



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS (DCIS)
COLEGIADO DO CURSO DE BACHARELADO EM ADMINISTRAÇÃO
BACHARELADO EM ADMINISTRAÇÃO**

MARCOS COSTA ALVES BRASILEIRO

**ESTATÍSTICA APLICADA À CIÊNCIA DE DADOS NO PROCESSO DE
PRODUÇÃO FABRIL: UM MODELO DE CONTROLE DO PROCESSO**

FEIRA DE SANTANA – BA

2021

MARCOS COSTA ALVES BRASILEIRO

**ESTATÍSTICA APLICADA À CIÊNCIA DE DADOS NO PROCESSO DE
PRODUÇÃO FABRIL: UM MODELO DE CONTROLE DO PROCESSO**

Trabalho de conclusão do curso apresentado à disciplina de Monografia II como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Administração pela Universidade Estadual de Feira de Santana.
Orientador: Prof. Dr. Saulo José dos Santos Rocha.

FEIRA DE SANTANA – BA

2021

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente à Deus e à toda minha família, enfatizo minha dedicação à minha mãe e irmã, Jucelma e Tatiane, que não estão presentes em vida, mas que sempre estão vivas em memória. Dedico para meu pai Janivaldo e meus irmãos Rodrigo e Taiane por sempre proporcionar estímulos e condições para essa realização.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram direta ou indiretamente para realização desse trabalho e do processo de formação acadêmica.

Portanto, agradeço primeiramente à Deus, por ter sempre iluminado e abençoado meus caminhos para realização de mais um sonho e conquista em minha vida.

Para meus pais, Janivaldo e Jucelma que sempre fizeram de tudo para que meus irmãos e eu tivéssemos acesso a uma boa educação, apesar das dificuldades foram felizes com esse feito. A minha eterna e profunda gratidão.

Aos meus avós, João, Joana, Isabel e José que sempre e em diversas formas contribuíram para minha educação pessoal e condições de realizar essa vitória.

Aos meus irmãos Tatiane, Taiane e Rodrigo que sempre me apoiaram e vibraram com cada conquista na minha vida.

À minha namorada Ana Rita e minha sogra Fabiana que sempre me estimularam, apoiaram, comemoram cada nova etapa e me ajudaram bastante nesse processo, meus eternos agradecimentos.

À todos meus colegas de curso, em especial, Daffne, Caren, Ellen, Angela e Luine que juntos pudemos vencer a batalha durante os anos de estudo.

À Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS e a sociedade por acreditar na formação profissional e qualificação das pessoas como meio de evolução e crescimento social.

Ao Prof. Dr. Saulo Rocha, pelo seu apoio, parceria e contribuição comigo e todos os estudantes da universidade.

MARCOS COSTA ALVES BRASILEIRO

**ESTATÍSTICA APLICADA À CIÊNCIA DE DADOS NO PROCESSO DE
PRODUÇÃO FABRIL: UM MODELO DE CONTROLE DO PROCESSO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à disciplina Monografia II como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Administração pela Universidade Estadual de Feira de Santana, sob orientação do professor Dr. Saulo José dos Santos Rocha.

Aprovado em: ____ de _____ de 2021

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Saulo José dos Santos Rocha
Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS

Prof. Dr. Reinaldo Santos Andrade
Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS

Prof. Dr. Miguel Angel Rivera Castro
Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS

RESUMO

O avanço tecnológico propiciou diversas mudanças na sociedade, dentre elas destaca-se a geração em massa de dados e alternativas para aplicação como fonte de informações para uma decisão bem fundamentada. O processo de produção industrial é bastante complexo e boa parte das organizações buscam formas para controlá-los e melhorá-los. A informação é um dos principais pilares para o desenvolvimento da escolha, porém um dos grandes obstáculos enfrentados pelas grandes empresas. O objetivo desse trabalho é estudar um modelo de controle de processo fundamentado sob dados estatísticos que possibilite maior estabilidade e melhoria na produção industrial com base na Teoria de Sistemas. A metodologia utilizada foi a modelagem sistemográfica, que consiste, basicamente, na racionalização do sistema, separando e avaliando-o a partir de três aspectos que o envolvem: operacional, informacional e decisional. Esta explana uma visão do sistema auxiliando na análise de melhorias nas atividades desempenhadas, além de contribuir para compreensão da sua funcionalidade e implementação.

Palavras-chave: Informação; Decisão; Controle; Processo de Produção; Teoria de Sistemas.

ABSTRACT

Technological advances have brought about several changes in society, among them, the massive generation of data and alternatives for application as a source of information for a well-founded decision stands out. The industrial production process is quite complex and most associations are looking for ways to control and improve them. Information is one of the main pillars for the development of choice, but one of the great ones faced by large companies. The objective of this work is to study a process control model based on statistical data that allows for greater stability and improvement in industrial production based on Systems Theory. The methodology used was systematic modeling, which basically consists of rationalizing the system, separating and evaluating it based on three aspects that involve it: operational, informational and decisional. This explains a vision of the system helping in the analysis of improvements in the activities performed, in addition to contributing to the understanding of its perception and implementation.

Keywords: *Information; Decision; Control; Production Process; Systems Theory.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – REPRESENTAÇÃO DE UM SISTEMA

FIGURA 2 - VISÃO SISTÊMICA DA PRODUÇÃO

FIGURA 3 – USO DOS DADOS NA TOMADA DE DECISÃO

FIGURA 4 - RELAÇÃO DE ÁREAS DA CIÊNCIA DE DADOS

FIGURA 5 - TIPOS DE ANÁLISE EM RELAÇÃO A CIÊNCIA DE DADOS

FIGURA 6 – MAPA ESTRUTURAL DA PESQUISA

FIGURA 7 – HISTOGRAMA;

FIGURA 8 – DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO;

FIGURA 9 – FLUXOGRAMA

FIGURA 10 – DIAGRAMA DE CONCENTRAÇÃO DE DEFEITOS

FIGURA 11 – DIAGRAMA DE PARETO

FIGURA 12 – DIAGRAMA DE DISPERSÃO

FIGURA 13 – GRÁFICO DE CONTROLE

FIGURA 14 - CURVA DE DESVIOS PARA SEIS SIGMA

FIGURA 15 – CICLO DO DMAIC

FIGURA 16 – VISÃO SISTÊMICA DA GESTÃO DE PROCESSOS

FIGURA 17 – FLUXOGRAMA DO MODELO GEPP

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - ELEMENTOS DO PROCESSO DE COMUNICAÇÃO.

QUADRO 2 – ETAPAS DO DMAIC: AÇÃO, OBJETIVOS E FERRAMENTAS.

QUADRO 3 – FERRAMENTAS DA QUALIDADE COMUMENTE UTILIZADAS NO DMAIC

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CEP – CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO

CEQ – CONTROLE ESTATÍSTICO DA QUALIDADE

BI – *BUSINESS INTELLIGENT*

BD – *BIG DATA*

ERP – *ENTERPRISE RESOURCE PLANNING*

GEPP – GESTÃO ESTATÍSTICA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO

LGPD – LEI GERAL DE PROTEÇÃO AOS DADOS

CEQ – CONTROLE ESTATÍSTICO DA QUALIDADE

DOE – *DESIGN OF EXPERIMENTS* (DESENHO EXPERIMENTAL)

ANOVA – ANÁLISE DE VARIÂNCIA

KPI – *KEY PERFORMANCE INDICATOR* (INDICADORES CHAVE DE DESEMPENHO)

IOT – *INTERNET OF THINGS* (INTERNET DAS COISAS)

EIS – *ENTERPRISE INFORMATION SYSTEMS* (SISTEMAS DE INFORMAÇÕES EXECUTIVAS)

SIPOC - *SUPPLIERS, INPUTS, PROCESS, OUTPUTS E CUSTOMERS*

5W2H – *WHAT, WHY, WHERE, WHEN, WHO, HOW, HOW MUCH*

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	9
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA.....	10
1.2	QUESTÕES ORIENTADORAS.....	10
1.3	OBJETIVOS DO TRABALHO	11
1.3.1	Objetivo Geral.....	11
1.3.2	Objetivos Específicos	11
1.4	JUSTIFICATIVA	11
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	13
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA I	15
2.1	TEORIA DE SISTEMAS.....	15
2.1.1	Histórico e Evolução	15
2.1.2	Tipos e Conceitos	18
2.1.3	Sistemografia.....	21
2.1.4	Teoria Matemática da Administração	28
2.2	ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO	29
2.2.1	Processo de Produção	30
2.2.1.1	Conceitos e tipos de Processos de Produção	30
2.2.1.2	Relação entre processo de produção e dados estatísticos	31
3.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA II	32
3.1	CIÊNCIA DE DADOS	32
3.1.1	Histórico e evolução	33
3.1.2	Importância e aplicabilidade	36
3.2	COMUNICAÇÃO NAS ORGANIZAÇÕES.....	37
3.2.1	Métodos e Conceitos na Organização.....	38
3.2.2	Obstáculos da Comunicação Organizacional	39
4.	METODOLOGIA.....	43
4.1	Método da Pesquisa.....	43
4.2	Caracterização e tipo da pesquisa	45
5.	CONTROLE E MONITORAMENTO DE PROCESSO NA INDÚSTRIA.....	49
5.1	Introdução	49
5.2	Métodos e técnicas	49
5.2.1	Controle Estatístico de Processo (CEP)	50
5.2.1.1	Definição e Objetivos do Controle Estatístico de Processo	51
5.2.1.2	Ferramentas e Conceitos do CEP	53
5.2.1.3	Uso de CEP no processo da tomada de decisão	58
5.2.2	DMAIC	58
5.2.2.1	Definição e Objetivos do DMAIC	61
5.2.2.2	Ferramentas e Conceitos	62
5.2.2.3	Uso de DMAIC no processo da tomada de decisão	63
5.2.3	Gestão de Processos Industriais	63
5.3	O modelo – Gestão Estatística do Processo de Produção (GEPP)	65
5.3.1	Estrutura geral	65
5.3.2	Sistemografia do Modelo GEPP	71
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	77
	REFERÊNCIAS	79

1. INTRODUÇÃO

O grande avanço tecnológico nas últimas décadas proporcionou inúmeras mudanças na sociedade, sendo o registro do que fazemos conectados um dos principais marcos da história, que por consequência estimulou o surgimento de um amplo conceito na área de Tecnologia da Informação: o Big Data. Segundo a Forbes (2015), o volume de dados criado nos últimos dois anos é maior do que a quantidade produzida em toda a história da humanidade.

Atualmente, 5,22 bilhões de pessoas em todo o mundo usam smartphones, o equivalente a 66,6% da população total mundial e 4,66 bilhões, ou 59,5% utilizam a internet. (WE ARE SOCIAL, 2021, p.8)

O termo “Big Data” se refere a um conjunto de informações muito amplo que, exatamente por isso, carece de meios para lidar com seu tamanho, de maneira que possa ser interpretado e analisado em tempo hábil. É diante disso que surge o conceito de Ciência de Dados, que é uma área voltada para o estudo e a análise de dados estruturados e não-estruturados, visando a extração de conhecimento, detecção de padrões e/ou obtenção de insights para possíveis tomadas de decisão.

Por sua vez, o Controle Estatístico de Processo (CEP) criado por Walter Shewhart no início do séc. XX e divulgada por Edward Deming é uma ferramenta da qualidade utilizada nos processos com o objetivo de gerar informações para um diagnóstico mais eficaz na prevenção e detecção de problemas nos processos avaliados, visando estabilidade e maior assertividade das ações nos quadrantes industriais.

Desde o início do CEP, a tendência tecnológica é que aumente cada vez mais a importância de como melhor captar e utilizar os dados gerados. A propensão é que a internet deve estar presente não somente nos celulares e computadores, mas em equipamentos de cozinha, geladeiras ou carros. Os dados gerados vêm aumentando exponencialmente a cada ano e este padrão deve ser mantido.

O crescimento das possibilidades de uso dos registros que geramos fez com que a comunidade científica voltasse a estudá-los, buscando aprimorar suas aplicações e criar novas formas criativas de uso. Caso as empresas atentem-se para essas questões, elas poderão desfrutar do que especialistas chamam de “novo petróleo”.

Em contrapartida, recentemente tivemos muita polêmica sobre o uso de dados e privacidade, como o caso do *Facebook* com a venda de banco de dados, mas o

grande questionamento é que o estudo dos dados seja uma excelente forma para determinar padrões, tendências, ideias, possibilitando aumentar cada vez mais nossas assertividades, porém existe um limite de até que ponto essas informações podem ser acessadas por outras pessoas. No Brasil, atualmente temos A Lei Geral de Proteção de Dados em vigor. É um marco legal que regulamenta o uso, a proteção e a transferência de dados pessoais no Brasil. A LGPD (Lei 13.709, de 2018) garante maior controle dos cidadãos sobre suas informações pessoais, exigindo consentimento explícito para coleta e uso dos dados e obriga a oferta de opções para o usuário visualizar, corrigir e excluir esses dados.

É perceptível a relevância que os dados foram conquistando ao decorrer das décadas, desde o Controle Estatístico de Processo até o processamento de *Big Data's* no século XXI, mantendo a essência de gerar, captar e processar dados para nortear uma decisão.

Diante disso, percebe-se que uma ferramenta da Qualidade a mais de cem anos utilizada para estudar os dados, mostra como a sua base ainda se perpetua e se fortalece nos dias atuais, ampliando para além dos quadrantes industriais e aprimorando os meios de como explorá-la, no que fortalece a premissa que uma decisão bem fundamentada sobre dados estatísticos possibilita maior assertividade no objetivo.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Qual modelo para controle de processo que possibilita maior estabilidade e melhoria na produção industrial com base na Teoria de Sistemas?

1.2 QUESTÕES ORIENTADORAS

- a) Quais os modelos, metodologias, ferramentas e estudos de controle e monitoramento de processo de produção na indústria?;
- b) Como se relacionam as teorias de controle do processo de produção industrial com a abordagem sistêmica da Administração?;
- c) Qual modelo sistemógrafo para o controle de produção industrial que possibilita estabilidade e melhoria no processo?;

1.3 OBJETIVOS DO TRABALHO

1.3.1 Objetivo Geral

Estudar um modelo de controle de processo fundamentado sob dados estatísticos que possibilite maior estabilidade e melhoria na produção industrial com base na Teoria de Sistemas.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Compreender modelos, metodologias, ferramentas e estudos de controle e monitoramento de processo de produção na indústria;
- b) Correlacionar teorias de controle de processo de produção na indústria com a abordagem sistêmica da Administração;
- c) Construir um modelo sistemógrafo para controle do processo de produção industrial possibilitando estabilidade e melhoria;

1.4 JUSTIFICATIVA

Segundo a Oxford Languages, o conceito de escolha é o ato ou efeito de manifestar preferência dentre opções. Para isso, a escolha pelo tema de pesquisa parte de uma perspectiva pessoal e profissional, conectando a sede de conhecimento e a carreira, e uma perspectiva social e científica, enfatizando a pertinência do assunto.

Os conceitos e práticas da Gestão da Qualidade ganhou força para mim quando ingressei no setor industrial em 2017 na Vipal Borrachas em Feira de Santana. Como estagiário pude ter os primeiros contatos práticos com os gráficos e controles em uma fábrica, que até pouco tempo foi somente visualizado na disciplina de Estatística Aplicada a Ciências Sociais, no meu 2º semestre. Com a participação direta no controle e análise de indicadores, plano de ações, aplicação de ferramentas e resolução de problemas me fez visualizar o quão importante são as informações e a relevância que uma decisão bem fundamentada e baseada em dados pode propiciar.

Os conceitos de Slack apresentados na disciplina de Administração da Produção I, II e III ampliou minha visão dos processos de produção, entendendo conceitos e teorias já iniciadas por Taylor e Fayol, que me foram apresentadas anteriormente na disciplina de Teoria de Administração e Gerência. Diante disso, a partir de 2019 como responsável técnico pelo setor de Extrusão de Perfil foi possível entender que o risco deve ser sempre minimizado para garantir uma maior assertividade, sendo que para isso dados bem organizados ampliam e melhoram o poder de análise, proporcionando situações que dificilmente apenas na observação empírica seria percebido.

Analítico, dinâmico e ao mesmo tempo metodológico são competências que tive que desenvolver para buscar melhores resultados dentro do âmbito profissional, no que exposto aos desafios da nova responsabilidade e com capacitações de Auditor Interno ISO 9001:2015, treinamentos de ferramentas como Ishikawa, 5W2H, 6M, entre outros, me elevou para melhor performance dentro da empresa e na área de decisões para resolução de problemas.

Já numa perspectiva social e científica, a indústria tem sua relevância mundial desde o século XVIII e cada vez mais potencializada com suas revoluções, no qual se tornou grande responsável pelo desenvolvimento e/ou fomento científico e tecnológico no mundo. A gestão de uma produção exige diversas características para que sempre sejam otimizados os recursos de forma contribuir para o crescimento do negócio. Essas competências organizacionais são bastante complexas, pois envolve inúmeras variáveis, principalmente em um processo de produção, e é isso que faz a atividade industrial ter essa grande relevância global.

A Ciência de Dados é uma área muito discutida no século XXI pela sua significância atual e o grande potencial que existe, com isso acabei vivenciando boa parte dessa evolução, o que me fez relacionar que teorias tão antigas vêm sendo maximizadas na contemporaneidade, numa escala gigantesca em comparação ao Controle Estatístico de Processo nos ambientes fabris que foi difundido por Edwards Deming a partir da década de 60.

Em um processo que é afetado por diversas variáveis, a utilização de dados é fundamental. Uma organização que possuir a competência de fazer o uso de informações estatísticas para direcionar suas ações tem um grande diferencial no seu modelo de negócio, pois ela possibilita maior assertividade e conseqüentemente a otimização de recursos.

Com esse conhecimento, afinidade da área e a grande relevância do assunto, surgiu-me a curiosidade de aprofundar nesse tema extremamente importante, complexo e curioso. Uma visão sistêmica de aplicação e uso de dados consegue mostrar um conteúdo embasado para uma possível implementação de boas práticas e ferramentas ao negócio.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Essa monografia está estruturada em cinco capítulos correlacionados: o primeiro aborda uma explicação ampla do estudo através das seguintes seções. O problema da pesquisa, que é a pergunta que foi respondida; o objetivo geral e os específicos, que norteiam a pesquisa; as questões orientadoras, que são aquelas que têm íntima relação com a problemática e que ajudam no caminho para desvendar o problema; a justificativa, que destaca a relevância deste estudo nos âmbitos pessoal e social; e, finalmente a forma como o trabalho está estruturado.

O segundo capítulo traz a primeira parte do embasamento teórico fundamentado em duas subseções, na Teoria de Sistemas que demonstra a base teórica administrativa fundamentada na lógica de análises e desenvolvimento do trabalho e a Administração da Produção evidenciando os processos e conceitos aplicados na produção industrial a fim de compreender melhor os conceitos relações do processo de produção.

A terceira parte desenvolve a continuação da fundamentação teórica, no que busca abranger os pilares da Ciência de Dados e da Comunicação nas Organizações. Essa segunda parte dos princípios para o estudo, demonstra a ideia central desses temas de forma a explicitar a importância e aplicabilidade dos mesmos para compreender como estão relacionados os dados, a comunicação e a decisão.

No quarto capítulo aborda a respeito da construção metodológica para obtenção dos resultados de pesquisa. Nesta seção está apresentado os métodos, caracterização e tipologia da pesquisa realizada, adentrando as ferramentas utilizadas para resolução do problema e embasamento de quais formas para captação e análise de dados do tema a ser estudado.

No quinto capítulo são apresentados todos os levantamentos e análises do estudo. Nesse momento é dado ênfase as metodologias de controle e monitoramento de processo na indústria adentrando às suas ferramentas e aplicação. Por fim, é

sintetizado os conceitos e métodos no modelo GEPP (Gestão Estatística do Processo de Produção) sendo descrito sua funcionalidade.

Por fim, no sexto capítulo, as considerações finais concluem o texto da pesquisa elucidando a síntese de todo o trabalho, com isso respondendo ao questionamento do problema de pesquisa, somando algumas notificações a respeito de novos trabalhos nesse contexto ou na mesma perspectiva do apresentado.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA I

2.1 TEORIA DE SISTEMAS

O conceito de sistema proporciona uma visão compreensiva, abrangente e holística de um conjunto complexo, dando uma identidade total. Para Chiavenato (2002) sistema é um conjunto de elementos que estão dinamicamente relacionados. O sistema dá a ideia de conectividade. O Universo parece estar formado de conjunto de sistemas, cada qual contido em outro ainda maior, como um conjunto de blocos para construção. Diante disso, será demonstrado sobre a Teoria Geral de Sistemas seguindo uma cronologia dessa teoria administrativa com os capítulos seguintes da administração da produção, melhoria e controle estatístico de processo e a utilização de dados.

A TGS é essencialmente totalizante: os sistemas não podem ser compreendidos apenas pela análise separada e exclusiva de cada uma de suas partes. A TGS se baseia na compreensão da dependência recíproca de todas as disciplinas e da necessidade de sua integração. (CHIAVENATO, 2002, p. 231)

2.1.1 Histórico e Evolução

A fim de contextualizar sobre a Teoria Geral de Sistemas é fundamental pontuar as origens da Teoria Geral da Administração na abordagem Clássica e como ela balizou o desenvolvimento das subsequentes, enfatizando os princípios que foram concebidos.

No início do século XX, bastante influenciada pela Revolução Industrial, a Abordagem Clássica da Administração apresenta a Administração como ciência, que segundo Lakatos e Marconi (2008) a ciência é todo um conjunto de conhecimentos racionais, certos ou prováveis, obtidos metodicamente, sistematizados e verificáveis, que fazem referência a objetos de uma mesma natureza. Então, diante do alto crescimento das empresas e a desorganização operacional, surge a necessidade de aprimoramento da gestão organizacional para atender ao desenvolvimento eminente.

No despontar do século XX, dois engenheiros desenvolveram os primeiros trabalhos pioneiros a respeito da Administração. Um era americano, Frederick Winslow Taylor, e iniciou a chamada Escola da Administração Científica, preocupada em aumentar a eficiência da indústria por meio da racionalização do trabalho do operário. O outro era europeu, Henri Fayol, e desenvolveu a chamada Teoria Clássica, preocupada em aumentar a eficiência da empresa

por meio de sua organização e da aplicação de princípios gerais da Administração em bases científicas. Muito embora ambos não tenham se comunicado entre si e tenham partido de pontos de vista diferentes e mesmo opostos, o certo é que suas ideias constituem as bases da chamada Abordagem Clássica da Administração, cujos postulados dominaram as quatro primeiras décadas do século XX no panorama administrativo das organizações. (CHIAVENATO, 2002, p. 48)

A Administração Científica de Taylor com ênfase nas tarefas e Teoria Clássica de Fayol com ênfase na estrutura, apesar de diferentes concentram-se em diversas perspectivas no qual, segundo Chiavenato (2002) pode-se resumir que foram influenciadas por três macro princípios, o reducionismo, que consiste em reduzir e decompor os elementos em sua forma mais simples, o pensamento analítico que é utilizar o reducionismo para reduzir e decompor até a forma mais simples tornando os assuntos mais fáceis de serem solucionados ou explicados e o Mecanicismo que é sobre o raciocínio da causa e efeito, avaliando um sistema fechado em que a causa gera determinado efeito e nada mais é ponderado.

a. Reduccionismo. É o princípio que se baseia na crença de que todas as coisas podem ser decompostas e reduzidas em seus elementos fundamentais simples, que constituem as suas unidades indivisíveis. O reducionismo desenvolveu-se na Física (estudo dos átomos), na Química (estudo das substâncias simples), na Biologia (estudo das células), na Psicologia (estudo dos instintos e necessidades básicas), na Sociologia (indivíduos sociológicos). O taylorismo na Administração é um exemplo clássico do reducionismo. O reducionismo faz com que as pessoas raciocinem dentro de jaulas mentais, como se cada raciocínio estivesse dentro de um escaninho ou compartimento intelectual apropriado para cada tipo de problema ou assunto. É graças ao reducionismo que existem as diversas ciências, como a Física, a Química, a Biologia etc. Mas teria sido a natureza ou o homem que fez essa separação entre as ciências?

b. Pensamento analítico. É utilizado pelo reducionismo para explicar as coisas ou tentar compreendê-las melhor. A análise consiste em decompor o todo, tanto quanto possível, nas suas partes mais simples, que são mais facilmente solucionadas ou explicadas, para, posteriormente, agregar essas soluções ou explicações parciais em uma solução ou explicação do todo. A solução ou explicação do todo constitui a soma ou resultante das soluções ou explicações das partes. O conceito de divisão do trabalho e de especialização do operário são manifestações típicas do pensamento analítico. O pensamento analítico provém do método cartesiano: vem de Descartes (1596-1650) a tradição intelectual ocidental quanto à metodologia de solução de problemas.

c. Mecanicismo. É o princípio que se baseia na relação simples de causa-e-efeito entre dois fenômenos. Um fenômeno constitui a causa de outro fenômeno (seu efeito), quando ele é necessário e suficiente para provocá-lo. Como a causa é suficiente para o efeito, nada além dela era cogitado para explicá-lo. Essa relação utiliza o que hoje chamamos sistema fechado: o meio ambiente era subtraído na explicação das causas. As leis excluía os efeitos do meio. Além disso, as leis de causa-efeito não previam as exceções. Os efeitos são totalmente determinados pelas causas em uma visão determinística das coisas. (CHIAVENATO, 2002, p.410)

Com o passar dos anos as teorias foram sendo desenvolvidas e aprimoradas surgindo novas linhas de pensamento, como a Teoria das Relações Humanas, Teoria Estruturalista, Teoria Neoclássica, entre outras. Em meados de 1950, a Teoria Geral de Sistemas surge com uma perspectiva de unir as ideias centrais dos pensamentos anteriores a fim de garantir a soma de princípios gerais de cada descoberta já realizada.

Por volta da década de 1950, o biólogo alemão Ludwig von Bertalanffy elaborou uma teoria interdisciplinar para transcender os problemas exclusivos de cada ciência e proporcionar princípios gerais (sejam físicos, biológicos, sociológicos, químicos etc.) e modelos gerais para todas as ciências envolvidas, de modo que as descobertas efetuadas em cada uma pudessem ser utilizadas pelas demais. Essa teoria interdisciplinar - denominada Teoria Geral dos Sistemas (TGS) - demonstra o isomorfismo das ciências, permitindo a eliminação de suas fronteiras e o preenchimento dos espaços vazios (espaços brancos) entre elas. A TGS é essencialmente totalizante: os sistemas não podem ser compreendidos apenas pela análise separada e exclusiva de cada uma de suas partes. A TGS se baseia na compreensão da dependência recíproca de todas as disciplinas e da necessidade de sua integração. Os vários ramos do conhecimento - até então estranhos uns aos outros pela especialização e consequente isolamento - passaram a tratar os seus objetivos de estudo (sejam físicos, biológicos, psíquicos, sociais, químicos etc.) como sistemas. E inclusive a Administração. (CHIAVENATO, 2002, p. 410)

Segundo Chiavenato (2002), essa teoria moderna altera ótica de olhar os princípios clássicos da administração, no que antes eram no reducionismo, pensamento analítico e mecanicismo, abrange para o expansionismo, com a abordagem sistêmica do todo, pensamento sintético, enfatizando a ideia do papel central do sistema para seu entendimento e a teleologia que mostra que as causas são condições necessárias, mas nem sempre suficiente para causar o efeito. Uma visão crucial que é importante dar ênfase, é a Teleologia, que diz em termos objetivos que a relação de causa e efeito não é determinística e sim probabilística, ou seja, as causas podem ser mensuradas e previstas.

a. Expansionismo. É o princípio que sustenta que todo fenômeno é parte de um fenômeno maior. O desempenho de um sistema depende de como ele se relaciona com o todo maior que o envolve e do qual faz parte. O expansionismo não nega que cada fenômeno seja constituído de partes, mas a sua ênfase reside na focalização do todo do qual aquele fenômeno faz parte. Essa transferência da visão focada nos elementos fundamentais para uma visão focada no todo denomina-se abordagem sistêmica.

b. Pensamento sintético. É o fenômeno visto como parte de um sistema maior e é explicado em termos do papel que desempenha nesse sistema maior. Os órgãos do organismo humano são explicados pelo papel que desempenham no organismo e não pelo comportamento de seus tecidos ou estruturas de organização. A abordagem sistêmica está mais interessada em juntar as coisas do que em separá-las.

c. Teleologia. É o princípio segundo o qual a causa é uma condição necessária, mas nem sempre suficiente para que surja o efeito. Em outros

termos, a relação causa-efeito não é uma relação determinística ou mecanicista, mas simplesmente probabilística. A teleologia é o estudo do comportamento com a finalidade de alcançar objetivos e passou a influenciar poderosamente as ciências. (CHIAVENATO, 2002, p. 411)

Essa visão pode ser correlacionada com a contemporaneidade do quanto que o uso da estatística e de dados vem sendo aplicado, compreendendo análise probabilística como um caminho para observação de causa e efeito.

2.1.2 Tipos e Conceitos

Para os sistemas foram definidos seus principais conceitos e como eles em sua maioria são compostos na sua estrutura padrão. São eles: entrada, saída, retroação (retroalimentação), caixa negra, homeostasia e informação. Chiavenato (2002) aborda esses conceitos como:

O sistema recebe entradas (inputs) ou insumos para poder operar. A entrada de um sistema é tudo o que o sistema importa ou recebe de seu mundo exterior. Pode ser constituída de informação, energia e materiais.

Saída (output) é o resultado final da operação de um sistema. Todo sistema produz uma ou várias saídas. Por meio da saída, o sistema exporta o resultado de suas operações para o meio ambiente. É o caso de organizações que produzem saídas como bens ou serviços e uma infinidade de outras saídas (informações, lucros, pessoas aposentadas ou que se desligam, poluição e detritos etc.).

O conceito de caixa negra refere-se a um sistema cujo interior não pode ser desvendado, cujos elementos internos são desconhecidos e que só pode ser conhecido "por fora", através de manipulações externas ou de observação externa.

A retroação é um mecanismo segundo o qual uma parte da energia de saída de um sistema ou de uma máquina volta à entrada. A retroação (do inglês (feedback), também chamada de servomecanismo, retroalimentação ou realimentação, é um subsistema de comunicação de retorno proporcionado pela saída do sistema à sua entrada, no sentido de alterá-la de alguma maneira.

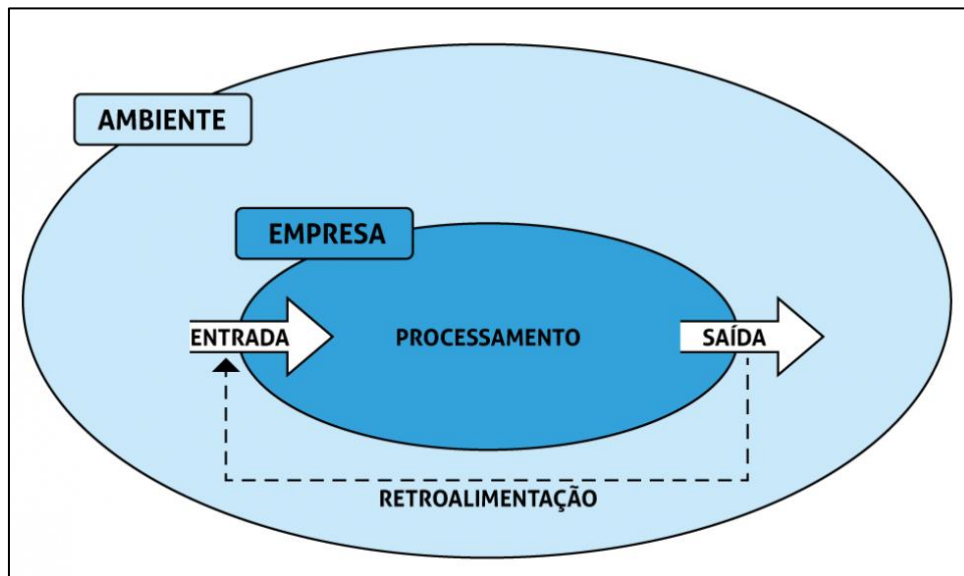
A homeostasia é um equilíbrio dinâmico obtido pela auto regulação, ou seja, pelo autocontrole. É a capacidade que tem o sistema de manter certas variáveis dentro de limites, mesmo quando os estímulos do meio externo forçam essas variáveis a assumirem valores que ultrapassam os limites da normalidade. Todo mecanismo homeostático é um dispositivo de controle para manter certa variável dentro de limites desejados (como é o caso do piloto automático em aviação).

Informação. É um conjunto de dados com um significado, ou seja, que reduz a incerteza ou que aumenta o conhecimento a respeito de algo. Na verdade, informação é uma mensagem com significado em um determinado contexto, disponível para uso imediato e que proporciona orientação às ações pelo fato de reduzir a margem de incerteza a respeito de nossas decisões. (CHIAVENATO, 2002, p. 418-422)

É importante destacar dois pontos dentro de um sistema que está diretamente ligado ao Controle Estatístico de Processo que será abordado ao decorrer do estudo.

A retroalimentação é premissa básica do funcionamento dessa ferramenta, pois em sua essência ela serve como forma de realimentar um processo e/ou sistema a fim de buscar um controle e melhoria alterando seja as entradas, o processamento ou o ambiente, almejando uma saída conforme definido. Sendo essa busca, o que Chiavenato chama de homeostasia.

FIGURA 1 - REPRESENTAÇÃO DE UM SISTEMA



Fonte: Infonauta (2021)

Há vários sistemas no ambiente e Chiavenato (2002) aborda algumas tipologias que são classificadas quanto a sua constituição e natureza, que podem ser físicos ou abstratos e abertos ou fechados, respectivamente.

a. Sistemas físicos ou concretos. São compostos de equipamentos, maquinaria, objetos e coisas reais. São denominados hardware. Podem ser descritos em termos quantitativos de desempenho.

b. Sistemas abstratos ou conceituais. São compostos de conceitos, filosofias, planos, hipóteses e ideias. Aqui, os símbolos representam atributos e objetos, que muitas vezes só existem no pensamento das pessoas.

a. Sistemas fechados. Não apresentam intercâmbio com o meio ambiente que os circunda, pois são herméticos a qualquer influência ambiental. Sendo assim, não recebem influência do ambiente e nem influenciam o ambiente. Não recebem nenhum recurso externo e nada produzem que seja enviado para fora.

b. Sistemas abertos. Apresentam relações de intercâmbio com o ambiente por meio de inúmeras entradas e saídas. Os sistemas abertos trocam matéria e energia regularmente com o meio ambiente. São adaptativos, isto é, para sobreviver devem reajustar-se constantemente às condições do meio. (CHIAVENATO, 2002, p. 477)

A maioria dos sistemas que conhecemos são classificados como abertos devido sua interação com o ambiente. As organizações são exemplos claros de

sistemas abertos que as ações do ambiente, nas entradas ou no próprio processamento impactam nas saídas, existindo uma interação constante com os *Stakeholders* e com tudo aquilo que tem relação com o sistema.

Chiavenato (2002) defende que as características da teoria administrativa baseada na análise sistêmica são: ponto de vista sistêmico, abordagem dinâmica, multidimensional e multinivelada, multimotivacional, probabilística, multidisciplinar, descritiva, multivariável e adaptativa.

1. Ponto de vista sistêmico. A moderna teoria visualiza a organização como um sistema constituído de cinco parâmetros básicos: entrada, processo, saída, retroação e ambiente. A TGS inclui todos os tipos de sistemas - biológicos, físicos e comportamentais. Ideias de controle, estrutura, propósito e processos operacionais provindos da TGS, Cibernética e áreas relacionadas são importantes na moderna teoria administrativa.

2. Abordagem dinâmica. A ênfase da teoria moderna é sobre o dinâmico processo de interação que ocorre dentro da estrutura de uma organização. Essa abordagem contrasta com a visão clássica que enfatiza a estrutura estática. A moderna teoria não desloca a ênfase na estrutura, mas adiciona a ênfase sobre o processo de interação entre as partes que ocorre dentro da estrutura.

3. Multidimensional e multinivelada. A moderna teoria considera a organização do ponto de vista micro e macroscópico. A organização é micro quando considerada dentro do seu ambiente (nível da sociedade, comunidade ou país) e é macro quando se analisam as suas unidades internas. A teoria sistêmica considera todos os níveis e reconhece a importância das partes, bem como a "Gestalt" ou totalidade e interação existente entre as partes em todos os níveis. Daí o efeito sinérgico que ocorre nas organizações.

4. Multimotivacional. A Teoria de Sistemas reconhece que as organizações existem porque seus participantes esperam satisfazer vários objetivos individuais por meio delas. Esses objetivos não podem ser reduzidos a um objetivo único, como o lucro.

5. Probabilística. A teoria moderna tende a ser probabilística. Suas frases estão saturadas de expressões como "em geral", "pode ser" etc., demonstrando que muitas variáveis podem ser explicadas em termos preditivos e não com absoluta certeza.

6. Multidisciplinar. A Teoria de Sistemas é uma teoria multidisciplinar com conceitos e técnicas de muitos campos de estudo, como Sociologia, Psicologia, Economia, Ecologia, pesquisa operacional etc. A teoria moderna representa uma síntese integrativa de partes relevantes de todos os campos no desenvolvimento de uma teoria geral das organizações e da Administração.

7. Descritiva. A teoria moderna é descritiva. Ela descreve as características das organizações e da Administração. Enquanto as teorias mais antigas eram normativas e prescritivas - preocupadas em sugerir o que fazer e como fazer - a teoria moderna contenta-se em procurar compreender os fenômenos organizacionais e deixar a escolha de objetivos e métodos ao administrador.

8. Multivariável. A teoria moderna assume que um evento pode ser causado por vários e numerosos fatores que são inter-relacionados e interdependentes. Essa abordagem contrasta com as teorias antigas que pressupõem causalção simples (causa e efeito) e de fator único. A teoria

moderna reconhece a possibilidade de que fatores causais sejam afetados por influências que eles próprios causaram através da retroação.

9. Adaptativa. A moderna teoria administrativa assume que a organização é um sistema adaptativo. Para se manter viável (continuar a existir) em seu ambiente, a organização deve continuamente adaptar-se aos requisitos cambiantes do ambiente. Organização e ambiente são vistos como interdependentes e em um contínuo equilíbrio dinâmico, rearranjando suas partes quando necessário em face da mudança. A moderna teoria visualiza a organização em um sentido ecológico, como um sistema aberto que se adapta por meio de um processo de retroação negativa para permanecer viável. (CHIAVENATO, 2002, p. 489)

Essas características da administração desenvolveram maior robustez ao processo de gestão das organizações, no que por consequência estimulou um aprimoramento de ferramentas e metodologias pensadas anteriormente, somando aos avanços tecnológicos que tornam possível a melhor aplicação das mesmas.

2.1.3 Sistemografia

A sistemografia é um método de estudo de sistemas no qual define meios para aplicação prática desse conhecimento. Essa metodologia é utilizada para construir modelos sistêmicos de forma representativa e visual, mostrando as relações e classificações das atividades e indivíduos envolvidos. Assim “modelar é conceber, depois desenhar uma imagem à semelhança do objeto” (LE MOIGNE, 1990).

Segundo Bresciani (2000) apud Rocha (2003), sistemografar é construir um modelo de um fenômeno percebido como complexo.

“Sistemografar consiste, em última análise, em construir um modelo, físico ou matemático, estático ou dinâmico, analítico ou numérico de algum fenômeno percebido como complexo pelo analisador que o irá modelar.” (Thimming, 2000: 31)

Conforme Thimming (200) apud Rocha (2003), esse formato busca construir um modelo complexo para análise e visualização. Diante disso, essa será a técnica utilizada para construir os modelos representativos do funcionamento do sistema para um controle e monitoramento do processo de produção na indústria.

Esse molde irá demonstrar as relações entre os setores de produção, engenharia de processo e manutenção/engenharia mecânica e elétrica, enfatizando o fluxo das informações e os agentes contribuintes do sistema. O mapeamento com base nesse modelo foi escolhido devido a riqueza de detalhes que a sistemografia dispõe, além de tornar mais visível para o estudo e a utilização por terceiros para implementação e entendimento do fluxograma.

Para que todo esse trabalho seja desenvolvido, deve-se compreender o que é sistemografia e quais seus conceitos e técnicas para aplicação, mostradas em trabalhos já elaborados por outros autores, como Bresciani e Rocha.

Os casos práticos que podem ser encontrados utilizando a sistemografia como método de suporte à pesquisa são:

- a) Bresciani (2000) - (estudo usando a sistemografia em sistema de produção);
- b) Rocha (2003) – (estudo usado para Proposta de reorganização da pré-matrícula da universidade estadual de feira de Santana)

No trabalho de Bresciani, a pesquisa tem o foco no sistema de produção, sendo já no trabalho de Rocha para o administrativo. Ambas pesquisas dispõem de forma prática da aplicação do modelo, sendo base para representação sistêmica do controle de produção, diretamente relacionado com o tema.

2.1.3.1 Etapas de Desenvolvimento do Método sistemográfico

O estudo utilizará como base para desenvolvimento a ordem recomendada por Bresciani (2000), no qual esse procedimento é definido em nove etapas, sendo elas em linha lógica de análise: definindo os limites e as entradas e saídas, a modelagem dos sistemas operacional, informacional e decisória, seguindo para sua classificação e na sequencia identificação das forças de influência relacionando-o em escala de prioridade de forma a propor soluções.

Bresciani (2000) apud Rocha (2003) coloca a ordem dos procedimentos da seguinte maneira:

1. Definir a fronteira do sistema a ser modelado, caracterizando os processadores de fronteira, ou seja, aqueles responsáveis pelas entradas e saídas do sistema;

2. Construir o sistemógrafo do sistema operacional do sistema objeto de estudo dispondo em um fluxograma (diagrama de blocos) as diferentes etapas de operação (transformação), e representando cada uma das etapas com um determinado processador (elemento processante) operacional; caracterizar cada processador segundo o tipo (espaço, forma, tempo) e o nível (1º ao 9º); as etapas definidas devem englobar o maior número possível das condições presente nos processos operacionais;

3. Construir o sistemógrafo informacional do sistema de produção, dispondo em um fluxograma as diferentes etapas de processamento de informação (geração, transformação e comunicação) representando cada uma segundo os mesmos critérios adotados para o sistema operacional (na realidade o sistema informacional é um sistema operacional de informações); observações:

- i. Cada um dos blocos do fluxograma do sistema operacional, que representa uma etapa com um processador, pode ser também um local geométrico de processamento de informação, dependendo do nível do processador;
- ii. As informações tipicamente processadas, nos sistemas de produção, são os índices de produção como nível de qualidade obtida, nível de quantidades produzidas, nível de custos gerados, nível de mão-de-obra empregada, etc;
- iii. Esses níveis definem o estado do sistema em um dado momento do processo de produção.

4. Construir o sistemógrafo do sistema decisional do sistema de produção dispondo em um fluxograma as diferentes etapas do processo de decisão (que faz parte do processo de coordenação do sistema; com ou sem automação) representando cada uma segundo os mesmos critérios adotados para os outros dois sistemas (operacional e informacional); observações:

- i. Cada um dos blocos do fluxograma do sistema operacional, que representa uma etapa com um processador, pode ser também um local geométrico de processamento de informação e de tomada de decisão dependendo do nível do processador;
- ii. Contudo os locais de processamento de informação, de tomada de decisão e de operação podem não ser os mesmos nos respectivos fluxogramas quando superpostos;
- iii. Cabe notar que a tomada de decisão se apoia na informação disponível e afeta a operação;
- iv. Alguns sistemas não apresentam as atividades de operação com transformação de componentes físicos, como no caso de sistemas unicamente administrativos; nesse caso o sistemógrafo operacional somente se refere somente às atividades de administração;

5. Classificar todos os processadores do sistemógrafo (em categorias, tipos e níveis) e construir uma tabela comparativa; esse procedimento permite o estudo do processo para a busca da racionalidade, flexibilidade e agilidade do sistema (busca de eficácia e eficiência) através do:

- i. Estudo mais detalhado do funcionamento do sistema ampliando a análise de cada processador, particularmente os de níveis mais elevados, que passam a ser considerados como subsistemas constituídos por sua vez de outros processadores menos complexos conectados entre si (processo de abrir a caixa-preta);
- ii. Estudo mais detalhado da estrutura do sistema, verificando a existência de conexões (relações) - arborescentes e circulares - funcionalmente necessárias (1ª ordem), complementares (2ª ordem) e redundantes (3ª ordem), e também a ausência de conexões necessárias;

6. Identificar e introduzir no sistema as possíveis influências de 'campo de forças positivas e negativas' na forma de processadores (certamente complexos) que atuam, ou podem atuar, nos outros processadores (todos ou parte deles); observação:

- i. Sistema de produção é a conjunção de um sistema técnico com um sistema social (sistema socio-técnico); importantes variáveis organizacionais como cultura organizacional e clima organizacional são estudadas na disciplina de psicologia social das organizações; essas variáveis são as principais responsáveis pela criação dos campos de forças de influência na organização.

7. Relacionar os problemas em uma ordem de prioridade, adotando critérios qualitativos e quantitativos, e aplicar as técnicas de análise de problemas (ferramentas operacionais e gerenciais) para identificar e encontrar soluções para os problemas, de fluxo e de campo, que levem às modificações operacionais, informacionais, decisórias e organizacionais (funcionais e estruturais), e também ao estabelecimento de estratégias visando acompanhar e controlar (com regulagem e adaptação) o processo de evolução do sistema;

8. Buscar utilizar os métodos de modelagem matemática, tanto para a modelagem dos processadores individuais como dos subsistemas ou do sistema geral, quando os níveis de complexidade e as demais restrições para modelagem (como custo, tempo, precisão, etc.) permitirem tal tratamento;

9. Propor a solução dos problemas na forma de recomendações estratégicas e operacionais, e em uma fase posterior, implantar, acompanhar e aprimorar as mudanças sistêmicas (tecnológicas e organizacionais) propostas em uma estratégia estabelecida.

Nessa pesquisa, as etapas 7, 8 e 9 que são as aplicáveis para a melhoria de um sistema não serão realizadas, já estão intrínsecas no modelo, devido a sua concepção inicial teórica, pensando no controle do processo e fluxo da informação para uma tomada de decisão mais assertiva. Dessa maneira possibilita a implementação e melhorias ou adaptações em sua funcionalidade como modelo de controle de produção da indústria.

2.1.3.2 Classificação de Sistemógrafos por Categoria e Tipo

A classificação é o ato ou efeito de ordenar ou dispor conforme critérios, nos sistemógrafos é baseada nos processadores do sistema, que Bresciani (2000) apud Rocha (2003), apresenta em nove níveis (passivo, ativo, regulado, informado, com decisão, memória, pilotagem, inovação e autofinalização), de três tipos (espaço, forma e tempo) e de três categorias (operacional, informacional e decisional). Esses processadores podem trabalhar no processo de energia, matéria e informação.

Essa definição para descrever o processo com base na sistemografia é de fundamental importância para o entendimento claro e detalhado dos agentes modificadores e dos modificados, no qual desenvolve a lógica da funcionalidade do caso em estudo.

Segundo Thimming (2000) apud Rocha (2003), inicialmente, os elementos devem ser classificados pelo que fazem (objetos modificadores ou processadores) e pelo resultado de algo que neles foi feito (objetos modificados ou processados). O elemento pode ser considerado como uma caixa-preta, com a sua constituição interna não definida e, portanto, não necessária para sua compreensão.

Dentre as três categorias, cabe para a pesquisa e para melhor entendimento do processo, a descrição dos conceitos do operacional, informacional e decisional de acordo Bresciani (2000).

- a. Operacional: É a realização da atividade, toda informação que chega deve ser traduzida, tanto do sistema para o meio, como do meio para o sistema.

- b. Informacional: É a categoria intermediária, pois todas as informações antes da categoria decisional, tem que passar por ele, para ser lida e armazenada, por um período, antes de ser enviada para a utilização. Dessa maneira todo processador que necessitar ler ou guardar qualquer informação está nessa categoria.
- c. Decisional: Todo processador da categoria decisional, também é um informacional. É aquele que compara e modifica a informação, levando em conta o sistema informacional, como foi dito anteriormente, o qual possui a capacidade de armazenamento e manda a informação para o operacional.

De forma geral, é o operacional (constituído pelas atividades desenvolvidas), onde ocorre a transformação de um componente físico típico (elemento processado), seguindo-se os sistemógrafos informacionais (constituído pela utilização de informações no desenvolvimento das atividades), com as diferentes etapas de processamento de informação - geração, transformação e comunicação - e, finalmente, os sistemógrafos decisoriais (constituído pelas decisões tomadas na realização das atividades), com as diferentes etapas do processo de decisão, que fazem parte do processo de coordenação/pilotagem do sistema.

Diante dessas atividades, deve-se classificar a respeito da ação ou situação do processador.

- a. Espaço: É aquele objeto processado que muda de lugar durante o processo. Toda vez que houver a necessidade de capturar um dado ou informação seja dentro do próprio subsistema, sistema ou até mesmo ir a banco de dados há um deslocamento, por isso a classificação é de espacial.
- b. Forma: É quando a sua forma muda durante o processo. Nesse processo de armazenamento em alguma memória, ou mesmo ser capturado para posterior análise, os dados ou informações, em cada fase dessa a uma adequação ao meio, por isso a uma mudança na estrutura, classificando-se neste caso de forma.
- c. Tempo: Quando todo processo de modificação ocorre no tempo. Toda vez que o processador depender do homem para dar entrada nos dados ou informações, e por não se poder prever o tempo que vão gastar, a classificação é de tempo.

No momento dessas definições podem surgir a situação das três dimensões simultaneamente, conforme Rocha (2003), deve-se analisar qual delas tem maior predominância e podem ser classificadas nas três, duas ou uma de acordo com o enquadramento do processador.

3.6.6 Classificação por nível de complexidade

Segundo Rocha (2003), citando Le Moigne (1990). O objeto pode ser classificado em nove níveis progressivos de complexidade, quais sejam.

1) 1º NÍVEL - objeto passivo: o objeto não exerce qualquer tipo de atividade (objeto inerte);

2) 2º NÍVEL - objeto ativo: o objeto processa, realiza e exterioriza um comportamento;

3) 3º NÍVEL - objeto regulado: o objeto também processa, realiza e exterioriza um comportamento, mas esta atividade possui um certo controle;

4) 4º NÍVEL - objeto informado: o objeto também processa, realiza e exterioriza um comportamento de forma regular, porém utilizando da informação;

5) 5º NÍVEL - objeto com decisão: o objeto tem capacidade de tomar decisão com base em uma informação que provoca uma ação pré-definida e conhecida; a representação é feita, pelo menos, com um processador decisional (detentor do projeto e finalidade do objeto);

6) 6º NÍVEL - objeto com memória: o objeto, além de tomar decisão, apoia-se em um processo de memorização; a representação é feita com processador decisional;

7) 7º NÍVEL - objeto com pilotagem: o objeto (sistema geral) se articula segundo três subsistemas agregados e fundamentais: decisional, informacional e operacional; o sistema interno de pilotagem (que engloba coordenação) é de natureza hierarquizada no qual o processador decisional deve ter a capacidade de coordenação que implica a capacidade relacional (número de outros processadores com os quais se conecta) e a capacidade de tratamento de informação (no caso de seres humanos é a capacidade cognitiva); a representação pode ser complexa com cada subsistema contendo processadores conectados aos demais subsistemas;

8) 8º NÍVEL - objeto com inovação: o objeto tem a capacidade de inovação (imaginação, seleção, concepção, criação e invenção) de gerar informação simbólica, de aprendizagem, de inteligência, de se auto organizar;

9) 9º NÍVEL - objeto com auto finalização: o objeto passa a ter no seu sistema de pilotagem um subsistema de finalização que lhe dá a capacidade de gerar os seus próprios objetivos e de ter consciência da sua existência e identidade; e ainda esse objeto no seu sistema de pilotagem engloba o sistema de diagnóstico e, no seu sistema de operação, o sistema de manutenção.

2.1.4 Teoria Matemática da Administração

A tomada de decisão passou a ser considerada decisiva no sucesso de todo sistema cooperativo, que é a organização. Visando complementar a ideia dos sistemas, anteriormente a TGS, a administração teve muitas contribuições vindas da matemática na forma de modelos que proporcionam ou ajudam no processo decisório.

Teoria Matemática não é propriamente uma escola - tal como a Teoria Clássica ou Teoria das Relações Humanas, mas uma corrente que localizamos em vários autores que enfatizam o processo decisório e o tratam de modo lógico e racional.

A maior aplicação da Teoria Matemática reside na chamada Administração das Operações - denominação dada a vários assuntos da Teoria Matemática em organizações de manufatura e de serviços envolvendo atividades relacionadas com produtos ou serviços, processos e tecnologia, localização industrial, gerenciamento da qualidade, planejamento e controle de operações. (CHIAVENATO, 2002, p. 442)

Segundo Chiavenato (2002), a tomada de decisão é o ponto focal dessa teoria, e é estudada sob duas perspectivas, a do processo e a do problema, enquanto uma se concentra nas três etapas simples de: qual problema, quais possíveis soluções e qual a melhor alternativa, a outra orienta-se para o problema através de métodos quantitativos para melhor decisão, assim respectivamente.

Dentre essas soluções, existe a Análise estatística e cálculo de probabilidade que são utilizados como forma de produzir o máximo de informações possíveis de forma rápida a balizar o processo da tomada de decisão na organização, o mesmo autor evidencia nos processos de manufatura e produção em massa são comumente utilizados esses controles sendo no universo, por amostragem ou aleatório, que serão aprofundados mais à frente no capítulo do Controle Estatístico de Processo.

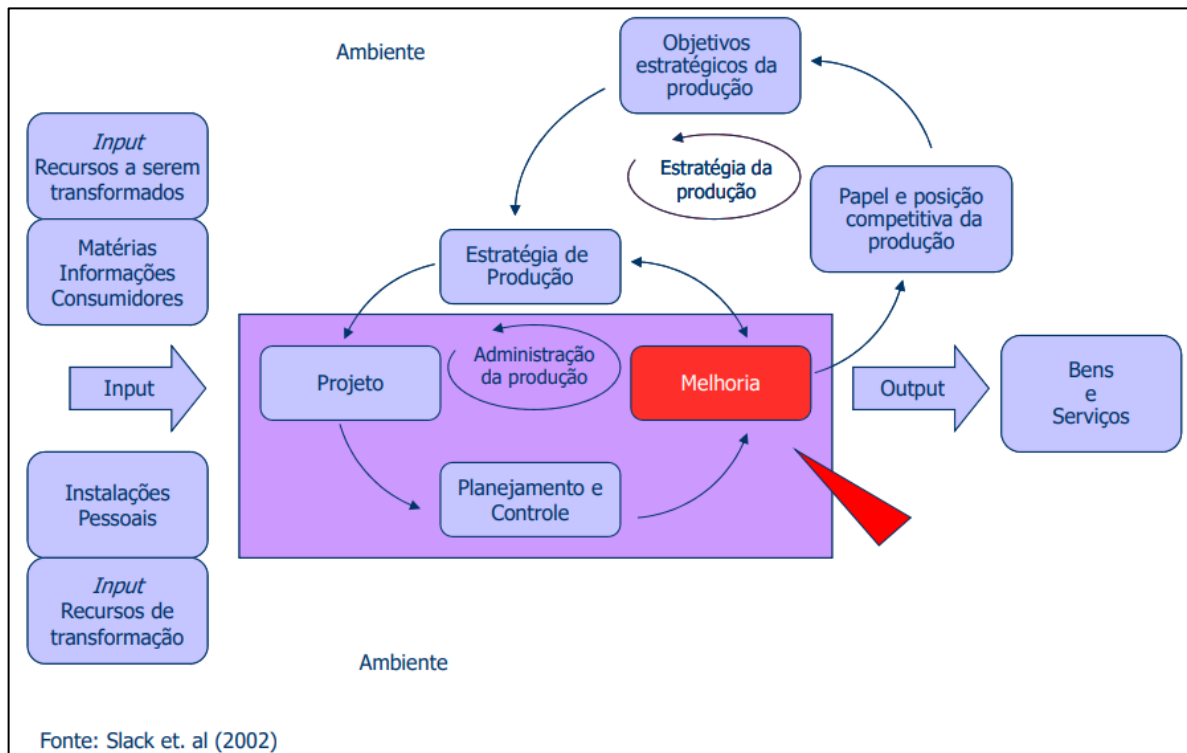
A análise estatística é o método matemático utilizado para obter a mesma informação com a menor quantidade de dados. Uma de suas aplicações mais conhecidas é o controle estatístico de qualidade (CEQ) na área de produção.

Os métodos estatísticos permitem produzir o máximo de informações a partir dos dados disponíveis. A análise estatística fornece meios para a escolha de amostras e suas características para serem representativas do universo de dados e qual o risco associado na decisão de aceitar ou rejeitar um lote de produção, em função das informações fornecidas pelo exame da amostra. A aplicação da estatística aos problemas de qualidade começou com Walter A. Stewart no decorrer da Segunda Guerra Mundial. A partir de suas idéias, dois gurus iriam revolucionar o conceito de qualidade, inicialmente no Japão: Deming e Juran. (CHIAVENATO, 2002, p. 451)

2.2 ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO

A Administração da Produção ou Administração de operações é a função administrativa responsável pelo estudo e pelo desenvolvimento de técnicas de gestão da produção de bens e serviços. Segundo Slack (2002), a administração da produção é o termo usado para as atividades, decisões e responsabilidades dos gerentes de produção. Conforme figura abaixo para uma visão sistêmica da produção, será abordado sobre os processos de produção e aprofundando no âmbito da melhoria.

FIGURA 2 – VISÃO SISTÊMICA DA PRODUÇÃO



2.2.1 Processo de Produção

Segundo Davenport (2014), um processo é um conjunto de atividades estruturadas e medidas destinadas a resultar em um produto especificado para um determinado cliente ou mercado (...) é uma ordenação específica das atividades de trabalho no tempo e no espaço, com um começo, um fim, e inputs e outputs claramente identificados: uma estrutura para a ação. Segundo Slack (2002), produção consiste na combinação dos fatores de produção com uma finalidade especificada. Diante disso, será explanado uma visão dos processos de produção a fim da compreensão dos conceitos e suas características.

2.2.1.1 Conceitos e tipos de Processos de Produção

A partir da perspectiva da gestão por processos, segundo Slack (2002), podemos definir processos de produção como a coleção das contribuições que cada micro operação realizada na organização faz, de modo a satisfazer as necessidades dos consumidores e que, geralmente, cruzam os limites organizacionais convencionais.

Segundo Slack (2002), nenhum processo produtivo é inatingível quando se fala em falhas, porém, em algumas situações é essencial que os produtos e serviços não falhem, pois podem acarretar em grandes prejuízos para diversas áreas da empresa.

Segundo Slack (2002), a posição de uma operação no *continuum* volume-variedade determina o projeto e abordagem gerais para gerenciar suas atividades. Essa "abordagem geral" para designar e administrar processos é denominada tipos de processos. Termos diferentes são algumas vezes utilizados para identificar tipos de processos, dependendo de serem processos predominantemente de manufatura ou de serviço.

Processos de projeto são os que lidam com produtos discricionários, usualmente bastante customizados. Processos de *jobbing* também lidam com variedade muito alta e baixos volumes. Processos em lotes frequentemente podem parecer-se com os de *jobbing*, mas os processos em lotes não têm o mesmo grau de variedade dos de *jobbing*. Processos de produção em massa são os que produzem bens em alto volume e variedade relativamente estreita, isto é, em termos dos aspectos fundamentais do projeto do produto. Processos contínuos situam-se um

passo além dos processos de produção em massa, pelo fato de operarem em volumes ainda maiores e em geral terem variedade ainda mais baixa.

As falhas ocorrem em diversos setores do nosso dia-a-dia, alguns extremamente críticos, como em casos relacionados à saúde, outros que afetam momentaneamente, como as falhas em serviços públicos ou privados, entre tantos outros, e há também as falhas presentes na indústria, podendo ou não afetar o cliente final, esta que trataremos neste estudo.

2.2.1.2 Relação entre processo de produção e dados estatísticos

Assim como abordado anteriormente, geramos dados a todo instante e não é diferente nos processos de produção. Tendo em vista a grande dificuldade em estabelecer a menor variabilidade possível no processo, ou seja, fazer sempre da mesma forma para produtos mais semelhantes possíveis, os dados estatísticos são extremamente relevantes em uma análise e controle da produção, fundamentando uma decisão voltada a reduzir um retrabalho, tomar uma ação de correção, corretiva ou mapeamento dos potenciais riscos ao produto.

Segundo Bruce (2019), variabilidade fica no centro da estatística: medindo, reduzindo, distinguindo variabilidade aleatória de real, identificando as diversas fontes de variabilidade real e tomando decisões em sua presença.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA II

3.1 CIÊNCIA DE DADOS

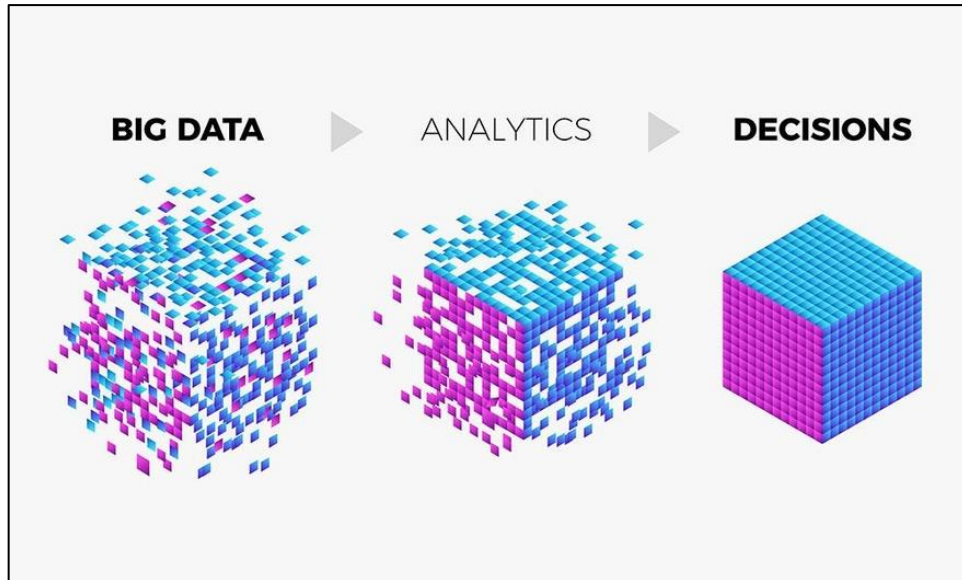
O *Big Data*, *Business Intelligence* e a Ciência de Dados são conceitos diferentes, mas que estão diretamente relacionados. Enquanto o Big Data, segundo a Gartner Group (2021), refere-se a todo o grande volume, variedade e velocidade de dados a serem processados, o Business Intelligence e a Ciência de dados são perspectivas iguais de aplicação dentro da empresa, porém, em diferentes formas de uso dessas informações, ou seja, sempre almejando o melhor embasamento para uma tomada de decisão.

O *Business Intelligence* (BI) é um termo que pode ser traduzido como inteligência empresarial ou inteligência de negócios, sendo para Davenport (2014) um processo de transformação de dados brutos em informação que auxilia na tomada de decisões de um gestor.

Ciência consiste no sistema de alcançar conhecimento utilizando método científico. Dados são observações documentadas ou resultados da medição. A Ciência de Dados é uma forma científica para adquirir conhecimento sobre uma medição. Segundo Davenport (2014), Data Science é o atual termo para a ciência que analisa dados, combinando a estatística com *machine learning/data mining* e tecnologias de base de dados, para responder ao desafio que o Big Data apresenta. O termo criado na década de 2010, Data Science, corresponde a evolução daquilo que nos anos de 1970 se apelidava de *Decision Support Systems*, DSS, nos anos 80 aos *Executive Information Systems*, EIS, nos anos 90 aos *Online Analytical Processing*, OLAP, e nos anos de 2000 com mais força ao *Business Intelligence*, BI.

Diante disso, entende-se a evolução da perspectiva focada no passado do *Business Intelligence* para uma visão do todo com o Data Science, passado, presente e futuro, ou seja, saindo da ideia do “O que aconteceu? Por que aconteceu?” para adição do “O que acontecerá? O que deve ser feito?”. Neste tópico, será abordado os aspectos relevantes do tema Ciência de Dados e serão apresentados tratando-se dos conceitos, evolução, e importância da aplicabilidade desta área para uma correlação do Controle Estatístico de Processos no processo de produção.

FIGURA 3 - USO DOS DADOS NA TOMADA DE DECISÃO



Fonte: LoFrano (2021)

3.1.1 Histórico e evolução

A informação é algo que o ser humano sempre almejou e ao longo dos anos tornou-se base essencial para a evolução de nossa sociedade. Com este conhecimento identificado e adquirido, as organizações criadas e formadas ao longo dos séculos compreenderam a importância do seu armazenamento e distribuição para seus integrantes de modo a dar continuidade a população de maneira promissora, sempre almejando o crescimento contínuo e evolutivo enquanto indivíduo no ecossistema.

É notório que a tecnologia tem passado por constantes evoluções. De 1840 a 1970 houve a primeira Revolução Industrial, com o desenvolvimento dos maquinários, destacando a máquina a vapor, que impulsionou a indústria têxtil e de ferro. Em seguida, de 1850 a 1945, o mundo presenciou a segunda Revolução Industrial e os avanços da indústria química, elétrica, de petróleo e aço. A terceira Revolução, de 1950 a 2000, trouxe os computadores e a Computação em Nuvem, que mudaram de forma definitiva a sociedade, impactando extremamente o modo como as empresas fazem operam e fazem negócios. Nos dias atuais, estamos vivendo o que alguns especialistas chamam de a quarta Revolução ou indústria 4.0 com fábricas inteligentes, *big data*, IoT e suas disrupções. Este movimento é marcado principalmente pela reinvenção constante da tecnologia.

A Ciência de Dados é uma extensão evolutiva das estatísticas, capaz de lidar com as grandes quantidades de dados produzidos atualmente, as big datas. Ela adiciona métodos da ciência da computação para o repertório de estatísticas.

Como já abordado, o *Business Intelligence* foi definido como o uso de dados para balizar o processo de decisão em meados dos anos de 1990, porém, sua ideia central vem de muito antes. Quando se tem uma coleta de informações para a tomada de decisão, isso, de forma abrangente, é *Business Intelligence*. Pode-se destacar o uso de dados e estatística com o Controle Estatístico de Processos (CEP) criado por Walter Shewhart no início do século 20 e difundido no mundo por Edwards Deming a partir da década de 60 com a aplicação do CEP no ciclo PDCA. Mas a partir da evolução da sociedade no âmbito tecnológico, o BI, vem sendo amparado e por inúmeras ferramentas, como o *Sistemas de Informações Executivas/EIS*, que começou a ser utilizado nos anos 1980, fornecendo informações a nível estratégico das organizações, como relatórios dinâmicos e análise de tendências, sistema esse que posteriormente, em conjunto com todas as suas ferramentas, seria chamado de soluções em BI.

Em meados dos anos 1980, se inicia o surgimento das primeiras soluções baseadas em gerenciamento de grandes bancos de dados com modelo relacional, isso implica que as informações geradas eram dispostas em tabelas com suas respectivas descrições, mesmo hoje é um modelo bastante utilizado quando se diz respeito a banco de dados. O surgimento e evolução de novas ferramentas fez com que fique mais viável o uso do sistema de informação *Enterprise Resource Planning - ERP*, que é a incorporação de todos os dados gerados pela organização.

Segundo Davenport (1998), o ERP é definido como:

Um software de negócio que permite à empresa automatizar e integrar a maioria de seus processos; compartilhar práticas de negócio e dados comuns pela empresa; e disponibilizar a informação em tempo real. (DAVENPORT, 1998, p.)

É visualizado como a solução para eliminar os vários programas que funcionam no mesmo ambiente empresarial, porém sem integração, produzindo informações de pouca qualidade para o negócio, ou seja, bastante conteúdo e sem unicidade e uniformidade de explanação. Sistemas desse caráter são adquiridos com o intuito de resultar em processos empresariais mais ágeis e extrair informações mais robustas e confiáveis da empresa.

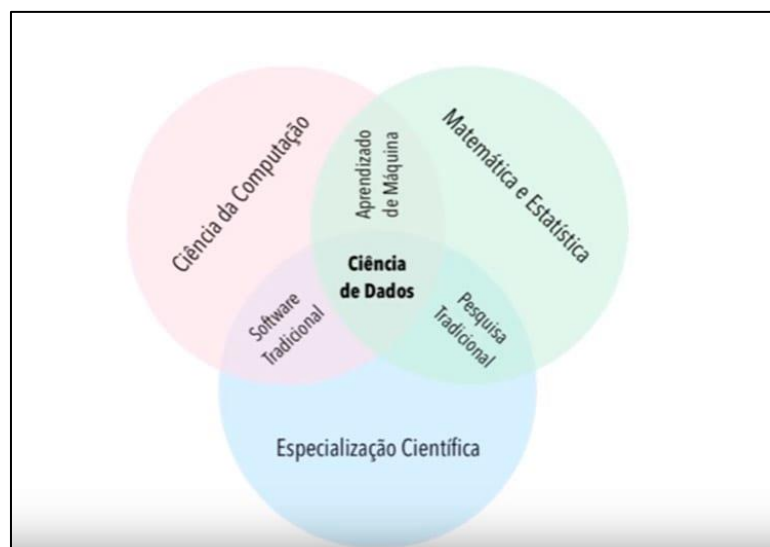
Sabendo-se da enorme vantagem o uso de softwares de ERP, o processo de análise de informações ainda era complicado, pois se utiliza um modelo relacional que, dependendo do seu desenvolvimento, não pode ser usado para a análise consistente de resultados. O processo de instalação de um ERP perpassa pela disponibilização de módulos, que se aperfeiçoa as necessidades das empresas, partindo disso e do problema em análise de dados, as empresas de ERP, sucederam a incluir módulos específicos em BI.

Considerando a utilização dos ERP, e as suas estruturas de dados, ficou nítido a necessidade de um armazenamento de dados específico para se gerar informações confiáveis, então, começou a se pensar na utilização de um armazenamento de dados, que foi introduzido inicialmente na década de 1960 *pela International Business Machines/IBM*, organização americana voltada para a área de informática, modelo chamado de Data Warehouse/DW.

Partindo desse pressuposto, o DW serve para criar uma visão centralizada e única dos dados que são oriundos de diversos outros bancos de dados. É diante disso que o BI fornece relatórios e informações, porém, ao contrário do ERP, podem ser utilizados amplamente na organização, levando informação aos diversos níveis hierárquicos.

Diante desse avanço nos dados e formas de uso e aplicação, surge o Data Science com a ideia de explorar os *big datas* com uma forma de atuação descritiva, diagnóstica, preditiva e prescritiva.

FIGURA 5 - RELAÇÃO DE ÁREAS DA CIÊNCIA DE DADOS



Fonte: Dom Total (2019)

3.1.2 Importância e aplicabilidade

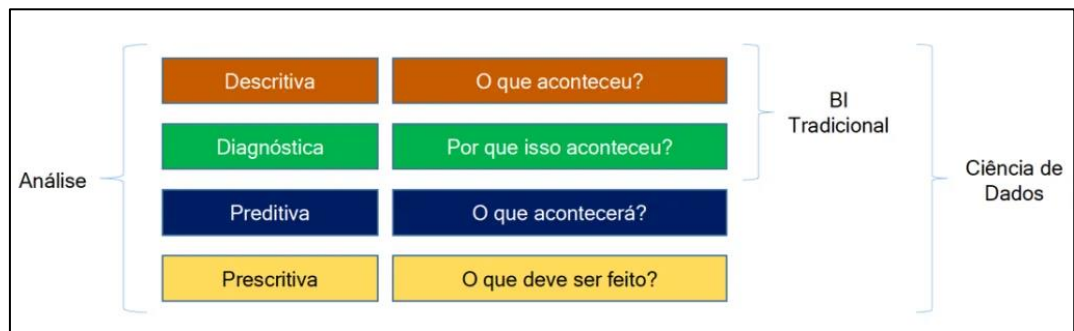
As organizações e a ciência de modo geral dependem diretamente de dados. É notório o papel dos dados enquanto insumos essenciais para o processo de tomada de decisão, bem como para o avanço científico. Porém, apenas ultimamente a Ciência de Dados tem se regularizado e se desenvolvido como educação formal, e os profissionais com este conhecimento têm ocupado posição de destaque no ambiente profissional.

Essa área de estudo segue com um crescimento exponencial. A profissão de Cientista de Dados foi apresentada como uma das profissões mais relevantes até 2020 pelo Fórum Econômico Mundial e anunciada como uma profissão bastante desejada no século XXI pela *Harvard Business Review*, essa posição teve sua terminologia aplicada por Patil e Hammerbacher em 2008. Posteriormente, este termo passou a ser adotado pelas plataformas digitais *LinkedIn* e *Facebook* em anúncios de vagas buscando profissionais para lidar com o grande volume e tráfego de dados nas mídias sociais.

Em Ciência de Dados e no *Big Data*, encontramos os mais diversos tipos de dados, dentre os quais pode-se citar como os principais: Estruturado; Não Estruturado; Linguagem Natural; Gerado por máquina; Baseado em gráficos; Áudio, vídeo e imagens e Streaming.

Esses registros se transformam em informações, mas para isso é fundamental uma interpretação do que esse conteúdo está mostrando e quais decisões podem ser fundamentada sobre os mesmos. Segundo Cavalcanti (2013, apud SODRÉ, 2016) existem basicamente quatro tipos de Analítica. A Descritiva que consiste em saber o que aconteceu, ou seja, descrever os fatos. A Diagnóstica serve para buscar entender por que tal ocorrido aconteceu. Já a Preditiva e Prescritiva são visões mais futuras, ou seja, o que acontecerá com essas ações e o que é necessário a ser feito para corrigir ou melhorar a situação, respectivamente.

FIGURA 5 – TIPOS DE ANÁLISE EM RELAÇÃO A CIÊNCIA DE DADOS



A aplicabilidade dessa ciência está em tudo que existe na sociedade, pois somos seres geradores de dados, porém nota-se forte ênfase dessas formas de uso abaixo:

- Análise estatística avançada (preditiva e inferencial);
- Aprendizagem de máquina (*machine learning*);
- Capacidade gerencial e de tomada de decisão subsidiada por dados;
- Computação aplicada e programação (*applied computing and programming*);
- Econometria;
- Gerenciamento e curadoria de dados;
- Identificação de padrões e insights por mineração de dados (*data mining*);
- Inteligência de Negócios (*business intelligence*);
- Modelagem de dados;
- Processamento de linguagem natural (*natural language processing*);
- Segurança de dados, cibersegurança e privacidade de dados (*data privacy*);
- Uso e desenvolvimento de ferramentas analíticas;
- Visualização e representação gráfica de dados.

3.2 COMUNICAÇÃO NAS ORGANIZAÇÕES

Desde os primatas, até os dias atuais, a comunicação é, sem dúvidas, um dos principais marcos históricos que revolucionou o mundo. Nesse sentido, é possível afirmar que, a comunicação é um dos vieses mais importantes da evolução humana.

Segundo Martinelli e Almeida (1997), a comunicação faz parte da história do ser humano e é através dela que direcionou e direciona as nossas decisões.

A comunicação pode ser considerada como a transmissão de estímulos e respostas que as pessoas transmitem entre si, contando com a ajuda dos

elementos do processo de comunicação que são: o emissor, o receptor, a mensagem, o canal e o *feedback*. (Martinelli e Almeida, 1997, p. 181)

Essa comunicação pode ser expressa de diferentes formas, sendo por meio da fala, gestos, símbolos, pinturas, dentre outros. Essas formas de comunicação são subdivididas em dois tipos de linguagem: a verbal – onde é usada a fala; e a não verbal - onde usamos gestos, símbolos, imagens.

Para as organizações, a comunicação é um ponto de extrema relevância, e independe da linguagem usada, pois só através dela é possível a troca de informações entre os colaboradores, favorecendo de maneira significativa o desenvolvimento organizacional de uma indústria, por exemplo.

Dentro da indústria, o fluxo da informação é dinâmico e necessita que seja feita da melhor forma possível, pois é através da informação que fundamenta o processo da tomada de decisão. Diante disso, deve-se entender a forma como comunicação se estrutura para melhor compreensão do estudo.

3.2.1 Métodos e Conceitos na Organização

Para Stoner e Freeman (1999), o processo de comunicação é um pouco mais complexo e deve conter os seguintes elementos: emissor, codificação, mensagem, canal, receptor, decodificação, ruído e por fim, *feedback*.

Segue abaixo como cada elemento é descrito por Stoner e Freeman (1999).

QUADRO 1 - ELEMENTOS DO PROCESSO DE COMUNICAÇÃO.

EMISSOR	Pessoa que possui as informações, necessidades ou desejos e o propósito de comunicá-los a uma ou mais pessoas, sendo ele o iniciador da comunicação.
CODIFICAÇÃO	Acontece quando o emissor traduz em uma série de símbolos a informação a ser transmitida, é um tipo de tradução da informação em uma série de símbolos para que aconteça a comunicação.
MENSAGEM	É a informação codificada, mandada pelo emissor ao receptor.
CANAL	É o meio/veículo de transmissão de uma mensagem do emissor para o receptor.
RECEPTOR	É a pessoa a quem se destinam as mensagens que foram transmitidas pelo emissor.
DECODIFICAÇÃO	É o processo pelo qual o receptor interpreta e entende a mensagem e a traduz em informações significativas.
RUÍDO	É qualquer coisa que venha interferir, confundir e diminuir a transmissão da comunicação.

FEEDBACK	É o reverso do processo de comunicação, que ocorre quando o receptor expressa sua reação à mensagem transmitida pelo emissor.
-----------------	---

Fonte: Stoner e Freeman (1999, p. 390).

Assim, afirma-se que, por meio desses elementos é possível que exista a comunicação organizacional dentro das empresas, fazendo com que seja garantida a integração de todas as partes envolvidas, facilitando a organização.

Diante de todos os elementos que foram citados acima, o *feedback* é o mais importante e é o que deve ser mais observado pela organização, afinal, é através dele que o emissor perceberá se houve entendimento e exatidão na mensagem que foi passada. Se a mensagem consegue ser compreendida na íntegra, o funcionamento da empresa acontece de forma fluída. Caso não seja compreendida, é preciso analisar o motivo pelo qual ocorreu a falha na comunicação, para que aconteça os ajustes necessários e essa falha não venha comprometer os objetivos e principalmente o funcionamento da empresa.

Portanto, a falta de um *feedback* é considerada como um dos principais fatores que colaboram para o comprometimento da comunicação interna dentro da organização.

Segundo Stoner e Freeman (1999), sem *feedback* não há realimentação na comunicação, o que acaba por inviabilizar a eficácia do ato, ou seja, o receptor compreendendo o que o emissor quis transmitir. Sem contato humano não há interação com o interlocutor ou compreensão das diversas nuances e facetas que uma mensagem pode conter, além das palavras que a compõem.

3.2.2 Obstáculos da Comunicação Organizacional

O Processo de Comunicação dentro de uma Organização nem sempre funciona de maneira adequada, por vezes, apresenta variáveis que podem interferir de maneira significativa na forma como as mensagens se tornam diferentes no trajeto que ocorre entre o emissor e o receptor.

Aspectos como, saber ouvir, interpretar, codificar e principalmente, sempre pensar em como podem ser decodificadas as mensagens a serem transmitidas, precisam ser consideradas, só assim, acontece o incentivo para que todas as pessoas

reflitam sobre a possibilidade de manter o controle sobre a qualidade do que comunicam e do que a elas é comunicado.

Segundo Goldhaber apud Kunsch (1997), a comunicação organizacional é considerada como um processo dinâmico por meio do qual as organizações se relacionam com o meio ambiente e por meio do qual as subpartes da organização se conectam entre si. Por conseguinte, a comunicação organizacional pode ser vista como fluxo de mensagens dentro de uma rede de relações interdependentes.

Já para Rebeil Corella (1998, p.159-191): “a comunicação organizacional é responsável pela administração de esforços dos colaboradores de uma empresa, pois abre espaços para que problemas sejam discutidos na busca de soluções coletivas. ”

Segundo Shermerhorn (1991, p. 251): “a comunicação organizacional é o processo específico pelo qual a informação se movimenta dentro de uma organização, e entre a organização e seu ambiente”.

Alguns autores costumam fazer distinção entre comunicação empresarial e comunicação organizacional, mas para área de comunicação e gestão, a expressão “comunicação organizacional”, por ser mais abrangente, torna-se mais adequada.

Independentemente de como é conceituada e entendida a comunicação organizacional, é constatado que não existe uma maneira de comunicação perfeita, mas existe a busca constante para transpor as barreiras que existem, de modo a tornar a comunicação eficaz.

É comum que o processo de comunicação sofra bloqueios que aparecem entre emissores e receptores. Chiavenato (2002) caracteriza esses problemas como barreiras à comunicação, que servem como obstáculos ou resistências à comunicação entre pessoas. Assim, quando isso ocorre, a comunicação não chega ileso ao receptor, isso acontece porque a mensagem original sofre distorções.

Para o autor, existe três tipos de barreiras à comunicação humana, sendo elas:

1. Barreiras pessoais: as interferências decorrentes das limitações, emoções e valores de cada pessoa. No ambiente de trabalho as mais comuns são a deficiência para ouvir, as percepções, as emoções e os sentimentos pessoais.
2. Barreiras físicas: as interferências presentes no ambiente onde ocorre o processo de comunicação, ruídos de portas que, no decorrer de uma aula ou palestra, se abrem, a distância física, um canal congestionado etc.
3. Barreiras semânticas: as limitações decorrentes dos símbolos, por meio dos quais a comunicação é feita. Estas barreiras podem ser verificadas não só por

palavras, mas também por gestos, sinais etc., os quais podem ter diferentes sentidos para as pessoas envolvidas no processo.

Já para Cohen e Fink (2003), são barreiras da comunicação: as características da linguagem, os canais utilizados para se comunicar, o estado mental das partes que se comunicam e as diferenças de gênero.

Para os autores, a própria natureza da linguagem constitui uma barreira na comunicação, já que muitas palavras não são precisas. Como exemplo, pode-se citar o significado de nivelar, para um carpinteiro e um paisagista essa mesma palavra tem o significado bem diferente.

A falha na comunicação ocorre quando as duas partes (emissor e receptor) aplicam diferentes interpretações sobre o mesmo assunto. O fato de as palavras não serem precisas e possuírem diversos significados é uma ameaça para que aconteça uma comunicação acertada.

Levando em consideração que o ato de se comunicar não é restringido apenas as palavras, afinal, conteúdos e sentimentos são transmitidos pelo tom da voz, pelos gestos, pelas expressões faciais, dentre outros meios, isso tudo sempre estará carregando também o estado mental das pessoas envolvidas e irá propiciar que a mensagem sofra alterações no processo de comunicação.

Grandes emoções como por exemplo, raiva, defensiva, medo, fazem com que as mensagens venham sofrer algum tipo de distorção. Quando presentes, estas emoções fazem com que a comunicação não seja eficaz, isso acontece porque as tensões sofrem alterações, conseqüentemente, isso prejudica o processo de comunicação.

Quando se trata das emoções Robbins, Judge e Sobral (2010), afirmam que:

Você pode interpretar a mesma mensagem de uma forma, caso esteja aborrecido ou distraído, e de outra, cada esteja feliz. Os estados emocionais mais extremos, como a euforia ou depressão, oferecem maior probabilidade de impedir a comunicação eficaz. Nessas situações, tendemos a deixar de lado a racionalidade e objetividade para dar lugar apenas às emoções. (Robbins, Judge e Sobral 2010, p. 343)

Um outro fator que deve ser levado em consideração quando se fala sobre os obstáculos de uma comunicação eficaz é sem dúvidas a sobrecarga nas informações. Nós, enquanto seres humanos, possuímos uma capacidade limitada/finita para processar as informações que são passadas.

A sobrecarga acontece quando a quantidade de informações a serem processadas ultrapassam o limite de capacidade do receptor, provocando a perda de

partes das informações, ou em alguns casos mais específicos, acontece a distorção de conteúdo.

Assim, entendendo as diversas dificuldades enfrentadas para que se estabeleça uma comunicação eficaz, é importante que aconteça uma maneira de filtragem acerca das palavras, gestos, sinais, etc., que são utilizados. Essa filtragem, nada mais é do que a manipulação das informações que serão emitidas pelo emissor, onde o único objetivo é fazer com que a informação alcance o receptor da forma mais favorável possível.

Diante disso, conclui-se que a comunicação ela deve ser limpa e objetiva de forma conectar a informação. Quanto maior é a padronização da forma de comunicação mais fácil fica para o receptor compreender a mensagem e poder utilizar da maneira adequada.

4. METODOLOGIA

Neste capítulo é exposto os meios e métodos que direcionaram para coleta e análise afim de chegar nos objetivos da pesquisa, visando compreender de que forma e com quais ferramentas operacionalizou-se a pesquisa. Com base nas considerações da fundamentação teórica e conhecimentos metodológicos de pesquisa, apresentam-se os caminhos e os procedimentos empregados pelos quais se pôde chegar aos resultados. No qual em síntese parte do método dedutivo e monográfico, com pesquisa básica, exploratória e bibliográfica de análise qualitativa.

3.1 Método da Pesquisa

Segundo GIL (2008, p.10), o método indutivo é método empirista, o qual considera o conhecimento como baseado na experiência; “a generalização não deve ser buscada aprioristicamente, mas constatada a partir da observação de casos concretos suficientemente confirmadores dessa realidade. ”

Nesse método, parte-se da observação de fatos ou fenômenos cujas causas se deseja conhecer. A seguir, procura-se compará-los com a finalidade de descobrir as relações existentes entre eles. Por fim, procede-se à generalização, com base na relação verificada entre os fatos ou fenômenos. (GIL, 2008, p.10)

Complementando a ideia do autor acima, Cervo, Bervian e Silva (2007) aborda que o método indutivo parte da observação e generalização de um certo número de amostra, evidenciando o padrão dessas de modo a serem verificadas dando uma análise a respeito do produto em estudo.

O argumento indutivo baseia-se na generalização de propriedades comuns a certo número de casos até agora observados e a todas as ocorrências de fatos similares que poderão ser verificados no futuro. O grau de confirmação dos enunciados traduzidos depende das evidências ocorrentes. (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2007, p. 44)

Já no método dedutivo é a modalidade de raciocínio lógico que faz uso da dedução para obter uma conclusão a respeito de determinadas premissas. Esse faz uso de princípios reconhecidos como verdadeiros possibilitando chegar a conclusões de maneira formal e assim obtendo uma terceira via de análise.

As conclusões obtidas por meio da indução correspondem a uma verdade não contida nas premissas consideradas, diferentemente do que ocorre com a dedução. Assim, se por meio da dedução chega-se a conclusões verdadeiras, já que baseadas em premissas igualmente verdadeiras, por meio da indução chega-se a conclusões que são apenas prováveis. (GIL, 2008, p.11)

O protótipo do raciocínio dedutivo é o silogismo, que consiste numa construção lógica que, a partir de duas preposições chamadas premissas, retira uma terceira, nelas logicamente implicadas, denominada conclusão. (GIL, 2008, p.9)

Diante desse entendimento, há uma diferença evidente do método indutivo e dedutivo, no qual se aplica para diversas modalidades de estudo e que possibilita realizar um planejamento lógico da busca do conhecimento.

É nessa pesquisa que buscando entender as teorias aplicada no processo de produção e suas respectivas formas, percebe-se que as análises, compreensão e correlação das teorias de controle e monitoramento de produção com o embasamento da Teoria de Sistemas na Administração possibilita uma conclusão lógica, entendendo como verdade princípios já consolidados, compreendendo uma verdade dedutiva.

Reforçando a ideia, Cervo, Bervian e Silva (2007) aborda que a dedução se deve às questões lógicas e bases bem fundamentadas que já estejam intrínsecas nos fundamentos da ideia de forma a possibilitar maior assertividade na conclusão dedutiva. A Teoria de Sistemas já aborda a ideia central do trabalho, ou seja, o fundamento lógico, porém não está aplicada a especificidade do estudo no modelo para um processo de produção fabril.

O cerne da dedução é a relação lógica que se estabelece entre proposições, dependendo seu vigor do fato de a conclusão ser sempre verdadeira, desde que as premissas também o sejam. Assim, admitindo-se as premissas, deve-se admitir também a conclusão; isso porque toda a afirmação ou conteúdo factual da conclusão já estava, pelo menos implicitamente, nas premissas. (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2007, p. 46)

O método monográfico de pesquisa consiste em selecionar casos ou teorias específicas e analisá-los profundamente, compreendendo todos os detalhes e destacando o porquê da ênfase. Sendo para isso um estudo específico, como a ser realizado em um tema de alta relevância e de alta complexidade, no caso do modelo de gestão para produção unindo a visão estatística e a abordagem sistêmica da administração.

O método monográfico parte do princípio de que o estudo de um caso em profundidade pode ser considerado representativo de muitos outros ou mesmo de todos os casos semelhantes. Esses casos podem ser indivíduos, instituições, grupos, comunidades etc. (GIL, 2008, p.18)

O estudo se concentra no objeto de estudo que é o controle e monitoramento de processo na produção industrial, esse projeto busca compreender mais sobre as metodologias que são utilizadas e sintetizar com a fundamentação de uma teoria. Conforme Lakatos (2001), esse alvo pode se concentrar em um aspecto ou abranger

para além das variáveis. Essa forma de investigar mais sobre o objeto citado, compreende o método monográfico para obtenção dos resultados.

O estudo monográfico pode, também, em vez de se concentrar em um aspecto, abranger o conjunto de atividades de um grupo social particular. A vantagem do método consiste em respeitar a 'totalidade solidária' dos grupos, ao estudar, em primeiro lugar, a vida do grupo na sua unidade concreta, evitando, portanto, a prematura dissociação de seus elementos (LAKATOS, 2001, p. 108)

Diante disso, conclui-se que o método usado é o Dedutivo e Monográfico, pois se aplica para atingimento do objetivo de *“Estudar um modelo de controle de processo fundamentado sob dados estatísticos que possibilite maior estabilidade e melhoria na produção industrial com base na Teoria de Sistemas.”*, respondendo ao questionamento problema do estudo de: *“Qual modelo de controle de processo que possibilita maior estabilidade na produção industrial com base na Teoria de Sistemas?”*.

3.2 Caracterização e tipo da pesquisa

A pesquisa básica, pura ou fundamental tem como objetivo principal a melhoria de teorias de forma a incrementar novos pensamentos, tendo como papel fundamental abastecer as inovações da ciência aplicada. Partindo desse pressuposto, entende-se como uma forma que se encaixa para obtenção da resposta do estudo a fim de incrementar um modelo teórico à literatura, fazendo a correlação de teorias e princípios já existentes.

A pesquisa pura é uma modalidade de pesquisa que procura o progresso científico, a ampliação de conhecimentos teóricos, sem a preocupação de utilizá-la na prática. É uma pesquisa formal, que tem em vista generalizações, princípios e leis. (MARCONI, LAKATOS, 2017)

O fato de *“Estudar um modelo de controle de processo fundamentado sob dados estatísticos que possibilite maior estabilidade e melhoria na produção industrial com base na Teoria de Sistemas.”* Já deixa evidente a afirmação do uso de método da pesquisa pura, pois está fundamentada sobre uma teoria geral do trabalho.

A pesquisa pura busca o progresso da ciência, procura desenvolver os conhecimentos científicos sem a preocupação direta com suas aplicações e consequências práticas. Seu desenvolvimento tende a ser bastante formalizado e objetiva a generalização, com vistas na construção de teorias e leis. (GIL, 2008, p.26)

Conforme os autores acima, esse progresso científico se dar através do desenvolvimento de pensamentos metodológicos de forma a seguir uma lógica generalista, sendo bastante formal e embasada.

“A pesquisa exploratória procura conhecer as características de um fenômeno para procurar explicações das causas e consequências de dito fenômeno” (RICHARDSON, 1989, p. 281).

A técnica de pesquisa desta monografia, portanto, será desenvolvida através de pesquisa exploratória quanto ao objetivo, já que busca conhecer com maior profundidade um assunto bastante relevante e complexo, um modelo de controle de processo fundamentado sob dados estatísticos que possibilite maior estabilidade e melhoria na produção industrial com base na Teoria de Sistemas ampliando a análise de métodos na busca de uma síntese em um modelo de gestão.

É entendível a grande relevância do tema, além dessa questão, esse trabalho almeja agregar conhecimento de forma a aprofundar cada vez mais o uso da estatística nas ferramentas de gestão, sendo que incorpora informações teóricas numa síntese estrutural do controle e monitoramento na indústria, contribuindo para aprimoramento das metodologias de gestão organizacional.

Conforme Beuren et al. (2003, p. 81), a pesquisa exploratória consiste em: “(...) reunir mais conhecimento e incorporar características inéditas, bem como buscar novas dimensões até então não conhecidas”. Assim como Beuren (2003) e GIL (2008), o problema de pesquisa já evidenciado será respondido através do desenvolvimento dessa exploração de dados bibliográficos a fim de conceituar a ideia geral.

As pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores. De todos os tipos de pesquisa, estas são as que apresentam menor rigidez no planejamento. Habitualmente envolvem levantamento bibliográfico e documental, entrevistas não padronizadas e estudos de caso. Procedimentos de amostragem e técnicas quantitativas de coleta de dados não são costumeiramente aplicados nestas pesquisas. (GIL, 2008, p.27)

Uma Pesquisa Bibliográfica busca através de conhecimentos e princípios já estudados e consolidados compreender os pensamentos a respeito de um tema, agregando valor pelas fontes bibliográficas. Essa pesquisa concentra-se na busca por esse conhecimento a fim de melhor fundamentar uma síntese do modelo de gestão de produção, ponderando diversas teorias na literatura mundial.

A pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Embora em quase todos os estudos seja exigido algum tipo de trabalho desta natureza, há

pesquisas desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas. Parte dos estudos exploratórios podem ser definidos como pesquisas bibliográficas, assim como certo número de pesquisas desenvolvidas a partir da técnica de análise de conteúdo. (GIL, 2008, p.50)

Para Fonseca (2002, p. 32) “a pesquisa bibliográfica é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos”. Nesse trabalho a parte da exploração bibliográfica é de suma importância e para isso entende-se como interessante um bom detalhamento dos temas intrínsecos no objetivo geral da pesquisa, evidenciado na página anterior. Os artigos serão utilizados como formas de agregar ao conhecimento da pesquisa.

A pesquisa bibliográfica utiliza fontes constituídas por material já elaborado, constituído basicamente por livros e artigos científicos localizados em bibliotecas. A pesquisa documental recorre a fontes mais diversificadas e dispersas, sem tratamento analítico, tais como: tabelas estatísticas, jornais, revistas, relatórios, documentos oficiais, cartas, filmes, fotografias, pinturas, tapeçarias, relatórios de empresas, vídeos de programas de televisão, etc. (FONSECA, 2002, p. 32).

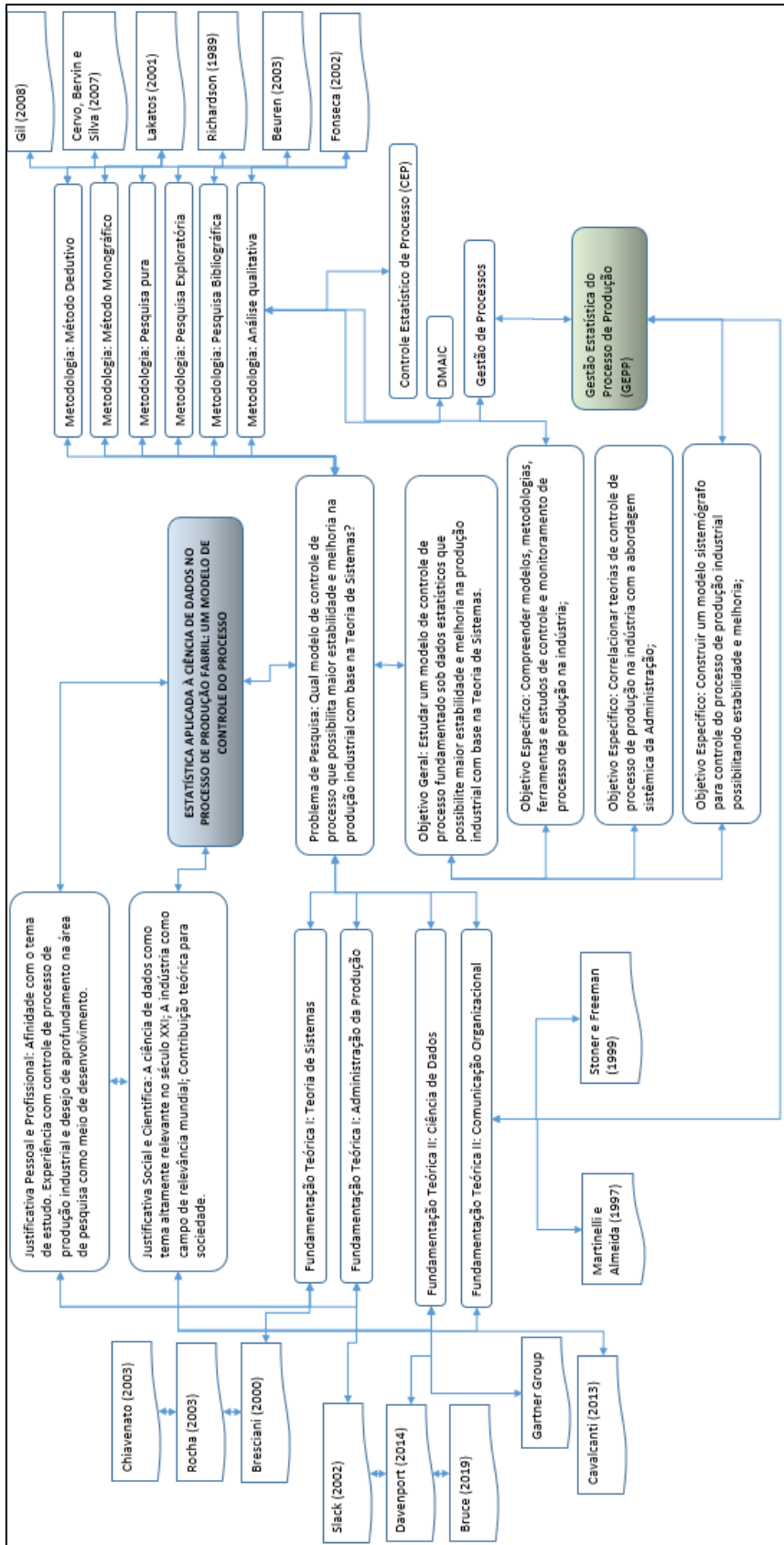
Essa fundamentação teórica parte de uma pesquisa sobre os modelos de gestão para controle do processo de produção, o uso de dados estatísticos e a Teoria de Sistemas, que busca o máximo de conhecimento para conclusão de um modelo que possibilite a estabilidade e melhoria no processo.

Para analisar todos esses dados reunidos enquadra-se como uma pesquisa qualitativa, por se tratar de estudos com dados secundários e análise das teorias mais relevantes já desenvolvidas, além disso essa seção atenta-se a balizar cada pensamento já desenvolvido de forma a definir um modelo que seja coeso e coerente com a perspectiva dos princípios da administração.

A análise dos dados nas pesquisas experimentais e nos levantamentos é essencialmente quantitativa. O mesmo não ocorre, no entanto, com as pesquisas definidas como estudos de campo, estudos de caso, pesquisa-ação ou pesquisa participante. Nestas, os procedimentos analíticos são principalmente de natureza qualitativa. E, ao contrário do que ocorre nas pesquisas experimentais e levantamentos em que os procedimentos analíticos podem ser definidos previamente, não há fórmulas ou receitas predefinidas para orientar os pesquisadores. Assim, a análise dos dados na pesquisa qualitativa passa a depender muito da capacidade e do estilo do pesquisador. (GIL, 2008, p.175)

Essa análise dos dados se dar através da comparação entre metodologias de controle e monitoramento do processo de produção na indústria, elencando os principais pontos que prejudicam sua aplicação e quais pontos podem ser maximizados, fazendo a união de lógicas de gestão que almejam maior estabilidade e melhoria com a Teoria de Sistemas dando ênfase na retroalimentação.

FIGURA 6 – MAPA ESTRUTURAL DA PESQUISA



Fonte: Brasileiro (2021)

5. CONTROLE E MONITORAMENTO DE PROCESSO NA INDÚSTRIA

5.1 Introdução

A gestão dos processos, nas organizações, exige a definição de itens de controle e de verificação: são características utilizadas para avaliar os desejos subjetivos dos clientes transformando-as em grandezas mensuráveis de satisfação, de conhecimento de todas as pessoas da organização.

Esse capítulo busca demonstrar a construção metodológica do modelo sistêmico com uso da estatística para controle do processo de produção industrial. Partindo desse pressuposto, deve-se compreender algumas metodologias de controle e monitoramento de processo na indústria que estão compostas no modelo.

Controlar um processo de produção industrial é uma tarefa muito complexa, pois advém de inúmeras variáveis que podem gerar impactos. Com experiência na indústria pude vivenciar a grande dificuldade de se estabilizar um processo, garantindo uma constância cada vez maior e de forma progressiva ir melhorando e aumentando a capacidade, ou seja, reduzindo desvios, um processo mais estável.

Uma das características mais importantes que se percebe em estabelecer controle é garantir constância, sendo sinônimo disso a Teoria de Sistemas na Administração. A abordagem sistêmica faz compreender e evoluir as atividades desenvolvidas dentro de uma organização, a sistemografia torna visível e clara o funcionamento do sistema no que abrange o ciclo para sua real funcionalidade, evidenciando as principais características.

Perante exposto ao decorrer da fundamentação teórica, a Ciência de dados em grande evolução tornando cada vez mais fácil o acesso a esse grande mecanismo de informação, a comunicação nas organizações como complexa e com grandes obstáculos e a instabilidade que é um processo de produção industrial faz com que venha a ser demandado uma sistemática de forma a englobar o avanço tecnológico da Ciência de Dados e da estatística como meio de gerir esse processo com maior controle.

5.2 Métodos e técnicas

Conforme salientam Britz et al. (2000), o pensamento estatístico propicia que as alterações no processo sejam baseadas em dados concretos e não em percepções ou experiências passadas.

Segundo Pande, Neuman e Cavanagh (2000), a metodologia Seis Sigma é composta de um conjunto amplo de ferramentas e técnicas para melhoria da qualidade, dentre as quais há forte aplicação das ferramentas e técnicas estatísticas. O ciclo de fases, denominado DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) é utilizado como guia para que profissionais especializados (principalmente *black belts* e *green belts*) implementem projetos que atendam à metas mais ousadas e radicais pré-estabelecidas pela empresa.

No rol de ferramentas e técnicas estatísticas do DMAIC, constam: estatísticas descritivas, princípios de amostragem, gráficos de controle, análise de capacidade de processo, análise do sistema de medição, gráficos básicos (histograma, dispersão, box-plot, Pareto, etc.), diagrama de causa e efeito, controle estatístico de processo (CEP), *design of experiments* (DOE), correlação e regressão linear, regressão múltipla, testes de hipóteses, intervalo de confiança, análise de variância (ANOVA), análise de capacidade de processo, entre outras.

Para que haja um controle robusto do processo, o uso dessas técnicas é fundamental no direcionamento das decisões dentro da produção de forma a possibilitar maior assertividade no objetivo definido. O ciclo DMAIC direciona a forma de investigar e solucionar um problema, o Controle Estatístico de Processo fornece as informações de forma clara, rápida e objetiva para fundamentar a ação.

O desafio é conectar de forma sistêmica, em uma produção industrial, o fluxo de informação dentro da gestão de um processo, em uma configuração que garanta que seja feito algo quando estiver fora do objetivo desejado, porém que seja pensado e executado da forma mais segura, com a base nos dados.

5.2.1 Controle Estatístico de Processo (CEP)

É fundamental antes de abordar Controle Estatístico de Processo (CEP), contextualizar a Qualidade. Na primeira Revolução Industrial é o começo dessa nova vertente, com a concepção das linhas de produção de Ford, mas ainda de forma moderada e sem levar ponderar a satisfação dos clientes. A qualidade transformou-

se em um dos mais relevantes fatores de decisão dos consumidores no processo de aquisição de produtos e serviços que competem entre si.

O fenômeno é geral, independente do fato de o consumidor ser um indivíduo, uma organização industrial, uma loja de varejo, ou um programa militar de defesa. Conseqüentemente, compreender e melhorar a qualidade é um fator crucial que conduz ao sucesso, crescimento e a uma melhor posição de competitividade de um negócio. Unir à estratégia geral da organização, a melhor qualidade e o emprego bem-sucedido da qualidade geram retorno substancial sobre o investimento.

“O controle permanente dos processos é condição básica para a manutenção da qualidade de bens e de serviços. Não existe na literatura uma definição única e universal para qualidade”. (COSTA, EPPRECHT e CARPINETTI, 2005, p. 15)

Para aperfeiçoar as técnicas de inspeção e qualidade, surgiu através do americano Walter Andrew Shewart, as técnicas estatísticas de controle da qualidade, no que seria posteriormente difundida por Edward Demming. Devido à segunda guerra mundial, segundo Montgomery (2004), as vivências e experiências vivenciadas na guerra e pós-guerra, tornou-se claro que as técnicas estatísticas eram necessárias para controlar e melhorar a qualidade dos produtos, os Estados Unidos da América (EUA), utilizou-se destas técnicas estatísticas para implementação em seus fornecedores e espalhando o novo método de controle pelo mundo.

Segundo Aguayo (2012), o nome mais famoso no controle de qualidade japonês é americano, sendo atualmente o Japão referência nesse quesito. Isso mostra como Demming foi fundamental para o crescimento da qualidade e dos controles dentro da empresa, enfatizando sua filosofia baseada na ideia de que os lucros reais são gerados por clientes fiéis e não apenas satisfeitos. Evidenciado por Aguayo, uma pesquisa realizada pela Ford em que mostrou que um cliente feliz dá a uma média de oito pessoas a boa-nova sobre o produto, mas um cliente descontente espalha para mais vinte pessoas o que ele sofreu com o produto.

5.2.1.1 Definição e Objetivos do Controle Estatístico de Processo

Segundo Slack (2002), o Controle Estatístico de Processos - CEP é um sistema de monitoramento pelo método de amostragem, análise e interpretação dos dados, permitindo a visualização do comportamento da produção, a fim de assegurar maior confiabilidade no produto final obtido, conseqüentemente, propiciando a melhoria do

procedimento, já que verificando a presença de causas especiais que podem prejudicar a qualidade do produto, são realizados planos de ações para eliminá-las ou reduzi-las.

O CEP tem como função básica padronizar a produção de forma a evitar a variabilidade. Variabilidade, são oscilações ocorridas nas especificações dos produtos de uma organização durante seu processo produtivo. Essa variação compromete o sistema de qualidade visto que alguns produtos deverão ser retrabalhados ou simplesmente sucateados.

Segundo Reis (2001), as ferramentas de controle estatístico têm como base, identificar os problemas dos processos e estabelecer as causas das anomalias, seu grau de risco e suas possíveis soluções através das ferramentas do CEP, a fim de estabelecer um grau de confiabilidade aceitável para o processo. E a variabilidade do processo é algo natural, tornando impossível a produção de dois itens idênticos. Quando a variabilidade é pequena, não causa impactos ao produto e conseqüentemente, ao seu consumidor, com isso, damos o processo como capaz, caso contrário, torna-se o produto e processo inaceitável. É importante ressaltar que o CEP permite a monitoração contínua do processo, possibilitando uma ação imediata assim que um problema for detectado, encaixando-se dentro da filosofia que preconiza a construção da Qualidade dentro do processo e a prevenção de problemas. Essas características são de extrema importância, e precisam ser enfatizadas em qualquer processo de ensino/instrução de CEP.

O conceito de Controle Estatístico da Qualidade (CEQ), é uma base para definir o comportamento do processo como bom e aceitável. Rastreamento, identificando e eliminando os problemas do processo a fim de produzir produtos apenas com a qualidade aceitável. O Controle Estatístico do Processo (CEP), desde que inserido num programa de melhoria contínua, utiliza as técnicas estatísticas para analisar o comportamento do processo de fabricação, efetuar ações corretivas que permitam mantê-lo dentro de condições preestabelecidas e tem como objetivo, evitar a produção de itens de qualidade insatisfatória, melhorando e assegurando a qualidade da produção para satisfazer os consumidores. Esse tipo de controle reduz os custos evitando desperdícios e retrabalho. Além disso, maximiza a produtividade, identificando e eliminando as causas de variação do processo e reduz a necessidade de inspeção de produtos.

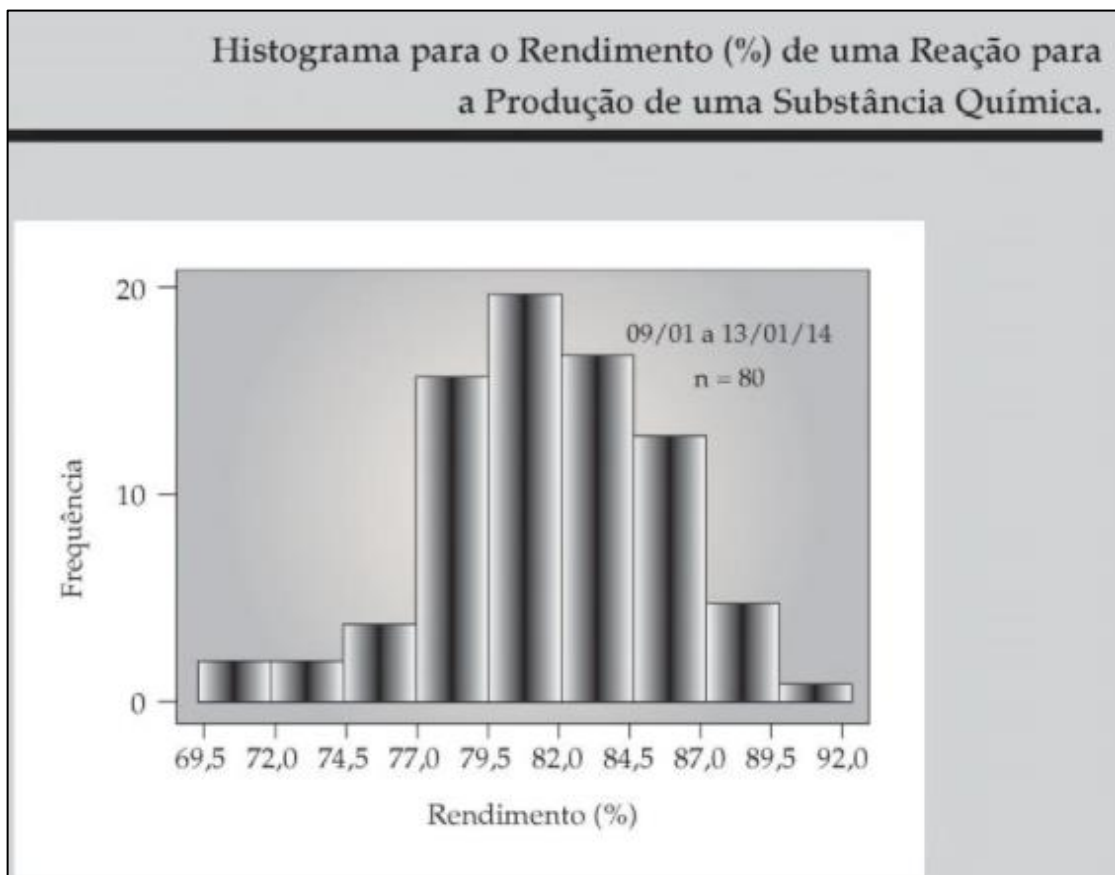
5.2.1.2 Ferramentas e Conceitos do CEP

Segundo Ishikawa (1986), foram criadas sete ferramentas denominadas como 7 Instrumentos para Qualidade, onde serão compreendidas, analisadas e utilizadas por todos os níveis da empresa, abrangendo para diversas dificuldades enfrentadas pelas organizações. Com isso, considera-se que 95% dos problemas existentes poderão ser solucionados com o auxílio destes 7 instrumentos do CQ, que são:

1- Histograma;

O histograma, segundo Cooper e Schindler (2001) apud Daniel e Mubarck (2014), é uma solução convencional para apresentar dados de intervalo e de razão. O histograma é desenvolvido em forma de gráfico de barras, o qual mostra a variação sobre uma taxa específica, possibilitando expor e conhecer as características de um processo envolvendo a medição dos dados, além de permitir visualizar a variação geral do conjunto de dados.

FIGURA 7 – HISTOGRAMA;

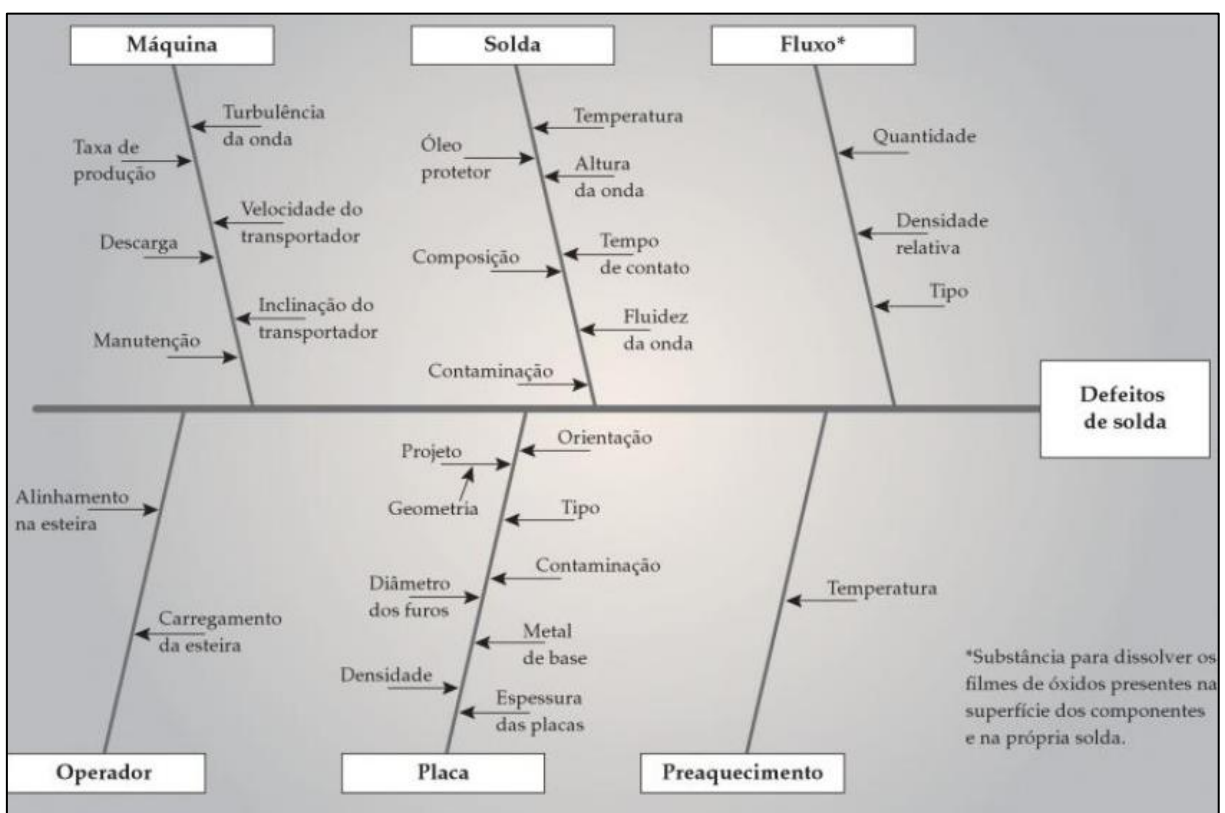


Fonte: Werkema (2014)

2- Diagrama de Causa e Efeito;

Criada e desenvolvida por Kaoru Ishikawa, esta ferramenta - denominada também de Diagrama de Espinha de Peixe, ou diagrama 6 M, está representada na Figura abaixo. É uma técnica simples e eficaz na enumeração das possíveis causas de um determinado problema. As causas são agrupadas em famílias para facilitar sua análise, sendo relacionadas com o efeito causado de forma visual e clara.

FIGURA 8 – DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO;



Fonte: Werkema (2014)

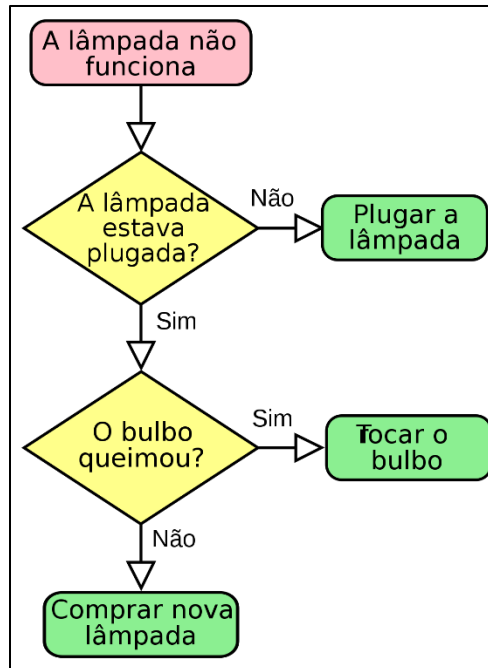
3- Fluxograma e Folha de Verificação;

A folha de verificação é por onde será feita a coleta dos dados, no qual precisa ser clara e objetivo de forma dinâmica para essa captação. A depender do nível de evolução tecnológica, essas informações são automatizadas, sem a necessidade da folha de verificação, porém em problemas específicos, são necessários para melhor entendimento.

Segundo Lucinda (2010) apud Daniel e Mubarck (2014), o fluxograma é uma excelente ferramenta para analisar o processo já que permite a rápida compreensão

das atividades que são desenvolvidas por todas as partes envolvidas. É uma ferramenta fundamental, tanto para planejamento (elaboração) como para aperfeiçoamento (análise crítica e alterações) do processo.

FIGURA 9 – FLUXOGRAMA



Fonte: Wikipédia

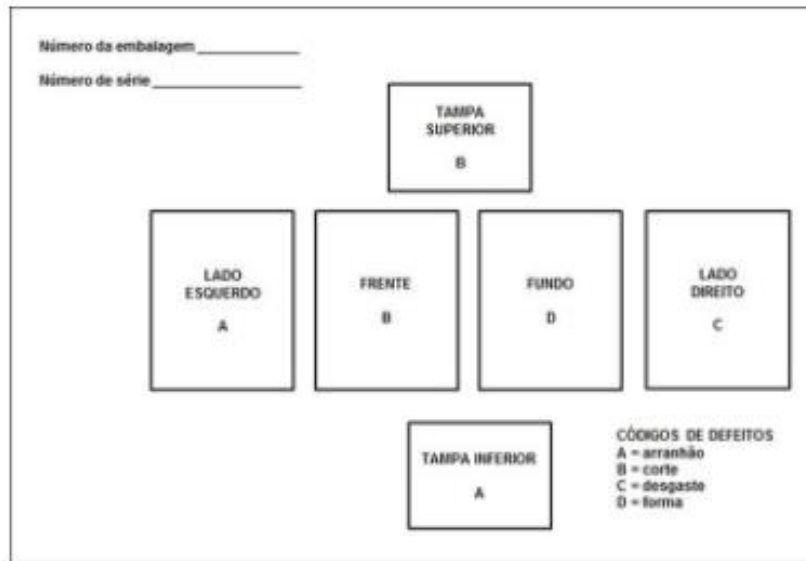
4- Diagrama de Concentração de Defeitos;

Segundo Montgomery (2013), quando um número suficiente de unidades é utilizado na elaboração de um diagrama de concentração, frequentemente surgem padrões, e a localização desses padrões contém, geralmente, muita informação sobre as causas dos defeitos.

Esse diagrama busca fornecer se há um padrão para localização da falha de forma fundamentar uma lógica de pensamento analítico sobre o problema.

Uma observação interessante a se fazer é a respeito da análise sobre a concentração. Um exemplo foi a utilização dessa metodologia para mapeamento dos aviões que retornavam da 2ª guerra mundial, então foi descrito os principais locais de acertos nas aeronaves, com isso foi fortalecido essas regiões para que fossem mais resistentes, já que eram os maiores índices, porém a análise tem que ser feita do todo. Os aviões que eram alvejados em outros lugares nem retornavam, ou seja, os pontos que deveriam ser reforçados são os opostos ao que foi mapeado de mais atingido.

FIGURA 10 – DIAGRAMA DE CONCENTRAÇÃO DE DEFEITOS

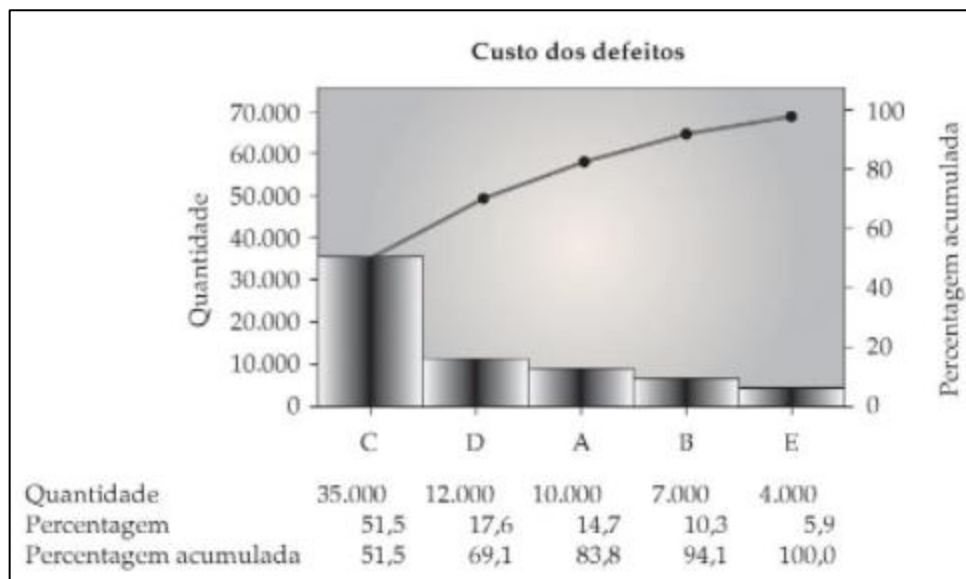


Fonte: Autor

5- Diagrama de Pareto;

Baseando-se no princípio de “Pareto”, um estudioso italiano, que dizia: “poucas causas são vitais, sendo a maioria delas triviais”, o Gráfico de Pareto serve para apontar quantitativamente as causas mais significativas, em sua ordem decrescente, identificadas a partir da estratificação. (SILVA, 1995, p.23).

FIGURA 11 – DIAGRAMA DE PARETO



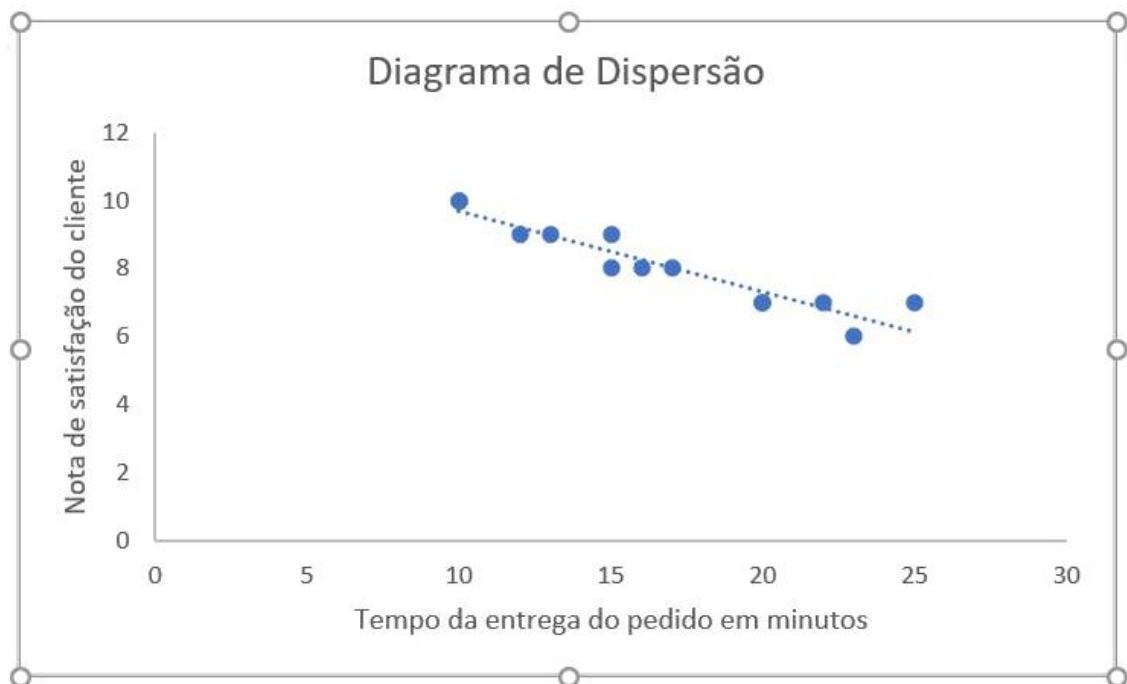
Fonte: Werkema (2014)

6- Diagrama de Dispersão;

Cooper e Schindler (2001) apud Daniel e Mubarck (2014) afirmam que os diagramas de dispersão são essenciais para compreender as relações entre as variações, pois fornecem um meio para a inspeção visual dos dados que uma lista de valores para as variáveis não pode fornecer.

Esses diagramas servem principalmente para identificar a relação entre as variações.

FIGURA 12 – DIAGRAMA DE DISPERSÃO



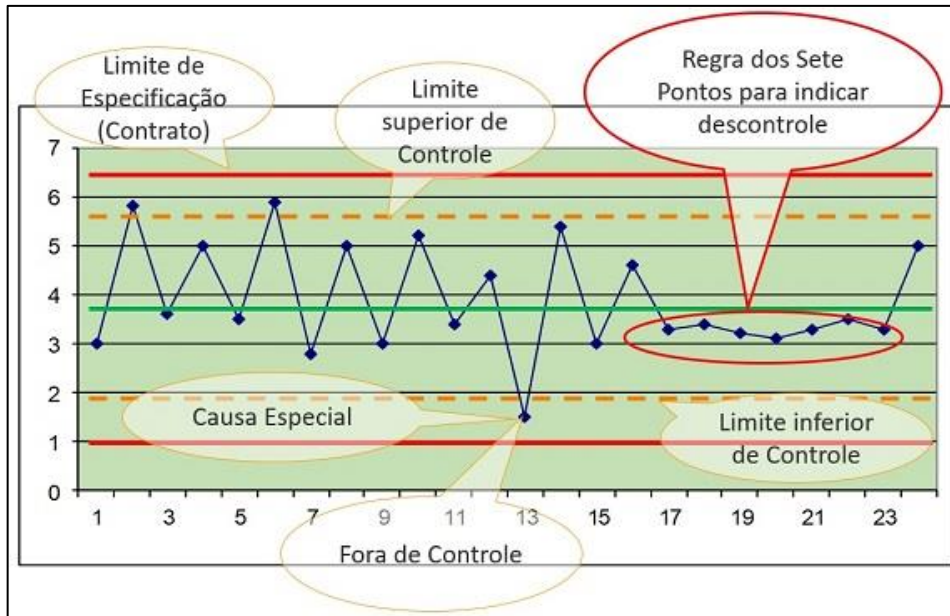
Fonte: Grupo Voitto

7- Gráficos de Controle;

Segundo Werkema (2006), os gráficos de controle são ferramentas para monitoramento e controle de variabilidades de determinado processo, além de serem capazes de avaliar a estabilidade de um processo.

Essa é uma das principais ferramentas da qualidade, pois através do uso da estatística é possível modelar os dados para visualização gráfica compreendendo a situação de um processo, confrontando com os limites superiores e inferiores definidos em especificação.

FIGURA 13 – GRÁFICO DE CONTROLE



Fonte: Escritório de Projetos

5.2.1.3 Uso de CEP no processo da tomada de decisão

O processo da tomada de decisão envolve diversos fatores para quem necessita aplicar uma ação. O Controle Estatístico de Processo promove o fornecimento das informações de como está a situação atual do processo de produção, pontuando seu estado de alerta ou estabilidade de acordo aos limites definidos, é diante disso que gatilhos ou valores de start são aplicados para que só seja designado esforços a um problema quando for concretizado uma instabilidade, sendo que pode ser ela normal ou especial.

5.2.2 DMAIC

Segundo Cleto e Quinteiro (2011), o programa Seis Sigma é um modelo de melhoria de produtos e processos que surgiu na Motorola no final da década de 1980, no qual proporcionou ganhos elevados e prêmios de qualidade à empresa que, por consequência desses feitos, estimulou várias outras a adotarem o referido programa almejando seus resultados.

Segundo Reis (2016), a metodologia Seis Sigma aborda de maneira estruturada projetos de melhorias e solução de problemas, portanto, seus métodos e ferramentas estão bem alinhados de acordo com cada etapa, possibilitando que sejam

utilizadas metodologias estatísticas conforme o alcance do objetivo identificado e assim analisar as várias etapas do processo.

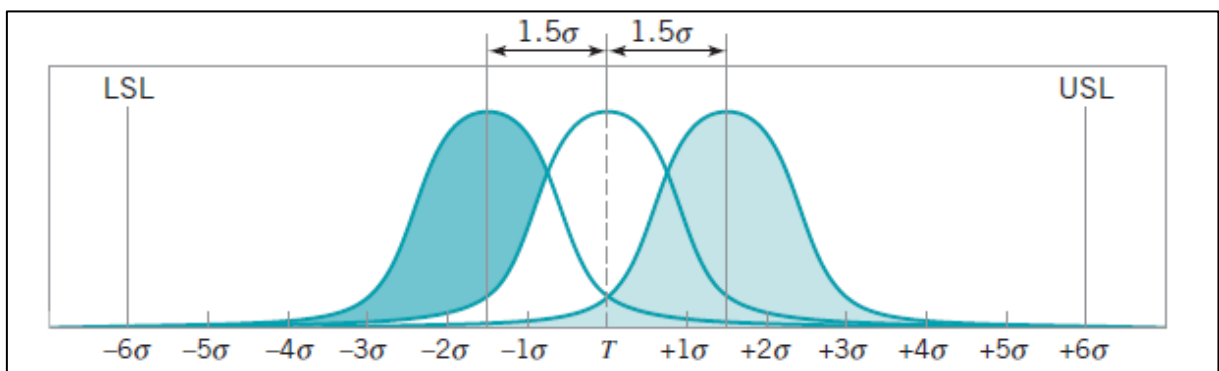
O Seis Sigma é uma estratégia gerencial disciplinada e altamente quantitativa, que tem como objetivo aumentar expressivamente a performance e a lucratividade das empresas, por meio da melhoria contínua da qualidade de produtos e processos e do aumento da satisfação dos clientes e consumidores, levando em conta todos os aspectos importantes de um negócio. (WERKEMA, 2004, p. 37)

Segundo Carvalho e Paladini (2005), um dos elementos mais marcantes deste programa é a aplicação estruturada do pensamento estatístico. A forma de utilização intensiva de dados estatísticos e a sistemática análise da variabilidade são as marcas registradas deste programa.

Segundo Bruce e Bruce (2019) desvio é a diferença entre valores observados e a estimativa de localização. Em probabilidade, o desvio padrão é uma medida de dispersão em torno da média populacional de uma variável, ou seja, a raiz quadrada da variância.

O Sigma (σ) é a letra disposta para representar o desvio padrão de uma distribuição dentro dos limites superiores e inferiores de tolerância e, “quanto menor for o desvio padrão de um processo, mais desvios padrões passam a ser aceitos dentro da especificação” (DONADEL, 2008, p. 43).

FIGURA 14 - CURVA DE DESVIOS PARA SEIS SIGMA



Fonte: Escola EDTI

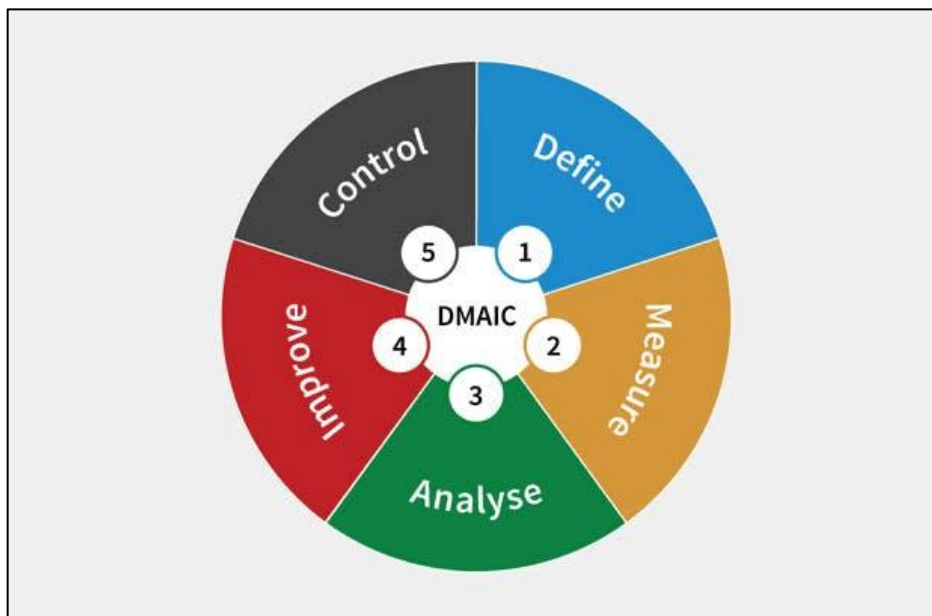
O método é quantitativo e busca a redução de variações dos processos para alcançar um nível de defeitos próximo do zero.

Ainda segundo o mesmo autor, o modelo Seis Sigma é composto por vários métodos de resolução de problemas, alguns deles são:

- a) M-PCpS (*machine-process characterization study*), que é um estudo para a caracterização e otimização de processos, e que visa eliminar perda de tempo e dinheiro;
- b) DFSS (*design for Six*);
- c) DMADV, que contempla as fases definir, medir, analisar, desenhar e verificar;
- d) DMEDI, com as etapas definir, medir, explorar, desenvolver e implementar;
- e) DMAIC, composto pelas etapas: *define* (definir), *measure* (medir), *analyze* (analisar), *improve* (melhorar) e *control* (controlar).

Segundo Andrietta e Miguel (2007), dos métodos que compõem o Seis Sigma, o mais utilizado atualmente é o DMAIC, uma vez que é composto de cinco etapas que possibilitam uma adequada organização da implantação, desenvolvimento e conclusão da maior parte dos projetos.

FIGURA 15 – CICLO DO DMAIC



Fonte: Grupo Voitto (2020)

A seguir será apresentado o modelo DMAIC originalmente utilizado na estratégia Seis Sigma.

5.2.2.1 Definição e Objetivos do DMAIC

As etapas do DMAIC são as definições do que deve ser realizado em cada parte do ciclo, segundo Reis (2003), abordam os seguintes objetivos:

D - Definir: definição de oportunidades;

M - Medir: medição dos processos;

A - Analisar: análise de dados e conversão em informações que indiquem soluções (determinação das causas);

I - Melhorar: aperfeiçoamento dos processos e obtenção de resultados;

C - Controlar: manutenção dos ganhos obtidos.

Para melhor esclarecimento da sequência das etapas dessa metodologia, no Quadro 1 consta o que deve ser realizado, seus objetivos e exemplos de ferramentas comumente utilizadas.

QUADRO 2 – ETAPAS DO DMAIC: AÇÃO, OBJETIVOS E FERRAMENTAS.

Etapa	Ação	Objetivos	Ferramentas
Define (Definir)	Descrever o problema e avaliar seu impacto sobre os clientes, estratégia e resultados financeiros da empresa; Selecionar projetos que serão utilizados na busca de solução dos problemas; Definir as metas que devem ser alcançadas.	Definir o escopo do projeto: importância, equipe, cronograma...	Termo de Abertura (Project Charter); Gráficos de Controle; Análise de séries temporais; VOC (Voz do Cliente); Análises econômicas.
Measure (Medir)	Definir quais as características do projeto que deverão ser monitoradas, de que forma os dados serão obtidos e registrados e quais as especificações do projeto.	Determinar o foco do problema, verificar a confiabilidade dos dados e coletá-los.	Coleta de Dados; Estratificação; Amostragem; Folha de verificação; Diagrama de Pareto; Histograma; Índice de capacidade.
Analyze (Analisar)	Analisar os dados e os processos envolvidos; Determinar as causas que contribuem para o baixo desempenho do processo.	Analisar o processo para determinar as causas potenciais do problema.	Fluxograma; Mapa do processo/produto; FMEA (Failure Mode and Effects Analysis); Brainstorming; Diagrama de Causa e Efeito; Planejamento de Experimentos.

Improve (Aperfeiçoar)	Gerar ideias a respeito das soluções potenciais para a eliminação das causas dos problemas detectados na etapa anterior. Testar estas soluções a fim de verificar se a solução escolhida pode ser implementada em larga escala.	Identificar e avaliar as soluções prioritárias e aperfeiçoá-las.	Brainstorming; Diagrama de Causa e Efeito; FMEA; Teste de mercado; Stakeholder Analysis; Simulação; 5W2H; PERT (Program Evaluation and Review) / COM (Critical Path Method).
Control (Controlar)	Aplicar a solução da quarta etapa em larga escala e controlar o desempenho do processo ao longo do tempo; Padronizar as alterações realizadas no processo com a adoção das soluções; Definir um plano de ações corretivas caso surjam problemas no processo.	Garantir que o alcance da meta seja mantido a longo prazo e padronizar as alterações.	Cartas de controle; Histograma; Índice de capacidade; Manuais; Procedimento padrão; Relatório de Anomalias; Reuniões.

Fonte: Adaptado Werkema (2004) e Instituto de Qualidade Automotiva.

5.2.2.2 Ferramentas e Conceitos

Conforme abordado no tópico anterior, há ferramentas da qualidade que auxiliam na aplicação do Ciclo DMAIC. Dessa forma deve-se compreender algumas dessas ferramentas e seus conceitos de utilização, sendo que para uma possível implementação, cabe uma análise do que é mais apropriado de acordo os recursos e objetivos do negócio.

QUADRO 3 – FERRAMENTAS DA QUALIDADE COMUMENTE UTILIZADAS NO DMAIC

Ferramenta	Descrição
5W2H	A ferramenta 5W2H baseia-se em questionamentos que possui o objetivo de adquirir as principais informações que serão importantes para o planejamento de maneira geral. Os termos What (O que?), Who (Quem?), Why (Por que?), Where (Onde?), When (Quando?), How (Como?), How much/How many (Quantos? / Quanto?) nos permitem identificar os dados mais relevantes do processo. Sua aplicabilidade se estende a diversas áreas como: planejamento nas aquisições, planejamento da qualidade, planejamento dos recursos humanos e planejamento de riscos (DAYCHOUM, 2018).
SIPOC	A ferramenta SIPOC apresenta de maneira simples e precisa as ligações das empresas com seus fornecedores, insumos ou entradas, saídas ou resultados e os clientes que fazem parte nos processos (ENTAC, 2010). Essa ferramenta possibilita a visualização e compreensão do principal processo que esteja relacionado ao projeto (WERKEMA, 2002).

FLUXOGRAMA	O fluxograma demonstra graficamente toda sequência de atividades relacionadas ao processo, facilitando a visualização das etapas que fazem parte do processo em um todo, possibilitando assim a identificação de problemas que necessitem da intervenção do setor de melhorias (CESAR, 2011).
GRÁFICO DE PARETO	O fluxograma demonstra graficamente toda sequência de atividades relacionadas ao processo, facilitando a visualização das etapas que fazem parte do processo em um todo, possibilitando assim a identificação de problemas que necessitem da intervenção do setor de melhorias (CESAR, 2011).
DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO	O diagrama de causa e efeito é uma ferramenta utilizada para exibir a relação entre os problemas e as causas que influenciam o resultado produtivo. Logo, sua utilização tem como objetivo apresentar visualmente todas as possíveis causas e as relações com o problema identificado (ROTONDARO, 2002).
PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO - POP	Procedimento Operacional Padrão - Para Moraes (2010), o POP é uma ferramenta de grande relevância no que se diz respeito ao processo de padronização. Ela tem a função de reduzir a instabilidade de todo um processo de gestão gerada por falhas humanas com a memorização dos procedimentos. Seu objetivo primordial é fazer com que todos os envolvidos sigam as atividades de modo estável para que o processo não sofra alterações, permitindo assim que as etapas operacionais sejam verificadas e rastreadas constantemente.

Fonte: CABRAL, A. J.; DUARTE, C. N.; ADRIANO, J. F.; ADRIANO, J.F.; SILVA, T. M (2018)

5.2.2.3 Uso de DMAIC no processo da tomada de decisão

De acordo com os conceitos e práticas da metodologia DMAIC a utilização dessa metodologia auxilia no direcionamento de como solucionar um problema com maior robustez e possibilidade de acerto. Conforme seu entendimento, a utilização de uma análise de causa com fundamentação nos dados e uma definição de controle faz da tomada de decisão ser mais metódica e conseqüentemente mais controlada servindo de suporte a resolutiva de um problema, sendo assim otimizando os recursos na correção ou corretiva do obstáculo.

5.2.3 Gestão de Processos Industriais

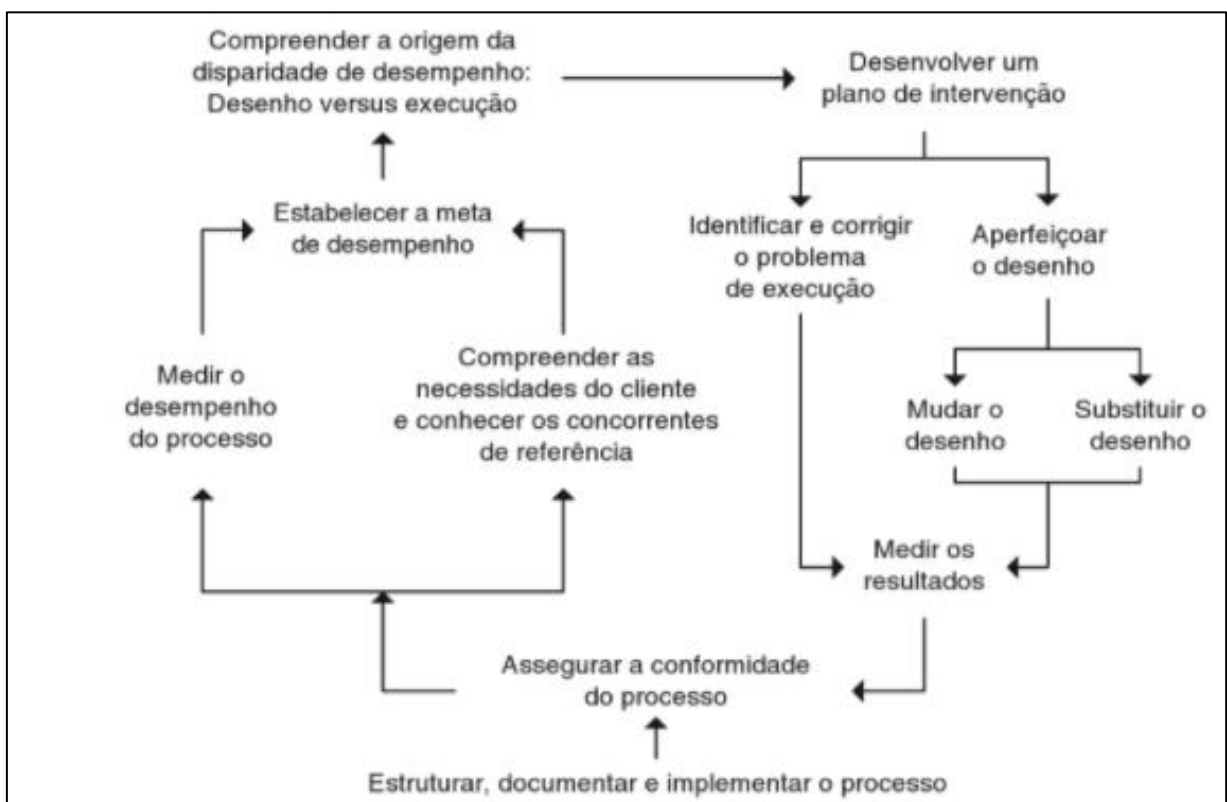
Gestão de processos é um conjunto de práticas que têm o objetivo de buscar o aperfeiçoamento contínuo dos processos organizacionais de uma empresa ou instituição. Segundo Brocke e Rosemann (2013), a gestão de processo de negócio é um sistema abrangente de gestão e transformação de operações organizacionais que

se baseia no que constitui, comprovadamente, o primeiro conjunto de novas ideias sobre desempenho organizacional desde a Revolução Industrial.

Para tanto, os gestores se propõem a identificar, desenvolver, documentar, monitorar e controlar os processos da companhia. E isso vale para a própria gestão de processos, que também é um processo, ou seja, um conjunto de ações organizado e sistemático com objetivo definido, fazendo com que o processo de retroalimentação fique intrínseco na gestão.

Conforme Brocke e Rosemann na obra Manual de BPM, mostra que há um ciclo geral para a gestão dos processos de um negócio no qual inicia com a criação de um processo formal e partir daí precisa ser gerenciado de forma contínua, através dos indicadores de desempenho sendo confrontado com as respectivas metas. Esse ciclo abaixo serve como base para entendimento da estrutura de Gestão Estatística do Processo de Produção.

FIGURA 16 – VISÃO SISTÊMICA DA GESTÃO DE PROCESSOS



Fonte: Brocke e Rosemann (2013)

5.3 O modelo – Gestão Estatística do Processo de Produção (GEPP)

Conforme abordado, controlar o processo de produção industrial requer diversas funções e otimizar os recursos é uma tarefa contínua na fabricação. Garantir assertividade em uma decisão demanda informação, no que executa a escolha de uma ou mais ações em detrimento de outras.

Segundo Simon (1965), a decisão, de modo genérico, possui dois objetos: a ação no momento e a descrição para o futuro. Esta ação no momento possui uma qualidade imperativa, pois seleciona um estado de coisas futuras em detrimento de outro e orienta o comportamento rumo à alternativa escolhida. A descrição de um estado futuro, num sentido estritamente empírico, pode ser correta ou errada.

Segundo Davenport (1998), uma das características da informação consiste na dificuldade de sua transferência com absoluta fidelidade, e, sendo o conhecimento a informação dotada de valor, conseqüentemente, a transmissão é ainda mais difícil.

No processo de tomada de decisão, é importante ter disponíveis dados, informações e conhecimentos, mas esses normalmente estão dispersos, fragmentados e talvez armazenados. Nesse momento, o processo de comunicação e o trabalho em equipe desempenham papéis relevantes para resolver algumas das dificuldades essenciais no processo de tomada de decisão. Pelo trabalho em equipe, pode-se conseguir obter o maior número de informações e perspectivas de análise distintas, sendo validada a proposta mais convincente no confronto argumentativo dos demais.

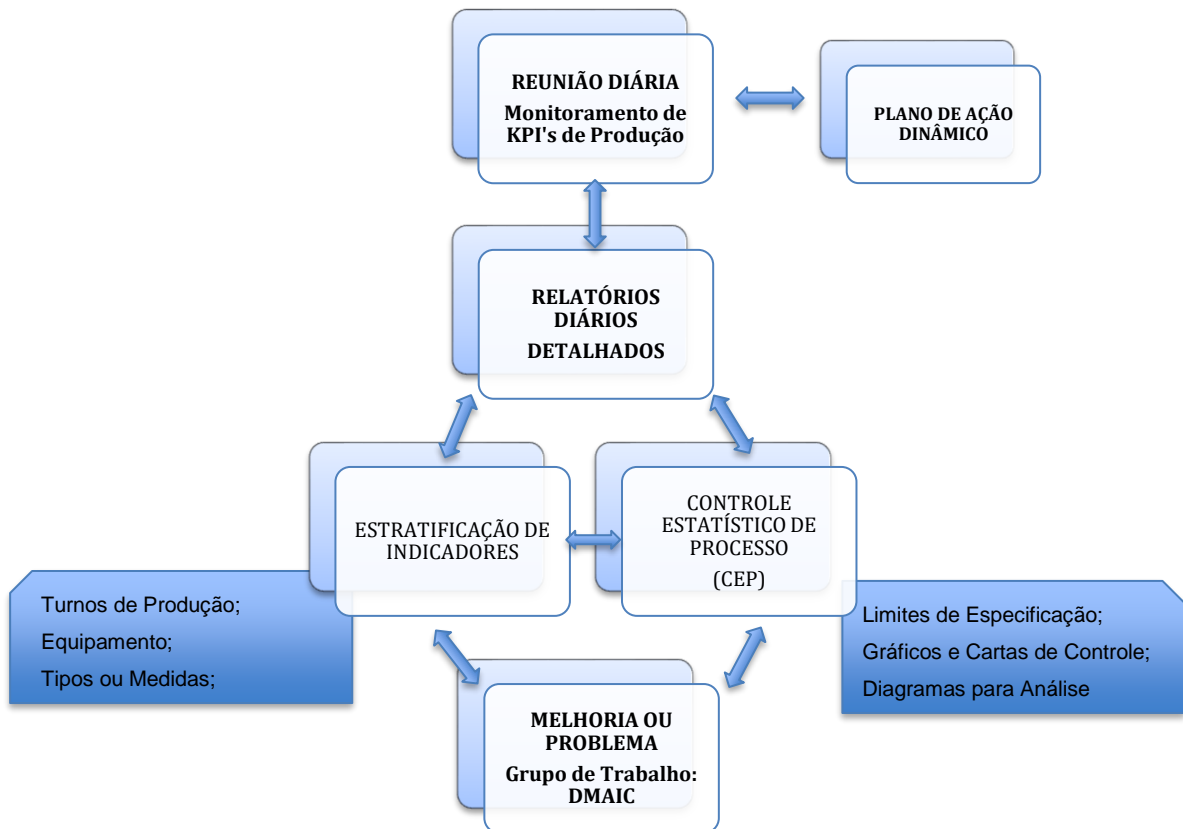
De forma geral, o modelo GEPP tem como objetivo garantir o fluxo de informação para as pessoas chaves e garantir uma ação bem fundamentada quando o processo de produção requerer uma intervenção, no que essa demanda por uma atividade é metodologicamente definida com base nos gatilhos dos indicadores, por consequência, garantir o controle do processo de produção industrial.

5.3.1 Estrutura geral

A estrutura geral do modelo se baseia em três interfaces principais:

1. Reunião diária: Momento de verificação dos indicadores;
2. Relatórios diários: Fluxo de informação para todos;
3. Análise de problemas: Guia para resolutiva.

FIGURA 17 – FLUXOGRAMA DO MODELO GEPP



Fonte: Brasileiro (2021)

Como é apresentado no esquema do modelo, o fluxo de informação ele é bilateral, ou seja, abrange para os dois lados. A reunião diária é quem define quais informações são necessárias para os relatórios diários, tanto quanto, os relatórios diários servem de base informacional para a reunião diária. Assim como é na reunião diária que ocorre as identificações de possíveis melhorias ou problemas para serem conduzidas via Grupo de Trabalho ou os próprios relatórios diários servem como inspiração para uma ação que muitas vezes está de fácil resolução, mas que em sua soma com outras variáveis ainda não impactam no processo.

5.3.1.1 – Reunião Diária

Para melhor compreensão da metodologia da reunião diária, antes é importante entender a formação dos indicadores que são apresentados durante a reunião. Esses critérios são definidos como Indicadores Chaves de Desempenho, ou KPI (Key Performance Indicator), são ferramentas de gestão para se realizar a medição e o consequente nível de desempenho e sucesso de uma organização ou de um

determinado processo, focando no “como” e indicando quão bem os processos dessa empresa estão, permitindo que seus objetivos sejam alcançados.

Os KPI's dependem bastante do objetivo da organização, porém se tratando do processo de produção industrial há quatro pilares que são fundamentais para um bom desempenho e estabilidade do setor, são eles:

- Segurança: Ex.: Acidentes na fábrica (Ocorrências com afastamento ou não)
- Qualidade: Ex.: Retrabalho e Refugo (Desperdícios ou não conformidades do processo)
- Custos: Ex.: Produção por pessoa ou Gastos Gerais de Fabricação por pessoa (Quilos por pessoa, peças por pessoa, gastos rateados por pessoas)
- Produtividade: Ex.: Produção e Indisponibilidade (Planejado versus realizado, Overall equipment effectiveness, ou seja, Eficiência geral do equipamento)

Diante do abordado sobre os KPI's, existem a definição de metas a serem atingidas para esses indicadores, que necessitam ser específicas, mensurável, atingível, realista e com prazo. Então, contendo o indicador e a meta é o momento que se deve aplicar o método dos gatilhos.

Os gatilhos são como alertas para uma instabilidade no indicador, ele irá definir qual o desvio aceitável dentro dos dados que não caracterizam um real descontrole. Para o cálculo desse gatilho deve ser coletar uma amostra do indicador a ser mensurado e calcular o desvio-médio, a partir desse dado entende-se o desvio que o processo costuma apresentar, portanto esse deve ser o limite acima da meta a ser permitido. Como ressalva, esse cálculo pode ser mutável de acordo o tipo e a medição no processo.

A reunião diária tem alguns princípios para que seja executada da melhor forma e de maneira à não se tornar burocrática e sem objetividade. Os indicadores que apresentarem resultados do tipo conforme, não necessitam ações, deve-se ser meramente informativo. Segue abaixo os critérios para entendimento do conceito.

- Condutor líder: Coordenador ou representante maior do setor;
- Participantes chaves: Representante da Produção, Manutenção e Qualidade (Eng. de Processo ou Eng. de Produto);

- Periodicidade: Diária;
- Duração máxima: 20 minutos;
- Verificação do Indicador KPI:
 - Dentro da meta: Conforme
 - 1° dia entre gatilho e meta: Conforme
 - 2° dia entre gatilho e meta: Conforme
 - 3° dia entre gatilho e meta: Não conforme
 - 1° dia fora do gatilho e meta: Não conforme

Não se discute ação na reunião, somente se informa, devido os indicadores serem em pilares, para cada pilar há um representante e é esse colaborador no qual informa as devidas tratativas a serem realizadas ou já efetuado, fundamentando em três questionamentos: “O que será feito? ”, “Qual análise do porquê será feito isso?” e “Quando será feito?”. Essa ação será registrada no plano de ação para acompanhamento da equipe de reunião. Qualquer discussão ou discordância deve ser tratado fora da reunião para consenso.

5.3.1.2 – Relatórios Diários

Essa etapa do modelo é mutável a depender do porte e das condições de recurso que a empresa dispõe. A utilização de uma Inteligência Artificial para geração de relatórios inteligentes com análises, ou a utilização de programação para gerar de forma automática, ou simplesmente um controle via software de planilhas eletrônicas podem ser os caminhos para que essa informação do estado atual do processo de produção chegue para as pessoas chaves de forma clara e objetiva.

Os relatórios diários advêm de duas formas, pelo Controle Estatístico de Processo e através da Estratificação dos Indicadores. No CEP, a informação através das cartas de controle, das folhas de verificação e dos diagramas servem como bastante conteúdo técnico da situação de controle ou descontrole na capacidade do processo, por exemplo uma alteração da temperatura ambiente que mostra uma leve tendência para os limites de especificação. Já na Estratificação dos Indicadores serve como explanação geral do dia anterior e progressivo, por exemplo se há algum turno de produção, ou equipamento, ou operador, ou medida que apresentou dificuldades, diferenças de desempenho.

Os pontos principais para essa etapa, na Estratificação dos Indicadores:

- ✓ Consenso do modelo de relatório: Os relatórios diários estratificados são padrões e devem seguir uma lógica diária que facilite a visualização e interpretação dos dados. Esse modelo deve ser definido com as pessoas-chaves do setor a fim de garantir um padrão no que facilita a análise dinâmica dos números, ressaltando a importância da informação ser clara e objetiva.
- ✓ Padronização de horário: Deve-se haver um padrão para acesso às informações da estratificação dos indicadores, pois as pessoas conseguem se organizar para o momento de uso dos dados.
- ✓ Confiabilidade: A informação tem de ser confiável, deve-se definir o máximo de esforços para que os dados tenham confiabilidade, pois será através deles que serão tomadas decisões no processo.

Os pontos principais para essa etapa, no Controle Estatístico de Processo:

- ✓ Informação Online: Os dados têm que sair do processo de produção e chegar às pessoas-chaves o mais rápido possível. Esse desafio encontra as limitações de recursos para cada organização, mas essa premissa deve ser seguida. O controle mais efetivo só é possível com as informações mais atuais do processo, no que possibilita análises descritivas, diagnóstica, preditiva e prescritiva.
- ✓ Confiabilidade: Assim como todas as informações, a do processo também necessita um grau elevado de confiança, já que as ações serão direcionadas por esses dados.
- ✓ Adaptabilidade: Conforme apresentado as ferramentas para implementação do Controle Estatístico de Processo, há determinadas formas que não são relevantes para análise do processo em certas linhas de produção. Esse discernimento deve vir da equipe-chave que utilizará, avaliando a real relevância da informação fazendo os seguintes questionamentos: “O que isso irá demonstrar?”, “Há outra alternativa

sistêmica para obtenção dessa informação?”, “Qual relevância dessa informação para uma ação no processo?”.

Segue exemplos de tipos para Estratificação dos indicadores:

- i. Estratificação por turno;
- ii. Estratificação por máquina;
- iii. Estratificação por ano, mês e dia;
- iv. Estratificação por semana;
- v. Estratificação por medida ou item;
- vi. Estratificação por colaborador;
- vii. Estratificação por área geradora/causadora.

Segue exemplos de tipos para Controle Estatístico de Processo:

- i. Relatório de variação online (Utilizando a Tecnologia e Automação);
- ii. Projeção através da regressão linear simples ou múltipla;
- iii. Relatório de Causas Comuns: Desvio conhecidos e intrínsecos no processo;
- iv. Relatório de Causas Especiais: Desvios desconhecidos e originado fora do processo;
- v. Capacidade do processo e do equipamento;
- vi. Tendências de produção.

5.3.1.3 – Análise de Problemas

Há situações dentro do processo de produção que são problemas altamente complexos e que necessitam maior dedicação para resolução, esses problemas podem ser classificados de críticos ou crônicos. Críticos são as situações que surgem como causa nova no processo, mas que ainda não é de conhecimento de todos a causa raiz e que é classificado como temporário. Crônicos são condições intrínsecas do processo que é de difícil resolução e encontra-se mais pulverizado sua causa raiz, muitas vezes são aceitos para tratativas nos 20% mais aparentes que representam 80% do todo.

A análise de problema ou proposta para melhoria em alguma condição do processo de produção pode originar da reunião diária ou dos relatórios diários. Essa

oportunidade deve ser bem traduzida em uma meta (quantitativa) e um acordo de prazo.

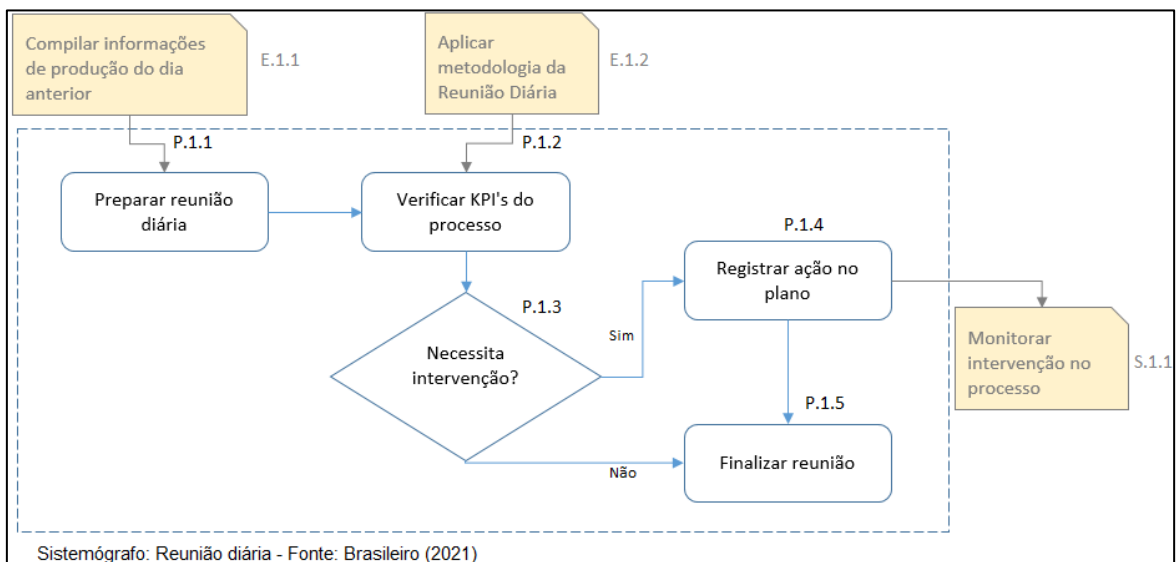
Para tratativa do problema deve-se seguir o ciclo DMAIC (Definir, mensurar, analisar, melhorar e controlar), conforme abordado anteriormente, essa metodologia utilizado os dados como forma de análise e balizador para tomada de decisão. Seguir esse método em sua essência fará com que as ações para ajuste do processo sejam mais assertivas e possibilite maior efetividade, por consequência maior controle no processo de produção.

Conforme visto na estrutura geral do modelo GEPP, a análise de problemas parte de uma lógica advinda dos dados, porém ela necessita dos dados para o processo de resolução. Essa é a essência do GEPP, a informação estatística circulando de forma a basear as decisões dentro do processo de produção.

5.3.2 Sistemografia do Modelo GEPP

Diante do que foi apresentado sobre a metodologia da sistemografia, nesses moldes será descrito os processos da Gestão Estatística do Processo de Produção. O mapeamento das atividades é teórico devido o modelo ser em sua concepção inicial, no qual será realizado o mapeamento e modelagem descrevendo as funções principais da estrutura, na perspectiva operacional, decisional e informacional, possibilitando assim maior entendimento e visualização sistêmica do modelo GEPP.

5.3.2.1 Sistemografo – Reunião Diária



Para o processo da Reunião diária foi considerado como fronteiras a entrada de informações sobre o processo de produção e como saída uma intervenção a ser monitorada no processo, caso necessite.

Como processadores foram considerados os de entradas, que na sua codificação inicia-se com “E”, os de saídas, que na sua codificação inicia-se com “S” e os processadores processuais iniciados com “P”:

Entradas:

E.1.1 – Informações de produção do dia anterior;

E.1.2 – Metodologia da reunião diária;

Saídas:

S.1.1 – Monitorar intervenção no processo de produção;

Processuais:

P.1.1 – Preparar reunião diária

P.1.2 – Verificar KPI's do processo

P.1.3 – Necessita intervenção?

P.1.4 – Registrar ação no plano

P.1.5 – Finalizar reunião

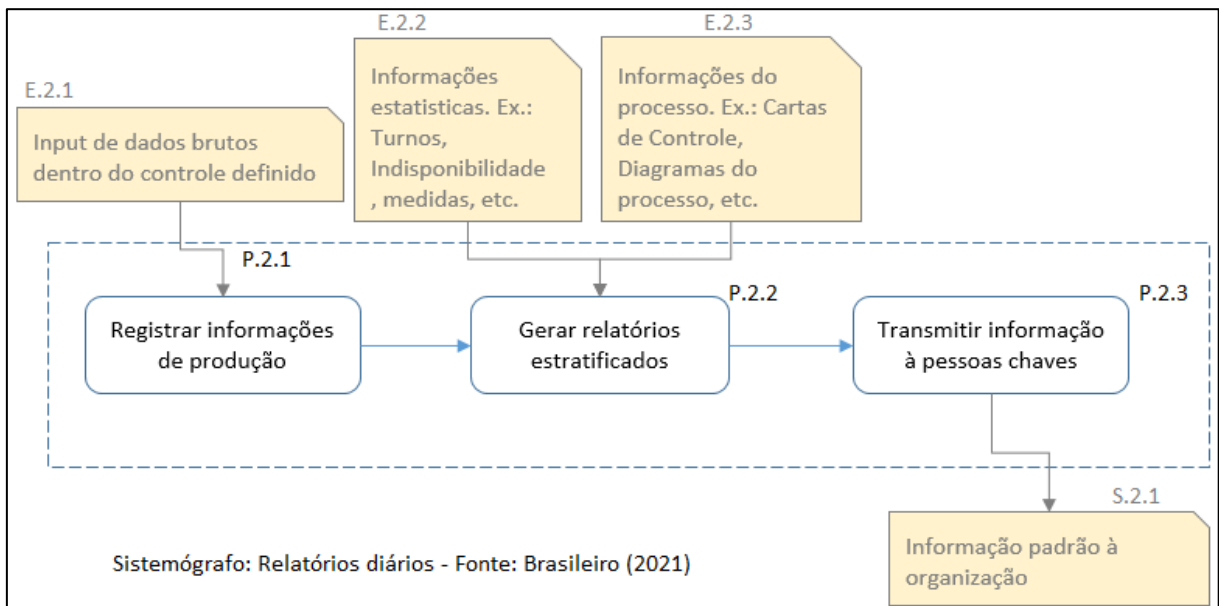
Operacional: Conforme entendido no capítulo 2.1.3 sobre sistemografia, como atividades operacionais foram definidos os processadores P.1.1, P.1.4 e P.1.5, visto que são operações de transformação e adequação dos dados para informar. O processador P.1.1 é predominantemente de forma, pois é uma atividade gerada na hora e faz a análise da informação, de 3º nível, pois trata-se de um objeto regulado, uma vez que processa, realiza e exterioriza um comportamento com um certo controle. O processador P.1.4 é predominantemente de forma e espaço, diante que há um deslocamento da informação para registro, sendo também de 3º nível. Por fim, o processador P.1.5 é predominantemente de forma e tempo, já que sua atividade é conduzida pelo líder da reunião e varia conforme situação do processo de produção. A P.1.5 é de 4º nível, dado que o objeto também processa, realiza e exterioriza um comportamento de forma regular, porém utilizando da informação.

Informacional: Como atividade informacional foi definido o processador P.1.2, em virtude de ser uma atividade que necessita uma análise, ou seja, constitui da informação para desenvolvimento ou execução. Esta classifica-se como

predominantemente de forma, pois é uma atividade gerada na hora e faz a análise da informação e é de 5º nível, na medida que é objeto com decisão, o objeto tem capacidade de tomar decisão com base em uma informação que provoca uma ação pré-definida e conhecida.

Decisional: Já para atividade decisional foram definidos os processador P.1.2 e P.1.3 já que é o objeto que responde as questões levantadas no processo e segue o fluxo das decisões. Sua predominância é de forma e espaço já que é analisado e definido a intervenção a ser realizada no processo. O nível é o 5º, pois é o objeto tem capacidade de tomar decisão com base em uma informação que provoca uma ação pré-definida e conhecida.

5.3.2.2 Sistemografo – Relatórios Diários



Para o processo da Reunião diária foi considerado como fronteiras, a entrada de dados brutos sobre o processo de produção e como saída uma informação padrão à organização, de forma clara e igualitária.

Assim como nos processadores anteriores, foram considerados os de entradas, que na sua codificação inicia-se com “E”, os de saídas, que na sua codificação inicia-se com “S” e os processadores processuais iniciados com “P”:

Entradas:

E.2.1 – Input de dados brutos dentro do controle definido;

E.2.2 – Informações estatísticas de produção;

E.2.3 – Informações do processo.

Saídas:

S.2.1 – Informação padrão à organização;

Processuais:

P.2.1 – Registrar informações de Produção;

P.2.2 – Gerar relatórios estratificados;

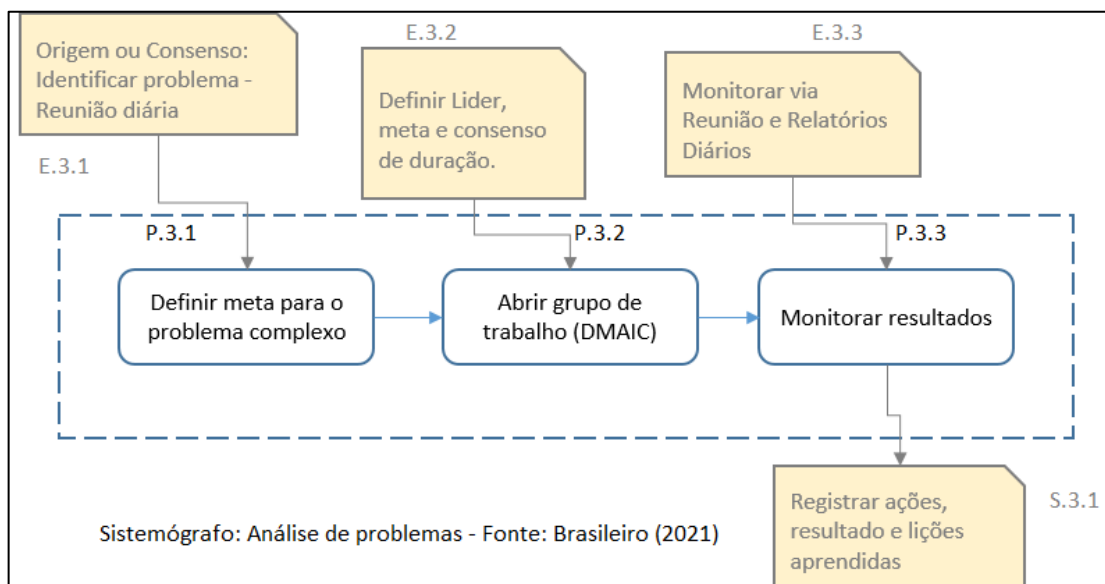
P.2.3 – Transmitir informação à pessoas chaves.

Operacional: Como atividades operacionais entende-se que as P.2.1 e P.2.2 são dessa característica devido serem constituídas pelas atividades desenvolvidas, ou seja, transforma a informação. O P.2.1 e P.2.2 tem sua predominância para forma, pois traz um tratamento dos dados e no tocante ao nível, 2° e 4° nível, respectivamente, já que no P.2.1 compreende que o objeto processa, realiza e exterioriza um comportamento, e no P.2.2 o objeto também processa, realiza e exterioriza um comportamento de forma regular, porém utilizando da informação.

Informacional: Todo processador que necessita ler qualquer informação está nessa categoria, para isso a atividade P.2.3 foi definida. Ela tem sua predominância para espaço, já que o objeto se transporta, sendo classificada como 2° nível, objeto processa, realiza e exterioriza um comportamento.

Decisional: Para decisional aplica-se a atividade P.2.3 já classificada anteriormente, ou seja, ela manda a informação.

5.3.2.3 Sistemografo – Análise de Problemas



Para o processo de Análise de problemas foi considerado como fronteiras, a entrada de um problema sobre o processo de produção e como saída o registro das ações, resultados e lições aprendidas.

Assim como nos processadores anteriores, foram considerados os de entradas, que na sua codificação inicia-se com “E”, os de saídas, que na sua codificação inicia-se com “S” e os processadores processuais iniciados com “P”:

Entradas:

E.3.1 – Identificar problema;

E.3.2 – Definir líder, informar meta e consenso de duração;

E.3.3 – Monitorar via Reunião e Relatórios Diários.

Saídas:

S.3.1 – Registrar ações, resultados e lições aprendidas;

Processuais:

P.3.1 – Definir meta para o problema complexo;

P.3.2 – Abrir grupo de trabalho (DMAIC);

P.3.3 – Monitorar resultados.

Operacional: A atividade classificada como operacional foi a P.3.2, pois consiste no uso da informação da meta do problema e a utiliza para abertura do grupo de trabalho, ou seja, da linguagem da máquina para o homem. Ela é classificada com predominância na forma e espaço devido esse tratamento com os dados e saindo da informação para um grupo de trabalho, sendo do tipo de 3º nível, objeto regulado, o objeto também processa, realiza e exterioriza um comportamento, mas esta atividade possui um certo controle.

Informacional: Como informacional ficou definido as atividades P.3.1 e P.3.3, já que a informação é necessariamente lida e armazenada para a meta sobre o problema e os dados de monitorar os resultados. A primeira classificada predominantemente como forma e espaço devido esse tratamento nos dados e a informação do problema ser originaria da máquina, a segunda é classificada como predominante de forma já que o objeto entra de uma forma e sai de outra forma. A P.3.1 é de 2º nível, objeto ativo, o objeto processa, realiza e exterioriza um comportamento, já a P.3.3 é de nível,

objeto regulado, o objeto também processa, realiza e exterioriza um comportamento, mas esta atividade possui um certo controle.

Decisional: Para decisional aplica-se as atividades P.3.1 e P.3.2 já classificadas anteriormente, ou seja, ela manda a informação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse capítulo tem como objetivo sintetizar a conclusão do trabalho de pesquisa desenvolvido no modelo de controle do processo de produção industrial, tendo como fundamento a estatística aplicada de forma sistêmica. De acordo com o conhecimento evidenciado, mostra-se a grande complexidade na administração do processo de produção fabril, a relevância e aplicabilidade da Ciência de Dados com estatística e os obstáculos da comunicação nas organizações.

A proposta ao decorrer da pesquisa foi estudar uma configuração sistêmica que propicie esse controle, e para isso a utilização da ferramenta de sistemografia apareceu bastante útil para maturação de uma ideia e da explanação dessa funcionalidade.

O objetivo maior da pesquisa compreende estudar um modelo de controle de processo fundamentado em dados estatísticos que possibilite maior estabilidade e melhoria na produção industrial com base na Teoria de Sistemas. Diante do apresentado como o modelo Gestão Estatística do Processo de Produção (GEPP), entende-se como atendimento ao requisito geral do trabalho.

Desse modo, o estudo bibliográfico foi primordial para compreender modelos, metodologias, ferramentas e estudos de controle e monitoramento de processo de produção na indústria. Posto isso, a compreensão desde a administração de produção e os processos de produção até os métodos de Controle Estatístico de Processo (CEP), Seis Sigma (DMAIC) e Gestão de Processos Organizacionais (BPM) ampliaram a visão para controlar o processo de produção fabril.

Assim, o fato de correlacionar teorias de controle de processo de produção na indústria com a abordagem sistêmica da Administração fez com que fosse possível selecionar pontos-chaves para o desenvolvimento de um possível modelo, que de maneira cíclica é capaz de fazer uma organização implementar de forma natural e manter como fluxo de trabalho na produção. A sistemografia contribuiu diretamente para essa correlação.

É bastante desafiador construir um modelo sistemógrafo para controle do processo de produção industrial possibilitando estabilidade e melhoria, para isso a utilização da metodologia de pesquisa que cria uma base teórica a respeito do assunto faz com que as dificuldades visualizadas pela experiência na atividade sejam

compreendidas para que seja possível visualizar novas alternativas. Partindo dessa premissa, o modelo GEPP busca o controle, de forma sistêmica, ou seja, padronizado e intermitente, e isso faz com que a informação dentro do processo se mova da maneira mais clara, igualitária e rápida, além de utilizar a estatística como robustez para ações dentro do processo de produção industrial.

Assim respondendo ao questionamento problema da pesquisa, de qual modelo para controle de processo que possibilita maior estabilidade e melhoria na produção industrial com base na Teoria de Sistemas, entende-se como GEPP uma alternativa bem fundamentada para essa busca. O modelo de Gestão Estatística do Processo de Produção através da metodologia da reunião diária, relatórios diários e a metódica análise de problemas conduzidos de forma sistêmica é um meio de controle que possibilita maior estabilidade e melhoria para esse tipo de processo.

A sistemografia permite uma análise do sistema sobre três características, a que identifica o nível de relacionamento em: aspecto operacional, informacional e decisional. A identificação dos níveis de complexidade e do tipo do processador quer seja de tempo, espaço ou forma. Com a utilização dessa ferramenta é possível compreender o modelo GEPP, além disso abre margem para possibilidades de implementação desse modelo de forma adaptada ou na íntegra, ademais a capacidade de evoluir o modelo GEPP para as novas dificuldades que venham a surgir no âmbito organizacional. Em outra perspectiva, a utilização dessa ferramenta como meio de mapeamento e modelagem de processos.

REFERÊNCIAS

AGUAYO, Rafael. **O Sistema Deming**. 2ªEd, 2012.

ANDRADE MARTINS, GILBERTO. **Estudo de caso: Uma reflexão sobre a aplicabilidade em pesquisas no brasil**. Revista de Contabilidade e Organizações, vol. 2, núm. 2, enero-abril, 2008.

ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso. **Estudo de caso em pesquisa e avaliação educacional**: Editora Liber Livros: Brasília, 2008.

BARBIERI, CARLOS. BI - **Business Intelligence – Modelagem e tecnologia**. Axcel Books, 2001.

BRASIL. Decreto-lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. **Lei Geral de Proteção dos Dados**. Brasil: Planalto, 2018. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/L13709compilado.htm>. Acesso em: 22 de agosto de 2021.

BRESCIANI, Bresciani, Filho, Ettore. **Método de estudo de sistema - sistemografia**. Texto Didático - Unicamp e Puc-Campinas – Campinas: Revista do Instituto de Informática da Puc-Campinas, em 2000.

BROCKE, J. V.; ROSEMAN, M. **Manual de BPM: gestão de processos de negócio**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

BRUCE, P. & BRUCE, A. **Estatística prática para cientistas de dados**. RJ: Ed. Alta Books, 2019.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. da. **Metodologia Científica**. 6 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à teoria geral da administração**. 7ªEd. RJ: Ed. Campus, 2002.

DAVENPORT, Thomas H.; PRUSAK, Laurence. **Conhecimento Empresarial; como as organizações gerenciam o seu capital intelectual**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

DAVENPORT, T. H., **Big Data at Work: Dispelling the Myths, Uncovering the Opportunities**, Harvard Business School Publishing Corporation, 2014.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

FORBES. Big Data. **Forbes, 2015**. Disponível em: <<https://www.forbes.com.br/fotos/2015/10/20-fatos-sobre-a-internet-que-voce-provavelmente-nao-sabe/>> Acesso em: 23 de Agosto de 2021.

GARTNER. Big Data. **Gartner Glossary, 2021**. Disponível em: <<https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/big-data>> Acesso em: 23 de Maio de 2021.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1994.

GOODE, William J.; HATT, Paul K. **Métodos em pesquisa social**. São Paulo: Nacional, 1975.

MARTINELLI, D. P.; ALMEIDA, A. P. **Negociação: como transformar confronto em cooperação**. São Paulo: Atlas, 1997.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia do trabalho científico**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MERRIAM, S.B. **Case study research in education**. San Francisco: Jossey Bass, 1988.

RAMOS, Wunderler. **CEP Para Processos Contínuos e em Bateladas**. Ed Edgarg Blucher, 2000.

REIS, M. M. (2001). **Um modelo para o ensino do controle estatístico da qualidade**. Tese de doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

RICHARDSON, R. (coord.) et al. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1989.

ROCHA. **Proposta de reorganização da pré-matrícula da universidade estadual de feira de Santana**. 2003. Mestrado. Gestão Integrada de Organizações. UNEB. Lauro de Freitas. 2003.

RUD, OLIVIA. **Business Intelligence Success Factors: Tools for Aligning Your Business in the Global Economy**. Hoboken, N.J: Wiley & Sons.

SLACK, Nigel. **Administração de Produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

SLACK, Nigel. CHAMBERS, Stuart. JOHNSTON, Robert. **Administração de Produção**. 3ª Ed. São Paulo: Atlas, 2009.

STONER, J. A. F.; FREEMAN, R. E. **Administração**. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

WE ARE SOCIAL. Digital 2021: **Global digital**. Disponível em: <<https://www.wearesocial.com/digital-2021>>. Acesso em 04 de Outubro de 2021.

WERKEMA, Cristina. **Ferramentas Estatísticas Básicas do Lean Seis Sigma Integradas ao PDCA: PDCA E DMAIC**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014