qualidade e pouco conhecia os conceitos e aplicabilidade do controlo estatístico de processos.

#### 4.2.3 Estudo "Aplicação de Cartas de Controlo na análise de arsénio: Controlo da Qualidade Interno de Brancos" (Matos, 2016)

---

Este estudo aborda a importância do controlo da qualidade em laboratórios, destacando a possível contaminação por arsénio, que é um elemento químico perigoso para a saúde, cuja ingestão por meio de alimentos é uma das principais fontes de exposição humana. Neste trabalho, a análise da concentração de arsénio em ensaios em branco foi conduzida, com foco na qualidade do método de espectrometria de massa com fonte de plasma indutivamente acoplado (ICP-MS). Dois tipos de ensaios em branco foram utilizados: o branco instrumental, destinado a avaliar a qualidade dos reagentes e o desempenho da análise, e o branco de digestão, cujo propósito era identificar possíveis contaminações originadas nos processos analíticos do método.

A metodologia aplicada para o controlo de qualidade interno do laboratório baseou-se no uso de ferramentas de controlo estatístico de processos, incluindo cartas de controlo (*Short Run* e cartas especiais) e o estudo da capacidade do processo. Inicialmente, foram estimados os parâmetros do processo e, com base neles, foram calculados novos limites de quantificação para o arsénio, que foram posteriormente comparados com os limites estabelecidos previamente. Além disso, o estudo propôs a implementação de uma metodologia para monitorar os ensaios em branco. As abordagens utilizadas se mostraram altamente adequadas ao método, permitindo ao laboratório controlar a variabilidade nos resultados e obter insights sobre a consistência estatística dos ensaios em branco e o desempenho do equipamento ao longo do tempo. Isso possibilitou um controlo mais rigoroso e minucioso, resultando em melhorias significativas na qualidade das análises.

##### 4.2.3.1 Métodos estatísticos utilizados

---

O estudo empregou diversos métodos estatísticos para analisar e aprimorar a precisão e o desempenho de um laboratório encarregado de realizar análises de concentração de arsénio em amostras de alimentos. Inicialmente, foi realizado o teste de Normalidade, utilizando o teste de Kolmogorov-Smirnov, para verificar se os dados de concentração de arsénio seguiam uma distribuição normal. Os resultados indicaram que os dados eram aproximadamente normais, uma vez que a estatística de teste ( $D$ ) foi menor que o valor crítico ( $D$  crítico), validando assim a aplicação dos métodos estatísticos.

Posteriormente, na etapa de estimação dos parâmetros, cartas de controlo tradicionais para observações individuais (cartas  $X$  e  $MR$ ) foram utilizadas para

monitorar a média e a dispersão do processo, permitindo identificar causas especiais de variação e implementar correções quando necessário. No que se refere à capacidade do Processo, foi realizada uma avaliação utilizando o índice de desempenho Cpk. Os resultados inicialmente indicaram que o processo estava em conformidade com as especificações. Contudo, a autora propôs uma metodologia para reduzir os limites de quantificação que estavam sendo utilizados, visando aprimorar ainda mais a precisão das análises. A análise também foi estendida aos brancos instrumentais, onde dados históricos foram analisados para garantir que também seguissem uma distribuição normal. Para tal, testes estatísticos como o teste de Kolmogorov-Smirnov foram aplicados, validando a qualidade dos dados utilizados nesse contexto.

Dando continuidade ao estudo, foram empregadas cartas de controle como Q(X) e Q(MR) para monitorar as concentrações de arsênio ao longo do dia e entre diferentes dias. Essas cartas de controle permitiram a identificação de causas especiais de variação, possibilitando a implementação de ações corretivas para manter o processo sob controle.

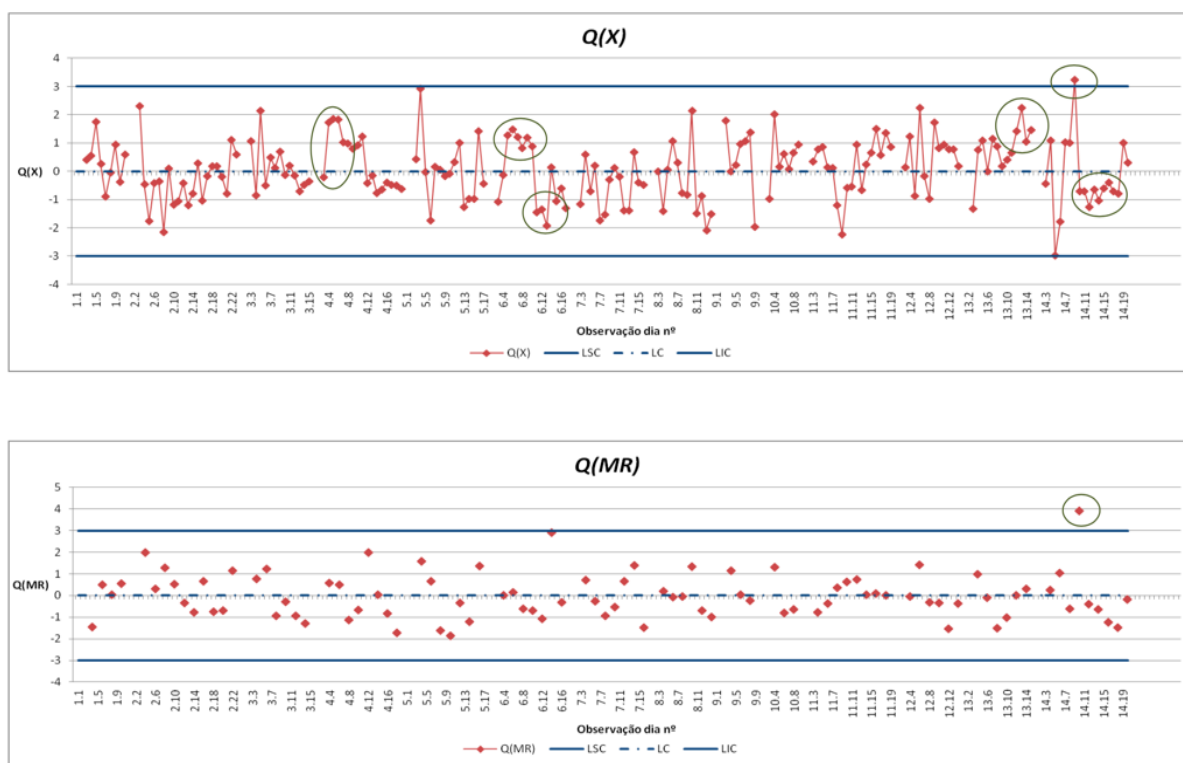


Figura 23 - Cartas Q(X) E Q(MR)  
Fonte: Matos (2016)

Também foi utilizada uma carta de controle Z, adequada para processos com amostras de tamanhos variáveis, dependendo das condições experimentais. Causas



especiais de variação identificadas foram corrigidas, e os parâmetros do processo foram estimados novamente, levando a uma melhor compreensão e controlo do processo analítico. Por fim, a capacidade do processo foi avaliada novamente, após a correção das causas especiais de variação, desta vez com parâmetros mais precisos. Além disso, os limites analíticos instrumentais foram recalculados com base nesses novos parâmetros, proporcionando uma avaliação mais confiável da capacidade do processo e assegurando a precisão das análises de concentração de arsênio em amostras de alimentos no laboratório em questão.

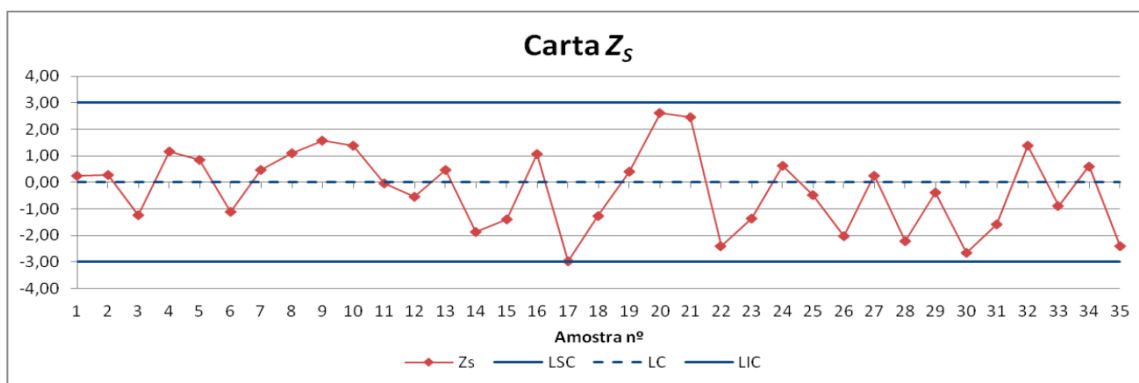
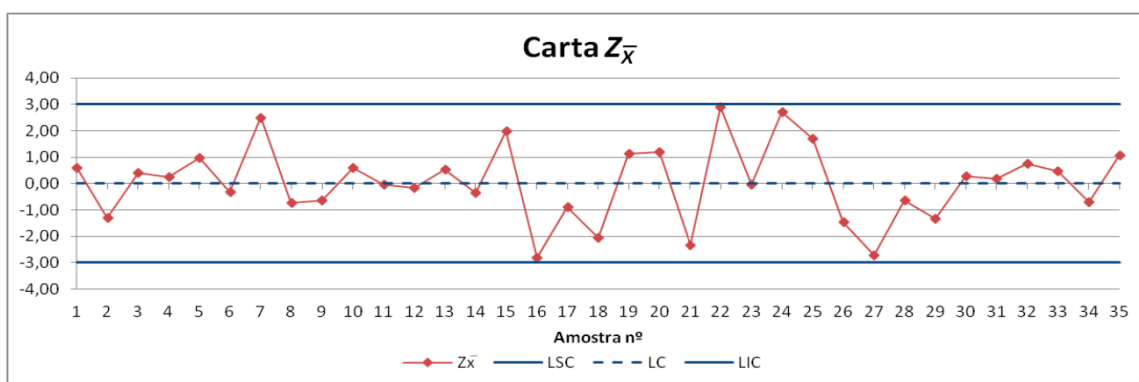


Figura 24 - Cartas Z  
Fonte: Matos (2016)

#### 4.2.3.2 Conclusão do estudo

O estudo em questão não apenas demonstrou de forma prática a aplicação dos métodos estatísticos, mas também ressaltou sua importância na garantia da qualidade e confiabilidade dos resultados analíticos na indústria alimentícia. O estudo avaliou diversas informações para compreender o processo de análise em ICP-MS e identificar todas as possíveis causas de contaminação dos brancos. Para isso, foi criado um Diagrama de Ishikawa, que identificou quatro grupos de causas: materiais, métodos, meio ambiente e pessoas. Esse diagrama teve o propósito de facilitar a identificação

das causas de contaminação e estruturá-las para agilizar os procedimentos quando da necessidade de realizar uma nova análise.

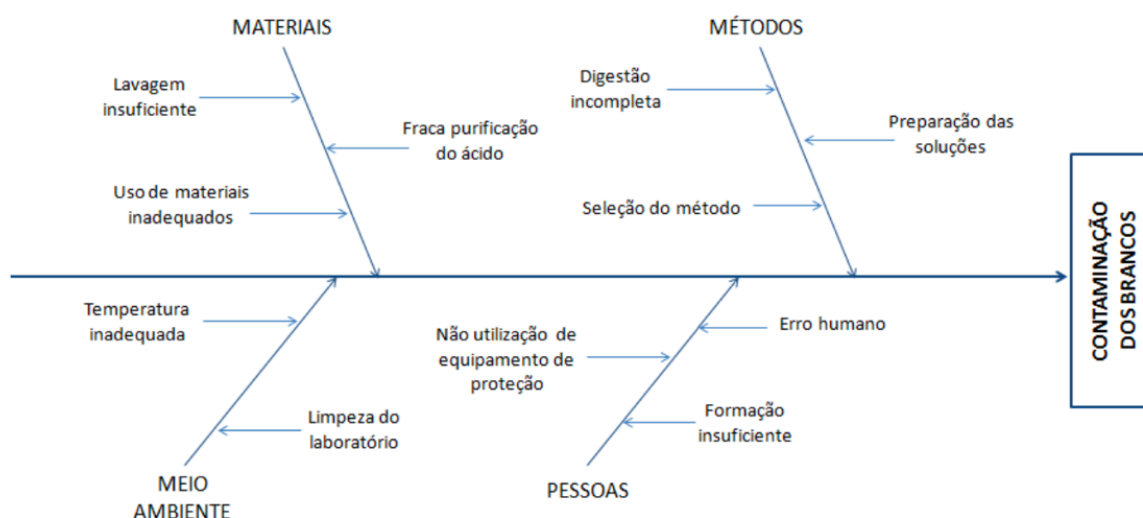


Figura 25 - Diagrama de causa e efeito - contaminação dos brancos  
Fonte: Matos (2016)

A compreensão detalhada dos processos de análise em ICP-MS, a identificação das possíveis causas de contaminação dos brancos (materiais, métodos, meio ambiente e pessoas) por meio do Diagrama de Ishikawa e a aplicação de ferramentas estatísticas e cartas de controlo foram fundamentais para o aprimoramento do controlo de qualidade interno do laboratório na análise de concentração de arsênio. Durante o estudo, foram propostas melhorias que permitiram reduzir o limite de quantificação do método, tornando-o mais sensível e preciso. Essas melhorias foram implementadas com sucesso, contribuindo para que o laboratório mantivesse um alto nível de qualidade em suas análises. A utilização de cartas de controlo, como CUSUM e EWMA, também se mostrou eficaz na detecção de alterações e na estabilização do processo analítico.

Além disso, a implementação de cartas de controlo para amostras de dimensão variável foi proposta como uma ferramenta útil para monitorar a concentração de arsênio em brancos instrumentais e de digestão. O estudo forneceu procedimentos para a construção dessas cartas, tornando a abordagem mais uniforme e facilitando a inserção de ferramentas estatísticas no controlo de qualidade interno do laboratório. Isso proporcionou uma metodologia unificada e facilitou a inserção do CEP na rotina do laboratório, garantindo assim, resultados mais confiáveis e de alta qualidade.

#### 4.2.4 Estudo "Controlo Estatístico do Processo para Número Reduzido de Dados" (Requeijo et al., 2015)

---

Este estudo teve como objetivo demonstrar a aplicabilidade de uma metodologia para a implementação do Controlo Estatístico de Processo em cenários de "pequenas produções", onde temos como característica um número limitado de dados. Foram utilizadas duas abordagens distintas: o Controlo Estatístico de Processo univariado e o Controlo Estatístico de Processo multivariado. O foco da análise recaiu sobre a produção de uma tinta específica denominada "Tinta EC15", envolvendo a análise de 25 lotes. As características de qualidade monitoradas incluíram brancura, densidade e opacidade.

##### 4.2.4.1 Métodos estatísticos utilizados

---

Na abordagem univariada, foram construídas cartas de controlo  $QX$  para cada uma das três características de qualidade: brancura, densidade e opacidade. A estatística  $Q$  foi calculada com base na equação

$$Q_r(X_r) = \Phi^{-1} \left( G_{r-2} \left( \sqrt{\frac{r-1}{r}} \left( \frac{X_r - \bar{X}_{r-1}}{S_{r-1}} \right) \right) \right), r = 3, 4, \dots, \text{ onde:}$$

$X_r$  = observação no instante  $r$ ;

$\bar{X}_{r-1}$  = a média de  $(r - 1)$  observações;

$S_{r-1}$  = desvio padrão da amostra constituída por  $(r - 1)$  observações;

$\Phi^{-1}(\cdot)$  = o inverso da Função de Distribuição Normal;

$G_\nu(\cdot)$  = a Função de Distribuição t-student com  $\nu$  graus de liberdade

E os índices de capacidade  $QI$  e  $QS$  foram obtidos por meio das seguintes equações:

$$(\hat{Q}_I)_r = \frac{LIE - \hat{\mu}}{k\hat{\sigma}_r} \quad \text{e} \quad (\hat{Q}_S)_r = \frac{LSE - \hat{\mu}}{k\hat{\sigma}_r}$$

Observou-se uma causa especial de variação relacionada à brancura em um lote específico, enquanto os demais lotes mantiveram-se sob controlo estatístico. No entanto, todos os lotes apresentaram capacidade ( $QI < -3$  e  $QS > 3$ ) para todas as características, exceto o lote 21 em relação à brancura.

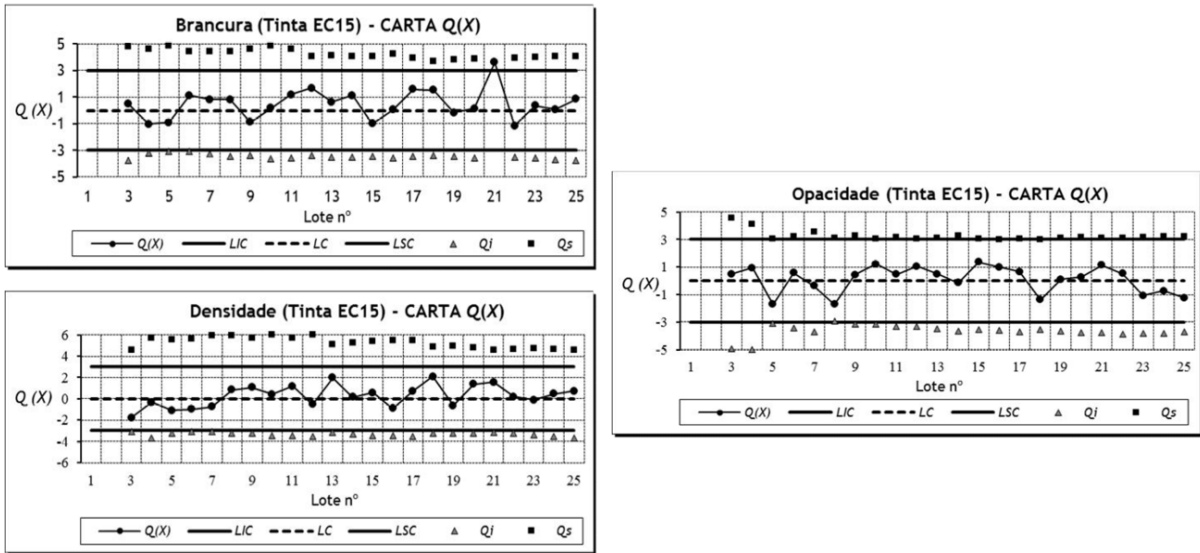


Figura 26 - Gráficos de abordagem univariada

Fonte: Requeijo et al. (2015)

Adicionalmente, a abordagem multivariada foi realizada por meio da carta de controlo  $MQ_X$ , que mostrou que o processo estava estabilizado para todas as três características de qualidade. Segundo Requeijo et al. (2015), quando não existem dados suficientes para estimar os parâmetros do processo, a solução mais adequada para implementar o controlo estatístico multivariado, á semelhança do univariado, consiste na aplicação das estatísticas  $Q$ . Os desenvolvimentos que se apresentam baseiam-se no pressuposto de que a distribuição conjunta das  $p$  variáveis é uma distribuição Normal multivariada  $N_p(\mu, \Sigma)$ . Apenas se apresenta a controlo do vetor média do processo, utilizando cartas de controlo  $MQ_X$  e  $MQ_{\bar{X}}$ . Essas abordagens estatísticas permitiram analisar o controlo de qualidade dos lotes de produção, conforme observado a seguir.

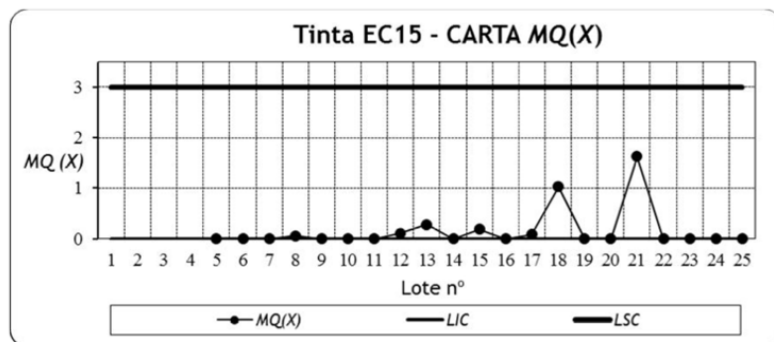


Figura 27 - Gráfico de abordagem multivariada

Fonte: Requeijo et al. (2015)

#### 4.2.4.2 Conclusão do estudo

---

O estudo concluiu que a metodologia proposta para implementar o Controlo Estatístico de Processo em "pequenas produções" com um número limitado de dados se revelou eficaz. Tanto o método univariado quanto o multivariado demonstraram ser opções adequadas, superando as limitações das abordagens tradicionais. A metodologia apresentada no estudo ofereceu várias vantagens em relação às abordagens tradicionais, incluindo a capacidade de controlar todas as características de qualidade em uma única carta, mesmo quando os parâmetros do processo não podiam ser adequadamente estimados.

Além disso, a introdução dos índices de capacidade QI e QS no método univariado permitiu monitorar a capacidade dos processos em tempo real, diminuindo a probabilidade de produzir produtos não conformes. Embora as cartas Q e MQ tenham limitações, como a falta de sensibilidade na detecção de padrões não aleatórios, seu uso revelou-se importante e valioso, especialmente quando o número de dados é restrito.

#### 4.2.5 Estudo "Controlo da qualidade no laboratório clínico: alinhando melhoria de processos, confiabilidade e segurança do paciente" (Berlitz, 2010)

---

O estudo se concentrou em abordar questões relacionadas à qualidade dos serviços de saúde, especialmente no contexto dos laboratórios clínicos. Ele destacou a falta de correlação entre os avanços tecnológicos e médicos na área da saúde e a qualidade dos serviços prestados aos pacientes. Destacando que, apesar dos esforços para melhorar a qualidade dos serviços de saúde, a segurança do paciente não tem melhorado significativamente. Deste modo, o estudo propôs um modelo complementar para o Controlo da Qualidade Analítica em laboratórios clínicos, baseado em princípios da teoria das *High Reliability Organizations* (HROs), com o objetivo de melhorar a segurança do paciente. O novo modelo visava não apenas eliminar atividades que não agregavam valor, mas também diminuir a variação no processo, enfatizando a importância da análise de desempenho de longo prazo.

##### 4.2.5.1 Métodos estatísticos utilizados

---

O estudo empregou princípios de HRO e uma série de métodos estatísticos para abordar a questão do controlo da qualidade analítica. Segundo Berlitz (2010), o conceito de HRO é centrado na ideia de confiabilidade, que pode ser entendida como uma

propriedade que depende da ausência de indesejada, imprevista e inexplicável variação de desempenho. Analisando esse conceito, vemos que HRO, em seu objetivo, não difere consistentemente de várias abordagens já utilizadas para orientar as melhorias de processos na área da saúde, que, em sua maioria, elegem a busca pelo erro zero como seu propósito final e primordial. Dando continuidade ao estudo, foram utilizados gráficos de controlo do tipo Levey-Jennings para avaliar a imprecisão, com uma linha central de média e múltiplos de desvio padrão como limites adjacentes. Ainda segundo Berlitz (2010), gráficos do tipo Levey-Jennings são simplificações das tradicionais cartas de controlo de Shewhart, criadas inicialmente na primeira metade do século passado e customizadas para a utilização em laboratório por Levey e Jennings (1950) e, mais tarde, aprimoradas por Henry e Segalove (1952), formatando o aspecto atual dessa ferramenta.

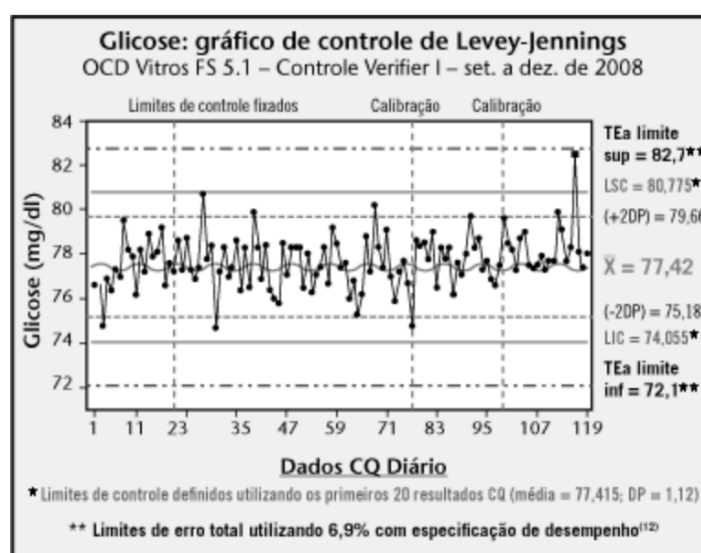


Figura 28 - Gráficos de controlo de Levey-Jennings  
 Fonte: Berlitz (2010)

Além disso, foram utilizados gráficos tempo-ajustados do tipo EWMA para uma análise mais sensível às mudanças de desempenho do método analítico ao longo do tempo e realizada uma análise de inexatidão com a utilização de cartas de controlo de Shewhart, adaptadas para dados de SDI (índice de desvio entre o resultado do laboratório e o grupo comparativo), obtidos a partir de testes de proficiência. O SDI representa o desvio entre os resultados do laboratório e o grupo comparativo, expresso como múltiplos do desvio padrão do grupo comparativo. Para avaliar o erro sistemático, foi realizada uma análise de regressão. Por fim, um gráfico de decisão médica foi criado para avaliar o desempenho global do método, levando em consideração os níveis de

inexatidão e imprecisão em relação às especificações de desempenho para o analito de glicose.

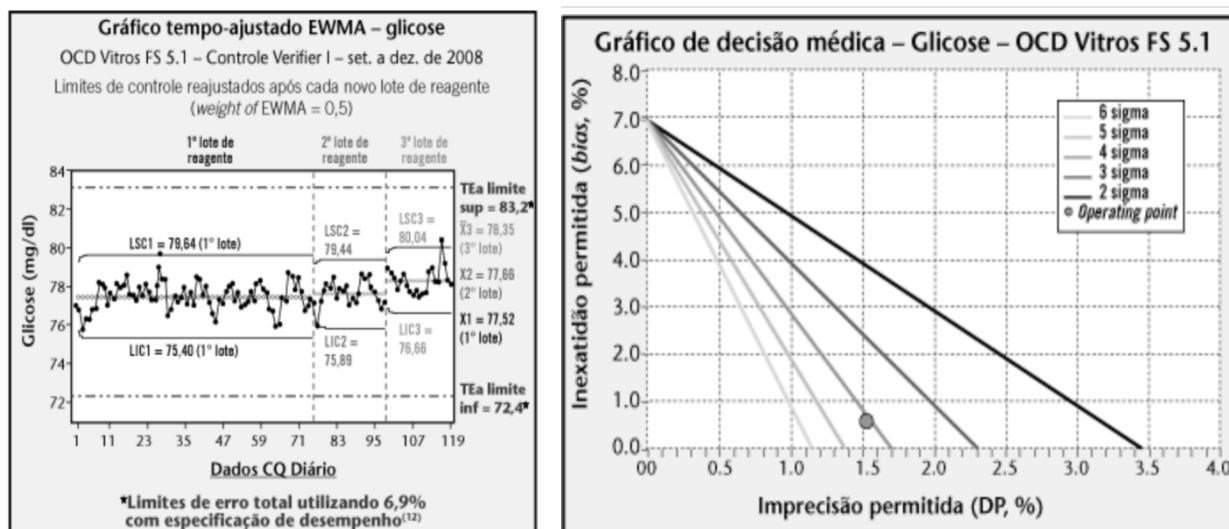


Figura 29 - Gráficos EWMA e de decisão médica  
 Fonte: Berlitz (2010)

Esses métodos estatísticos permitiram avaliar a estabilidade do método analítico, identificar mudanças de desempenho ao longo do tempo e determinar se o desempenho do método atendia aos padrões preconizados para a utilização na rotina laboratorial.

#### 4.2.5.2 Conclusão do estudo

O estudo demonstrou que a utilização de gráficos de controlo, análises de imprecisão e inexatidão podem melhorar a qualidade das informações fornecidas pelos sistemas de controlo da qualidade analítica (CQA), garantindo confiabilidade e estabilidade dos resultados laboratoriais. As HROs evitaram a simplificação na análise de processos, investigando profundamente possíveis riscos e causas de não conformidades, em vez de aceitar explicações simplistas. A nova abordagem proposta visou promover uma visão de longo prazo, aprofundando a análise do processo analítico e ampliando o leque de causas investigáveis, minimizando impactos nos pacientes. Uma crítica possível, que o autor destaca, é que a aplicação desse método exige um alto nível de conhecimento em estatística e controlo de processo, que nem todos os profissionais de laboratório clínico possuem. No entanto, a especialização dos profissionais que gerenciam o sistema de CQA é crucial, pois confere um diferencial importante ao laboratório, garantindo a qualidade e segurança dos resultados.

## 4.3 Estudos adicionais

---

De forma a ilustrar a importância de se realizar estudos com foco na aplicação do Controlo Estatístico de Processos na área da Saúde, foram selecionados dois levantamentos que forneceram uma visão abrangente da aplicação dessa metodologia na área da saúde. Ao identificar e analisar pesquisas que incorporam o CEP, é possível extrair informações valiosas sobre a eficácia dessa ferramenta em contextos específicos, compreendendo suas potencialidades e desafios. Essa abordagem integradora enriquece o entendimento sobre a utilidade do CEP em diversas disciplinas, proporcionando uma base sólida para futuras pesquisas e, conseqüentemente, promovendo melhorias contínuas na aplicação dessa técnica em diferentes contextos.

### 4.3.1 Estudo “Control chart applications in healthcare: a literature review” (Suman & Prajapati, 2018)

---

Este estudo foi selecionado por consistir em uma extensa revisão da literatura sobre a aplicação do CEP e gráficos de controlo no setor de saúde. Foram analisados quarenta artigos de um total de 142 estudos potencialmente relevantes. Esses estudos foram categorizados em oito departamentos. A revisão da literatura revela que a maioria dos trabalhos sobre a aplicação de gráficos de controlo na área da saúde é conduzida nos departamentos de Cirurgia, Emergência e Epidemiologia. Estados Unidos, Reino Unido e Austrália são os principais Países onde a maior quantidade de trabalho foi realizada. Os Estados Unidos se destacam como o país onde os gráficos de controlo no setor de saúde são utilizados regularmente, destacando a lacuna na implementação desses gráficos em diferentes departamentos e Países. Os gráficos CUSUM e EWMA foram introduzidos no setor de saúde após 2008 e são utilizados regularmente.

#### 4.3.1.1 Métodos estatísticos utilizados

---

Uma extensa pesquisa foi conduzida para encontrar artigos relacionados à aplicação de gráficos de controlo no setor de saúde. Foram utilizados os bancos de dados do Pubmed, EBSCO, ResearchGate e Google Scholar para encontrar estudos que descrevessem o uso de gráficos de controlo em departamentos específicos da área de saúde. Inicialmente, 142 artigos potencialmente relevantes foram identificados. Destes, 92 artigos foram removidos após a análise dos resumos, pois a maioria deles era irrelevante, tratava-se de artigos de revisão ou tutoriais. Cinquenta artigos de pesquisa foram selecionados para um estudo mais detalhado, dos quais 40 estudos foram incluídos na revisão, e divididos de acordo com os departamentos na área da



saúde, ou seja, Emergência, Cirurgia, Epidemiologia, Radiologia, Cardiologia, Pulmonar, Administração e Farmácia, conforme detalhado a seguir.

O estudo analisou pesquisas realizadas em diferentes departamentos no setor de saúde, explorando a aplicação de gráficos de controle para melhorar processos e eficiência. A seguir estão as principais descobertas para cada departamento:

- Departamento de Emergência:
  - Desafios associados incluem tempo de espera longo, tempo de permanência prolongado e salas superlotadas.
  - Sete estudos incluídos no departamento de emergência.
  - Gráfico EWMA foi o mais utilizado, com a "Taxa de Mortalidade" sendo a variável principal.
- Departamento de Cirurgia:
  - Sobrecarregado com erros e ineficiências, como infecções no local cirúrgico e complicações pré e pós-operatórias.
  - Nove estudos incluídos no departamento de cirurgia.
  - Gráficos de execução, CUSUM e p foram os mais utilizados, com taxas de mortalidade, tempo de permanência e complicações sendo variáveis comuns.
- Departamento de Epidemiologia:
  - Lida com os efeitos de doenças e condições de saúde em uma população definida.
  - Nove estudos incluídos no departamento de epidemiologia.
  - Gráfico p foi o mais comum, usado para monitorar infecções hospitalares.
- Departamento de Radiologia:
  - Lida com o uso de raios-X e outras radiações de alta energia para diagnóstico e tratamento de doenças.
  - Cinco estudos incluídos no departamento de radiologia.
- Departamento Pulmonar:
  - Trata de causas, diagnóstico, prevenção e tratamento de doenças que afetam os pulmões.
  - Dois estudos incluídos no departamento pulmonar.
- Departamento de Cardiologia:
  - Lida com doenças e anormalidades do coração humano.
  - Dois estudos incluídos no departamento de cardiologia.
- Departamento de Administração:
  - Atua nas questões organizacionais e administrativas.

- Três estudos incluídos no departamento de administração.
- Departamento de Farmácia:
  - Envolvido na gestão e dispensação de medicamentos e produtos farmacêuticos.
  - Três estudos incluídos no departamento de farmácia.

Os estudos incluídos foram então divididos em duas categorias com base no processo de recolhimento de dados. Se os dados foram obtidos diretamente da equipa hospitalar, o estudo foi chamado de retrospectivo. Por outro lado, se uma observação cuidadosa é feita no processo para recolher os dados, o estudo é classificado como longitudinal. Dos estudos incluídos, 25 foram estudos retrospectivos e o restante foram estudos longitudinais. Os pesquisadores encontraram que o estudo longitudinal é melhor que o retrospectivo porque proporciona uma visão atual da situação do processo. Assim, para análise futuras, o número de estudos longitudinais deveria aumentar.

Na revisão da literatura, verificou-se que as variáveis mais utilizadas para a construção dos gráficos de controlo foram a taxa de mortalidade, número de complicações em um número específico de casos, taxa de infeções cirúrgicas, tempo de permanência, tempo da administração de medicamentos, entre outros. Como a área da saúde envolve muitas complicações, a seleção da variável é muito importante.

A revisão da literatura também demonstrou que o departamento de Emergência está sempre associado a tempos de espera mais longos e salas superlotadas, o que indica uma oportunidade contínua de melhoria nesse departamento. Por outro lado, os departamentos de Cirurgia e Epidemiologia estão sobrecarregados com erros e ineficiências, o que pode ser a razão para o uso regular de gráficos de controlo nesses departamentos. Os gráficos de controlo estão se expandindo lentamente para os departamentos Pulmonar, Cardiológico, Radiológico e Farmacêutico, o que sugere amplas possibilidades de implementação de gráficos de controlo nesses departamentos no futuro.

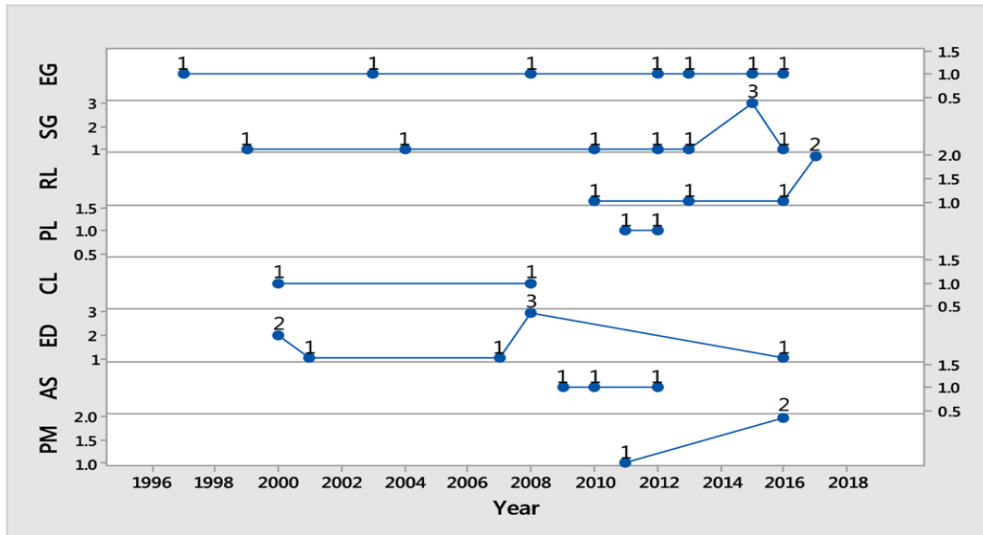


Figura 30 - Matriz de número de estudos por departamento  
 Fonte: Suman & Prajapati (2018)

Da mesma forma, foi observado no estudo que apenas os EUA apresentou o uso regular de gráficos de controlo na área da saúde. No caso do Reino Unido, Austrália e França, também houve uma distribuição melhor dos estudos ao longo dos anos, mas outros Países, como Portugal, Nigéria, Israel, Arábia Saudita, Itália, Índia e Alemanha, começaram a implementar gráficos de controlo na área da saúde somente a partir de 2009, indicando uma grande oportunidade para uso regular no futuro. O levantamento também apontou que os gráficos CUSUM e EWMA começaram a ser usados após 2008 e foram usados continuamente desde então. Gráficos multivariados foram raramente utilizados, mas há grande possibilidade de aumento da sua utilização no futuro.

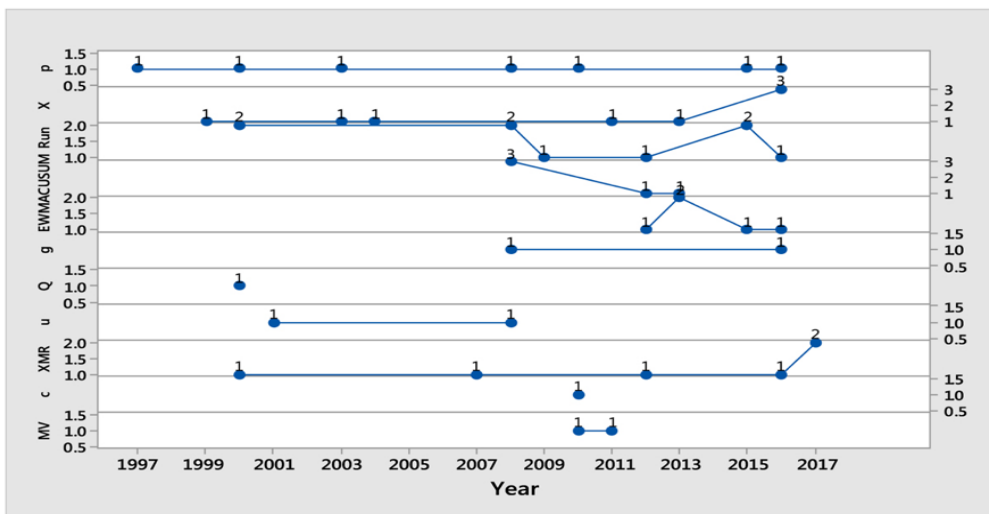


Figura 31 - Matriz de número de estudos por tipo de gráfico  
 Fonte: Suman & Prajapati (2018)

#### 4.3.1.2 Conclusão do estudo

---

O estudo destacou que nas últimas três décadas, os gráficos de controle têm despontado como ferramentas magníficas para aprimorar a qualidade na indústria de saúde. Inicialmente aplicados em laboratórios, esses gráficos foram posteriormente estendidos para o nível de pacientes em hospitais. Os resultados são impressionantes, com redução na taxa de mortalidade, tempo de administração de medicamentos, tempo de permanência, tempo de processamento, tempo de admissão, complicações, entre outros, em quase todos os departamentos hospitalares.

Existem vários benefícios na aplicação do Controle Estatístico de Processo na área da saúde, como sua simplicidade, melhoria do processo, identificação de áreas para aprimoramento, investigação do impacto das mudanças no processo, previsão do desempenho futuro do processo, entre outros. No entanto, existem algumas limitações inerentes, como a dificuldade em obter dados de referência para o desempenho do processo. É crucial observar que a implementação dos gráficos de controle não levou automaticamente à melhoria do processo. Tanto a alta administração quanto a equipa associada ao processo têm a responsabilidade de identificar as causas especiais de variação e corrigi-las. Dessa forma, o sistema de gestão precisa ser flexível para efetuar as mudanças necessárias.

Outra limitação consistiu no fato de que o controle estatístico não pode ser equiparado ao controle clínico. O gráfico sob controle estatístico indica apenas a ausência de causas especiais de variação. Mesmo que o gráfico demonstre que o processo está sob controle, não oferece garantia quanto ao risco de ocorrência de outros tipos de infecções nos pacientes. Além disso, as condições dos pacientes admitidos nos hospitais variam conforme a gravidade de suas doenças. Essa variação na gravidade das condições dos pacientes limita a adequação da combinação de dados em um único gráfico de controle.

Contudo, mesmo diante desses desafios, o estudo destacou a importância do controle estatístico na oferta de informações vitais à gestão sobre a capacidade do processo, ressaltando a necessidade de um comprometimento efetivo da alta administração para garantir o sucesso dessas iniciativas de qualidade na área da saúde.

#### 4.3.2 Estudo "*Application of statistical process control in healthcare improvement: systematic review*" (Thor et al., 2007)

---

Este estudo também foi considerado por se tratar de uma revisão sistemática que explorou a aplicação do Controle Estatístico de Processo na melhoria da saúde, que

buscou reunir evidências de vários estudos anteriores para identificar padrões, tendências e resultados relacionados ao uso do CEP na melhoria dos processos de saúde.

O estudo discutiu a importância do CEP como uma abordagem chave para a melhoria da qualidade e a gestão da mudança organizacional na área da saúde, mas apesar de teorias afirmarem que o CEP pode facilitar a tomada de decisões e a melhoria da qualidade na área da saúde, não era claro qual era o apoio empírico na literatura. Portanto, essa revisão sistemática teve como objetivo investigar como o controle estatístico foi aplicado na melhoria dos processos de cuidados clínicos/pacientes, bem como os benefícios, limitações, barreiras e fatores facilitadores relacionados a essa aplicação. As pesquisas nos bancos de dados identificaram 311 referências, sendo que a revisão inicial (resumos etc.) produziu 100 artigos que foram lidos na forma de texto completo e desses, 57 artigos atenderam aos critérios de inclusão e foram incluídos na revisão. Na figura a seguir temos a distribuição dos artigos ao longo dos anos, onde as barras pretas representam os estudos realizados nos Estados Unidos e as barras cinzentas os estudos realizados em outros países.

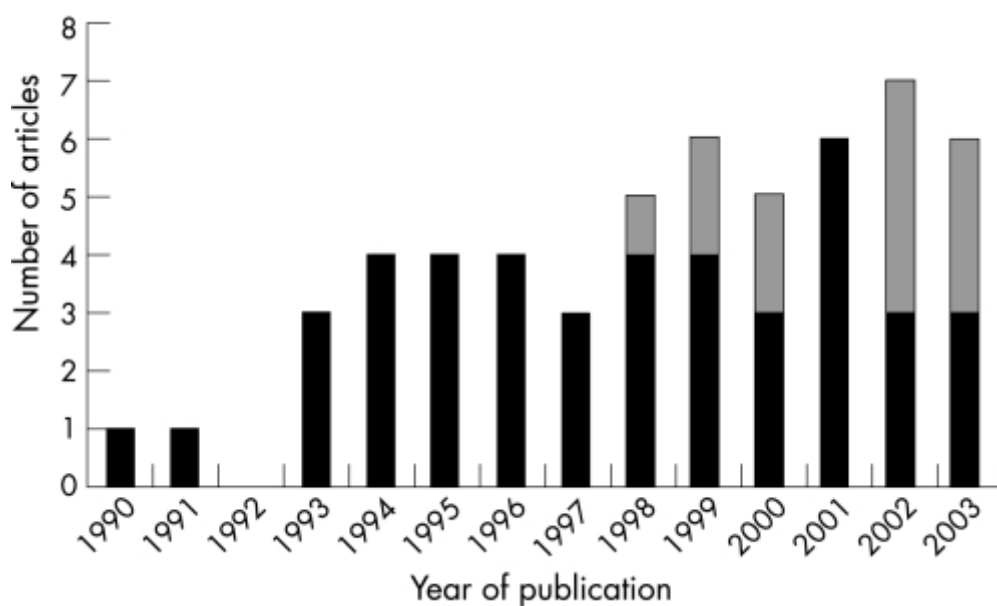


Figura 32 - Número de artigos incluídos por ano de publicação  
Fonte: Thor et al. (2007)

#### 4.3.2.1 Métodos estatísticos utilizados

O estudo realizou buscas por artigos que utilizaram o CEP em diversas bases de dados, abrangendo o período de 1966 a junho de 2004. Foram incluídos artigos que atendiam aos critérios de inclusão, como:

- Estudos empíricos originais que relatavam a aplicação do CEP na melhoria de processos de cuidados clínicos/pacientes em organizações de saúde, publicados em inglês.
- Artigos que abordavam a aplicação do CEP em processos laboratoriais ou técnicos e em vigilância/monitoramento foram excluídos, a menos que também apresentassem dados empíricos sobre esforços de melhoria.
- Foram excluídos tutoriais, cartas, resenhas de livros e dissertações.

Os resumos dos artigos foram revisados e os artigos que atendiam aos critérios de inclusão foram selecionados para leitura completa. Foi desenvolvido um formulário de abstração de dados para registrar informações relevantes relacionadas às questões da revisão, tais como:

- Atendimento aos critérios de inclusão.
- Objetivos e desenho do estudo.
- Comparação empírica do CEP com outros métodos de análise de processos.
- Benefícios, limitações, barreiras e fatores facilitadores relacionados ao CEP.
- Ambiente organizacional.
- País onde o estudo foi conduzido.
- Especialidade clínica.
- Unidade de análise.
- Variáveis para análise do CEP, entre outras observações.

Foram utilizadas estatísticas descritivas simples para caracterizar os estudos incluídos, como o número de publicações por ano ou por País. A análise e síntese dos resultados foram realizadas de forma qualitativa, considerando as perguntas de pesquisa e os dados abstraídos, em seguida, os dados foram categorizados em temas relevantes, que foram desenvolvidos durante a revisão dos dados. Para finalizar e fortalecer a revisão, foram solicitados comentários de dois especialistas em controle estatístico, um deles sendo coautor frequente nos estudos incluídos, que contribuíram para aprimorar a síntese dos dados e os resultados obtidos.

#### *4.3.2.2 Conclusão do estudo*

---

O estudo encontrou relatos de benefícios significativos da aplicação do controle estatístico em diferentes configurações e especialidades de saúde, em diversos níveis

de organizações e diretamente pelos pacientes. O CEP pode ser utilizado com diferentes tipos de variáveis, desde indicadores de processo até indicadores de saúde dos pacientes, como concentrações de açúcar no sangue em diabetes. Ele demonstrou ser uma ferramenta poderosa e versátil para gerenciar mudanças e melhorias na área da saúde, além de auxiliar os profissionais de saúde e gestores na melhoria dos processos, o CEP também pode ajudar os pacientes a entender e melhorar sua própria saúde. Vários estudos destacaram os efeitos positivos da aplicação do CEP pelos pacientes, permitindo que eles gerenciem sua própria saúde. Infelizmente a maioria dos artigos incluídos no estudo se concentrou na aplicação do CEP nos Estados Unidos, pois tiveram poucos estudos em outros Países, o que pode ser atribuído a diferenças nos sistemas de saúde e implementação de melhorias nos diferentes Países.

Embora a maioria dos estudos não tenha testado especificamente a utilidade do CEP, todos eles ofereceram informações relevantes sobre como o CEP foi aplicado na área da saúde, relatando os benefícios alcançados, estando estes, consistentes com o que é descrito em livros e artigos sobre controlo estatístico. No entanto, também foram identificadas limitações e barreiras importantes, incluindo a possibilidade de aplicação incorreta do CEP, que pode levar a conclusões equivocadas e até mesmo prejudicar os pacientes. Portanto, é necessário desenvolver ou recrutar a expertise necessária para utilizar o CEP corretamente.

O resultado deste estudo, deixou claro a necessidade dos envolvidos estarem adequadamente capacitados para realizar as análises estatísticas necessárias. Mas quais são as características gerais dos profissionais que atuam na gestão de processos e que conseqüentemente são os responsáveis pelas análises estatísticas? Para ter uma visão geral sobre este aspecto, foi realizado um breve inquérito com alguns profissionais brasileiros, que é apresentado no próximo capítulo.

## 5 Inquérito sobre conhecimentos estatísticos

---

Este capítulo contempla a formulação e análise do inquérito, previamente realizado, com o objetivo de aquilatar a visão dos profissionais que atuam com gestão de processos acerca da importância destes e do próprio uso de métodos de controle estatístico para análise e melhoria dos processos. O inquérito foi elaborado e disponibilizado pela autora através da ferramenta SurveyMonkey, no período de junho a julho de 2019. O público-alvo foi definido de acordo com a lista de profissionais envolvidos com a gestão de processos no Brasil, que possuíam a certificação CBPP® no momento da disponibilização do inquérito. Desta forma, as perguntas foram enviadas para 890 participantes, dos quais 175 retornaram o questionário, que tiveram as respostas consolidadas e analisadas com auxílio do software SPSS e do Excel, como detalhado a seguir.

### 5.1 Visão conceitual e elaboração das perguntas

---

Inquéritos ou questionários de pesquisa são instrumentos utilizados para recolher informações e dados de um grupo de indivíduos, com o intuito de obter informações, opiniões e percepções sobre um tema ou tópico específico de interesse. Eles são aplicados em diversos campos, tais como pesquisa de mercado, estudos acadêmicos, avaliação de satisfação do cliente, entre outros. A elaboração de um questionário eficaz requer um planejamento cuidadoso, a fim de garantir que as perguntas sejam claras, relevantes e capazes de capturar as informações desejadas.

A construção de um questionário, segundo Aaker et al. (2001), é considerada uma arte imperfeita, pois não existem procedimentos exatos que garantam que seus objetivos de medição sejam alcançados com uma qualidade considerada aceitável. Para minimizar este problema, existe uma sequência de etapas importantes a serem consideradas ao elaborar um inquérito, como segue:

- **Definição dos objetivos da pesquisa** - antes de iniciar a elaboração do questionário, é essencial estabelecer de maneira clara o propósito da pesquisa e os objetivos que se pretende alcançar. Isso auxiliará na orientação das perguntas e garantirá que estejam alinhadas com as informações desejadas.
- **Determinação do público-alvo** - é importante identificar o grupo de pessoas que será objeto da pesquisa. Isso permitirá adaptar o questionário às



características e peculiaridades desse público, assegurando que as perguntas sejam compreensíveis e relevantes para o mesmo.

- **Seleção do tipo de pergunta** - existem diferentes tipos de perguntas que podem ser utilizadas em um questionário, tais como perguntas de escolha múltipla, perguntas abertas e perguntas de escala de classificação, entre outras. É necessário selecionar o tipo adequado, levando em consideração a informação desejada e o contexto da pesquisa.
- **Elaboração de perguntas claras e diretas** - as perguntas devem ser formuladas de maneira clara e direta, evitando ambiguidades ou possíveis interpretações divergentes. É recomendado utilizar uma linguagem simples, evitando o uso de jargões técnicos, a menos que se destine a um público específico com o domínio desses termos. É fundamental formular perguntas que não induzam ou influenciem as respostas dos participantes. Recomenda-se evitar o uso de termos emocionalmente carregados ou a inclusão de pressupostos nas perguntas.
- **Organização lógica das perguntas** - a sequência das perguntas deve seguir uma ordem lógica e coerente. É aconselhável iniciar com perguntas mais simples e introdutórias, avançando gradualmente para perguntas mais detalhadas e complexas à medida que o questionário progride.
- **Realização de testes no questionário** - antes de distribuir o questionário final, é recomendado realizar um teste piloto com um pequeno grupo de indivíduos. Esse procedimento auxiliará na identificação de eventuais problemas, ambiguidades ou questões confusas, possibilitando ajustes necessários antes da implementação completa.
- **Garantia de confidencialidade e anonimato** - caso a pesquisa exija que as respostas sejam confidenciais ou anônimas, é imprescindível deixar isso claro para os participantes, bem como explicar como as informações serão utilizadas e protegidas.
- **Estabelecimento de introdução e instruções** - é necessário incluir uma breve introdução ao questionário, explicando o propósito da pesquisa e a importância da participação dos entrevistados. Além disso, é essencial fornecer instruções claras sobre como preencher o questionário e estabelecer um prazo para a resposta.

Na tabela a seguir são apresentadas as informações do inquérito aplicado, de acordo com cada uma das etapas descritas anteriormente. O documento em sua íntegra pode ser visualizado no anexo “Anexo I - Inquérito sobre uso de métodos estatísticos”.

Definição dos objetivos da pesquisa	O objetivo da pesquisa foi obter a visão dos profissionais que atuam com gestão de processos acerca da importância destes e do próprio uso de métodos de controle estatístico para análise e melhoria dos processos.
Determinação do público-alvo	Foram selecionados os profissionais que, no momento da aplicação do inquérito, faziam parte da lista de profissionais com a certificação CBPP® ( <i>Certified Business Process Professional</i> ) no Brasil.
Seleção do tipo de pergunta	Foram elaboradas 10 perguntas, dando preferência a perguntas de múltipla escolha ou escala de respostas. De maneira a facilitar e agilizar a aplicação do questionário.
Elaboração de perguntas claras e diretas	As perguntas foram elaboradas sucintamente e revisadas para não gerar dúvidas ou ambiguidades.
Organização lógica das perguntas	As perguntas foram organizadas de forma a facilitar o raciocínio e simplificar as respostas.
Realização de testes no questionário	O questionário foi primeiramente testado e revisado, de forma independente, por três profissionais que atuam na área de gestão de processos.
Garantia de confidencialidade e anonimato	O questionário foi aplicado através de software online que garantia a confiabilidade e anonimato das respostas.
Estabelecimento de introdução e instruções	Foi estabelecida uma introdução explicando a função acadêmica do questionário, apresentando brevemente a autora e explicando a forma de responder as questões.

Tabela 8 - Etapas do inquérito aplicado  
Fonte: Adaptado de Aaker et al. (2001)

## 5.2 Perguntas e opções de respostas

Como mencionado anteriormente, o inquérito foi composto por 10 perguntas. Sendo que a primeira pergunta tinha a opção de múltipla escolha e foi elaborada para obter uma visão sobre o tempo de experiência dos respondentes do inquérito quanto à gestão de processos, pois trata-se de uma informação relevante para avaliar a maturidade dos envolvidos nos temas abordados.

- 1. Você atua na área de Gestão de Processos? Em caso positivo, qual o seu tempo de experiência?
  - Não atuo na área.
  - Atuo - menos de 5 anos.
  - Atuo - entre 5 e 10 anos.
  - Atuo - mais de 10 anos.

A segunda pergunta também era de múltipla escolha e foi elaborada para obter uma visão sobre o tempo de experiência dos respondentes na área estatística, pois buscava-se observar se os envolvidos na gestão de processos possuem conhecimento estatístico.

- 2. Você possui conhecimentos na área de Estatística? Em caso positivo, qual o seu tempo de experiência?
  - Não possuo conhecimento.
  - Posso conhecimentos - menos de 5 anos.
  - Posso conhecimentos - entre 5 e 10 anos.
  - Posso conhecimentos - mais de 10 anos.

A terceira pergunta era de seleção e permitia a escolha de mais de uma resposta. Ela foi elaborada com o objetivo de compreender se os profissionais buscavam obter conhecimentos estatísticos para aprimorar os seus conhecimentos e de que forma.

- 3. Caso possua, como você obteve os seus conhecimentos estatísticos?
  - Não possuo conhecimento.
  - Através de cursos de curta duração.
  - Através de cursos de graduação.
  - Através de cursos de pós-graduação / mestrado / doutorado.
  - Através de experiência profissional.
  - Através de estudos individuais.

A quarta pergunta era de múltipla escolha e tratava de modo mais específico o nível de conhecimento sobre os métodos de qualidade, citando exemplos para facilitar a compreensão da pergunta.

- 4. Você possui conhecimento sobre os métodos de Gestão da Qualidade aplicados para análise de processos? Tais como Diagrama de Ishikawa, Gráfico de Controle, Diagrama de Pareto, Fluxograma, Diagrama de Dispersão, etc.
  - Não possuo conhecimento.
  - Conheço, mas não sei utilizar adequadamente.
  - Conheço, mas utilizo pouco.
  - Conheço e utilizo sempre.

A quinta pergunta era uma matriz de avaliação e buscava identificar o nível de conforto dos respondentes na aplicação de alguns métodos estatísticos. Ela também possuía um campo livre opcional, caso o respondente desejasse acrescentar algum método não citado.

- 5. Caso utilize, quais são os métodos de Gestão da Qualidade que você aplica na análise de processos e qual o nível de eficiência ao adotar esses métodos?

	Não utilizo	Baixo	Bom	Alto	Excelente
Diagrama de Ishikawa (espinha de peixe).					
Gráfico de Controle.					
Diagrama de Pareto.					
Fluxograma.					
Diagrama de Dispersão.					

*Caso utilize outro, por favor especifique o método e o nível de eficiência:*

A sexta pergunta era também uma caixa de seleção que permitia a escolha de mais de uma opção. Ela tinha como objetivo compreender se os respondentes tinham interesse em obter novos conhecimentos ou já estavam satisfeitos com os conhecimentos estatísticos que possuíam. Ela também possuía um campo livre opcional, caso o respondente desejasse acrescentar alguma informação.

- 6. Dos métodos listados abaixo, você teria interesse em aprender, ou aprimorar, o seu conhecimento quanto ao uso dos mesmos na Gestão de Processos?
  - Não tenho interesse.
  - Diagrama de Ishikawa (espinha de peixe).
  - Gráfico de Controle.
  - Diagrama de Pareto.
  - Fluxograma.
  - Diagrama de Dispersão.

*Caso tenha interesse em outro, por favor especifique:*

A sétima pergunta era uma avaliação por escala, compostas de estrelas, onde uma estrela simbolizava que a empresa não possuía maturidade em gestão de processos, segundo a visão do respondente, duas estrelas sinalizavam baixa maturidade, três representavam um bom nível de maturidade, quatro um alto nível e cinco um excelente nível de maturidade na organização.

- 7. Como você classificaria o nível de maturidade em Gestão de Processos em sua empresa?

Nulo      Baixo      Bom      Alto      Excelente

A oitava pergunta era sobre indicadores de desempenho e buscava obter informações sobre o uso dos mesmos nas empresas, se eles tinham apenas foco em metas, ou verdadeiramente focados no desempenho e melhoria dos processos. Esta foi também uma pergunta de múltipla escolha.

- 8. A sua empresa faz uso de indicadores de desempenho?
  - Não faz uso de indicadores.
  - Sim, mas somente indicadores atrelados às metas.
  - Sim, temos indicadores atrelados aos processos de negócio, mas o seu resultado não é considerado como insumo para redesenho do processo.
  - Sim, temos indicadores atrelados aos processos de negócio e os seus resultados são utilizados como insumo para redesenho do processo.

A nona pergunta tinha como objetivo obter uma visão dos respondentes sobre o uso dos métodos de controlo estatístico e avaliar se os mesmos eram considerados demasiadamente complexos, se eles julgavam importante ter domínio sobre estes métodos e ainda se eles eram verdadeiramente relevantes. Para isto foram propostas três afirmações, onde o respondente selecionava a sua opinião em uma matriz de avaliação.

- 9. Qual a sua opinião diante das frases abaixo:

	Discordo totalmente	Discordo	Não possuo opinião formada	Concordo	Concordo totalmente
“Os métodos estatísticos de análise são muito complexos, por isso não são utilizados frequentemente para avaliação de processos”.					
“O profissional da área de Gestão de Processos deve possuir domínio de métodos estatísticos para analisar adequadamente um processo”.					
“A Gestão de Processos seria mais adotada nas empresas, se os resultados obtidos com as melhorias dos processos fossem apresentados de forma mais concreta”.					

A última pergunta era sobre sistemas automatizados para análise estatística e buscava compreender se os respondentes consideravam que o uso de sistemas facilita a aplicação de métodos estatísticos e se eles fariam uso, caso fosse algo simples. Ela também possuía um campo livre opcional, caso o respondente desejasse acrescentar alguma informação.

- 10. Você considera que o uso de sistemas automatizados facilita o uso de métodos estatísticos para análise de processos?

- Não facilita.
- Facilita, mas prefiro fazer manualmente.
- Facilita e eu faria uso, apenas se o sistema fosse simples.
- Facilita e eu faria uso, independente da complexidade.
- Facilita e já utilizo um sistema para análise de processos. Neste caso, por favor especifique:

### 5.3 Análise descritivas das respostas do inquérito

---

Considerando que o nível de respostas adequado após a liberação de uma pesquisa pode variar dependendo de vários fatores, como o tamanho da população-alvo, o método de recolha de dados e a taxa de resposta esperada, não é possível determinar um número absoluto para o nível de respostas considerado adequado em todas as situações. No entanto, algumas diretrizes gerais mencionam que a taxa de resposta é calculada dividindo o número de respostas obtidas pelo número total de questionários distribuídos. Embora não haja uma taxa de resposta universalmente aceita como adequada, taxas superiores a 50% geralmente são consideradas boas. No entanto, para pesquisas online, onde a participação voluntária é normalmente aplicada, as taxas de resposta tendem a ser mais baixas, como ocorreu em nossa aplicação.

Como informado anteriormente, foram obtidas respostas de 175 participantes no inquérito disponibilizado à 890 profissionais. O que nos dá uma taxa de aproximadamente 20%, considerando  $175/890 = 0,1966$ . Ainda que seja uma taxa baixa, como se tratou de uma pesquisa online, com propósito exclusivamente acadêmico e para fornecer uma visão geral da gestão por processos no Brasil, ela será considerada adequada para fins de análise neste trabalho, pois devemos considerar que em algumas pesquisas online, especialmente aquelas direcionadas a grupos específicos ou com requisitos de elegibilidade restritos, taxas de resposta mais baixas são aceitáveis. Desta forma, são apresentadas a seguir algumas análises realizadas.

#### 5.3.1 *Tempo de atuação na área de gestão de processos*

---

O resultado do inquérito aplicado demonstrou que cerca de 42% dos respondentes atuavam na área de gestão de processos há mais de 10 anos, enquanto cerca de 46% possuíam um tempo de atuação entre 5 e 10 anos. Para os que atuavam na área a menos de 5 anos, o percentual foi de cerca de 7%. O percentual de respondentes que disseram não atuar na área de processos foi bastante relevante, apesar de ser um índice baixo, de cerca de 5%, como o inquérito foi disponibilizado apenas para participantes

que possuíam a certificação CBPP®, chama a atenção que estes profissionais atuem em outras áreas. Talvez este resultado esteja relacionado ao fato de os profissionais não estarem, no momento da aplicação do questionário, atuando na área de processos, mas tenham em algum momento tido o interesse de obter a referida certificação. De toda forma, este ponto não foi aprofundado em nossa pesquisa, por não ser considerado relevante para o estudo.

**Você atua na área de Gestão de Processos? Em caso positivo, qual o seu tempo de experiência?**

		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido	Não atuo na área.	9	5.1	5.1	5.1
	Atuo - menos de 5 anos.	13	7.4	7.4	12.6
	Atuo - entre 5 e 10 anos.	80	45.7	45.7	58.3
	Atuo - mais de 10 anos.	73	41.7	41.7	100.0
	Total	175	100.0	100.0	

Tabela 9 - Atuação na área de processos  
Fonte: A autora – com uso do software SPSS

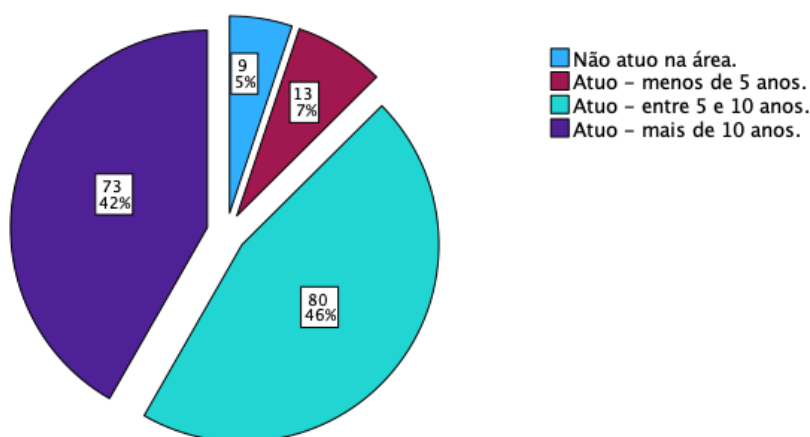


Figura 33 - Gráfico de atuação na área de processos  
Fonte: A autora – com uso do software SPSS

### 5.3.2 Conhecimentos na área estatística

Na segunda pergunta foi verificado se os respondentes possuíam conhecimento estatístico e, em caso positivo, qual o tempo de experiência. Destaca-se nesta pergunta o alto índice de respondentes que informaram não possuir conhecimento estatístico, cerca de 25%, enquanto 48% disseram ter menos de 5 anos de experiência estatística, 12% informaram ter entre 5 e 10 anos e cerca de 15% alegaram possuir mais de 10 anos de experiência com os métodos estatísticos. Levando em consideração que mais de 86% dos respondentes disseram atuar na área de processos há mais de 5 anos e apenas cerca de 22% disseram atuar com métodos estatísticos há mais de 5 anos,

podemos considerar que que muitos profissionais da área de processos realizam as análises de maneira subjetiva, sem fundamentação estatística.

**Você possui conhecimentos na área de Estatística? Em caso positivo, qual o seu tempo de experiência?**

		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido	Não possuo conhecimento.	43	24.6	24.6	24.6
	Possuo conhecimentos - menos de 5 anos.	84	48.0	48.0	72.6
	Possuo conhecimentos - entre 5 e 10 anos.	21	12.0	12.0	84.6
	Possuo conhecimentos - mais de 10 anos.	27	15.4	15.4	100.0
	Total	175	100.0	100.0	

Tabela 10 - Conhecimentos estatísticos  
Fonte: A autora – com uso do software SPSS

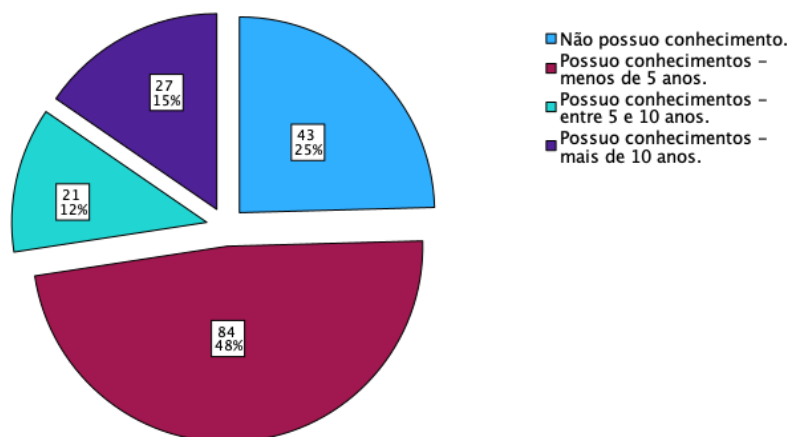


Figura 34 - Gráfico de conhecimentos estatísticos  
Fonte: A autora – com uso do software SPSS

### 5.3.3 Forma de aquisição dos conhecimentos na área estatística

A terceira pergunta estava vinculada a anterior e buscava compreender de que formas os profissionais obtiveram seus conhecimentos estatísticos. Como o software utilizado não permitia ocultar a pergunta, caso tivesse sido selecionada a opção “Não possuo conhecimento”, havia novamente esta opção a ser selecionada e neste caso, tivemos 39 respondentes marcando esta opção, ao invés de 43, como ocorreu na pergunta anterior. Este fato pode ter ocorrido em virtude das opções de respostas desta pergunta, que mencionava, entre outros, o conhecimento obtido na graduação, o que provavelmente, fez algumas pessoas selecionarem esta opção ao invés de simplesmente “Não possuo conhecimento”.



Como era possível selecionar mais de uma opção, a análise por percentuais não se torna interessante, sendo então realizada uma análise do número de respostas selecionadas, onde tivemos 43 participantes selecionando a opção de cursos de curta duração para obtenção dos conhecimentos estatísticos, 69 indicando os cursos de graduação, 36 os cursos de pós-graduação, mestrado ou doutorado, 55 afirmaram obter o conhecimento através da própria prática profissional, enquanto 33 selecionaram a opção de estudos individuais. O que demonstra que a maioria dos respondentes obteve seus conhecimentos através do currículo básico da graduação, não demonstrando interesse em se aprofundar nos métodos estatísticos através de cursos específicos.

Conhec <sup>a</sup>		Respostas	
		N	Porcentagem
	Não possuo conhecimento estatístico	39	14.2%
	Obtive meus conhecimentos estatísticos através de: cursos de curta duração.	43	15.6%
	Obtive meus conhecimentos estatísticos através de: cursos de graduação.	69	25.1%
	Obtive meus conhecimentos estatísticos através de: cursos de pós-graduação / mestrado / doutorado.	36	13.1%
	Obtive meus conhecimentos estatísticos através de: experiência profissional.	55	20.0%
	Obtive meus conhecimentos estatísticos através de: estudos individuais.	33	12.0%
Total		275	100.0%

Tabela 11 - Obtenção dos conhecimentos estatísticos  
Fonte: A autora – com uso do software SPSS

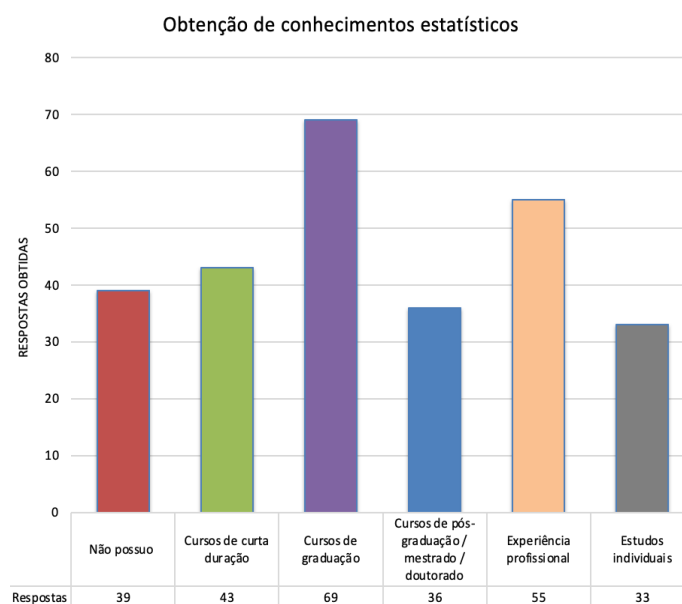


Figura 35 - Gráfico sobre obtenção dos conhecimentos  
Fonte: A autora – com uso do software Excel

### 5.3.4 Conhecimento dos métodos de gestão da qualidade

A quarta pergunta tratava dos métodos de gestão da qualidade e a frequência de sua utilização para a execução das atividades de análise de processos. Neste caso, menos de 2% afirmaram não conhecer métodos como Diagrama de Ishikawa, Gráfico de Controle, Diagrama de Pareto, Fluxograma ou Diagrama de Dispersão. Enquanto cerca de 7% afirmaram conhecer, mas não saber utilizar corretamente. Cerca de 43% selecionaram a opção conheço, mas utilizo pouco e, por fim, cerca de 49% alegaram conhecer os métodos de qualidade e utilizar com frequência. O que nos demonstra que estes métodos de análise são usualmente utilizados pelos profissionais brasileiros, em detrimento a métodos estatísticos mais complexos.

**Você possui conhecimento sobre os métodos de Gestão da Qualidade aplicados para análise de processos? Tais como Diagrama de Ishikawa, Gráfico de Controle, Diagrama de Pareto, Fluxograma, Diagrama de Dispersão, etc.**

		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido	Não possuo conhecimento.	3	1.7	1.7	1.7
	Conheço, mas não sei utilizar adequadamente.	13	7.4	7.4	9.1
	Conheço, mas utilizo pouco.	74	42.3	42.3	51.4
	Conheço e utilizo sempre.	85	48.6	48.6	100.0
	Total	175	100.0	100.0	

Tabela 12 - Conhecimento de métodos de gestão da qualidade  
Fonte: A autora – com uso do software SPSS

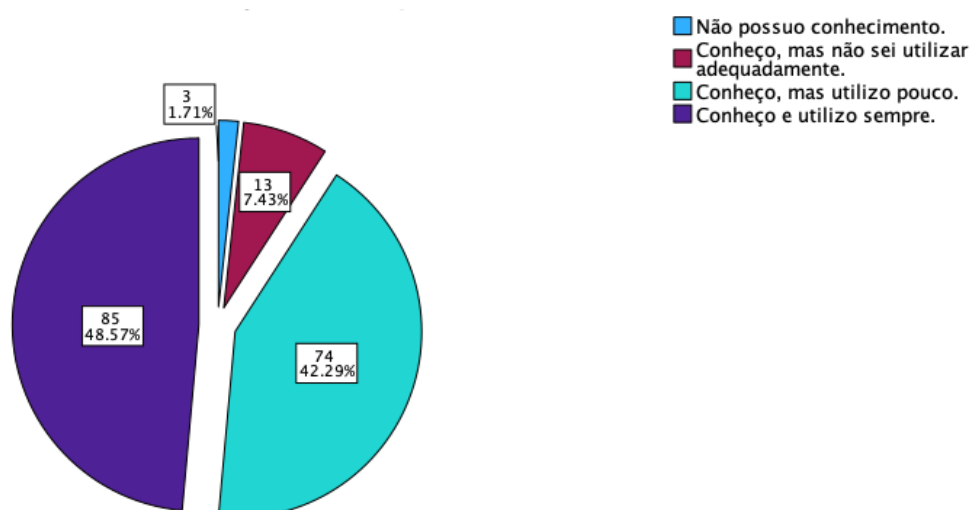


Figura 36 - Gráfico de conhecimento de métodos de gestão da qualidade  
Fonte: A autora – com uso do software SPSS

### 5.3.5 Nível de eficiência nos métodos de qualidade

A pergunta 5 visava avaliar o nível de eficiência na aplicação dos métodos de qualidade citados anteriormente, neste caso, podemos observar que o Fluxograma é o método que os participantes mais selecionaram como sendo excelente em sua aplicação, com 77 respondentes selecionando esta opção, seguido pelo Diagrama de Pareto com 44, o Diagrama de Ishikawa com 30, o Gráfico de Controle com 18 e, por último, o Diagrama de Dispersão, que apenas 14 respondentes se consideram excelentes em sua aplicação. O diagrama de Dispersão também foi o método que mais participantes mais afirmaram não utilizar, sendo selecionada esta opção por 61 respondentes, enquanto 57 disseram não utilizar o Gráfico de Controle, 23 o Diagrama de Pareto, 24 o Diagrama de Ishikawa e apenas 9 o Fluxograma. Esta pergunta também

possuía um campo livre, onde o participante podia incluir outros métodos utilizados, sendo citados: WBS, FMEA, 5W2H, PDCA, MASP, Diagrama de esforço e impacto, Folha de estudo de processos, Mapa de fluxo de valor, Matriz de Habilidades, Gestão à vista, *Design Thinking*, BPMN, SIPOC, Matriz GUT, Análise de Gargalo, Análise de Risco, 5-Why, Cadeia de Valor, *Box-plot*, Mapa mental, Análise de layout, Balanceamento de operações *takt-time*, FMEA, gráficos variados e *Brainstorming*. Nesta pergunta também ficou evidenciado que os profissionais estão mais capacitados no desenho do processo através do fluxograma, do que nos demais métodos de análise. Os números obtidos nas demais respostas podem ser observados a seguir.

**Você aplica o seguinte método na análise de processos? Caso sim, diga qual o nível de eficiência: Diagrama de Ishikawa (espinha de peixe)**

		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido	Não utilizo	24	13.7	13.7	13.7
	Baixo	26	14.9	14.9	28.6
	Bom	56	32.0	32.0	60.6
	Alto	39	22.3	22.3	82.9
	Excelente	30	17.1	17.1	100.0
	Total	175	100.0	100.0	

**Você aplica o seguinte método na análise de processos? Caso sim, diga qual o nível de eficiência: Gráfico de Controle**

		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido	Não utilizo	57	32.6	32.6	32.6
	Baixo	24	13.7	13.7	46.3
	Bom	44	25.1	25.1	71.4
	Alto	32	18.3	18.3	89.7
	Excelente	18	10.3	10.3	100.0
	Total	175	100.0	100.0	

**Você aplica o seguinte método na análise de processos? Caso sim, diga qual o nível de eficiência: Diagrama de Pareto**

		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido	Não utilizo	23	13.1	13.1	13.1
	Baixo	21	12.0	12.0	25.1
	Bom	45	25.7	25.7	50.9
	Alto	42	24.0	24.0	74.9
	Excelente	44	25.1	25.1	100.0
	Total	175	100.0	100.0	

**Você aplica o seguinte método na análise de processos? Caso sim, diga qual o nível de eficiência: Fluxograma**

		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido	Não utilizo	9	5.1	5.1	5.1
	Baixo	11	6.3	6.3	11.4
	Bom	15	8.6	8.6	20.0
	Alto	63	36.0	36.0	56.0
	Excelente	77	44.0	44.0	100.0
	Total	175	100.0	100.0	

**Você aplica o seguinte método na análise de processos? Caso sim, diga qual o nível de eficiência: Diagrama de Dispersão**

		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido	Não utilizo	61	34.9	34.9	34.9
	Baixo	28	16.0	16.0	50.9
	Bom	43	24.6	24.6	75.4
	Alto	29	16.6	16.6	92.0
	Excelente	14	8.0	8.0	100.0
	Total	175	100.0	100.0	

Tabela 13 - Eficiência nos métodos de qualidade  
Fonte: A autora – com uso do software SPSS

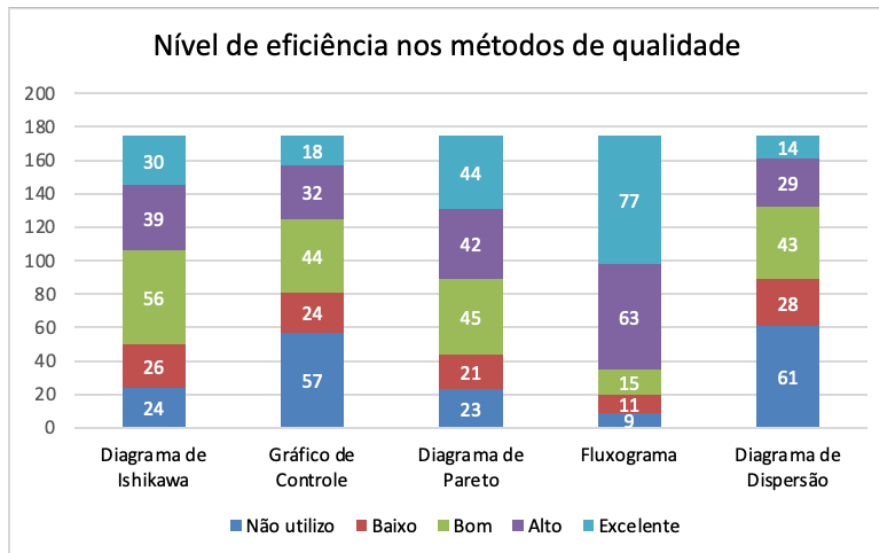


Figura 37 - Gráfico de nível de excelência nos métodos de qualidade  
 Fonte: A autora – com uso do software Excel

### 5.3.6 Aprimoramento de conhecimentos na aplicação dos métodos de qualidade

Na pergunta número 6 foi verificado se os respondentes tinham interesse em aprimorar os seus conhecimentos na aplicação dos métodos de qualidade citados, neste item, destaca-se que 51 participantes afirmaram não ter interesse em se aprimorar, enquanto 36 respondentes afirmaram ter interesse em se aprofundar no tema Diagrama de Ishikawa, 81 em Gráfico de Controle, 40 em Diagrama de Pareto, 15 em Fluxograma e 85 em Diagrama de Dispersão. Como o fluxograma foi considerado o método que os participantes tinham mais excelência, é natural que poucos queiram se aprimorar no tema, mas a falta de interesse em aprimoramento por parte de 51 participantes é bastante inquietante, sendo visto que mais de 70% dos participantes informaram ter menos de 5 anos de experiência em área estatística e na pergunta anterior, tivemos um número alto de participantes que afirmaram não utilizar os métodos citados. Esta pergunta também possuía um campo livre, onde o participante podia incluir outros métodos de interesse, onde foram citados: Cronoanálise, Análise baseada em atividade, Desenho utilizando a notação BPMN, DMN - *Decision Model Notation*, Análise multivariada aplicada à melhoria de processos, Carta de controle e DT - *Design Thinking*.

		Respostas	
		N	Porcentagem
Inter.Aprim <sup>a</sup>	Nao tenho interesse em aprimorar o conhecimento estatístico	51	16.6%
	Diga se você teria interesse em aprender, ou aprimorar, o seu conhecimento quanto ao uso do seguinte método: Diagrama de Ishikawa (espinha de peixe).	36	11.7%
	Diga se você teria interesse em aprender, ou aprimorar, o seu conhecimento quanto ao uso do seguinte método: Gráfico de Controle.	81	26.3%
	Diga se você teria interesse em aprender, ou aprimorar, o seu conhecimento quanto ao uso do seguinte método: Diagrama de Pareto.	40	13.0%
	Diga se você teria interesse em aprender, ou aprimorar, o seu conhecimento quanto ao uso do seguinte método: Fluxograma.	15	4.9%
	Diga se você teria interesse em aprender, ou aprimorar, o seu conhecimento quanto ao uso do seguinte método: Diagrama de Dispersão.	85	27.6%
Total		308	100.0%

Tabela 14 - Interesse em aprimoramento  
Fonte: A autora – com uso do software SPSS

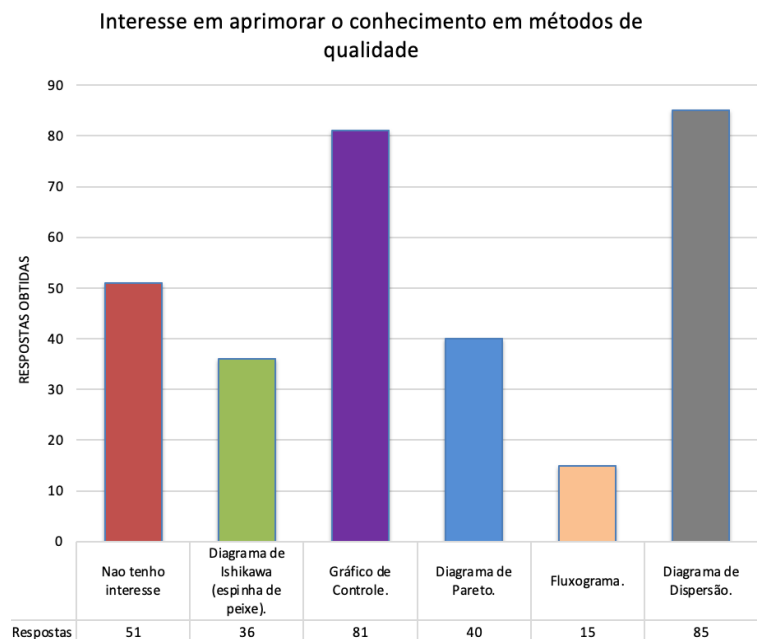


Figura 38 - Gráfico de interesse em aprimoramento  
Fonte: A autora – com uso do software Excel

### 5.3.7 Nível de maturidade na gestão de processos

Na pergunta número 7 foi avaliado como o respondente classificaria o nível de maturidade em gestão de processos na empresa que ele atua, com o objetivo de avaliar o tipo de empresa que estamos abordando na prática. A maioria dos participantes afirmaram que a empresa possuía um baixo nível de maturidade, sendo um índice de cerca de 41%, seguido por cerca de 33% que consideravam o nível bom, cerca de 17% que afirmaram que a empresa tinha um alto nível de maturidade, enquanto cerca de 5% afirmaram ser excelente o nível, restando apenas 4% que selecionaram a opção nulo, informando que a empresa não possuía maturidade em gestão de processos. Os resultados apontam que cerca de metade das empresas possuíam nível baixo e nulo (44%), o que é um índice muito alto sendo visto que os participantes pertenciam a um grupo restrito de profissionais certificados em gestão de processos.

**Como você classificaria o nível de maturidade em Gestão de Processos em sua empresa?**

		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido	Nulo	7	4.0	4.0	4.0
	Baixo	72	41.1	41.1	45.1
	Bom	57	32.6	32.6	77.7
	Alto	30	17.1	17.1	94.9
	Excelente	9	5.1	5.1	100.0
	Total	175	100.0	100.0	

Tabela 15 - Maturidade em gestão de processos  
Fonte: A autora – com uso do software SPSS

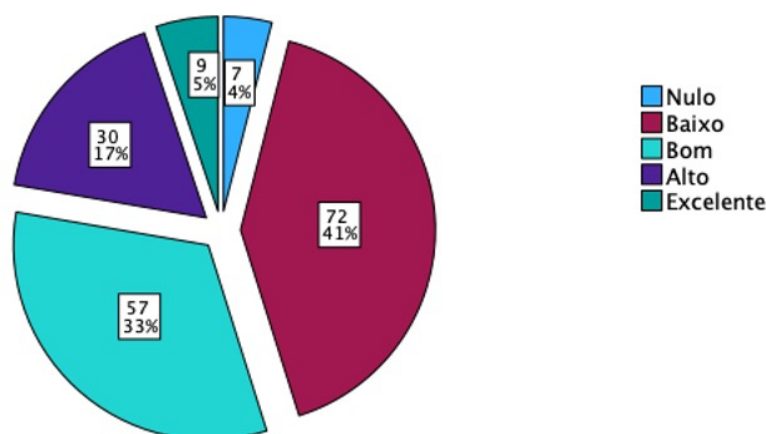


Figura 39 - Gráfico de nível de maturidade em gestão de processos  
Fonte: A autora – com uso do software SPSS

### 5.3.8 Uso de indicadores de desempenho

Esta foi mais uma pergunta para avaliar indiretamente o nível de maturidade da empresa, observando a aplicação dos indicadores de desempenho. Ainda que os indicadores sejam usualmente utilizados pelas organizações, eles estão normalmente vinculados às metas e não possuem o objetivo de melhoria dos processos. O que foi confirmado pela maioria dos respondentes, pois cerca de 51% selecionaram a opção de que os indicadores são apenas atrelados às metas, enquanto cerca de 24% afirmaram que eles são atrelados aos processos e seus insumos são avaliados para a identificação de melhorias, também tivemos cerca de 17% dos participantes informando que os indicadores eram atrelados aos processos, mas que seus resultados não eram utilizados para análise e proposição de melhorias. Enquanto 8% disseram que a empresa sequer fazia uso de indicadores, o que acaba por ser um índice alto, considerando um tema de tamanha relevância e que já faz parte do dia a dia das organizações.

### A sua empresa faz uso de indicadores de desempenho?

		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido	Não faz uso de indicadores.	14	8.0	8.0	8.0
	Sim, mas somente indicadores atrelados às metas.	90	51.4	51.4	59.4
	Sim, temos indicadores atrelados aos processos, mas o seu resultado não é considerado como insumo.	29	16.6	16.6	76.0
	Sim, temos indicadores atrelados aos processos e os seus resultados são utilizados como insumo.	42	24.0	24.0	100.0
	Total	175	100.0	100.0	

Tabela 16 - Uso de indicadores  
Fonte: A autora – com uso do software SPSS

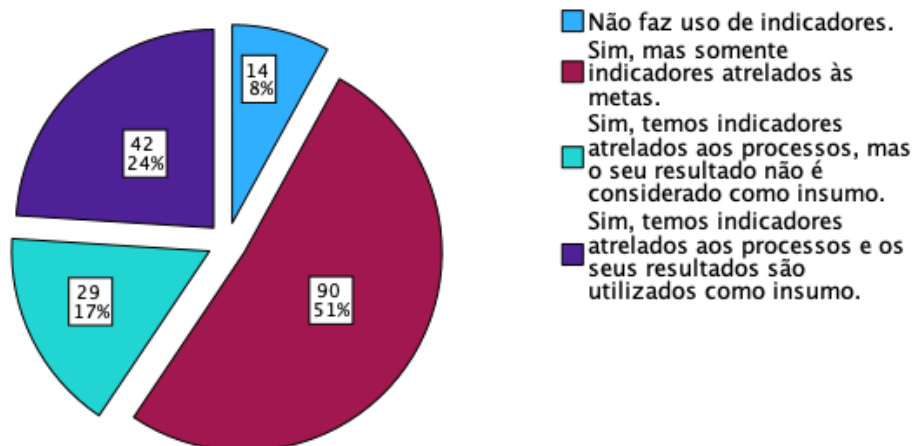


Figura 40 - Gráfico sobre uso de indicadores  
Fonte: A autora – com uso do software SPSS

#### 5.3.9 Opinião sobre os temas apresentados

Esta pergunta era composta de três afirmações e tinha como objetivo verificar como os respondentes se sentiam com cada uma delas, de forma a se avaliar a visão dos mesmos sobre os temas abordados. Uma das afirmações era “Os métodos estatísticos de análise são muito complexos, por isso não são utilizados frequentemente para avaliação de processos”, nesta, 97 dos 175 participantes afirmaram discordar ou discordar totalmente, enquanto 20 disseram não ter opinião formada, 49 disseram que concordavam e apenas 9 marcaram a opção concordo totalmente. Um resultado interessante, que mostra que os métodos estatísticos não são considerados de alta complexidade pela maioria dos profissionais.

A outra afirmação era “O profissional da área de Gestão de Processos deve possuir domínio de métodos estatísticos para analisar adequadamente um processo”, em que 83 participantes afirmaram concordar, 36 indicaram concordar totalmente, 23 afirmaram não ter opinião formada sobre o assunto, enquanto 29 disseram discordar e apenas 4 alegaram discordar totalmente. Nesta afirmação a maioria concordou, mas o que vimos em questão anteriores é que o domínio e o interesse em aprimoramento dos conhecimentos estatísticos não são tão significativos quanto o esperado.

E teve também a afirmação “A Gestão de Processos seria mais adotada nas empresas, se os resultados obtidos com as melhorias dos processos fossem apresentados de forma mais concreta”, neste caso, 105 participantes responderam que concordavam totalmente e 65 selecionaram a opção concordo, demonstrando que a grande maioria acredita que com meios mais concretos de apresentação de resultados, a gestão de processos seria melhor aceita. Apenas 4 participantes discordaram, enquanto 1 não possuía opinião a respeito. Nenhum participante selecionou a opção discordo totalmente.

**Opinião: “A Gestão de Processos seria mais adotada nas empresas, se os resultados obtidos com as melhorias dos processos fossem apresentados de forma mais concreta”**

		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido	Discordo	4	2.3	2.3	2.3
	Não possuo opinião formada	1	.6	.6	2.9
	Concordo	65	37.1	37.1	40.0
	Concordo totalmente	105	60.0	60.0	100.0
	Total	175	100.0	100.0	

**Opinião: “O profissional da área de Gestão de Processos deve possuir domínio de métodos estatísticos para analisar adequadamente um processo”**

		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido	Discordo totalmente	4	2.3	2.3	2.3
	Discordo	29	16.6	16.6	18.9
	Não possuo opinião formada	23	13.1	13.1	32.0
	Concordo	83	47.4	47.4	79.4
	Concordo totalmente	36	20.6	20.6	100.0
	Total	175	100.0	100.0	

**Opinião: “Os métodos estatísticos de análise são muito complexos, por isso não são utilizados frequentemente para avaliação de processos”**

		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido	Discordo totalmente	23	13.1	13.1	13.1
	Discordo	74	42.3	42.3	55.4
	Não possuo opinião formada	20	11.4	11.4	66.9
	Concordo	49	28.0	28.0	94.9
	Concordo totalmente	9	5.1	5.1	100.0
	Total	175	100.0	100.0	

Tabela 17 - Opinião sobre os temas apresentados  
Fonte: A autora – com uso do software SPSS



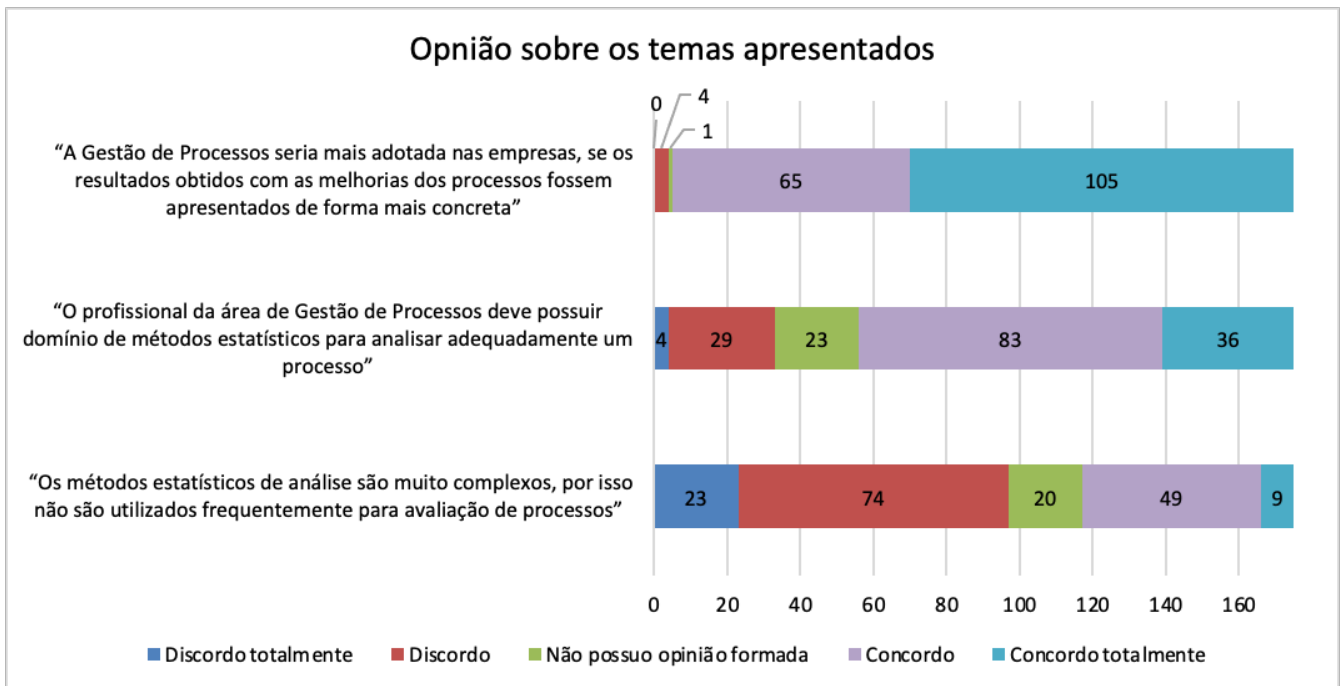


Figura 41 - Gráfico de opinião sobre os temas apresentados  
 Fonte: A autora – com uso do software Excel

### 5.3.10 *Uso de sistemas automatizados*

A última pergunta abordou o uso de sistemas automatizados, para verificar se os respondentes consideravam que os sistemas eram úteis e facilitavam a aplicação de métodos estatísticos. 51% dos respondentes informaram que fariam uso de sistemas, independente de sua complexidade, enquanto 40% afirmaram que só utilizariam se o sistema fosse simples. Apenas 9% dos participantes disseram que já faziam uso de sistemas para análise de processo, um percentual baixo, sendo visto a quantidade de sistemas existentes, inclusive de uso gratuito. Como este campo solicitava que fosse citado o sistema utilizado, a lista gerada comprova a falta de conhecimento dos envolvidos nos sistemas estatísticos disponíveis, apesar de serem profissionais certificados em análise de processos. Foram eles: Minitab, IBPMS, Excel, Power BI, Plataforma AO3, BAM, BPMS, Workflow, IBM BPM, Oracle BPMS, SA-Process Manager, Orquestra BPM, Avaliação de desempenho de processos e SLAs, Sydle e *Machine Learning Python*. Nenhum participante selecionou as opções “Não facilita” e “Facilita, mas prefiro fazer manualmente”.

**Você considera que o uso de sistemas automatizados facilita o uso de métodos estatísticos para análise de processos?**

		Frequência	Porcentagem	Porcentagem válida	Porcentagem acumulativa
Válido	Facilita e eu faria uso, apenas se o sistema fosse simples.	70	40.0	40.0	40.0
	Facilita e eu faria uso, independente da complexidade.	89	50.9	50.9	90.9
	Facilita e já utilizo um sistema para análise de processos.	16	9.1	9.1	100.0
	Total	175	100.0	100.0	

Tabela 18 - Uso de sistemas automatizados  
Fonte: A autora – com uso do software SPSS

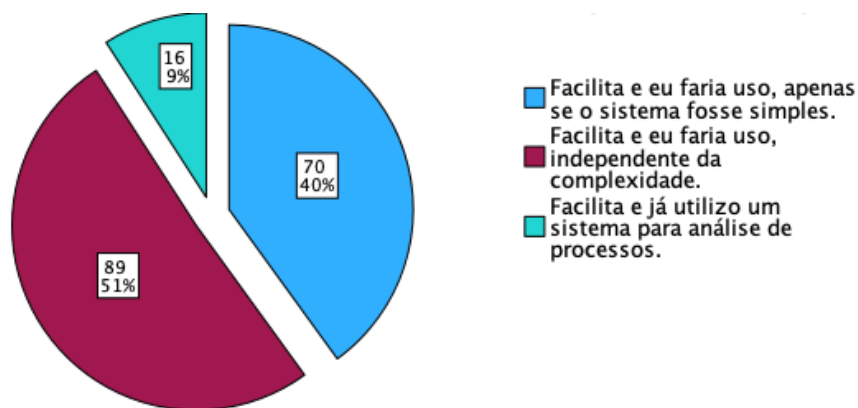


Figura 42 - Uso de sistemas automatizados  
Fonte: A autora – com uso do software SPSS

## 5.4 Testes de hipóteses das respostas do inquérito

Para aprimorar nossa análise foram realizados alguns testes de hipótese para avaliar os tópicos sobre os conhecimentos estatísticos dos profissionais. Os testes de hipótese são ferramentas estatísticas utilizadas para tomar decisões sobre uma população com base em informações obtidas de uma amostra. Embora sejam mais comumente usados em respostas quantitativas, também podem ser aplicados a respostas qualitativas, como as que temos no inquérito que estamos analisando. Nestes casos, as variáveis não são medidas numericamente, mas classificadas em categorias ou classes, e os testes têm como objetivo avaliar se existe uma associação ou diferença estatisticamente significativa entre as categorias ou classes da variável em estudo.

A importância dos testes de hipótese em respostas qualitativas reside na capacidade de identificar se as diferenças ou associações observadas são estatisticamente significativas ou se podem ser atribuídas ao acaso. Isso ajuda a fundamentar as conclusões e a tomar decisões baseadas em evidências estatísticas. No entanto, é fundamental lembrar que a interpretação dos resultados dos testes de hipótese em respostas qualitativas deve ser feita com cautela.

### 5.4.1 Teste do qui-quadrado

Podemos iniciar realizando o teste qui-quadrado para verificar se há uma associação estatisticamente significativa entre as variáveis "Atua na área de Gestão de Processos?" e "Possui conhecimentos na área de Estatística?". O resultado do teste qui-quadrado fornecerá um  $p - value$ , e caso ele seja menor que o nível de significância pré-determinado (no nosso estudo 0.05), podemos concluir que existe uma associação estatisticamente significativa entre as variáveis.

Segundo Anunciação (2021) para a realização do teste se assume os seguintes pressupostos funcionais à execução de um qui-quadrado:

- (i) Os dados são aleatórios e representativos da população;
- (ii) as variáveis analisadas são categóricas (e.g., sexo, nível de escolaridade, grau de uma doença);
- (iii) Todas as frequências esperadas são maiores ou iguais a 1;
- (iv) No máximo, apenas 20% das frequências esperadas são inferiores a 5.

Então para avaliar se a atuação na área de processos e a posse de conhecimentos estatísticos são dependentes, recorreremos ao teste qui-quadrado implementado no software SPSS, como descrito em Marôco (2014). Considerando-se uma probabilidade de erro tipo  $I(\alpha)$  de 0.05 em todas as análises inferenciais.

Testes qui-quadrado			
	Valor	df	Significância Assintótica (Bilateral)
Qui-quadrado de Pearson	17.244 <sup>a</sup>	9	.045
Razão de verossimilhança	19.698	9	.020
Associação Linear por Linear	6.482	1	.011
N de Casos Válidos	175		

a. 7 células (43.8%) esperavam uma contagem menor que 5.  
A contagem mínima esperada é 1.08.

Tabela 19 - Teste qui-quadrado para as perguntas 1 e 2  
Fonte: A autora – com uso do software SPSS

Os resultados apresentados pelo software SPSS indicam que a estatística qui-quadrado de Pearson foi de 17.244 com 9 graus de liberdade, apresentando uma significância assintótica bilateral de 0.045. Isso sugere que existe uma associação estatisticamente significativa entre as variáveis em estudo, permitindo a rejeição da hipótese nula a um nível de significância de 0.05.

Além disso, a estatística de razão de verossimilhança foi de 19.698, também com 9 graus de liberdade, e apresentou uma significância de 0.020. Isso reforça a evidência estatística em favor da rejeição da hipótese nula, quando considerado o modelo de máxima verossimilhança. A estatística de associação linear por linear, com 6.482 e 1 grau de liberdade, demonstra que há uma tendência linear entre as variáveis estudadas. A significância associada a essa estatística é de 0.011, o que indica que existe uma associação linear estatisticamente significativa entre as variáveis em análise.

Uma importante informação é a observação que 7 células da tabela de contingência (representando 43.8% das células) apresentaram uma contagem esperada inferior a 5, sendo a menor contagem esperada de 1.08. Por isso, com base nos resultados obtidos no teste qui-quadrado, há evidências estatísticas suficientes para rejeitar a hipótese nula e indicar uma associação significativa entre a atuação na área de processos e a detenção de conhecimentos estatísticos, incluindo uma tendência linear. No entanto, é necessário considerar a possível violação das premissas relacionadas às frequências esperadas nas células da tabela de contingência. Desta forma, seguindo a orientação de Marôco (2014), recorreremos a técnica de simulação de Monte Carlo para melhor analisar os dados.

#### 5.4.2 Teste do qui-quadrado por simulação de Monte Carlo

Da mesma forma que anteriormente, para avaliar se a atuação na área de processos e a posse de conhecimentos estatísticos são dependentes, recorreremos ao teste qui-quadrado por simulação de Monte Carlo implementado no software SPSS, como segue.

	Valor	df	Significância Assintótica (Bilateral)	Sig. Monte Carlo (Bilateral)			Sig. Monte Carlo (1 lado)		
				Significância	Limite inferior	Limite superior	Significância	Limite inferior	Limite superior
Qui-quadrado de Pearson	17.244 <sup>a</sup>	9	.045	.048 <sup>b</sup>	.042	.053			
Razão de verossimilhança	19.698	9	.020	.032 <sup>b</sup>	.027	.036			
Teste exato de Fisher-Freeman-Halton	15.760			.047 <sup>b</sup>	.042	.052			
Associação Linear por Linear	6.482 <sup>c</sup>	1	.011	.012 <sup>b</sup>	.010	.015	.006 <sup>b</sup>	.004	.007
N de Casos Válidos	175								

a. 7 células (43.8%) esperavam uma contagem menor que 5. A contagem mínima esperada é 1.08.

b. Baseado em 10000 tabelas de amostra com a semente 957002199.

c. A estatística padronizada é 2.546.

Tabela 20 - Teste qui-quadrado - Simulação de MC - Perguntas 1 e 2  
Fonte: A autora – com uso do software SPSS

Os resultados do Monte Carlo fornecidos pelo software SPSS indicam que há uma associação estatisticamente significativa entre as variáveis em estudo, uma vez que o

$p$  – *value* é menor que o nível de significância de 0.05. Os intervalos de confiança também fornecem uma estimativa da significância, indicando que a associação observada é consistente em diferentes simulações. Em resumo, os valores obtidos nos testes qui-quadrado e suas variantes indicam associações estatisticamente significativas entre as variáveis em estudo. Esses valores indicam que, mesmo ao considerar a simulação de Monte Carlo, os resultados dos testes qui-quadrado mantêm seu valor estatístico, apontando que há evidências estatísticas suficientes para rejeitar a hipótese nula e indicar uma associação significativa entre as variáveis. Portanto, com base nos resultados do teste qui-quadrado, podemos concluir que o conhecimento em estatística está relacionado à atuação na área de Gestão de Processos.

O mesmo teste foi realizado para verificar a associação entre as variáveis "Você possui conhecimento sobre os métodos de Gestão da Qualidade aplicados para análise de processos?" e "Interesse em aprimorar o conhecimento estatístico", conforme tabela a seguir.

	Valor	df	Significância Assintótica (Bilateral)	Testes qui-quadrado			Sig. Monte Carlo (1 lado)		
				Significância	Sig. Monte Carlo (Bilateral)		Significância	Intervalo de Confiança 99%	
					Limite inferior	Limite superior		Limite inferior	Limite superior
Qui-quadrado de Pearson	2.641 <sup>a</sup>	3	.450	.468 <sup>b</sup>	.455	.481			
Razão de verossimilhança	2.646	3	.449	.518 <sup>b</sup>	.505	.531			
Teste exato de Fisher-Freeman-Halton	3.042			.367 <sup>b</sup>	.354	.379			
Associação Linear por Linear	2.199 <sup>c</sup>	1	.138	.158 <sup>b</sup>	.148	.167	.090 <sup>b</sup>	.082	.097
N de Casos Válidos	175								

a. 3 células (37.5%) esperavam uma contagem menor que 5. A contagem mínima esperada é .87.

b. Baseado em 10000 tabelas de amostra com a semente 475497203.

c. A estatística padronizada é -1.483.

Tabela 21 - Teste qui-quadrado - Simulação de MC - perguntas 4 e 6  
Fonte: A autora – com uso do software SPSS

Onde podemos observar que o valor do qui-quadrado de Pearson é 2.641, com 3 graus de liberdade. A significância assintótica bilateral é de 0.450. Isso indica que não há evidências estatísticas suficientes para rejeitar a hipótese nula de que não há associação entre as variáveis. O valor da razão de verossimilhança é 2.646, com 3 graus de liberdade. A significância assintótica bilateral é de 0.449. Assim como no teste de qui-quadrado de Pearson, não há evidências estatísticas para rejeitar a hipótese nula de ausência de associação entre as variáveis. Por último, podemos analisar a associação linear por linear, cujo valor do teste é 2.199, com 1 grau de liberdade. A significância é de 0.138. A interpretação desse resultado indica que não há associação linear significativa entre as variáveis.

Ou seja, os resultados do teste qui-quadrado não forneceram evidências estatísticas suficientes para rejeitar a hipótese nula. Isso significa que não há evidência

convincente de que exista uma associação estatisticamente significativa entre o interesse em aprimorar o conhecimento estatístico e o conhecimento sobre os métodos de Gestão da Qualidade aplicados para análise de processos. Em outras palavras, os resultados indicam que as respostas dos participantes nesses dois aspectos não estão relacionadas de forma estatisticamente significativa, o que não significa necessariamente que não há nenhuma relação entre as variáveis, mas apenas que não há evidência estatística suficiente para comprovar essa relação.

Uma outra análise interessante para o nosso estudo é avaliar a associação estatística entre as opiniões: "Os métodos estatísticos de análise são muito complexos, por isso não são utilizados frequentemente para avaliação de processos" e "O profissional da área de Gestão de Processos deve possuir domínio de métodos estatísticos para analisar adequadamente um processo", em que temos:

	Valor	df	Significância Assintótica (Bilateral)	Sig. Monte Carlo (Bilateral)			Sig. Monte Carlo (1 lado)		
				Significância	Limite inferior	Limite superior	Significância	Limite inferior	Limite superior
Qui-quadrado de Pearson	22.545 <sup>a</sup>	16	.126	.124 <sup>b</sup>	.116	.133			
Razão de verossimilhança	21.506	16	.160	.207 <sup>b</sup>	.197	.218			
Teste exato de Fisher-Freeman-Halton	21.673			.089 <sup>b</sup>	.081	.096			
Associação Linear por Linear	.107 <sup>c</sup>	1	.744	.758 <sup>b</sup>	.747	.769	.380 <sup>b</sup>	.368	.393
N de Casos Válidos	175								

a. 15 células (60.0%) esperavam uma contagem menor que 5. A contagem mínima esperada é .21.

b. Baseado em 10000 tabelas de amostra com a semente 726961337.

c. A estatística padronizada é -.326.

Tabela 22 - Teste qui-quadrado por simulação de MC para a pergunta 9  
Fonte: A autora – com uso do software SPSS

Neste caso, o valor do qui-quadrado de Pearson é 22.545, com 16 graus de liberdade, e a significância assintótica bilateral é de 0.126. Isso significa que, com base nos dados amostrais, não há evidência estatística suficiente para rejeitar a hipótese nula de que não há associação entre as opiniões. O valor da razão de verossimilhança é 21.506, com 16 graus de liberdade, e a significância assintótica bilateral é de 0.160. Esses resultados também sugerem que não há associação estatisticamente significativa entre as opiniões com base nos dados amostrais. Finalizando, podemos verificar que o teste de associação linear por linear resultou em um valor de 0.107 para a estatística padronizada, com uma significância de 0.744. Esses resultados também indicam que não há associação linear significativa entre as opiniões.

Resumidamente, com base nessas análises, não há evidências estatísticas suficientes para afirmar que existe uma associação significativa entre as opiniões sobre a complexidade dos métodos estatísticos de análise e a importância do domínio desses métodos para profissionais de Gestão de Processos. Portanto, não é possível

estabelecer uma relação estatisticamente significativa entre essas variáveis com base nos dados analisados do inquérito aplicado.

## 5.5 Avaliação geral dos resultados obtidos

---

A pesquisa realizada nos permitiu observar que os profissionais que atuam na gestão de processos no Brasil possuem, em geral, um conhecimento limitado de métodos estatísticos mais complexos, sendo o conhecimento mais focado em métodos de gestão da qualidade. Ainda que não seja apropriado generalizar, as pesquisas e estudos realizados apontam que esta limitação de conhecimento pode estar relacionada aos seguintes pontos:

- **Formação acadêmica** - ainda que não tenha sido questionado diretamente na pesquisa a área de formação dos envolvidos, muitos profissionais que atuam na gestão de processos possuem formação em áreas como administração, engenharia industrial, tecnologia da informação ou outras disciplinas relacionadas à gestão. Embora esses cursos possam incluir tópicos estatísticos em seus currículos, a profundidade e a aplicação prática da estatística podem variar. Se a formação desses profissionais não inclui um foco significativo em estatística ou análise de dados, é possível argumentar que eles podem ter um conhecimento estatístico limitado.
- **Falta de experiência prática** - mesmo que alguns profissionais tenham tido algum contato com estatística durante sua formação, eles podem não ter tido muitas oportunidades de aplicar esses conhecimentos em suas funções diárias. A falta de experiência prática pode levar ao esquecimento e à falta de confiança no uso dos conceitos estatísticos.
- **Ênfase nas habilidades/competências de gestão** - os profissionais de gestão de processos geralmente são responsáveis por melhorar a eficiência, a qualidade e o desempenho dos processos organizacionais. Eles podem, por esse motivo, se concentrar mais em habilidades como liderança, organização, tomada de decisão e gerenciamento de projetos. Embora essas habilidades sejam importantes, elas nem sempre exigem um conhecimento aprofundado em estatística. Portanto, é possível que alguns profissionais de gestão de processos não tenham investido tanto tempo e esforço no desenvolvimento de habilidades estatísticas.
- **Ênfase nas ferramentas e metodologias específicas** - muitos profissionais de gestão de processos se especializam em metodologias específicas, como

Lean, Six Sigma, BPM (Business Process Management) ou outras abordagens. Essas metodologias podem fornecer estruturas e técnicas para melhorar os processos, mas nem sempre enfatizam o conhecimento estatístico como uma parte central do trabalho. Portanto, se um profissional se concentra exclusivamente nessas metodologias, é possível que seu conhecimento estatístico também seja limitado.

- **Risco de interpretação incorreta** - alguns profissionais podem evitar o uso da estatística por medo de interpretar erroneamente os resultados ou tomar decisões com base em análises estatísticas inadequadas. Essa preocupação pode surgir devido à falta de confiança em suas habilidades estatísticas, ou pelo fato da estatística ser percebida como uma disciplina complexa e desafiadora, especialmente por aqueles que não tiveram contato frequente com suas técnicas.
- **Exigência de conhecimentos multidisciplinares** - a gestão de processos é uma área que requer uma ampla gama de conhecimentos, incluindo não apenas estatística, mas também habilidades em comunicação, negociação, análise de negócios, tecnologia da informação, entre outros. Dada a natureza multidisciplinar da gestão de processos, alguns profissionais podem ter escolhido focar em outras áreas em detrimento do aprofundamento em estatística.

Embora esses pontos possam indicar que alguns profissionais de gestão de processos possuem um conhecimento estatístico limitado, é importante lembrar que isso não se aplica a todos os profissionais dessa área. Há também profissionais altamente qualificados em gestão de processos que possuem um sólido conhecimento em estatística e análise de dados, ainda que não seja tão usual quanto na área de estudos epidemiológicos.



## 6 Considerações e conclusões

---

Através da pesquisa realizada, foi possível identificar que os profissionais que atuam na gestão de processos no contexto brasileiro, em sua maioria, apresentam um conhecimento restrito em relação aos métodos estatísticos mais avançados. Observou-se que o foco principal de conhecimento nessa área está voltado para os métodos de gestão da qualidade. Essa constatação contrasta significativamente com a realidade dos profissionais envolvidos na análise de dados epidemiológicos, os quais, de acordo com os estudos analisados e em virtude da própria natureza de seu campo de atuação, tendem a possuir um conhecimento mais aprofundado em métodos estatísticos, mesmo os estudos identificados para a análise dos cenários organizacionais, demonstram que os dados tratados são geralmente menos complexos do que os dados epidemiológicos.

Neste capítulo, é enfatizada a relevância dos conhecimentos estatísticos em cada área de estudo e são apresentadas considerações e conclusões baseadas nas pesquisas realizadas, conduzindo a uma análise comparativa dos resultados obtidos em relação aos estudos epidemiológicos, organizacionais e ao levantamento das informações do inquérito. Através dessa abordagem, são ponderadas as similaridades e diferenças na utilização dos métodos estatísticos em cada um dos dois cenários. Esse enfoque buscar possibilitar uma compreensão mais profunda da importância das técnicas estatísticas em ambas as áreas, contribuindo para embasar decisões mais informadas e efetivas em cada contexto.

### 6.1 Similaridades entre o controle estatístico em processos operacionais e em estudos epidemiológicos

---

Com base nas pesquisas realizadas foi possível identificar algumas similaridades entre os métodos de controle estatístico utilizados em epidemiologia e a análise de processos operacionais. Embora essas áreas tenham contextos e complexidades diferentes, ambas se baseiam em princípios estatísticos para monitorar e melhorar a qualidade das informações e conseqüentemente os resultados alcançados.

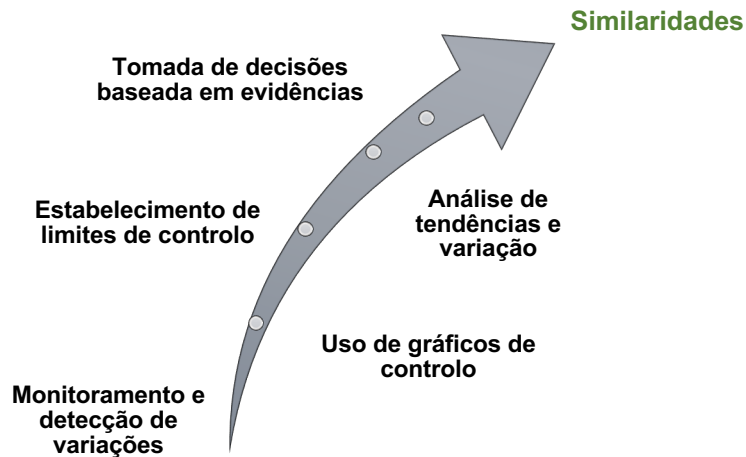


Figura 43 - Similaridades na aplicação do CEP  
 Fonte: A autora

- **Monitoramento e detecção de variações** - tanto na epidemiologia quanto na análise de processos operacionais, o controlo estatístico é utilizado para monitorar os dados e identificar variações significativas. Em ambos os casos, o objetivo é identificar desvios em relação a um padrão esperado e tomar medidas corretivas, se necessário.
- **Uso de gráficos de controlo** - tanto na análise de processos operacionais quanto na epidemiologia, os gráficos de controlo são uma ferramenta comum para visualizar a variação dos dados ao longo do tempo. Esses gráficos permitem identificar padrões, tendências e pontos fora de controlo, facilitando a tomada de decisões e ações corretivas.
- **Estabelecimento de limites de controlo** - em ambas as áreas, o controlo estatístico envolve estabelecer limites de controlo para identificar quando uma variação está dentro de um intervalo aceitável ou se torna estatisticamente significativa. Esses limites ajudam a distinguir entre variações aleatórias e variações que indicam problemas ou eventos de interesse.
- **Análise de tendências e variação** - tanto em processos operacionais quanto em estudos epidemiológicos, a análise de tendências e variação é fundamental. O controlo estatístico permite identificar mudanças ao longo do tempo, avaliar a estabilidade dos processos ou indicadores epidemiológicos e detetar possíveis surtos ou tendências preocupantes.

- **Tomada de decisões baseada em evidências** - em ambas as áreas, o controlo estatístico fornece uma abordagem baseada em evidências para tomar decisões. Os dados estatísticos e as análises permitem que os profissionais identifiquem áreas de melhoria, implementem intervenções apropriadas e avaliem a eficácia das ações tomadas.

## 6.2 Divergências entre o controlo estatístico em processos operacionais e em estudos epidemiológicos

---

Embora existam algumas similaridades, é importante reconhecer que também há diferenças significativas entre o controlo estatístico em processos operacionais e em estudos epidemiológicos. As características dos dados, as variáveis estudadas e os desafios específicos de cada área podem exigir abordagens distintas na aplicação dos métodos estatísticos.



Figura 44 - Divergências na aplicação do CEP  
Fonte: A autora

- **Objetivos distintos** - enquanto na epidemiologia, o foco geralmente está na compreensão e na prevenção de doenças, identificação de fatores de risco, monitoramento de epidemias, avaliação da eficácia de intervenções e tomada de decisões em saúde pública. Na análise de processos operacionais, o objetivo é otimizar a eficiência, qualidade e desempenho dos processos de produção ou operacionais de uma organização.
- **Natureza dos dados** - os tipos de dados utilizados na epidemiologia e na análise de processos operacionais também diferem. Na epidemiologia, os dados geralmente envolvem informações demográficas, características

clínicas, histórico de exposição, incidência de doenças, entre outros. Esses dados podem ser recolhidos por meio de pesquisas, informações médicas, sistemas de vigilância epidemiológica, entre outros. Já na análise de processos operacionais, os dados podem incluir medidas de desempenho, tempos de ciclo, taxas de falha, variáveis de controlo de processos, entre outros, obtidos a partir de sistemas de monitoramento e medição da organização.

- **Fonte de variação** - na epidemiologia a variação geralmente é devida a fatores biológicos, comportamentais, ambientais e demográficos, bem como a erros de medição e aleatoriedade inerentes às populações estudadas. Na análise de processos operacionais, a variação pode ser causada por falhas no processo, desvios de especificações, variações nas matérias-primas, condições ambientais, entre outros fatores relacionados ao funcionamento do processo.
- **Estratégias de controlo** - enquanto na epidemiologia, é comum utilizar técnicas mais complexas como regressão logística, modelos de risco, análise de sobrevivência, análise de séries temporais, testes de hipóteses, entre outras, para entender as relações entre variáveis, identificar fatores de risco e estimar a eficácia de intervenções. Na análise de processos operacionais, as estratégias podem incluir o uso de gráficos de controlo estatístico, análise de capacidade do processo, análise de causa raiz, ferramentas de melhoria contínua, entre outras técnicas específicas para monitorar e melhorar a qualidade e o desempenho dos processos.
- **Contexto e aplicação** - a epidemiologia geralmente é aplicada no campo da saúde pública, envolvendo temas complexos e delicados, como a investigação de surtos de doenças, monitoramento de epidemias, políticas de vacinação, planeamento de programas de prevenção, entre outros. Já a análise de processos operacionais é aplicada em diversos setores da indústria, como manufatura, serviços, logística, visando a melhoria da eficiência operacional, redução de custos, aumento da produtividade e qualidade do produto ou serviço.

É importante considerar essas diferenças ao aplicar e avaliar os métodos de controlo estatístico em epidemiologia e análise de processos operacionais, pois elas levam ao uso de estratégias de controlo específicas em cada área, com técnicas mais

complexas aplicadas na epidemiologia e ferramentas de melhoria contínua utilizadas na análise de processos operacionais.

### 6.3 Vantagens e desvantagens da abordagem do CEP na área epidemiológica

As pesquisas realizadas demonstraram que ao utilizar a abordagem do CEP na epidemiologia, é importante considerar tanto as vantagens quanto as desvantagens de sua aplicação, com o objetivo de maximizar os benefícios e mitigar as limitações, a fim de obter uma análise estatística sólida e útil para a tomada de decisão e consequentemente melhor compreensão, monitoramento e controlo de doenças, contribuindo para a saúde pública e o bem-estar da população.

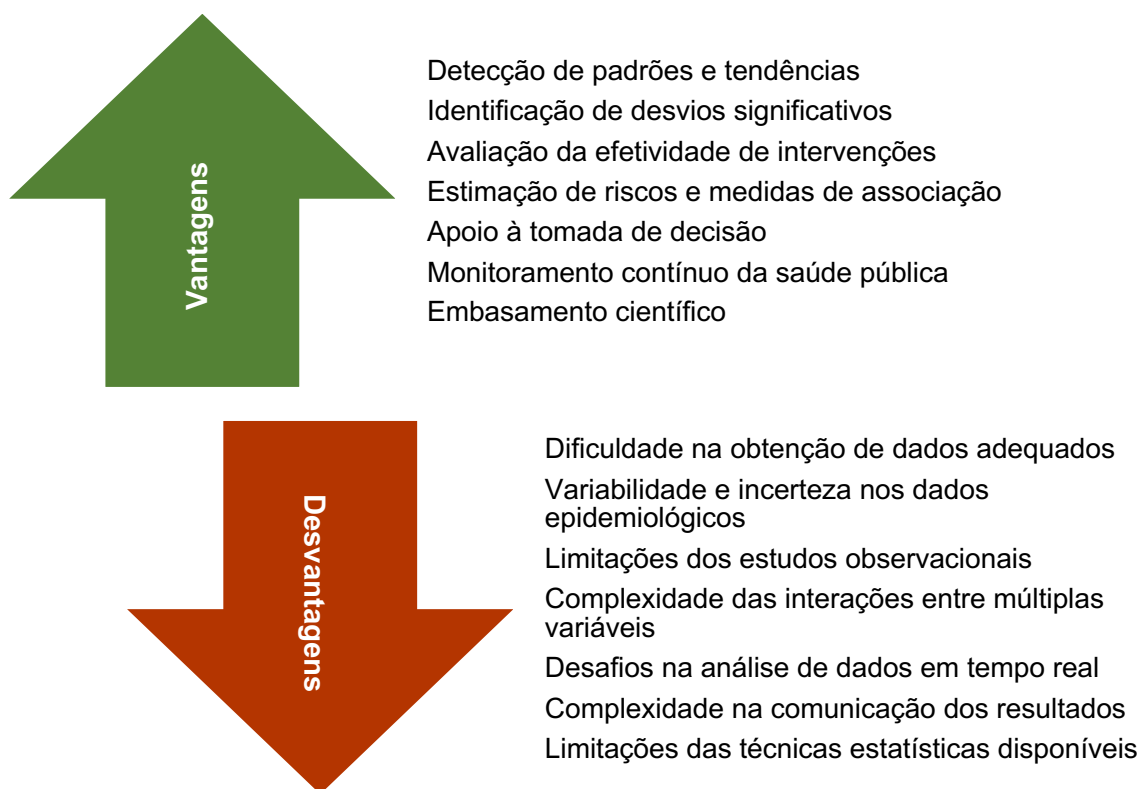


Figura 45 - Vantagens e desvantagens do CEP em epidemiologia  
 Fonte: Adaptado de Jewell (2004)

VANTAGENS		DESVANTAGENS	
Detecção de padrões e tendências	Os métodos de controlo estatístico permitem identificar padrões e tendências nos dados epidemiológicos, ajudando a compreender a dinâmica das doenças, a identificar	Dificuldade na obtenção de dados adequados	A disponibilidade de dados de qualidade é essencial para a aplicação adequada dos métodos de controlo estatístico. No entanto, na epidemiologia, muitas vezes os dados são limitados, incompletos ou sujeitos a vieses,

VANTAGENS		DESVANTAGENS	
	fatores de risco e a avaliar a eficácia de intervenções de saúde pública.		o que pode comprometer a precisão e a validade das análises.
Identificação de desvios significativos	Também é possível identificar desvios significativos em relação às expectativas esperadas, o que pode indicar a ocorrência de eventos incomuns, surtos de doenças, mudanças nos padrões de morbidade ou mortalidade, entre outros.	Variabilidade e incerteza nos dados epidemiológicos	Os dados epidemiológicos são frequentemente caracterizados por uma alta variabilidade e incerteza. Isso pode ser devido a diferentes motivos, como a imprevisibilidade das doenças, erros de medição, subnotificação e outros fatores. Essa variabilidade pode dificultar a detecção de padrões e a interpretação correta dos dados.
Avaliação da efetividade de intervenções	Permitem avaliar a efetividade de intervenções de saúde, como programas de vacinação, campanhas de prevenção e políticas de saúde pública. Essa avaliação é importante para embasar decisões e direcionar recursos de forma adequada.	Limitações dos estudos observacionais	Muitas vezes, os estudos epidemiológicos são observacionais, o que significa que não é possível controlar completamente os fatores. Isso pode levar a vieses e dificuldades na atribuição de causalidade, uma vez que não é possível estabelecer relações causais definitivas apenas com base em estudos observacionais.
Estimação de riscos e medidas de associação	Permitem estimar riscos relativos e outros parâmetros que quantificam a associação entre fatores de risco e ocorrência de doenças. Essas medidas são fundamentais para avaliar a magnitude e a importância dos efeitos observados.	Complexidade das interações entre múltiplas variáveis	A epidemiologia lida com sistemas complexos e interações entre múltiplas variáveis, como fatores de risco, características demográficas, exposições ambientais etc. Essa complexidade pode dificultar a identificação e a quantificação dos efeitos de cada variável, bem como a interpretação dos resultados.
Apoio à tomada de decisão	Os resultados obtidos por meio do controlo estatístico na epidemiologia fornecem subsídios para a tomada de decisão em saúde, tanto em nível individual como em nível populacional. Essas informações são valiosas para orientar políticas de prevenção, tratamento e controlo de doenças.	Desafios na análise de dados em tempo real	Cada vez mais dados epidemiológicos estão disponíveis em tempo real. No entanto, a análise em tempo real apresenta desafios adicionais, como o gerenciamento de grandes volumes de dados, a detecção rápida de surtos e epidemias, e a necessidade de atualização constante dos métodos estatísticos utilizados.
Monitoramento contínuo da saúde pública	O CEP permite o monitoramento contínuo da saúde pública, identificando alterações nos padrões de doenças, monitorando a efetividade de medidas de prevenção e controlo, e	Complexidade na comunicação dos resultados	A interpretação e a comunicação dos resultados estatísticos para o público leigo podem ser desafiadoras. A linguagem estatística e os conceitos complexos podem ser difíceis de serem compreendidos e podem

VANTAGENS		DESVANTAGENS	
	permitindo uma resposta rápida a surtos e epidemias.		levar a interpretações errôneas ou incompletas.
Embasamento científico	O uso do CEP ajuda a embasar as conclusões e resultados com uma abordagem objetiva e baseada em evidências, fortalecendo a credibilidade dos estudos e das análises epidemiológicas.	Limitações das técnicas estatísticas disponíveis	Embora existam diversas técnicas estatísticas aplicáveis à epidemiologia, algumas situações podem apresentar desafios específicos. Por exemplo, em estudos de pequena escala ou com dados muito dispersos, pode ser difícil aplicar alguns métodos estatísticos convencionais.

Tabela 23 - Vantagens e desvantagens do CEP em epidemiologia  
Fonte: Adaptado de Jewell (2004)

## 6.4 Vantagens e desvantagens da abordagem do CEP na gestão de processos

No contexto da gestão de processos, também é fundamental compreender as vantagens e desvantagens do CEP. Essa abordagem estatística desempenha um papel crucial na otimização dos processos organizacionais, permitindo o monitoramento contínuo e a melhoria da qualidade dos resultados alcançados. A seguir apresentamos algumas vantagens e desvantagens desta metodologia e, explorando esses aspectos, é possível tomar decisões informadas sobre a aplicação do CEP, com o objetivo de maximizar seus benefícios e mitigar os possíveis desafios na busca pela excelência nos processos organizacionais.

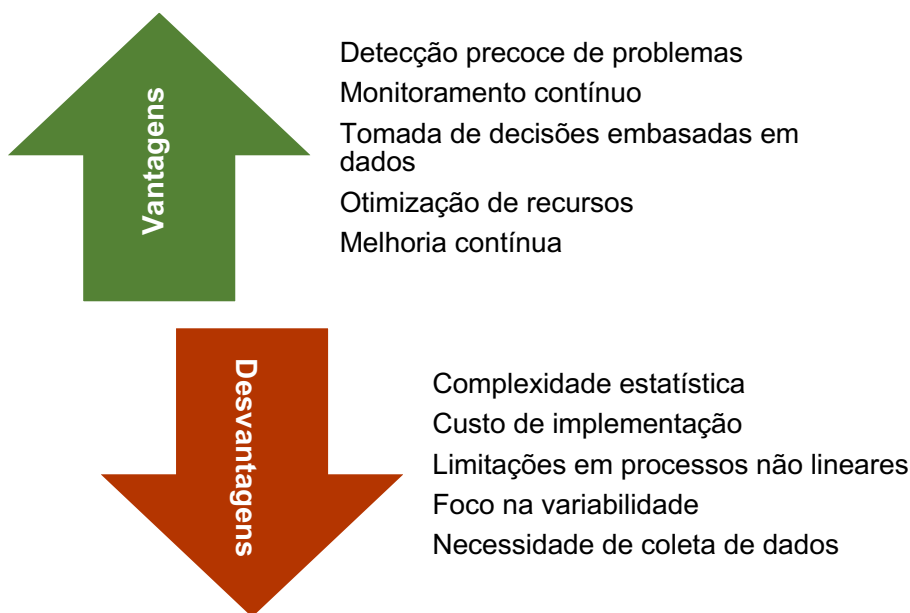


Figura 46 - Vantagens e desvantagens do CEP em gestão de processos  
Fonte: Adaptado de Montgomery (2008)

<b>VANTAGENS</b>		<b>DESVANTAGENS</b>	
Detecção precoce de problemas	O CEP permite a identificação rápida de variações nos processos, permitindo que as não conformidades sejam detectadas precocemente possibilitando ações corretivas imediatas antes que os problemas se agravem.	Complexidade estatística	O CEP pode exigir conhecimentos estatísticos avançados para aplicação correta e interpretação dos resultados. Isso pode ser uma barreira para equipas sem treinamento adequado em estatística.
Monitoramento contínuo	Com o CEP, é possível monitorar continuamente o desempenho dos processos ao longo do tempo, garantindo que eles permaneçam dentro dos limites de controlo estabelecidos e atendam aos padrões de qualidade desejados.	Custo de implementação	A implementação do CEP pode requerer investimentos em software, equipamentos e treinamento de pessoal. Isso pode ser um obstáculo financeiro, especialmente para pequenas empresas com recursos limitados.
Tomada de decisões embasadas em dados	A abordagem do CEP fornece dados e informações estatísticas sólidas, o que permite que as decisões sejam tomadas com base em evidências, reduzindo a subjetividade e aumentando a eficácia das ações.	Limitações em processos não lineares	O CEP é mais adequado para processos lineares e estáveis. Em processos não lineares, com muitas interações complexas, pode ser mais difícil aplicar corretamente as técnicas do CEP.
Otimização de recursos	Com o CEP, é possível identificar onde ocorrem as principais variações e problemas nos processos. Isso permite uma alocação mais eficiente de recursos, resultando em uma maior eficiência operacional.	Foco na variabilidade	O CEP é projetado para controlar e reduzir a variabilidade nos processos. No entanto, em alguns casos, pode ser necessário lidar com problemas que não estão relacionados diretamente à variabilidade, mas sim a outras questões estruturais, de gestão ou de design do processo.
Melhoria contínua	O CEP incentiva a cultura de melhoria contínua, pois as variações identificadas são tratadas como oportunidades para aprender e aprimorar o desempenho dos processos ao longo do tempo.	Necessidade de recolha de dados	O CEP requer a recolha regular de dados para análise estatística. Isso pode exigir recursos adicionais e pode ser trabalhoso em processos em que a recolha de dados é complicada ou custosa.

Tabela 24 - Vantagens e desvantagens do CEP na gestão de processos  
Fonte: Adaptado de Montgomery (2008)



Apesar das desvantagens, o CEP é uma abordagem valiosa na gestão de processos e pode fornecer informações cruciais para aprimorar a eficiência, qualidade e desempenho de uma organização. A decisão de implementar o CEP deve levar em consideração as necessidades e recursos da empresa, bem como a complexidade dos processos envolvidos.

## 6.5 Conclusões

---

Conforme visto nos itens anteriores o uso de métodos de controlo estatístico na epidemiologia apresenta algumas particularidades e desafios específicos devido às características dos dados epidemiológicos e ao contexto em que são aplicados. Como os dados epidemiológicos geralmente são complexos, pois envolvem múltiplas variáveis, como características demográficas, fatores de risco, exposições, resultados de saúde, entre outros, lidar com essa complexidade e identificar as relações entre as variáveis pode ser um desafio no controlo estatístico em epidemiologia. Além disso, a obtenção de amostras representativas na epidemiologia nem sempre é fácil, especialmente em estudos de doenças raras ou emergentes, como foi o caso da pandemia de COVID-19, onde nem sempre os dados são confiáveis ou estão facilmente acessíveis.

Também ficou claro nas pesquisas realizadas, que em epidemiologia, é comum usar modelos estatísticos mais complexos, como modelos de regressão, análise de sobrevivência ou modelos hierárquicos, para levar em conta a estrutura dos dados e controlar fatores de confusão. A aplicação de métodos de controlo estatístico nesse contexto requer conhecimento avançado em modelação estatística, coisa que nem sempre está disponível nas organizações para a análise de processos operacionais, conforme foi observado no inquérito aplicado. Outra característica de estudos epidemiológicos é que eles lidam constantemente com dados que podem variar ao longo do tempo e apresentar padrões sazonais. Essas mudanças temporais podem afetar a interpretação dos resultados e a aplicação de métodos de controlo estatístico deve considerar essas variações para identificar desvios significativos.

Para superar esses desafios, é mais uma vez de fundamental importância contar com profissionais especializados em epidemiologia e estatística, que possuam conhecimentos avançados nessas áreas. Além disso, a colaboração entre epidemiologistas, estatísticos e profissionais de saúde é essencial para garantir uma abordagem adequada e a aplicação correta dos métodos de controlo estatístico na epidemiologia. O mesmo se aplica nas organizações, se os envolvidos na gestão de

processos e na análise dos procedimentos operacionais não estão adequadamente capacitados, ou não possuem o conhecimento estatístico necessário, pouco será acrescentado de benefícios durante a análise e identificação de melhorias, tornando as revisões puramente burocráticas e gerando pouco valor para as organizações e para os clientes finais.

Em conclusão, o conhecimento estatístico desempenha um papel fundamental na aplicação de controlo estatístico de processo, análise de dados e busca por melhorias contínuas, sejam elas em um cenário epidemiológico ou organizacional. Ele oferece as ferramentas necessárias para compreender, resumir e interpretar os dados recolhidos, permitindo a identificação de padrões, tendências e anomalias, além de possibilitar a identificação de fatores de risco. Através da estatística, podemos tomar decisões informadas e baseadas em evidências, avaliar o desempenho de processos, sistemas e medidas, além de realizar previsões e planeamentos, bem como implementar ações corretivas para otimizar a qualidade e a eficiência. O CEP, impulsionado pela estatística, permite o monitoramento e controlo da qualidade, garantindo produtos e serviços consistentes. Podemos afirmar que o conhecimento estatístico é essencial para impulsionar a melhoria contínua, a satisfação do cliente e o sucesso na área organizacional. Enquanto que o uso adequado da estatística na análise epidemiológica é fundamental para a detecção precoce de problemas de saúde, o planeamento de recursos, a resposta rápida a emergências e a promoção da saúde pública. Portanto, o conhecimento estatístico é uma peça-chave na luta contra doenças, na promoção saúde pública e na excelência operacional.

O inquérito realizado e o levantamento de estudos, nos permitiu observar que a gestão de processos frequentemente se concentra na otimização e melhoria dos procedimentos organizacionais, com o objetivo de aumentar a eficiência e a qualidade dos resultados obtidos. Nesse contexto, os profissionais responsáveis pela gestão de processos possuem, usualmente, formações académicas em áreas como administração, engenharia ou gerenciamento, as quais nem sempre oferecem uma base sólida em estatística. Embora essas formações possam fornecer conhecimentos básicos sobre estatística descritiva e métodos de amostragem, aprofundar-se em métodos estatísticos mais complexos, como análise de regressão, análise de séries temporais ou inferência estatística, geralmente não faz parte do currículo educacional desses profissionais. Consequentemente, eles podem não estar familiarizados com a aplicação prática desses métodos em seu trabalho diário.

Em contrapartida, os profissionais que trabalham com análises de dados epidemiológicos estão imersos em um campo que requer um conhecimento

aprofundado de estatística. Eles precisam compreender conceitos e técnicas estatísticas mais complexas para lidar com a variabilidade de dados de saúde, realizar análises de risco, avaliar associações entre variáveis e interpretar resultados estatísticos com rigor científico. Essa exigência mais elevada de conhecimentos estatísticos nessa área específica decorre da necessidade de embasar as decisões relacionadas à saúde pública em evidências sólidas e confiáveis. Em suma, a pesquisa realizada nos apontou uma diferença significativa no nível de conhecimento estatístico entre os profissionais que atuam na gestão de processos no Brasil e os envolvidos na análise de dados epidemiológicos. Enquanto os primeiros possuem um conhecimento mais limitado, focado principalmente em métodos de gestão da qualidade, os últimos possuem uma base estatística mais aprofundada, exigida pelas exigências específicas de sua área de atuação. Essa discrepância pode ser atribuída a diferenças na formação acadêmica, nas necessidades específicas e nas abordagens de trabalho adotadas por esses dois grupos de profissionais.

## 6.6 Limitações e lições aprendidas

---

Neste item, são descritas algumas limitações e lições aprendidas para refletir sobre a experiência de desenvolvimento da dissertação. Com o objetivo de permitir uma análise mais profunda dos pontos fortes e das áreas que precisam ser aprimoradas, de forma a garantir a gestão do conhecimento e permitir o aprimoramento contínuo em estudos futuros. Detalhando os pontos mais específicos de cada etapa da pesquisa, podemos destacar que na identificação e análise de estudos epidemiológicos foram identificados alguns aspectos que podem ser aprimorados nos métodos e procedimentos de busca e análise, como segue:

- **Disponibilidade limitada de fontes centralizadas** - não existe uma única fonte centralizada que liste todos os estudos realizados envolvendo métodos estatísticos. Os estudos são geralmente publicados em revistas científicas, bancos de dados acadêmicos, relatórios governamentais ou conferências. A falta de uma fonte centralizada dificulta a busca e a identificação desses estudos. Além disso, alguns estudos epidemiológicos estão disponíveis apenas por meio de acesso pago a revistas científicas, dificultando a sua localização e análise.
- **Heterogeneidade de terminologia** - os estudos, especialmente na área epidemiológica, podem ser descritos de várias maneiras, o que pode levar a uma grande variabilidade nos termos utilizados para descrevê-los. Isso

dificulta a padronização da busca e a identificação consistente desses estudos, pois torna a busca de palavras-chave adequadas uma tarefa muito penosa.

- **Idioma** – os estudos são conduzidos e publicados em diferentes idiomas, sendo a sua maioria em inglês. Isso pode dificultar a análise de estudos relevantes, especialmente se não houver domínio do idioma e dos termos técnicos utilizados.
- **Número de estudos analisados** - é importante lembrar que a identificação de estudos que fazem uso de métodos estatísticos requer tempo, esforço e uma abordagem abrangente. Muitos estudos foram analisados, até a seleção dos que foram apresentados neste trabalho. Mas idealmente deveriam ser analisados e detalhados mais estudos, através da utilização de diversas estratégias e recursos para aumentar as chances de encontrar estudos relevantes para o tema pretendido.
- **Atualização constante da literatura** - a pesquisa estatística e epidemiológica está em constante evolução. Novos estudos são publicados regularmente e pode ser desafiador identificar a literatura mais adequada sobre a utilização de métodos estatísticos em cenários epidemiológicos.
- **Diversidade de métodos estatísticos utilizados** - a análise de estudos envolve uma ampla gama de métodos estatísticos, incluindo modelos de regressão, análises de sobrevivência, análises de séries temporais, entre outros. A identificação de estudos que utilizam métodos específicos é desafiadora, especialmente se não houver uma padronização clara na descrição desses métodos nos artigos.
- **Necessidade de especialização estatística** - a interpretação correta das descrições dos métodos estatísticos utilizados nos artigos é muito difícil para aqueles que não possuem domínio das técnicas, e como cada estudo utiliza uma gama de técnicas estatísticas diferentes, ter conhecimento sobre todas é algo muito custoso.

Também foram analisados e documentados os desafios enfrentados e as soluções encontradas na aplicação do inquérito, onde foi possível observar algumas limitações e trazer lições aprendidas importantes, como:

- **Planeamento cuidadoso** - é fundamental planejar cuidadosamente a elaboração do questionário, incluindo a seleção de itens relevantes, a

formulação adequada das questões e a revisão por especialistas para garantir a qualidade e a validade das medidas.

- **Viés de resposta** - é necessário ter uma atenção especial as perguntas e possíveis vies de respostas, pois pode haver uma tendência dos participantes em responder o questionário de forma a apresentar uma imagem mais favorável ou desfavorável, de acordo com suas percepções ou interesses pessoais. Isso pode afetar a validade dos resultados, pois as respostas podem não refletir totalmente a realidade.
- **Piloto do questionário** - apesar do questionário ter sido revisado por especialistas, a realização de um piloto antes de aplicar o questionário em larga escala seria de grande validade, pois realizar um teste piloto com uma pequena amostra de participantes pode ajudar a identificar problemas, ambiguidades ou dificuldades que os participantes possam enfrentar na compreensão ou resposta ao questionário.
- **Amostragem representativa** - é essencial garantir que a amostra de participantes seja representativa do público-alvo da gestão de processos. Se a amostra for tendenciosa ou não representar adequadamente o grupo em estudo, os resultados podem não ser generalizáveis para a população em questão, por isso investir em uma amostragem representativa e diversificada é essencial para garantir que os resultados do questionário sejam generalizáveis para a população em estudo. Considerar diferentes perfis e características dos participantes poderia ajudar a obter uma imagem mais completa e precisa.
- **Honestidade das respostas** - é preciso incentivar a honestidade nas respostas, destacando o anonimato, pois alguns participantes podem não fornecer respostas verdadeiras ou completas por diversas razões, como o medo de consequências negativas, a pressão social ou o desejo de se apresentarem de forma favorável. Isso pode introduzir um viés nos resultados e afetar a validade das conclusões.

## 6.7 Considerações finais

---

Ao longo desta dissertação de mestrado, foi explorado um tema complexo e desafiador e durante esse percurso, deparei-me com uma série de desafios que testaram minha capacidade de planejamento, organização e adaptação. Ao refletir sobre essa jornada, torna-se evidente que administrar efetivamente esses elementos é crucial

para o sucesso de qualquer empreendimento, seja ele acadêmico ou profissional, por isso, para finalizar destaco alguns pontos de aprendizagem que estão relacionados aos princípios conceituais de uma dissertação, o primeiro é a **necessidade da definição clara do escopo e da delimitação do tema abordado**, pois apesar de parecer ser simples, acaba por se tornar um grande desafio encontrar um equilíbrio entre um tema amplo o suficiente para permitir uma análise significativa e um tema específico o bastante para que seja possível explorá-lo adequadamente dentro do tempo e recursos disponíveis.

Outro ponto geral de aprendizado é a **necessidade de gestão do tempo**, pois escrever uma dissertação de mestrado é um processo longo e torna-se difícil gerir o tempo de forma eficiente e enfrentar os desafios que aparecem na vida cotidiana, em meu caso foram duas gravidezes e três filhos que chegaram no meio do processo. É necessário elaborar um cronograma realista, estabelecer metas e prazos para cada etapa e ter disciplina para seguir o plano estabelecido.

Em suma, a administração do escopo, do tempo e dos recursos necessários é um desafio inerente a qualquer empreendimento, incluindo a realização de uma dissertação. Através das dificuldades encontradas, aprendemos a importância da definição clara dos objetivos, do planejamento detalhado, da disciplina e da flexibilidade para se adaptar às mudanças e superar obstáculos. Essas habilidades adquiridas durante esta jornada certamente me acompanharão em futuros projetos, capacitando-me a enfrentar novos desafios.

Além disso, durante esta jornada, ficou evidente o papel crucial do apoio das pessoas envolvidas direta e indiretamente no projeto. A colaboração e o empenho de orientadores, colegas, amigos e familiares foram fundamentais para superar momentos de dúvidas e incertezas. O compartilhamento de conhecimentos, a troca de ideias e as palavras de incentivo foram verdadeiros pilares de motivação ao longo do percurso. A importância do **apoio emocional e técnico** não pode ser subestimada, pois contribuiu significativamente para a perseverança e determinação em alcançar os objetivos propostos. O suporte das pessoas ao redor tornou essa jornada acadêmica ainda mais enriquecedora e reforçou a importância do trabalho em equipa e da valorização das relações interpessoais em qualquer empreendimento. Ao refletir sobre essa experiência, compreendo que o sucesso de qualquer projeto vai além das habilidades técnicas e do conhecimento adquirido, sendo também impulsionado pelo apoio e sinergia entre as pessoas envolvidas.

## Bibliografia

---

- Aaker, b. D., Kumar, V., Leone, R., & Day, G. S. (2001). *Marketing Research*. New York: Wiley.
- Alves, C. d., Samohyl, R. W., Zago, V. A., & Henning, E. (2017). Uma aplicação do gráfico de controlo de média móvel geralmente ponderada no processo de produção de papel. *INOVAE - Journal of Engineering, Architecture and Technology Innovation* (ISSN 2357-7797), V.4 - N1(2016).
- Antonelli-Ponti, M., Cardoso, F., Pinto, C., & Silva, J. A. (22 de Set de 2020). Efeitos da pandemia de Covid-19 no Brasil e em Portugal: estresse peritraumático. *Psicologia em Pesquisa*, pp. Volume 14, número 4.
- Anuniação, L. (2021). *Conceitos e Análises Estatísticas com R e JASP*. Rio de Janeiro: PUC-Rio.
- Assis, J. d., Sousa, R. d., & Dias, C. (2019). *Glossário de Estatística*. Mossoró - RN - Brasil: EdUFERSA - Editora universitária.
- Association of Business Process Management Professionals. (2013). *BPM CBOK - Guia para o Gerenciamento de Processos de Negócio Corpo Comum de Conhecimento*. ABPMP Brazil.
- Avido, N. O. (2015). *Tese: Planeamento de Experiências na Otimização da Fuba de Milho*. Lisboa: UAb.
- Azevedo, B. D. (2017). *Controlo Estatístico De Processos: estudo de caso em uma indústria de produção de bandejas de ovos*. Guarapuava: Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- Benneyan, J. C. (1998). *Statistical Quality Control Methods in Infection Control and Hospital Epidemiology, Part II: Chart Use, Statistical Properties, and Research Issues*. *Infection Control and Hospital Epidemiology* , 19(N.4), pp. 265-283.
- Berlitz, F. d. (2010). *Controlo da qualidade no laboratório clínico: alinhando melhoria de processos, confiabilidade e segurança do paciente*. Rio de Janeiro: *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*.
- Braimah, O., Omaku, P., Saheed, Y., & Momo, A. (Nov-Dec de 2014). *Statistical Quality Control; a Tool for Monitoring Epidemic Diseases Outbreak*. 10(Issue 6 Ver. IV), pp. 71-80.
- Carvalho, J. M. (2022). *Tese: Identificação de alguns factores de risco para a obesidade e visualização da informação*. Lisboa: UAb.

- Carvalho, P. (2013). A Evolução da Gestão de Processos de Negócios como uma disciplina profissional BPM.
- Castro, M. C., Kim, S., Barberia, L., Ribeiro, A. F., Gurzenda, S., Ribeiro, K. B. Singer, B. H. (2021). Spatiotemporal pattern of COVID-19 spread in Brazil.
- Cavalcanti, R. (2017). Modelagem de Processos de Negócio – Roteiro para realização de projetos de modelagem de processos de negócios. Editora Brasport.
- CBOK®, B. (2013). Guia para o Gerenciamento de Processos de Negócio Corpo Comum de Conhecimento. ABPMP Brazil.
- Chen, M., Mao, S., & Liu, Y. (2014). Big data: A survey. *Mobile Networks and Applications*, 19(2), 171-209.
- Colombari, R. R. (2004). Aplicação de Delineamento de Experimentos para o Processo de Solda à Projecção.
- Coordenação Técnica do Escritório de Processos/CTEP. (2015). Manual Interativo de Gestão por processos Organizacionais. Brasília: IPHAN.
- Coordenação-Geral de Desenvolvimento da Epidemiologia em Serviços - CGDEP. (Abr de 2012). *Epidemiologia e Serviços de Saúde - Vol. 21 - Número 2. Revista do Sistema único de Saúde do Brasil.*
- Cortez, A. I. (2017). Aplicação de Cartas de Controlo na análise de Pb, Cd, Cr e Ni: Controlo da Qualidade Interno dos Brancos. Lisboa: FCT - Faculdade de Ciências e Tecnologia.
- Costa, A. M. (2016). Tese: Análise e Avaliação do Risco por Aplicação do Método de Monte Carlo. Lisboa: UAb.
- Cruz, W. P. (2013). Análise Estatística Usando A Distribuição de Weibull de Ensaios de Fadiga Axial em Juntas Soldadas pelo Processo Gmaw e Gmaw-Cw. Marabá: Universidade Federal do Paraná.
- Damásio, B. F. (2021). O D de Cohen. *Revista Psicometria Online*.
- Ferreira, L. M., Sáfyadi, T., & Lima, R. R. (Jul de 2018). Técnicas da estatística espacial na análise de dados de áreas no estudo da dengue. *Revista Univap v. 24, n. 44, 24 (Número 44)*.
- Filho, N. d., & Rouquayrol, M. Z. (2002). *Introdução à Epidemiologia*. Sao Paulo: Nova Guanabara.
- Fonseca, C. R., & Duarte, C. T. (2020). Gráfico de Controlo da Qualidade: Análise do processo em uma microempresa de Teresina – PI. *Revista Científica Multidisciplinar*, 19(11), pp. 77-98.



- Gadens, E. (2022). O Guia sobre Heatmaps: O que é um mapa de calor, seu uso e os diferentes tipos?
- Galdámez, E. V. (2002). Aplicação das Técnicas de Planeamento e Análise de Experimentos na Melhoria da Qualidade de um Processo de Fabricação de Produtos Plásticos .
- Gervásio, H. E. (2018). Tese: Aplicação do Controlo Estatístico do Processo na Avaliação da Qualidade da Água Consumida no Município do Lubango - Huila. Lisboa: UAb.
- Glen, S. (2022). "D de Cohen: Definição, exemplos, fórmulas". Site de consulta: StatisticsHowTo.com
- Godoy, C. (2014). Uma Aplicação do Planeamento de Experimentos e Carta de Controlo em uma Indústria de Cosméticos: Ciclo DMAIC.
- Gomes, M. I., Figueiredo, F., & Barao, M. I. (2010). Controlo Estatístico da Qualidade. Lisboa: Sociedade Portuguesa de Estatística.
- Gomes, U. R. (2007). Otimização do Processo de Laminação a Frio através de planeamentos de Experimentos . Rio de Janeiro: Programa de Pós- graduação em Engenharia Industrial do Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio.
- Henning, E. (2012). RI UFSC. Fonte: Aperfeiçoamento e desenvolvimento dos gráficos combinados Shewhart-Cusum binomiais
- Henning, E., Walter, O. M., Alves, C. d., & Samohyl, R. W. (2012). Aplicação de gráficos de Controlo Estatístico de Processos para o monitoramento dos casos de meningite no município de Joinville. *Producao em Foco*, 02(N.01), pp. 01-26.
- Hosken, Marcio (2017). Ferramentas da Qualidade. <https://pt.slideshare.net/mhosken/ferramentas-da-qualidade-74063256>. Acesso em 12 de 2019.
- Hu, L., Chen, S., Fu, Y., Gao, Z., Long, H., Ren, H.-W., Yanagiha, R. (03 de Mai de 2020). *Clinical Infectious Diseases*. Fonte: Oxford Academic
- Inkelas, M., Blair, C., Furukawa, D., Manuel, V. G., Malenfant, J. H., Martin, E., . . . Provost, L. P. (30 de Abr de 2021). Using control charts to understand community variation in COVID-19. Fonte: PLOS ONE
- Jewell, Nicolas P. (2004). *Statistics for Epidemiology*. Chapman & Hall / CRC Press. Boca Raton - FL.

- Jiang, L., Jiang, Y., Liu, D., & Wang, H. (2018). Big data-driven quality control of complex systems with stochastic dependencies. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 14(99), 1-1.
- Jones, G. R., & George, J. M. (2016). *Contemporary Management - Ninth Edition*. New York: McGraw-Hill Education.
- Júnior, L. Q. (2016). *Planeamento de Experimentos no Processo de Desenvolvimento de Produtos*. Editora Simplíssimo.
- Kirkwood, B., & Sterne, J. (2003). *Essential Medical Statistics - 2 ED*. Malden, MA: Blackwell Science.
- Kleinbaum, D., Kupper, L., & Morgenstern, H. (1982). *Epidemiologic Research: Principles and Quantitative Methods*. Belmont, CA: Lifetime Learning Publications.
- Kusiak, A. (2018). Smart manufacturing. *International Journal of Production Research*, 56(1-2), 508-517.
- Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2015). A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. *\*Manufacturing Letters\**, 3, 18-23.
- Leiva, V., & Oliveira, T. (2015). *p*-Charts for Attribute Control. *Wiley StatsRef - Statistics Reference Online*.
- Leoni, R. C., Rios, B. A., Silva, P. A., Reis, B. P., & Fernandes, G. d. (2018). Gráficos de controlo de Shewhart para o monitoramento de um processo de fixação de vidro automotivo. *Indústria 4.0 e o uso de tecnologias digitais (Simpósio de Excelência em Gestao e Tecnologia)*.
- Lins, B. E. (2019). Breve história da engenharia da qualidade. [www.belins.eng.br/ac01/papers/asleg04.pdf](http://www.belins.eng.br/ac01/papers/asleg04.pdf). Acesso em 12 de 2019.
- Longo, R. M. (1996). *Gestão da Qualidade: Evolução Histórica, Conceitos Básicos e Aplicação na Educação*.
- Marôco, J. (2014). *Análise Estatística com o SPSS Statistics*. Pêro Pinheiro: ReportNumber.
- Matos, A. S. (2016). *Aplicação de Cartas de Controlo na análise de arsénio: Controlo da Qualidade Interno de Brancos*. Lisboa: FCT - Faculdade de Ciências e Tecnologia.
- Maurício, C. F., Silva, I. R., Carvalho, M., Abrahão, R., & Junior, L. M. (2022). Concentração regional da geração distribuída na Paraíba: Uma análise da energia solar fotovoltaica pelos índices de Hoover e de Krugman.

- Mbaye, M. F., Sarr, N., & Ngom, B. (2021). Construction of Control Charts for Monitoring Various Parameters Related to the Management of the COVID-19 Pandemic. *Journal of Biosciences and Medicines*, 9-19.
- Miguel, B. C. (2017). Tese: Controlo Estatístico de Processos aplicado à Indústria Mineira: exploração de carvão mineral na Província de Tete em Moçambique. Lisboa: UAb.
- Mizumoto, K., Kagaya, K., Zarebski, A., & Chowell, G. (2020). *Eurosurveillance*.
- Montgomery, D. (2008). *Introduction to Statistical Quality Control*. New Jersey: John Wiley & Sons Inc.
- Oliveira, O., Palmisano, Â., Mañas, A., Modia, E., Machado, M., Fabrício, M., Carvalho, V. (2006). *Gestão da qualidade – tópicos avançados*. São Paulo: Cengage Learning Editores.
- P, P. A., Berry, G., & Matthews, J. (2002). *Statistical Methods in Medical Research - 4 Ed.* Oxford: Blackwell Science.
- Pagano, M., & Gauvreau, K. (2000). *Principles of Biostatistics - 2ED*. Pacific Grove, CA: Duxbury Press.
- Pereira, N. N. (2017). *Aplicação de gráficos de controlo para monitoramento do tempo de espera em uma Unidade Básica de Saúde*. Ponta Grossa: Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- Pereira, S. D. (2007). *Conceitos e Definições em Epidemiologia importantes para Vigilância Sanitária*. São Paulo.
- Pérez, F. L. (2022). Monte Carlo Hamiltoniano na regressão logística.
- Perla, R. J., Provost, S. M., Parry, G. J., Little, K., & Provost, L. P. (2021). Understanding variation in reported COVID-19 deaths with a novel Shewhart chart application. *International Journal for Quality in Health Care*, Volume 33, Issue 1.
- PMBOK®. (2008). *Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos*. Project Management Institute, Inc.
- Provost, F., & Fawcett, T. (2013). Data science and its relationship to big data and data-driven decision making. *Big Data*, 1(1), 51-59.
- Regra, C. M. (2010) Tese: *Análise Estatística do Processo de Reconhecimento, Validação e Certificação de Competências no CNO dos CTT* . Lisboa: UAb.
- Requeijo, J. G., Matos, A. S., & Abreu, A. (2015). Controlo Estatístico do Processo para Número Reduzido de Dados. *International Conference on Engineering*.

- Ribeiro, J. L., & Caten, C. S. (2012). *Controlo Estatístico do Processo - Cartas de Controlo para Variáveis, Cartas de Controlo para Atributos, Função de Perda Quadrática, Análise de Sistemas de Medição*. Porto Alegre: FEENG/UFRGS.
- Ribeiro, J. L., & Caten, C. S. (2012). *Controlo Estatístico do Processo*. Porto Alegre: Fundação Empresa Escola de Engenharia da UFRGS.
- Rothman, K., Greenland, S., & Lash, T. (2008). *Modern Epidemiology - 3Ed.* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Salgado, L. L. (2013). *A História da Gestão da Qualidade*: [www.webartigos.com/artigos/a-historia-da-gestao-da-qualidade/108034](http://www.webartigos.com/artigos/a-historia-da-gestao-da-qualidade/108034). Acesso em 12 de 2019.
- Scherer, W. J., & Moraes, S. L. (2012). *Análise Locacional das atividades dinâmicas do estado do Rio Grande do Sul*. Rio Grande do Sul: Fundação de Economia e Estatística – FEE.
- Silva, C. P. (2013). *Análise de dados de vigilância epidemiológica com auxílio de gráficos de controlo estatístico*. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Catarina.
- Silva, M. M. (2003). *Dicionário terminológico da gestão pela qualidade total em serviços*. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas.
- Souza, A. P., Mota, C. M., Rosa, A. G., Figueiredo, C. J., & Candeias, A. L. (17 de Mai de 2022). A spatial-temporal analysis at the early stages of the COVID-19 pandemic and its determinants: The case of Recife neighborhoods, Brazil. *PLOS ONE*.
- Suman, G., & Prajapati, D. (2018). Control chart applications in healthcare: a literature review. *IJMQE*.
- Taero, É. J. (2016). *Tese: Estatística e análise do risco: aplicações e ligações*. Lisboa: UAb.
- Thor, J., Lundberg, J., Ask, J., Olsson, J., Carli, C., Härenstam, K. P., & Brommels, M. (2007). Application of statistical process control in healthcare improvement: systematic review. *Qual Saf Health Care - V.16*, pp. 387–399.
- Vargas, V., Lopes, L., & SOUZA, A. (2004). Comparative study of the performance of the CuSum and EWMA control charts. *Computers & Industrial Engineering*, 46, pp. 707–724.

- Wang, S., Wan, J., Zhang, D., Li, D., & Zhang, C. (2016). Towards smart factory for industry 4.0: A self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination. *Computer Networks*, 101, 158-168.
- Werkema, Cristina (1995). Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos. Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais.
- Werner, L., Argenta, A. S., & Soares, F. (2019). Análise do desempenho dos gráficos de controlo CUSUM e EWMA: estudo comparativo com uso de simulação. *Cadernos do IME –Série Estatística*, 47, pp. 17-34.
- Woodall, W. H. (2006). The Use of Control Charts in Health-Care and Public-Health Surveillance. Blacksburg: *Journal of Quality Technology*.
- Zanini, R. R., Souza, A. M., Jacobi, L. F., Peripolli, A., Dapper, S. N., & SILVA, A. C. (2016). A Utilização dos Gráficos de Controlo para Acompanhamento de Processos de Vigilância. *Revista Espacios*, 37(N.27). Fonte: *Revista Espacios*.

# Anexos

---

## Anexo I - Inquérito sobre uso de métodos estatísticos

---

### Uso de métodos estatísticos na Gestão de Processos

Caros colegas, estou desenvolvendo uma dissertação para obtenção do grau de Mestre em Estatística pela Universidade Aberta de Portugal. Como profissional da área de Gestão de Processos, optei por elaborar um estudo sobre o uso de métodos estatísticos na análise e proposição de melhorias para os processos.

Agradeço, antecipadamente, pelo auxílio através da participação nesta pesquisa. São apenas 10 questões e o tempo estimado para respondê-las é de 5 minutos.

Atenciosamente,  
Gleice Mendonça Leidenfrost.

**1. Você atua na área de Gestão de Processos? Em caso positivo, qual o seu tempo de experiência? (Múltipla escolha)**

- Não atuo na área.
- Atuo - menos de 5 anos.
- Atuo - entre 5 e 10 anos.
- Atuo - mais de 10 anos.

**2. Você possui conhecimentos na área de Estatística? Em caso positivo, qual o seu tempo de experiência? (Múltipla escolha)**

- Não possuo conhecimento.
- Possuo conhecimentos - menos de 5 anos.
- Possuo conhecimentos - entre 5 e 10 anos.
- Possuo conhecimentos - mais de 10 anos.

**3. Caso possua, como você obteve os seus conhecimentos estatísticos? (Caixa de seleção - pode escolher mais de uma opção)**

- Não possuo conhecimento.
- Através de cursos de curta duração.
- Através de cursos de graduação.
- Através de cursos de pós-graduação / mestrado / doutorado.
- Através de experiência profissional.
- Através de estudos individuais.

**4. Você possui conhecimento sobre os métodos de Gestão da Qualidade aplicados para análise de processos? Tais como Diagrama de Ishikawa, Gráfico**

de Controlo, Diagrama de Pareto, Fluxograma, Diagrama de Dispersão, etc.  
**(Múltipla escolha)**

- Não possuo conhecimento.
- Conheço, mas não sei utilizar adequadamente.
- Conheço, mas utilizo pouco.
- Conheço e utilizo sempre.

5. Caso utilize, quais são os métodos de Gestão da Qualidade que você aplica na análise de processos e qual o nível de eficiência ao adotar esses métodos? **(Matriz de avaliação)**

	Não utilizo	Baixo	Bom	Alto	Excelente
Diagrama de Ishikawa (espinha de peixe).					
Gráfico de Controlo.					
Diagrama de Pareto.					
Fluxograma.					
Diagrama de Dispersão.					

*Caso utilize outro, por favor especifique o método e o nível de eficiência:*

6. Dos métodos listados abaixo, você teria interesse em aprender, ou aprimorar, o seu conhecimento quanto ao uso dos mesmos na Gestão de Processos? **(Caixa de seleção - pode escolher mais de uma opção)**

- Não tenho interesse.
- Diagrama de Ishikawa (espinha de peixe).
- Gráfico de Controlo.
- Diagrama de Pareto.
- Fluxograma.
- Diagrama de Dispersão.

*Caso tenha interesse em outro, por favor especifique:*

7. Como você classificaria o nível de maturidade em Gestão de Processos em sua empresa? **(Avaliação por estrelas)**

Nulo      Baixo      Bom      Alto      Excelente

☆      ☆      ☆      ☆      ☆

8. A sua empresa faz uso de indicadores de desempenho? **(Múltipla escolha)**

- Não faz uso de indicadores.
- Sim, mas somente indicadores atrelados às metas.
- Sim, temos indicadores atrelados aos processos de negócio, mas o seu resultado não é considerado como insumo para redesenho do processo.

- Sim, temos indicadores atrelados aos processos de negócio e os seus resultados são utilizados como insumo para redesenho do processo.

**9. Qual a sua opinião diante das frases abaixo: (Matriz de avaliação)**

	Discordo totalmente	Discordo	Não possuo opinião formada	Concordo	Concordo totalmente
“Os métodos estatísticos de análise são muito complexos, por isso não são utilizados frequentemente para avaliação de processos”.					
“O profissional da área de Gestão de Processos deve possuir domínio de métodos estatísticos para analisar adequadamente um processo”.					
“A Gestão de Processos seria mais adotada nas empresas, se os resultados obtidos com as melhorias dos processos fossem apresentados de forma mais concreta”.					

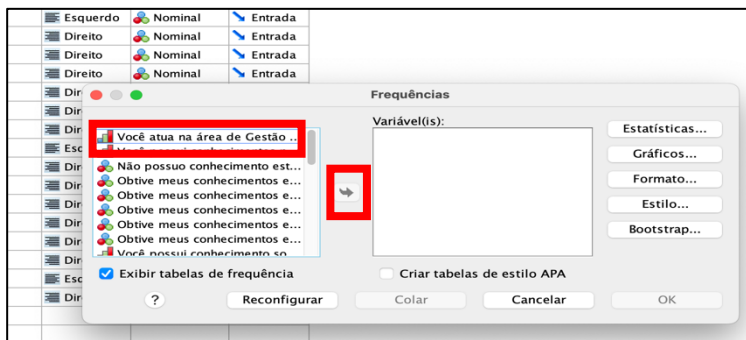
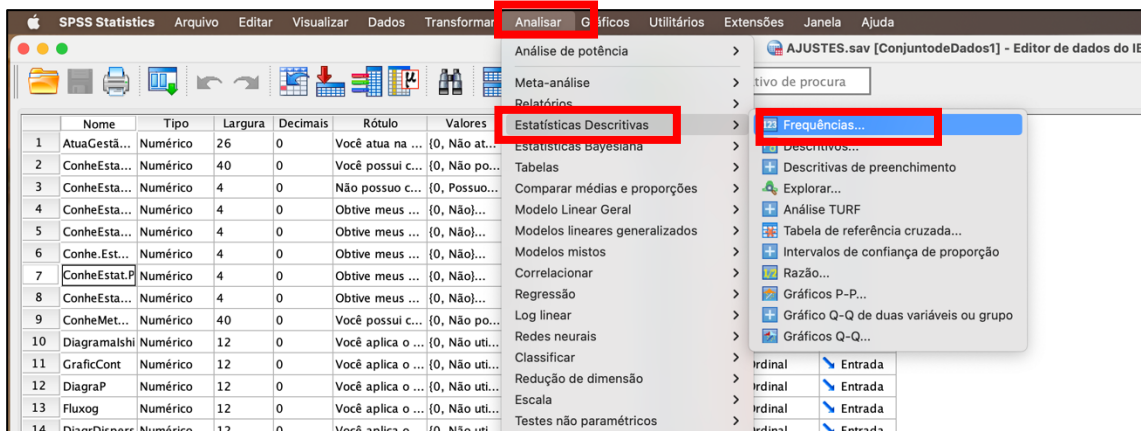
**10. Você considera que o uso de sistemas automatizados facilita o uso de métodos estatísticos para análise de processos? (Múltipla escolha)**

- Não facilita.
- Facilita, mas prefiro fazer manualmente.
- Facilita e eu faria uso, apenas se o sistema fosse simples.
- Facilita e eu faria uso, independente da complexidade.
- Facilita e já utilizo um sistema para análise de processos. Neste caso, por favor especifique:

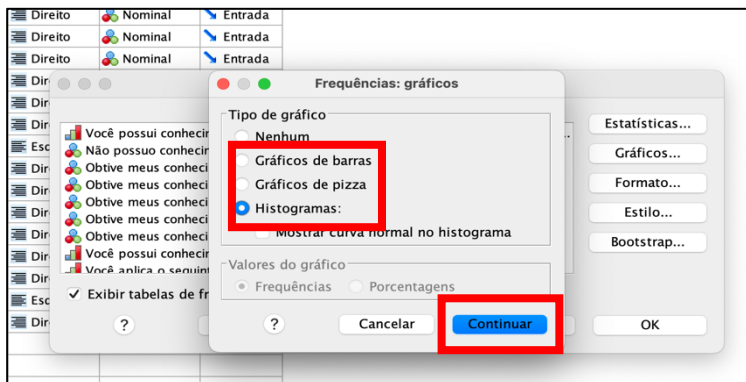


## Anexo II - Telas do SPSS

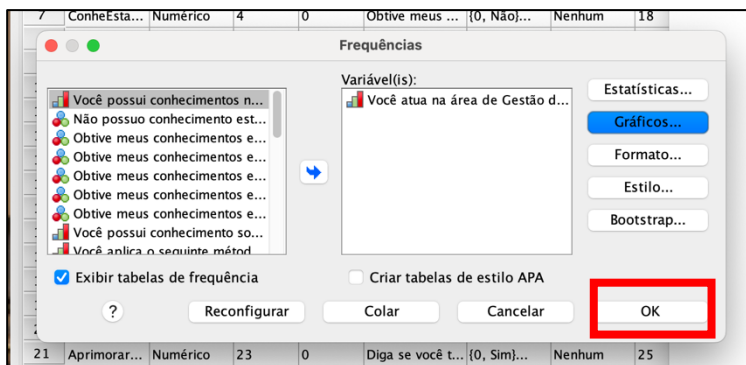
- Comandos para geração de gráficos:



Selecione a variável desejada e pressione a seta para incluir.



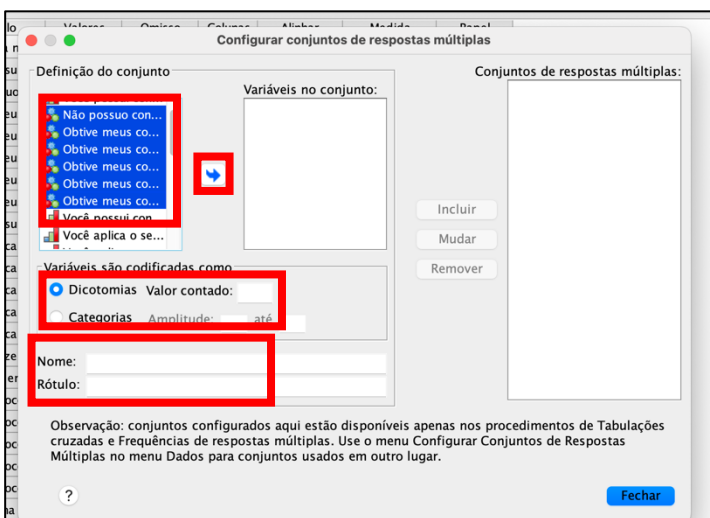
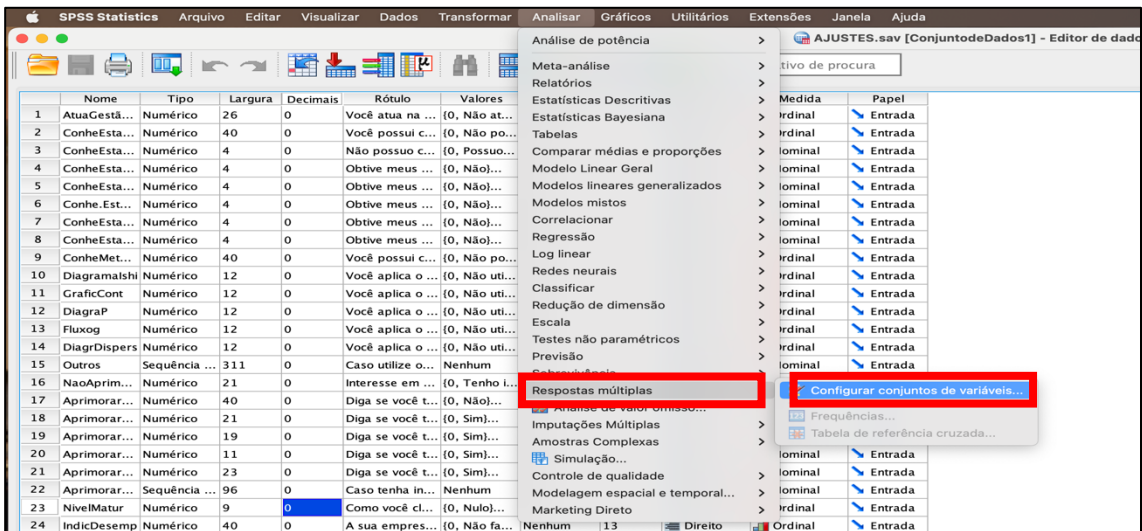
Selecione o tipo de gráfico desejado e pressione Continuar.



Pressione OK para gerar os gráficos.

- Comandos para consolidação de múltiplas respostas:

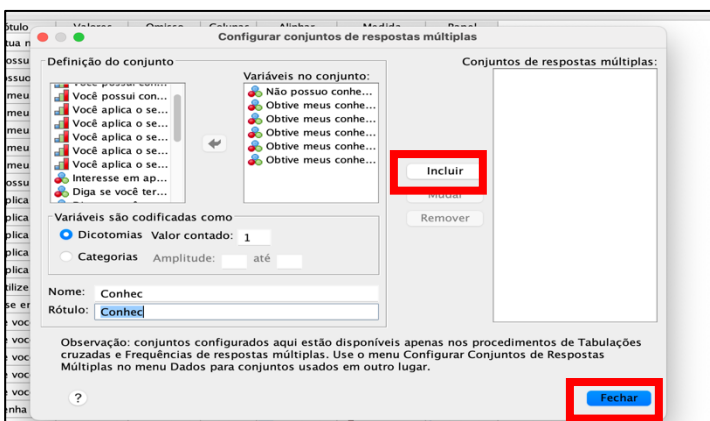




Selecione as variáveis desejadas e pressione a seta para incluir.

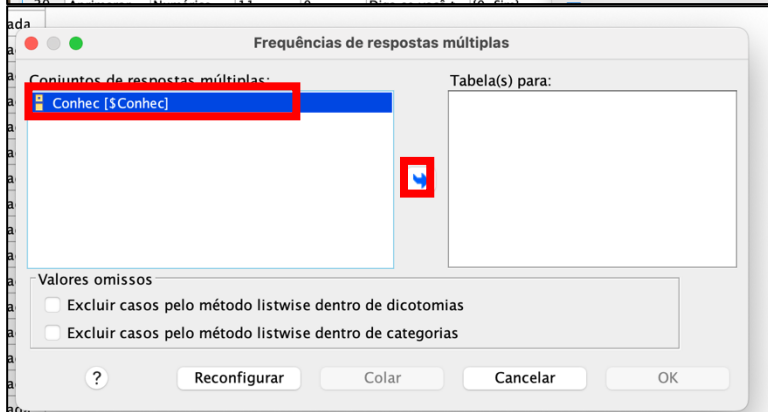
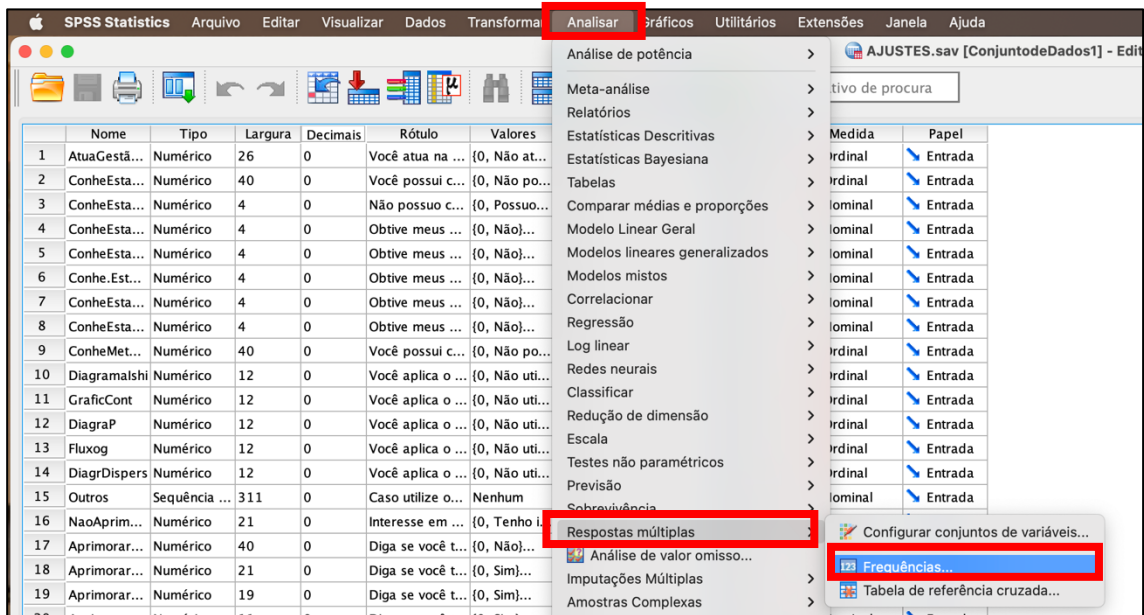
Especifique o tipo de variável e os valores que deverão ser contados.

Nomeie a nova variável e o novo rótulo.

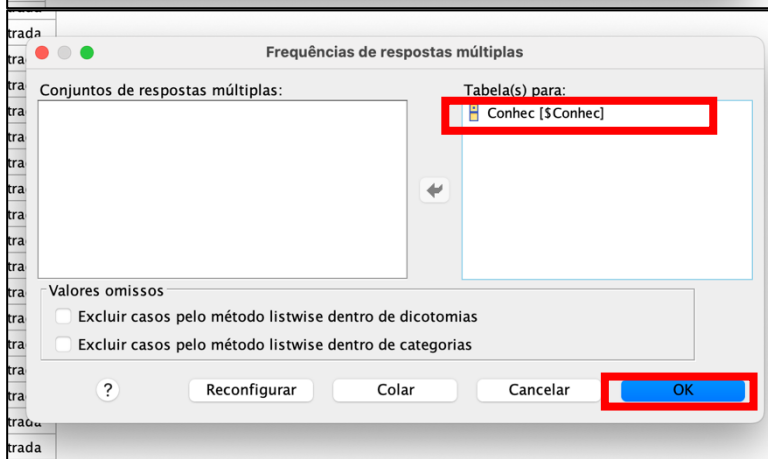


Selecione a opção Incluir e em seguida o botão Fechar.

- Comandos para análise das variáveis consolidadas:

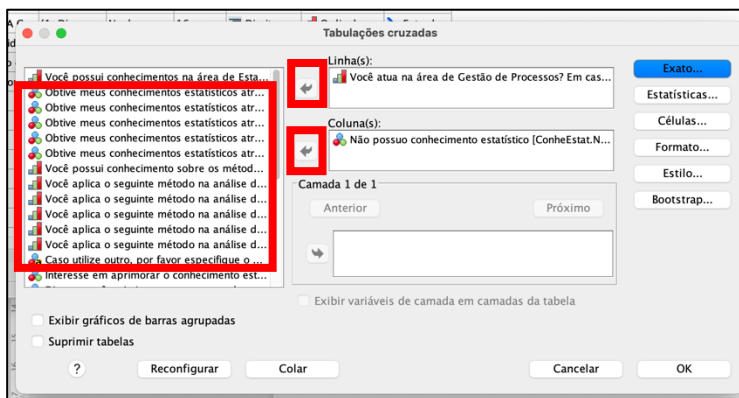
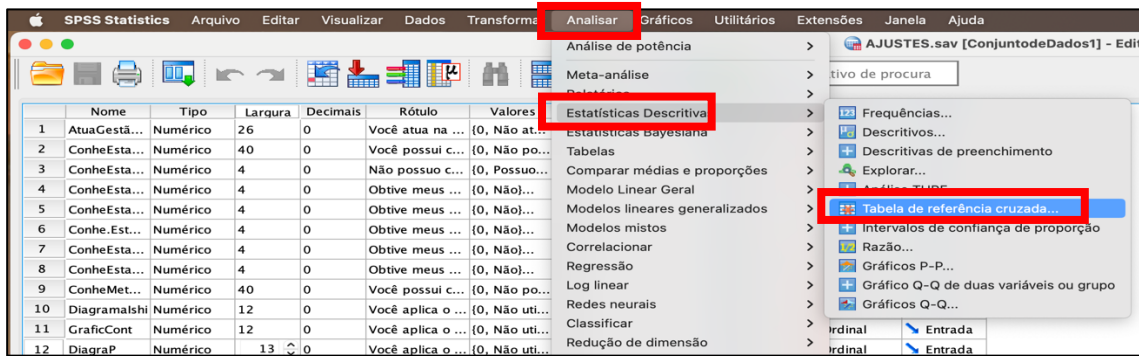


Selecione a variável criada e pressione a seta para incluir.

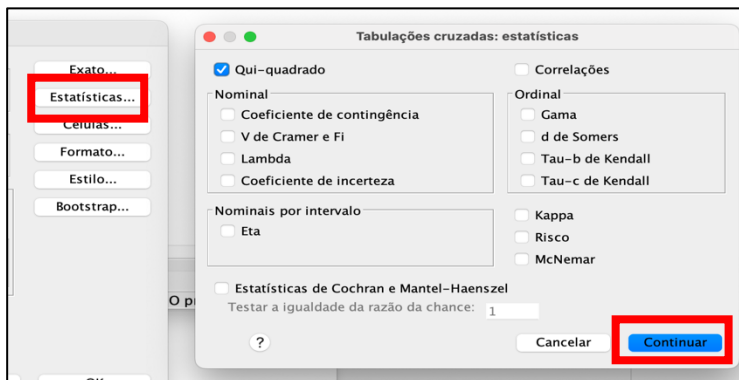


Selecione o botão OK para gerar as informações.

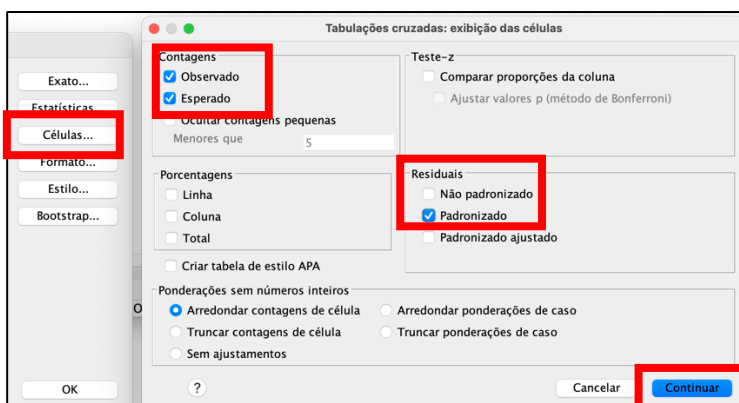
- Comandos para teste do qui-quadrado:



Selecione a variável desejada e pressione a seta para incluir na Linha e na Coluna.

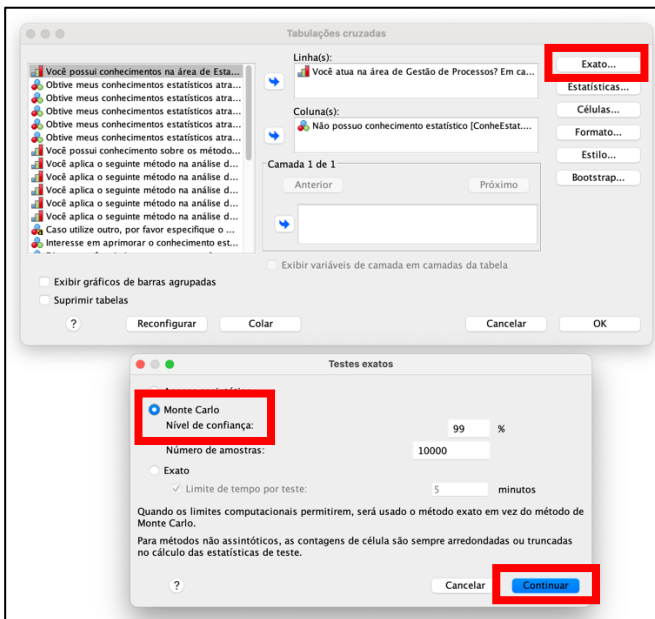
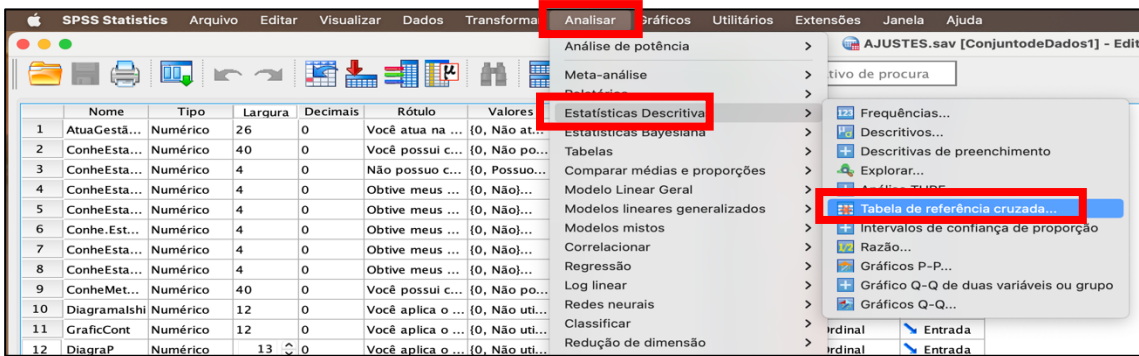


Ainda na tela Tabulações cruzadas, selecione o botão Estatística e em seguida marque a opção Qui-quadrado, por último selecione Continuar.



Ainda na tela Tabulações cruzadas, selecione o botão Células e em seguida marque as opções Observado e Esperado no item Contagens e a opção Padronizado no item Residuais. Em seguida selecione Continuar para gerar as informações.

- Comandos para teste do qui-quadrado por simulação de Monte Carlo:



Siga os passos como na geração do Teste do qui-quadrado, em seguida selecione o botão Exato e selecione a opção Monte Carlo. O nível de confiança também pode ser alterado, se necessário. Ao fim, selecione o botão Continuar.