



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE ANGICOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS
CURSO ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

WENDERLAINY PATRICIA MACÊDO LISBOA

**USO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO (CEP) E ANÁLISE DE
TEMPOS: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DO SETOR DE
CONFECÇÕES**

ANGICOS / RN
2020

WENDERLAINY PATRICIA MACÊDO LISBOA

**USO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO (CEP) E ANÁLISE DE
TEMPOS: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DO SETOR DE
CONFECÇÕES**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, Departamento de engenharias para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador (a): Prof^a Mariana Simião Brasil de Oliveira – UFERSA.

ANGICOS / RN
2020

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

L769u Lisboa, Wenderlainy Patricia Macêdo.
Uso do controle estatístico de processo (CEP) e
análise de tempos: Um estudo de caso em uma
empresa do setor de confecções / Wenderlainy
Patricia Macêdo Lisboa. - 2020.
51 f. : il.

Orientadora: Mariana Simião Brasil de
Oliveira.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia de
Produção, 2020.

1. CEP. 2. Cronoanálise. 3. Qualidade. 4.
Mapeamento do processo. 5. Confecções. I. Simião
Brasil de Oliveira, Mariana , orient. II. Título.

A Deus pelo dom da vida, e por mostrar seu tamanho amor sobre mim.

Aos meus pais Zeneide Souto de Macêdo e Iderson Simões Lisboa, por todo amor, carinho e compreensão durante todo este tempo, me dando forças e por me mostrar o caminho certo a percorrer.

Ao meu namorado, Lázaro Lopes de Melo, que sonhou junto comigo com esse momento e por sempre ter me apoiado e me dado forças para continuar e não desistir.

A minha orientadora, Mariana Simião Brasil de Oliveira, que sem ela não teria chegado aonde cheguei.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por tudo que tem feito por mim, que sempre esteve comigo me dando forças para superar e não me deixar desanimar, alcançando assim meus objetivos.

A minha mãe, Zeneide Souto de Macêdo, que se mostrou muito presente, demonstrando todo o seu amor principalmente nas horas que mais precisei e por toda ida ao meu quarto, me deixando mais tranquila com seus carinhos e palavras de apoio.

Ao meu pai, Iderson Simões Lisboa, por todo seu amor e também por sempre está presente, apoiando em minhas decisões e me enriquecendo com seus ensinamentos.

Ao meu amor, Lázaro Lopes de Melo, por fazer parte da minha vida e por ter me ajudado tanto nesse período, sempre se fazendo presente, me aconselhando, e me dando forças principalmente nos momentos que mais precisei.

Ao meu irmão, Wendel Braithener Macêdo Lisboa por todo amor e carinho na minha vida.

A minha orientadora, Mariana Simião Brasil de Oliveira, pela orientação e por compartilhar comigo seus conhecimentos, enriquecendo cada vez mais meu trabalho.

Aos colaboradores da empresa em que desenvolvi a pesquisa, onde tiveram a gentileza de tirar minhas dúvidas e de me auxiliar para contribuir ainda mais com o meu trabalho.

Aos meus amigos que sempre estiveram presentes, me auxiliando e compartilhando conhecimentos para enriquecer o meu trabalho.

RESUMO

O mercado está cada vez mais competitivo, com isso as empresas estão sempre buscando excelências em seus processos a partir de aplicações de ferramentas que controlam seus métodos de produção. O presente trabalho tem como objetivo aplicar o Controle Estatístico do Processo (CEP) e a cronoanálise para analisar os processos de fabricação em uma empresa de confecções. Ambas as ferramentas são de grande importância para a empresa, pois ajudam a controlar os processos e auxiliam na identificação de gargalos. Com isso, é possível propor melhorias para que as organizações atinjam seus objetivos. Para realizar esta pesquisa, o procedimento metodológico empregado foi a aplicação do CEP e da cronoanálise no processo de fabricação de uma calça em uma empresa no interior do Rio Grande do Norte, com o fim de otimizar os processos e aumentar a produção. A partir dos resultados encontrados, verifica-se que foi possível identificar a existência de um gargalo na produção, com a aplicação da técnica de cronoanálise, e de problemas relacionados à causas especiais afetando a variabilidade do processo de fabricação de calças jeans, por meio da aplicação dos gráficos de controle. Com base nisso, foram propostas melhorias para a empresa.

Palavras-chave: CEP; Cronoanálise; Qualidade; Mapeamento do processo; Confecções.

ABSTRACT

The present work aims to apply the Statistical Control of the Process (CEP) and the chronoanalysis to analyze the manufacturing process in a clothing company. Both tools are of great importance to the company, as they help control processes and assist in identifying bottlenecks. With this, it is possible to propose improvements for organizations to achieve their goals. In addition, the market is increasingly competitive, allowing the company to always seek excellence in its processes, which further increases the relevance of the proposed themes. To perform this research, the methodological procedure used was the application of cep and chronoanalysis in the process of manufacturing a pants in a company in the interior of Rio Grande do Norte, in order to optimize processes and increase production. Based on the results found, it was verified that it was possible to identify the existence of a bottleneck in production, based on the application of the chronoanalysis technique, and problems related to special causes affecting the variability of the manufacture of jeans, through the application of control graphics. Based on this, improvements were proposed for the company.

Keywords: ZIP Code; Chronoanalysis; Quality; Process mapping; Defects.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Símbolos e significados do Bizagi	18
Tabela 2 - Coeficiente de probabilidade	27
Tabela 3 - Coeficiente em função do número de cronometragens preliminares	27
Tabela 4 - Número de itens não conformes de um processo produtivo de calça jeans.....	34
Tabela 5 - Número de itens não conformes e frações não conformes de um processo produtivo de calça jeans.....	35
Tabela 6 - Cronometragem preliminar de tempos	40
Tabela 7 - Cronometragem válida dos tempos	41

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Carta de controle	38
Gráfico 2 - Carta de controle recalculada.....	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Ilustração dos gráficos da média e da amplitude	21
Figura 2 - Organograma funcional da empresa	29
Figura 3 - Organograma departamental da empresa	30
Figura 4 - Mapeamento do processo de fabricação de uma calça jeans	33

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Limite superior de controle.....	22
Equação 2 - Limite Central	23
Equação 3 - Limite inferior de controle	23
Equação 4 - Média das frações não conformes	23
Equação 5 - Número de ciclos a ser cronometrado	26
Equação 6 - Fator de tolerância	28
Equação 7 - Tempo normal	28
Equação 8 - Tempo padrão.....	28
Equação 9 - Fração não conforme	35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	14
1.2	OBJETIVOS.....	15
1.2.1	Geral.....	15
1.2.2	Específicos	15
1.3	HIPÓTESES.....	15
1.4	JUSTIFICATIVA	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
2.1	INDÚSTRIA DE CONFECÇÕES	16
2.1.1	Arranjo físico	16
2.1.2	Mapeamento de processos	17
2.2	QUALIDADE.....	18
2.3	CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO	19
2.3.1	Gráficos de controle.....	20
2.3.1.1	Estabilidade do processo.....	23
2.4	ESTUDO DE TEMPOS.....	24
2.4.1	Cronoanálise	25
3	MÉTODO DE PESQUISA	29
3.1	CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO	29
3.2	APLICAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO (CEP) AO ESTUDO DE CASO	30
3.3	DESENVOLVIMENTO DA CRONOANÁLISE.....	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	32
4.1	MAPEAMENTO DO PROCESSO	32
4.2	APLICAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO (CEP).....	34
4.3	CRONOANÁLISE	40
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
5.1	PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS.....	44
	REFERÊNCIAS	46

1 INTRODUÇÃO

Diante do crescimento da internacionalização da economia tornou-se mais difícil as empresas garantirem a sobrevivência e competitividade entre elas. Para isso, passaram a adotar novas formas de gestão de trabalho nos seus processos de produção com a intenção de conciliar com padrões internacionais de qualidade e produtividade, já que as exigências passaram a ser a nível internacional (OLAVE; AMATO NETO, 2001).

Para que as empresas consigam competir diante das constantes transformações ocorridas no mercado, é necessário que elas ofereçam produtos e serviços que atendam às necessidades dos clientes. Para isso, elas precisam estar em sintonia com o mercado, saber quais são as expectativas e interesses dos usuários, para obter uma melhor estratégia de atuação a partir de preços competitivos e da qualidade de seus produtos e serviços (MARINO, 2006).

Com o aumento da competitividade e o crescimento constante na área tecnológica, as empresas estão buscando cada vez mais melhorar os métodos e técnicas dos seus processos produtivos, de maneira que consigam reduzir custos e desperdícios desnecessários e consigam aumentar a sua produtividade. Então, as empresas começaram a verificar o tempo padrão de suas operações utilizando o estudo dos tempos (BORTOLI, 2013). Além dos investimentos em novas tecnologias e modernização da indústria de forma geral, o fator competitividade de produtos brasileiros está diretamente ligado ao aumento de produtividade a partir do uso de ferramentas estatísticas de controle de processos (CIVARDI, 2017).

Oliveira (2009) complementa que o estudo de tempos e movimentos, criado por Taylor, deu origem a cronoanálise, que é uma ferramenta de grande importância para as organizações, pois tem como objetivo conhecer com detalhes cada parte do processo com o intuito de identificar pontos que podem ser melhorados a partir da redução de tempos ociosos em máquinas e funcionários e movimentos desnecessários que provocam fadiga e atrasos na produção.

Outra ferramenta existente e que também é muito importante para as empresas é o Controle Estatístico do Processo (CEP) que, de acordo com Lima et al. (2006), auxilia no controle dos processos, identificando os pontos críticos da produção e detectando as não conformidades presentes em todas as operações do processo. Sua utilização permite determinar quais são os desvios de qualidade presentes no processo e, assim, possibilitar melhorias para a empresa.

Para Civardi (2017) o CEP é uma importante ferramenta estratégica da qualidade, pois possibilita ao gestor o desenvolvimento de um monitoramento preciso e eficaz dos processos produtivos. Atualmente, o CEP é visto por muitas organizações como uma filosofia a ser seguida por conta de sua fundamental importância na garantia da estabilidade e a melhoria contínua de um processo de produção.

A divisão da presente pesquisa está estruturada em cinco capítulos. O primeiro consiste em uma introdução já apresentada, que mostra brevemente os assuntos principais abordados no estudo e suas importâncias para a competitividade das empresas. O capítulo 2 contém a base teórica a respeito do Estudo de Tempos, Qualidade e Controle Estatístico do Processo (CEP).

O capítulo 3 é composto pelo método de pesquisa utilizado no trabalho para alcançar os objetivos expostos. O capítulo 4 contém a discussão dos resultados obtidos e, por fim, o capítulo 5 relata sobre as considerações finais à cerca do estudo, mostrando suas principais contribuições e os objetivos alcançados, juntamente com sugestões de trabalho futuros.

1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Atualmente, para conseguir posições competitivas no mercado, as empresas buscam aumentar seus índices de produtividade e de qualidade de seus produtos. Para isso, diversos autores apontam que o aumento desses índices ocorre a partir do delineamento de processos de fabricação confiáveis (SLACK et al. (2006), MONTGOMERY; RUNGER (2009), CIVARDI (2017)). Nesse sentido, ganha destaque a técnica CEP como uma das principais ferramentas de garantia de confiabilidade do processo (CIVARDI, 2017).

De acordo com Melo (2012) a maioria das empresas de confecção de roupas, os colaboradores ganham por produção, então, quanto maior produtividade maior será o lucro. O que ocorre é que as fábricas não conseguem produzir o necessário para atingir suas metas, e, por muitas vezes, não conseguem achar soluções para cumprir com seus objetivos. Além disso, muitas as empresas não possuem um controle eficaz da qualidade dos seus processos (CIVARDI, 2017).

O estudo de caso analisado neste trabalho consiste em uma empresa de pequeno porte, que atua no setor têxtil. A partir de visitas *in loco*, verificou-se que a empresa possuía algumas dificuldades em seus processos. Diante disso, surgiram algumas questões, as quais serão respondidas no decorrer do trabalho: o que pode ser feito para que a empresa em estudo consiga atingir suas metas de produção? Como a cronoanálise e o CEP podem auxiliar a empresa na identificação de gargalos e no controle de seus processos?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Geral

Analisar a estabilidade e o tempo padrão para o processo de fabricação em uma empresa do setor de confecções, e propor melhorias para a mesma.

1.2.2 Específicos

- Realizar o mapeamento do processo para delinear os processos produtivos;
- Aplicar o Controle Estatístico de Processo (CEP) para controlar o fluxo de produção;
- Aplicar o estudo de tempos para determinar o tempo padrão e otimizar os processos;
- Identificar gargalo (s), e
- Propor soluções para melhorar o processo.

1.3 HIPÓTESES

Ambas as ferramentas são de extrema importância para que as empresas consigam atingir seus objetivos, logo surgem as hipóteses:

- O controle estatístico de processo contribui significativamente para que a empresa consiga ter um controle eficaz de seus processos.
- A cronoanálise auxilia a empresa a entender mais sobre seus processos produtivos e a identificar possíveis gargalos na produção, facilitando seu fluxo.

1.4 JUSTIFICATIVA

De acordo com Wanzeler, Ferreira e Santos (2010) diante um mercado altamente competitivo, uma das estratégias de extrema importância para as empresas é a padronização de processos, onde a partir da organização e gerenciamento de atividades podem obter melhorias e atingir seus objetivos, melhorando assim a produção.

Por essa razão, destaca-se a importância de se trabalhar temas como CEP e cronoanálise, que permitem mostrar maneiras para se melhorar os processos produtivos. Assim, o presente trabalho justifica-se pela necessidade de estudos que auxilie a controlar e monitorar processos complexos a partir das ferramentas de Controle Estatístico de Processos (CEP) e de Cronoanálise, assim como pela importância desses temas para empresas de pequeno porte e para a indústria têxtil de forma geral.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 INDÚSTRIA DE CONFECÇÕES

O jeans foi fabricado pela primeira vez em 1792, na França, onde o tecido era do tipo sarja, geralmente de cor marrom, pesado e muito resistente. Inicialmente, o tecido ficou conhecido como denim, uma abreviação da expressão de origem francesa “serge” (sarja) de Nîmes (cidade francesa). Ele foi produzido para ser usado em roupas de trabalho no campo e uniformes de marinheiros italianos. Logo em seguida, veio a denominação Jeans criado na cidade de Gênova (PINHEIRO, 2015).

Muitas empresas de confecções utilizam a terceirização para fabricar seus produtos. É uma estratégia utilizada para produzir com qualidade sem precisar alterar seu parque industrial confeccionista. Essa ideia surgiu devido à falta de capital das pequenas empresas para investir na reforma de suas indústrias, e no momento elas estavam necessitando de um método para conseguir se manter no mercado diante do aumento da competitividade (PANUCCI-FILHO; GARCIAS, 2010).

Conforme Oliveira e Todaro (2014) O arranjo físico das empresas de confecções deve favorecer a sequência das operações para evitar perdas de tempo com deslocamento de pessoas e materiais. Com isso as máquinas, equipamentos, postos de trabalho e pessoas devem estar posicionados de maneira que contribua para o trabalho dos operadores

2.1.1 Arranjo físico

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009) um arranjo físico de um processo é como seus recursos transformadores serão alocados entre eles e como as atividades se relacionarão com esses recursos, que podem ser máquinas, equipamentos e funcionários. Então, a maneira como tudo isso será alocado irá determinar como será o fluxo da produção. Se o arranjo físico estiver alocado de forma errada pode ocasionar problemas como fluxos muito extensos ou confusos, processos com tempos longos e perdas na produção.

A maneira como o arranjo físico é disposto influencia diretamente no fluxo produtivo, podendo contribuir para a simplificação do processo. (SANTOS, 2019). Na mesma perspectiva, Slack, Chambers e Johnston (2009) afirmam que mudanças simples na localização de uma máquina em uma fábrica podem afetar na movimentação de materiais e pessoas e, consequentemente, nas operações.

Segundo Moreira (2004) o arranjo físico de uma fábrica deve ser planejado com o intuito de auxiliar nas tomadas de decisões, posicionando da melhor maneira os centros de trabalho, como por exemplo, pessoas, máquinas, equipamentos, bancadas, etc., de forma que facilite o movimento do trabalho dentro da empresa e aumente a eficácia da produção.

Scucuglia (2008) complementa que toda organização funciona como um conjunto de processos, então, para que utilize seus recursos de maneira correta e tenha um planejamento adequado de suas atividades, é necessário que identifique quais são esses processos, depois mapeá-los para assim conseguir obter benefícios.

2.1.2 Mapeamento de processos

O mapeamento de processos é de grande importância para os líderes e empresas, pois a partir dele pode-se obter melhorias nos processos antigos ou para novos processos, pois identifica interfaces críticas que não poderiam ser descobertas sem a aplicação dessa ferramenta gerencial e de comunicação. Ele pode ser documentado e registrado para servir de conhecimento experiências passadas para auxiliar os funcionários (TEIXEIRA, 2019).

Mapear processos significa descrevê-los, identificando os diferentes tipos de atividades existentes, mostrando como todas essas atividades estão relacionadas e indicando o fluxo de materiais, pessoas ou informações que se movimentam dentro do processo (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

De acordo com Scartezini (2009) o mapeamento de processos além de ajudar a empresa a entender os processos atuais e simplificar aqueles que precisam de mudança, ele ajuda a reduzir custos de produtos e serviços, reduz falhas e auxilia no desempenho das empresas.

Segundo Fiocruz (2014) os passos para mapear os processos, em resumo, são:

- Fase 1 - Alinhar estratégias e planos: onde nessa fase irá determinar quais são os objetivos para atingir através do mapeamento de processos e o porquê está fazendo.
- Fase 2 - Analisar e diagnosticar: para essa fase é necessário analisar primeiro todo o processo, entendê-lo e entrevistar os operários para que eles ajudem no estudo. Em seguida pode-se mapear os processos e fazer o diagnóstico do mapeamento.
- Fase 3 - Projetar melhorias: a partir do diagnóstico pode-se então começar a escrever quais são as melhorias para o processo e a empresa, de acordo com os problemas encontrados e planejar a implantação dessas melhorias.

- Fase 4 – Capacitar o pessoal e realizar atividades: aqui irá fazer o treinamento dos funcionários para que as mudanças sejam implantadas.
- Fase 5 – Monitorar continuamente: para que se efetive o que foi realizado até aqui é necessário que o processo seja monitorado, para ver se está sendo feito certo e se de fato está obtendo melhorias.
- Fase 6 – Refinar e inovar: aqui deve-se avaliar a eficácia do processo e avaliar relacionamento com clientes.

De acordo com o programa Bizagi Modeler os símbolos e seus significados estão descritos na Tabela 1:

Tabela 1 - Símbolos e significados do Bizagi

Elemento	Nome	Significado
	Evento de início	Indica onde um processo começará.
	Atividade	Uma tarefa é uma atividade atômica que está incluída dentro de um processo.
	Fluxo de sequência	É usado para mostrar a ordem em que as atividades serão executadas em um processo.
	Início múltiplo paralelo	Significa que existem vários acionadores necessários para que o processo possa ser instanciado.
	Decisão	São locais dentro de um processo de negócios onde o fluxo de sequência pode tomar dois ou mais caminhos alternativos.
	Evento intermediário	Indica onde acontece algo (um evento) em algum lugar entre o início e o fim de um processo
	Objeto de dados	Fornecem informações sobre como documentos, dados e outros objetos são usados e atualizados durante o processo.
	Evento de fim	Indica onde um processo terminará.

Fonte: Bizagi Modeler (2020)

2.2 QUALIDADE

De acordo com Carpinetti (2012) até o início dos anos 50 a qualidade estava relacionada somente com o produto e a produção. Depois da década de 50, a qualidade passou a ser vista como a satisfação do cliente com o produto, que estivesse adequado ao uso, sem

defeitos e em conformidade com suas especificações. Diante disso, o produto pode ter várias características que satisfaçam os usuários, as quais são denominadas como atributos, são eles: confiabilidade, desempenho técnico, facilidade de uso, conformidade, estética, dentre outros.

Para Martins e Laugení (2005) as pessoas começaram a dar a devida importância ao termo qualidade no ano de 1970, quando a indústria japonesa renasceu e, de acordo, com o consultor americano W. E. Deming, um dos grandes nomes do gerenciamento da qualidade, a empresa que obtiver a qualidade já possui um grande destaque no âmbito competitivo.

Nos dias atuais, a qualidade é um termo que é bastante explorado pelas empresas, que buscam obter a qualidade de seus produtos e processos para aumentar a sua competitividade e conseguir se manter no mercado, diante das constantes variações de concepções dos consumidores (ANDRADE, 2006).

O conceito de qualidade é bastante geral, mas ela deve estar focada no consumidor. Para isso, a empresa tem que estar em constante sintonia com o mercado, a fim de saber suas opiniões e interesses a cerca de um produto para que se torne mais fácil escolher os segmentos de demandas que serão atendidos e realmente conseguir satisfazer os seus clientes (PALADINI, 2009).

São vários os motivos pelos quais as empresas devem investir em qualidade. Para Slack, Chambers e Johnston (2009) alguns deles são: aumento das vendas e consequentemente aumento das receitas e a redução dos custos. Conforme os autores, uma produção baseada em qualidade é aquela que possui eficiência em seus processos, com uma boa produtividade e melhor utilização do capital disponível.

Existem várias ferramentas da qualidade que auxiliam os gestores a tomar decisões nas empresas. Para Ramos, Almeida e Araújo (2013) existe o Controle Estatístico do Processo (CEP) e ainda as ferramentas de apoio ao CEP, que são: estratificação, folhas de verificação, diagrama de Ishikawa, gráfico de Pareto, histograma e diagrama de dispersão.

2.3 CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO

De acordo com Carvalho et al. (2012) Walter Shewhart foi o pioneiro na área de Controle de estatística de processo na década de 1930, nos Estados Unidos, onde se inspirou no modelo de gestão por exceção usada na fabricação do modelo T de Henry Ford, colocando em prática alguns conceitos de Estatística e Metodologia Científica. Na mesma linha de raciocínio Costa, Epprecht e Carpinetti (2013) complementam que o início formal do CEP se deu quando

Shewhart desenvolveu em 1924 os gráficos de controle, que auxiliava os funcionários com baixo conhecimento nos chãos de fábrica.

Martins e Laugeni (2005) definem Controle Estatístico de Processo como o controle da qualidade realizado utilizando-se técnicas estatísticas. Ele afirma que não existem produtos que são exatamente iguais, pois podem haver variações em seus processos de produção. Para isso o CEP estuda as causas das variações para tentar diminuí-las o máximo possível.

A variabilidade do processo nada mais é que as diferenças presentes entre os itens produzidos e as causas se classificam como aleatórias e especiais. As aleatórias são definidas como uma variabilidade natural do processo, que fornecem pequenas alterações nos produtos, como, por exemplo, a pequena diferença na quantidade leite de um saco para o outro. Já as causas especiais são problemas anormais no processo, ou seja, grandes diferenças nos produtos, como um lote de matéria-prima com defeitos (COSTA; EPPRECHT; CARPINETTI, 2013).

O CEP auxilia as empresas a obterem melhores resultados em seus processos de produção, a partir de um aperfeiçoamento nos níveis de qualidade, com menos variabilidade e redução dos custos, onde essa diminuição se dá por meio da amostragem e redução de rejeito. A seleção de amostras é extremamente importante para se analisar uma grande população de produtos, pois inspecionar uma pequena parte reduz tempo, custos e obtém melhores resultados pelo fato de ser menos cansativo (CARVALHO et al., 2012).

Slack, Chambers e Johnston (2009) complementam que o CEP é bastante importante porque ele verifica um produto ou serviço ainda na sua elaboração, facilitando, assim, a identificação de possíveis problemas antes mesmo de ser lançado no mercado, podendo ser facilmente corrigido e evitando maiores custos. Na mesma perspectiva Lima et al. (2006) a partir do CEP pode-se obter uma grande quantidade de informações que podem ser utilizadas para especificar onde estão os pontos críticos do processo e assim poder realizar as melhorias necessárias.

O CEP não verifica apenas uma amostra, mas sim várias amostras por um período de tempo e para isso existem os gráficos de controle, que verificam se o processo está conforme foi especificado (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

2.3.1 Gráficos de controle

De acordo com Lima et al. (2006) os gráficos de controle são muito importantes para a empresa no controle eficaz da qualidade, pois é a partir deles que é possível identificar desvios de parâmetros que estejam atrapalhando o processo e, assim, pode-se reduzir o número de

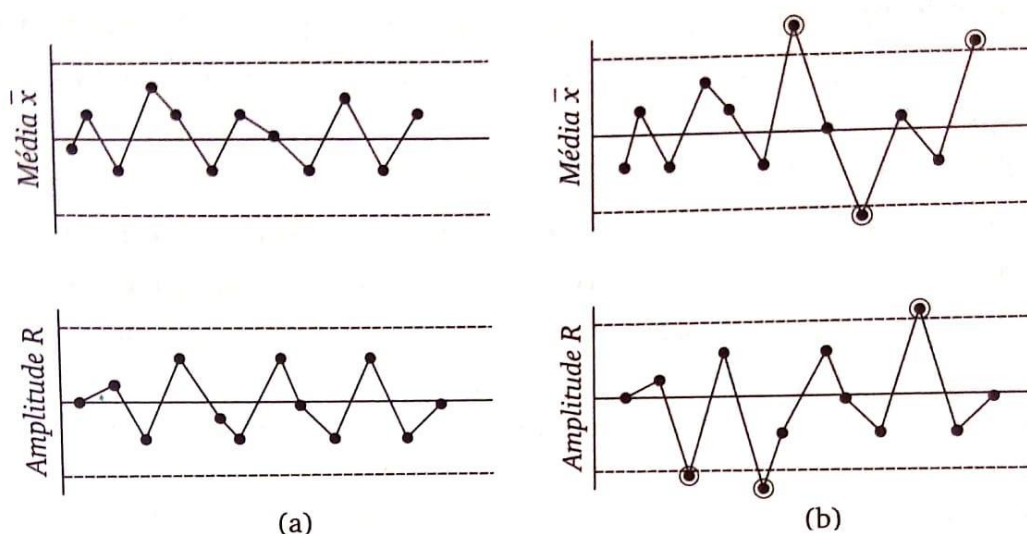
produtos fora de especificações e os custos da produção. Walter et al. (2013) complementam que a finalidade dos gráficos de controle é monitorar o processo, mostrando a necessidade de estudar e regular conforme o tamanho dos desvios encontrados.

De acordo com Martins e Laugeni (2005) os gráficos de controle se dividem em gráficos para controle de variáveis e gráfico para controle de atributos. O de variáveis utiliza-se quando os dados disponíveis em um processo podem ser mensurados como, por exemplo, velocidade, peso, tempo, comprimento e altura. Já nos gráficos de atributos são utilizadas as características presentes em um produto ou serviço que não necessitam de um instrumento de medida, como a coleta de peças com defeitos.

Existem vários gráficos de controle, mas os que são mais utilizados para o controle de variáveis são os da média ($\bar{x}$) e da amplitude (R), criados por Shewart. Normalmente o da média contém uma linha central e duas linhas horizontais definidas como limites superior e inferior. A linha central corresponde ao valor médio do parâmetro na condição de controle estatístico. As outras duas linhas horizontais correspondem aos limites de variabilidade do processo para determinado nível de significância (CARPINETTI, 2012).

Ainda segundo o autor, quando o processo se encontra em controle estatístico os pontos no gráfico se distribuem em torno da linha central, sem atingir as linhas que representam os limites de variabilidade, como mostra a Figura 1(a). Caso contrário, quando o processo está fora do controle estatístico, os pontos no gráfico ficam fora dos limites de variabilidade, como mostra a Figura 1(b), o que indica que o processo apresenta algum problema.

Figura 1- Ilustração dos gráficos da média e da amplitude



Fonte: Carpinetti (2012)

Conforme Costa, Epprecht e Carpinetti (2013) a qualidade de um produto não pode ser apenas medida, e pode ser avaliada de outra forma, para isso existem os gráficos de controle por atributos, que classificam os produtos em defeituosos ou não defeituosos e ainda número de não-conformidades em uma amostra. Ramos, Almeida e Araújo (2013) complementam que o atributo representa a presença ou não de não conformidade em um processo ou serviço, e mostra se ambos possuem defeitos e em qual quantidade.

Para isso, existem quatro tipos de gráficos para atributos, o np (controle do número de defeituosos), o p (controle da fração defeituosa), o gráfico de c (número de não-conformidades) e o gráfico u (número de não-conformidades por unidade de inspeção) (COSTA; EPPRECHT; CARPINETTI, 2013).

Ainda de acordo com os autores, os gráficos não se aplicam apenas a produtos, mas sim pode ser utilizado na área de serviços. O gráfico np por exemplo, pode classificar se o atendimento de um restaurante é bom ou ruim, ou então se sua comida está adequada. Assim, na saída do restaurante, os clientes podem informar suas opiniões, e essas informações serão averiguadas e posteriormente plotadas no gráfico para uma melhor análise. O gráfico de c pode contar em uma amostra de peças, por exemplo, o número de não-conformidades (defeitos) por unidade de inspeção, assim fica mais fácil monitorar se o processo está sob controle.

De acordo com Corrêa e Corrêa (2017) as cartas de controle do tipo p são utilizadas para monitorar a média da fração de produtos defeituosos em um processo, identificando se um item é bom ou ruim. Para isso deve se coletar mais de 20 amostras do processo. Nesse tipo de carta utiliza-se a distribuição de binomial. Já as cartas c são utilizadas para analisar a quantidade de defeitos que um produto possui em um determinado processo. Nesse caso utiliza-se a distribuição de Poisson.

Segundo Ramos, Almeida e Araújo (2013) as cartas np , p e u podem ser utilizadas tanto para tamanhos de subgrupos variáveis como fixos, já a carta c é utilizada somente para tamanhos de subgrupos fixos.

Cada carta de controle possui seus respectivos cálculos para encontrar seus limites superiores, inferiores e central. De acordo com Ramos, Almeida e Araújo (2013) para elaborar a carta de controle do tipo p os cálculos para achar seus limites são:

Equação 1 - Limite superior de controle

$$LSC = \bar{p} + k \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{\bar{n}}}$$

Onde:

LSC = Limite Superior de controle

$\bar{p}$ = média das frações não conformes

k = é fixado no valor de 3

$\bar{n}$ = tamanho médio da amostra

Equação 2 - Limite Central

$$LC = \bar{p}$$

Equação 3 - Limite inferior de controle

$$LIC = \bar{p} - k \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{\bar{n}}}$$

A média das frações não conformes ($\bar{p}$) é definido pela seguinte fórmula:

Equação 4 - Média das frações não conformes

$$\bar{p} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m p_j$$

Onde:

m = total de amostras

$\sum_{j=1}^m p_j$ = somatório dos valores da fração não conforme

2.3.1.1 Estabilidade do processo

Segundo Ramos (2000) os gráficos de controle obtêm como resultado a presença ou não de causas especiais em um processo, isto é, se ele está estável ou se está havendo variações. É considerado estável quando a partir do gráfico de controle pode-se observar que os pontos estão aleatoriamente distribuídos em torno da linha média, sem que haja tendências crescentes ou decrescentes e pontos fora dos limites de controle.

2.4 ESTUDO DE TEMPOS

O estudo de tempos foi criado por Frederick Taylor, em 1881, quando ele notou que a forma em que trabalhavam na usina não era adequada, os interesses dos trabalhadores não eram os mesmos da empresa e assim não estavam tendo bons rendimentos. Eles trabalhavam muito que não estavam sendo eficientes, pois iam além da capacidade de trabalho de cada um. Diante disso, Taylor decidiu estudar a produtividade de cada funcionário de acordo com o seu limite de tempo, usando assim a cronometragem para medir o tempo padrão para executar uma tarefa específica respeitando a limitação de cada trabalhador (BARNES, 1977).

Ainda segundo o autor, Taylor começou seu estudo escolhendo dois operários saudáveis e eficientes que tiveram seus salários duplicados para participar da sua experiência. O principal objetivo era descobrir a o máximo da taxa de trabalho que um funcionário pode obter em um dia de trabalho. De acordo com ele:

Nestas experiências, não estamos tentando descobrir o trabalho máximo que um homem pode desenvolver durante um turno de trabalho ou alguns dias, mas sim tentando descobrir o que significa um dia completo de trabalho para um operário eficiente, o melhor dia de trabalho que um homem pode desempenhar ano após ano com sucesso (TAYLOR apud BARNES, 1977, p.8).

Como resultado, Taylor descobriu que não existe relação direta entre a energia que um homem pode gastar e o cansaço proveniente do trabalho. A quantidade de energia está diretamente relacionada com a frequência e duração dos períodos de trabalho e de descanso (BARNES, 1977).

Slack, Chambers e Johnston (2009) definem o estudo de tempo como um procedimento realizado para medir o trabalho, onde realiza o registro dos tempos e do ritmo de trabalho de uma determinada operação com o intuito de definir qual é o tempo fundamental para realizar a atividade a partir de um nível de desempenho satisfatório.

Rocha e Navarro (2014) comentam que o objetivo do estudo do tempo e movimento é a análise dos tempos e movimentos que são realizados pelos operadores para o cumprimento de suas funções de acordo com a sequência das etapas de um processo e com as condições pré-determinadas, ou seja, o estudo do tempo está relacionado a análise do tempo gasto para o funcionário realizar a sua operação. Já o estudo dos movimentos observa a melhor maneira para um operador realizar o seu trabalho.

Para Martins e Laugeni (2005) o estudo de tempos é de grande importância para o planejamento da fábrica, pois quando se padroniza a produção se torna mais fácil utilizar, com eficácia, os recursos disponíveis. Também auxilia na determinação dos custos tanto de produtos já fabricados, como de um novo produto, estimando a partir dos dados coletados e, por fim, contribui para o planejamento da capacidade.

O estudo de tempos auxilia às empresas a detectar os problemas existentes na produção e acompanha os operadores para estar sempre se aperfeiçoando no seu trabalho. Para realizar o estudo de tempos, é necessário aplicar a ferramenta cronoanálise, que corresponde a um procedimento de observação direta do trabalho com o objetivo de determinar o tempo padrão (VIEIRA et al., 2015).

2.4.1 Cronoanálise

Para Martins e Laugeni (2005) a cronometragem é uma das técnicas mais utilizadas nas indústrias para medir o trabalho. Seu objetivo é justamente medir a eficiência individual e assim estabelecer padrões para os processos e custos industriais. Felipe et al. (2012) complementam que a partir da cronometragem pode-se obter a cronoanálise, que é a análise mais completa dos dados coletados no estudo de tempos.

A cronoanálise é uma ferramenta utilizada para analisar e registrar os tempos realizados para se fabricar produtos em uma empresa, com o intuito de identificar um procedimento para as operações que seja mais adequado e eficiente para o trabalho. Essa ferramenta também é capaz de auxiliar na identificação de gargalos existentes na produção (ROCHA; NAVARRO, 2014).

De acordo com Andrade (2006) medir o trabalho é bastante importante para as empresas por diversos fatores, dentre eles: possibilita melhor aproveitamento da mão-de-obra, contribui para o controle da produção, auxilia no cálculo do custo da mão-de-obra e dos salários, propicia controle do desempenho e eficiência do efetivo e ajuda a realizar mudanças no layout para diminuição de custos.

Rocha e Navarro (2014) complementam que a cronoanálise auxilia às empresas a se desenvolverem melhor propiciando o sucesso de seus setores. Para a execução dessa ferramenta é fundamental que se encontre o tempo padrão das operações e é a partir do estudo de tempos e movimentos que se obtém o resultado. Barnes (1977) mostra os oito passos necessários para executar o estudo de tempos e se chegar ao tempo padrão, são eles:

- 1) Obtenha e registre informações sobre a operação e o operador em estudo;

- 2) Divida a operação em elementos e registre uma descrição completa do método;
- 3) Observe e registre o tempo gasto pelo operador;
- 4) Determine o número de ciclos a ser cronometrado;
- 5) Avalie o ritmo do operador;
- 6) Verifique se foi cronometrado um número suficiente de ciclos;
- 7) Determine as tolerâncias, e
- 8) Determine o tempo padrão para a operação.

Os passos para a determinação do tempo padrão são definidos de acordo com Martins e Laugeni (2005). Segundo os autores, o primeiro passo é obter e registrar informações sobre a operação e o operador em estudo. Para isso, é necessário que ocorra um diálogo inicial com todas as pessoas que participarão deste estudo, como os operadores e gestores, para mostrar como será realizado o trabalho e para que todos possam colaborar de forma satisfatória com os resultados.

Em seguida, deve-se dividir a operação em elementos para facilitar a visualização e verificação do método de trabalho e, assim, poder realizar a cronometragem em cada parte do processo.

Para o terceiro passo é importante observar e realizar uma cronometragem preliminar da operação para obter os dados necessários para determinar o número essencial de ciclos a serem cronometrados, resultando no quarto passo, que a partir de uma fórmula, determina a quantidade certa necessária para definir o número de ciclos. O ideal é cronometrar entre 5 e 7 vezes para achar os valores da média e amplitude e aplicar a Equação 5 para obter o número de ciclos:

Equação 5 - Número de ciclos a ser cronometrado

$$N = \left(\frac{Z \times R}{Er \times d_2 \times \bar{x}} \right)^2$$

Onde:

n = número de ciclos a serem cronometrados

z = coeficiente da distribuição normal padrão para uma probabilidade determinada

R = amplitude da amostra

Er = erro relativo

d₂ = coeficiente em função do número de cronometragens realizadas preliminarmente

$\bar{x}$ = média da amostra

Para os valores de erro relativo e da probabilidade, deve-se utilizar os que geralmente são usados na prática. Para Er usar entre 5% e 10% e para Z usar entre 90% e 95%, de acordo com a Tabela 2:

Tabela 2 - Coeficiente de probabilidade

Probabilidade (%)	90	91	92	93	94	95
Z	1,65	1,70	1,75	1,81	1,88	1,96

Fonte: Martins e Laugeni (2005)

Para o coeficiente com relação ao número de cronometragens preliminares (d_2) utiliza-se o valor de acordo com a Tabela 3:

Tabela 3 - Coeficiente em função do número de cronometragens preliminares

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d_2	1,128	1,693	2,059	2,326	2,534	2,704	2,847	2,970	3,078

Fonte: Martins e Laugeni (2005)

Em seguida, é realizado o quinto passo, que consiste em determinar a velocidade do operador que é subjetivamente definido pelo cronometrista. Ele tem como base a velocidade normal de 100%. Para isso, é necessário que observe como ocorrem as operações e como o operador está desempenhando sua função, para depois definir a velocidade de acordo com sua opinião e a realidade do que foi observado.

O sexto passo é a determinação das tolerâncias, que corresponde as interrupções dos operadores, como necessidades pessoais e descanso. Para as necessidades pessoais é tolerável um tempo entre 10 min e 25 min (5% aproximadamente) para um dia de trabalho de 8 horas. Já a tolerância para o alívio da fadiga geralmente adota-se o seguinte: 10% para um trabalho leve em um bom ambiente, entre 15% e 20% para trabalhos normais realizados em empresas industriais e 50% para trabalhos pesados em condições inadequadas.

Outra maneira de encontrar o fator de tolerância é determinar a porcentagem do tempo p com relação ao tempo de trabalho diário utilizando a Equação 6:

Equação 6 - Fator de tolerância

$$FT = \frac{1}{(1 - p)}$$

Normalmente, utiliza-se na prática um $FT = 1,05$ para trabalhos em escritórios e FT variando entre 1,10 e 1,20 para trabalhos em unidades industriais com nível de fadiga intermediário (MARTINS E LAUGENI, 2005).

E, por fim, o sétimo passo busca encontrar o tempo padrão. Para isso, é necessário ter em mãos a média das n cronometragens que corresponde ao tempo cronometrado (TC) e a velocidade do operador (V) que foi definida. Com isso, é possível achar o tempo normal (TN) aplicando a Equação 7:

Equação 7 - Tempo normal

$$TN = TC \times V$$

E, assim, pode-se achar finalmente o tempo padrão (TP), multiplicando o tempo normal, achado anteriormente, pelo fator de tolerância (FT), por meio da Equação 8:

Equação 8 - Tempo padrão

$$TP = TN \times FT$$

3 MÉTODO DE PESQUISA

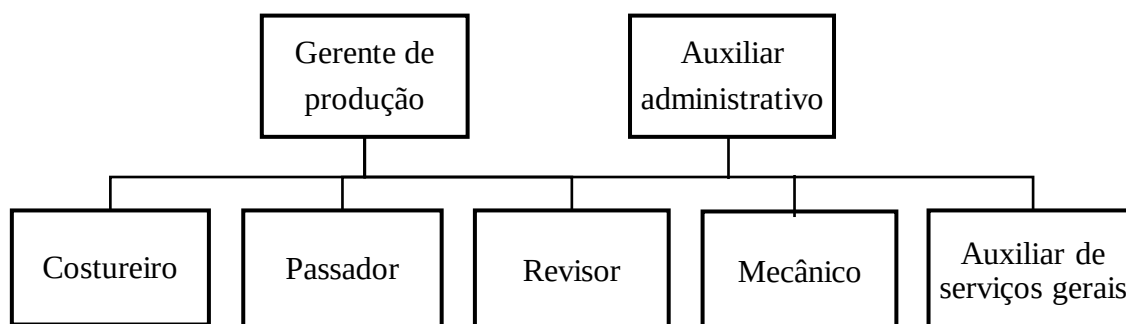
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

O presente trabalho desenvolveu-se a partir de estudo de caso. Conforme Prodanov e Freitas (2013), o estudo de caso dispõe-se, quanto aos procedimentos técnicos, de coletar dados e explorar informações sobre indivíduo, objeto ou família, no intuito de tabular estes dados e estudá-los, em conformidade com o conteúdo da pesquisa, podendo ser de caráter qualitativo ou quantitativo.

O estudo foi realizado em uma empresa de confecção do ramo têxtil, popularmente conhecida como facção. A empresa está situada na cidade de Assú, município do estado do Rio Grande do Norte e atua na confecção de diversos produtos em tecido jeans há 10 anos. Os principais produtos confeccionados pela empresa são calças, shorts e bermudas, tanto do segmento infantil como do adulto, masculino e feminino. Todavia, destaca-se o produto calça jeans do segmento adulto como o mais significativo para a empresa, tanto em termos de volume de produção quanto com relação ao retorno financeiro. Logo, a pesquisa terá como foco este produto específico. Além disso, a empresa tem como único cliente a Guararapes, empresa que demanda toda a produção.

A empresa conta com a ajuda de 36 colaboradores, dos quais 34 trabalham diretamente com a produção. Estão distribuídos nas seguintes funções: costureiro, revisora, passador, gerente de produção, auxiliar de serviços gerais e auxiliar administrativo. A Figura 2 mostra o organograma funcional da empresa.

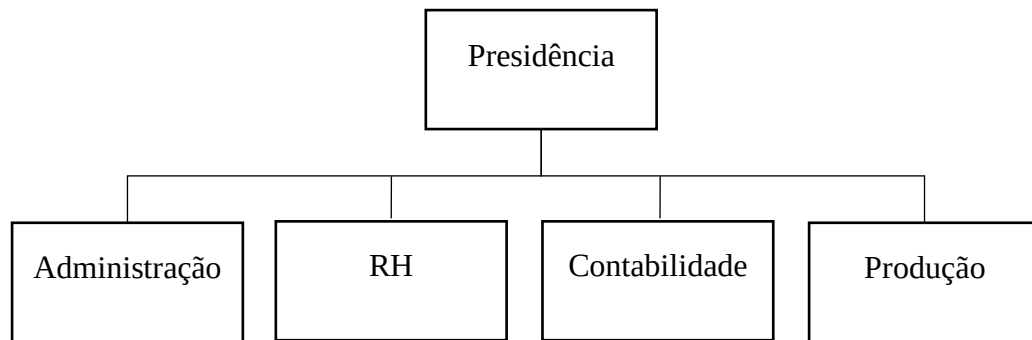
Figura 2 - Organograma funcional da empresa



Fonte: dados da pesquisa (2020)

Os departamentos da empresa se dividem em cinco, e a relação entre eles está representada na Figura 3:

Figura 3 - Organograma departamental da empresa



Fonte: dados da pesquisa (2020)

Toda a matéria-prima é fornecida pela própria Guararapes, como tecidos, etiquetas, zíper e linha. Os botões não são fixados às peças na empresa. As peças já chegam cortadas e organizadas por tamanhos, prontas para o processo de costura. Além disso, a Guararapes também encaminha um relatório com fotos de como ficará a peça após fabricação e a ficha técnica com todas as informações técnicas necessárias à confecção como, por exemplo, tipo e cor de linha, quantidade e locais dos passantes e travetes, local onde será fixado o bolso, como será fixado o cós e a quantidade de peças por tamanho.

3.2 APLICAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO (CEP) AO ESTUDO DE CASO

Inicialmente, a ferramenta empregada neste trabalho foi a aplicação do CEP na empresa em estudo. Como o processo de confecção de calça jeans será o processo estudado, optou-se por usar o gráfico de controle para atributos do tipo p , pois a análise será feita com base no número de calças não-conformes por dia, em um total de 22 dias de coleta.

3.3 DESENVOLVIMENTO DA CRONOANÁLISE

Na empresa a fabricação da peça é dividida em duas partes: a parte de frente e a parte de trás, e no passar dos dias, foi observado que entre essas duas partes a que menos alcança a meta e assim tem mais problemas é parte da frente, logo foi escolhida esse processo para fazer a cronoanálise e possivelmente encontrar quais ou qual operação que apresenta problema.

Para realizar a cronoanálise é necessário utilizar alguns instrumentos, que são propostos por Barnes (1977) e que foram utilizados na pesquisa:

- Cronômetro: o cronômetro mais indicado é o de hora centesimal, pois facilita no momento de tomada de tempos, mas como não foi possível ter acesso a ele, o que foi utilizado foi o cronômetro simples de celular, assim o tempo sexagesimal foi convertido para o centesimal, transformando o tempo para minutos.
- Máquina fotográfica ou filmadora: pode ser utilizada para registrar as operações, facilitando a avaliação da cronometragem dos tempos, onde pode ser facilmente visto os movimentos que são realizados pelos operadores.
- Folha de observação: é onde todos os dados da cronometragem são registrados.
- Prancheta: serve como apoio para a folha de observação, isso quando a cronometragem é realizada no local da operação, facilitando a escrita do cronoanalista que fica posicionado de pé.

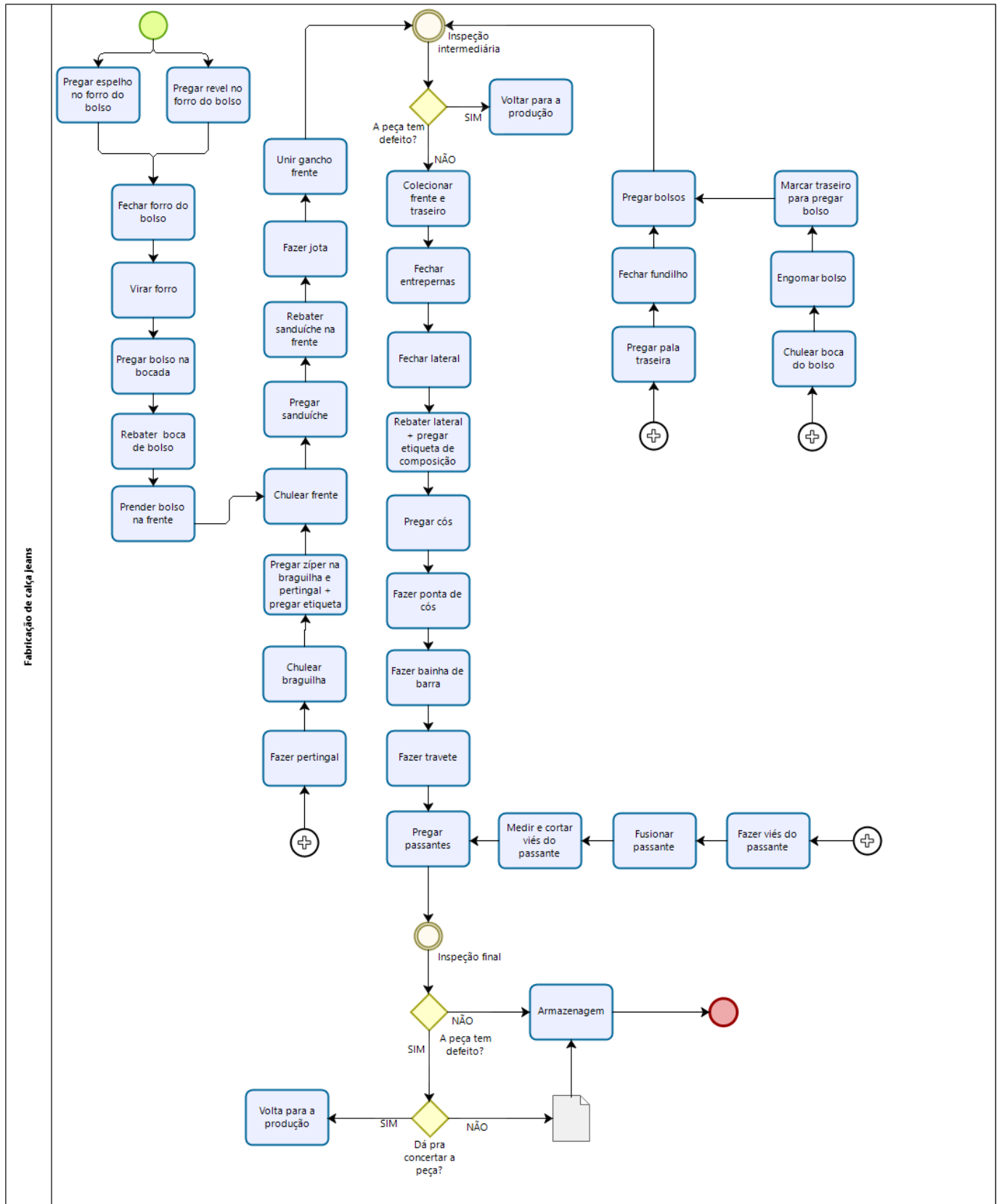
Para realizar o estudo foram feitas 5 tomadas de tempo preliminares, com o intuito de saber ao certo o número de ciclos a ser de fato cronometrado, pois de acordo com Martins e Laugeni (2005) o ideal é fazer de 5 a 7 cronometragens iniciais. Depois de colhido e observado os dados, foi feito primeiro a conversão do tempo de sexagesimal para centesimal.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 MAPEAMENTO DO PROCESSO

Para compreender os processos realizados na empresa estudada e aplicar as ferramentas de forma adequada, foi necessário realizar o mapeamento do processo para conhecer todo o fluxo de produção, os nomes das operações e as operações em si, a fim de entender detalhadamente como ocorre a fabricação de uma calça. O mapeamento foi realizado no programa Bizagi Modeler, como mostra a Figura 4:

Figura 4 - Mapeamento do processo de fabricação de uma calça jeans



A partir do mapeamento, foi possível aprender sobre as operações, e ter mais familiaridade com a produção, para assim começar a ser feita a coleta dos defeitos e assim poder aplicar o CEP e a cronoanálise.

4.2 APLICAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO (CEP)

O processo possui duas inspeções a intermediária e a final. A inspeção intermediária conta com a ajuda de um funcionário, mas se estiver algum ocioso ele auxilia no processo. O funcionário responsável recolhe as duas partes da calça pronta, a parte da frente e a de trás, onde ela revisa as peças e coleciona as duas partes para passar adiante para a junção e os processos finais.

Já a inspeção final é realizada por 2 funcionários, mas também quando tem algum ocioso ele auxilia no processo. Como essa inspeção é realizada no produto já pronto, ou seja, não pode sair peças com defeitos para o cliente, é considerada a mais importante das duas, logo foi a escolhida para realizar a coleta do número de não conformidades.

As amostras foram coletadas por aproximadamente um mês, segundo disponibilidade de coleta, de segunda à sexta, que totalizou 22 dias. Os dados foram colhidos por aproximadamente 3 horas diárias, onde à medida que coletavam os defeitos era realizada também a contagem da quantidade de peças que estava saindo por hora.

Após o período de conclusão das coletas, os seguintes dados foram levantados:

Tabela 4 - Número de itens não conformes de um processo produtivo de calça jeans

Número da amostra	Tamanho da amostra	Nº de unidades não conformes	Número da amostra	Tamanho da amostra	Nº de unidades não conformes
1	300	24	12	300	10
2	170	14	13	283	8
3	246	16	14	260	9
4	310	14	15	280	6
5	325	8	16	284	2

6	272	4	17	297	4
7	288	11	18	288	4
8	266	8	19	264	12
9	255	3	20	279	3
10	292	8	21	300	9
11	270	7	22	310	7

Fonte: dados da pesquisa (2020)

De acordo com os dados pôde-se perceber que a carta escolhida é para atributo do tipo p para tamanho de amostras variáveis. Segundo Ramos, Almeida e Araújo (2013) o primeiro passo é calcular o valor de $\hat{p}_j$, a partir da Equação 9:

Equação 9 - Fração não conforme

$$\hat{p}_j = \frac{d_j}{n_j}, \quad j = 1, \dots, m$$

Para a exemplificar, a fração não conforme para a primeira amostra é:

$$\hat{p}_1 = \frac{d_1}{n_1} = \frac{24}{300} = 0,08.$$

E assim sucessivamente, como mostra a Tabela 5:

Tabela 5 - Número de itens não conformes e frações não conformes de um processo produtivo de calça jeans

Número da amostra (j)	Tamanho da amostra (n_j)	Nº de unidades não conformes (d_j)	$\hat{p}_j$
1	300	24	0,08
2	170	14	0,0824
3	246	16	0,0650
4	310	14	0,0452

5	325	8	0,0246
6	272	4	0,0147
7	288	11	0,0382
8	266	8	0,0301
9	255	3	0,0118
10	292	8	0,0274
11	270	7	0,0259
12	300	10	0,0333
13	283	8	0,0283
14	260	9	0,0346
15	280	6	0,0214
16	284	2	0,0070
17	297	4	0,0135
18	288	4	0,0139
19	264	12	0,0455
20	279	3	0,0108
21	300	9	0,03
22	310	7	0,0226

Fonte: dados da pesquisa (2020)

Em seguida, calcula-se a média das m frações não conformes, onde m representa a quantidade de amostras, de acordo com a equação 4:

$$\bar{p} = \frac{1}{22} \times 0,7062$$

$$\bar{p} = 0,0321$$

Para achar o valor de $\bar{n}$ foi calculado a média das amostras, já que elas são variáveis, então:

$$\bar{n} = 279$$

Os limites de controle superior e inferior, respectivamente, são calculados a partir das Equações 1 e 3:

Equação 1 - Limite superior de controle

$$LSC = \bar{p} + k \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{\bar{n}}}$$

$$LSC = 0,0321 + 3 \sqrt{\frac{0,0321(1-0,0321)}{279}}$$

$$LSC = \mathbf{0,0638}$$

Equação 3 - Limite inferior de controle

$$LIC = \bar{p} - k \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{\bar{n}}}$$

$$LIC = 0,0321 - 3 \sqrt{\frac{0,0321(1-0,0321)}{279}}$$

$$LIC = \mathbf{0,0004}$$

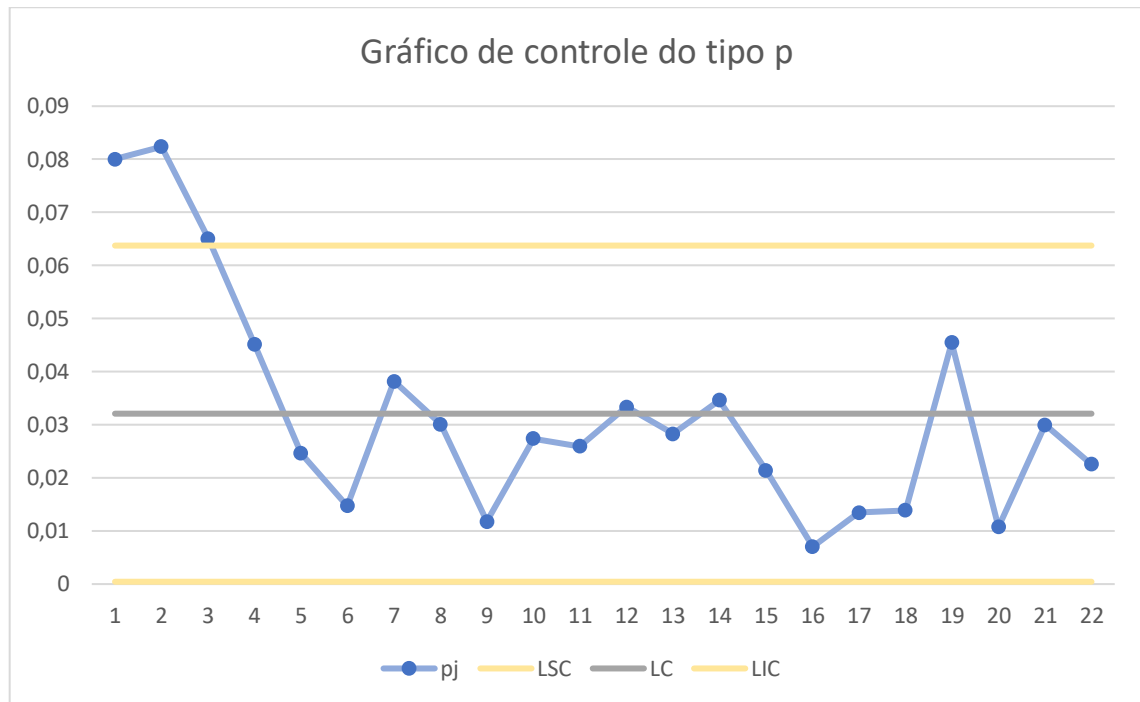
O limite central é de acordo com a Equação 2:

$$LC = \bar{p}$$

$$LC = \mathbf{0,0321}$$

Após a realização de todos os cálculos, os dados foram plotados no gráfico de controle que foi feito no software Excel, como mostra o Gráfico 1:

Gráfico 1 - Carta de controle



Fonte: autoria própria (2020)

A partir do gráfico, verifica-se que três amostras ficaram acima do limite de controle superior, o ponto 1, 2 e 3, já que o limite superior é equivalente a 0,0637 e os pontos valem, respectivamente, 0,08 , 0,0824 e 0,0650, logo está havendo variações no processo. E, de acordo com Ramos (2000), conforme citado por Lima et al. (2006) esse processo não é considerado estável, por justamente haver pontos fora dos limites de controle, justificados pela presença de causas especiais atuando no processo.

No processo em análise, as causas especiais estão relacionadas às tarefas desempenhadas pelos operadores. Assim, os operadores devem prestar mais atenção no manuseio de suas operações para tentar ao máximo reduzir essas quantidades de defeitos, a fim de tornar o processo estável e, conseqüentemente, melhorar o processo, pois quando se tem menos defeitos significa menos retrabalho e menos perda de tempo.

Diante disso, conforme Carpinetti (2012), quando são encontrados pontos fora dos limites de controle, faz-se necessário recalcular esses limites, retirando as amostras que ficaram fora do controle estatístico e determinando os novos limites de controle, construindo uma nova carta de controle.

Agora, o valor da média das amostras $\bar{n}$, retirando as amostras que ficaram fora dos limites será:

$$\bar{n} = 285$$

E a nova média das frações não conformes $\bar{p}$, utilizando novamente a Equação 4:

$$\bar{p} = \frac{1}{19} \times 0,4787$$

$$\bar{p} = 0,0252$$

Dessa maneira, os novos limites de controle LSC e LIC obtidos são:

$$\text{LSC} = \bar{p} + k \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{\bar{n}}}$$

$$\text{LSC} = 0,0252 + 3 \sqrt{\frac{0,0252(1-0,0252)}{285}}$$

$$\text{LSC} = \mathbf{0,0530}$$

$$\text{LIC} = \bar{p} - k \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{\bar{n}}}$$

$$\text{LIC} = 0,0252 - 3 \sqrt{\frac{0,0252(1-0,0252)}{285}}$$

$$\text{LIC} = \mathbf{- 0,0027}$$

Como o valor de LIC obtido foi negativo, de acordo com Ramos, Almeida e Araújo (2013) deve-se adotar para este o valor de zero, então:

$$\text{LIC} = \mathbf{0}$$

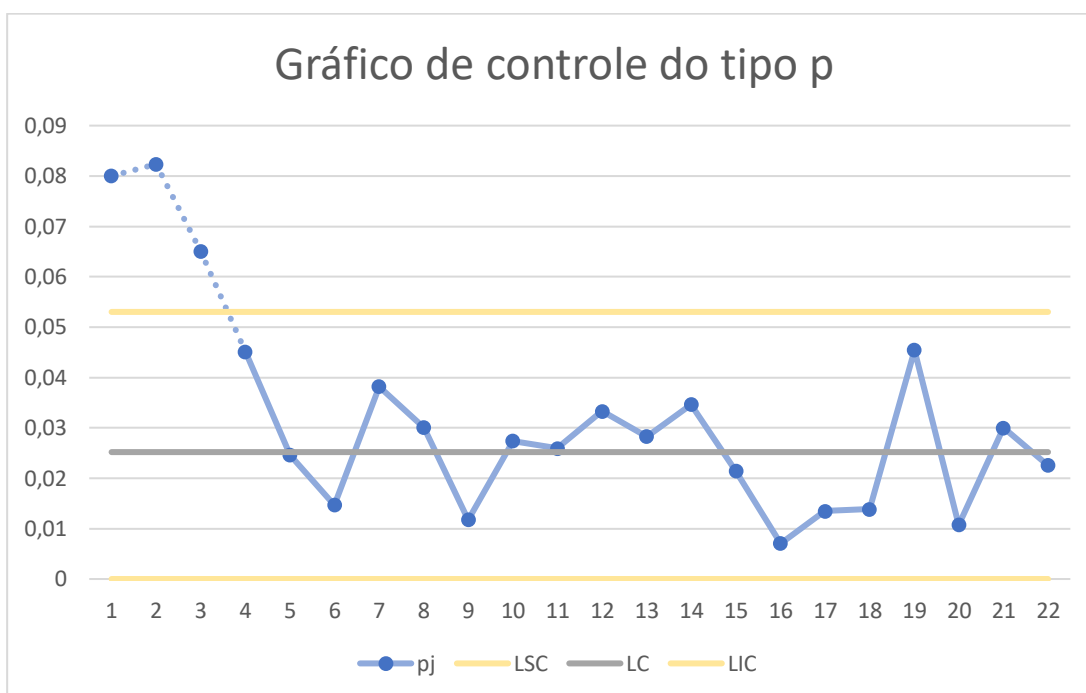
E o limite central é:

$$\text{LC} = \bar{p}$$

$$\text{LC} = \mathbf{0,0252}$$

Assim, o Gráfico 2 mostra como ficou a nova carta de controle:

Gráfico 2 - Carta de controle recalculada



Fonte: autoria própria (2020)

Diante disso, pode-se perceber que todos os pontos agora estão dentro do limite de controle, com presença apenas de causas aleatórias atuando no processo. Lembrando que as amostras que ficaram fora antes de recalculer a carta, permanecem no gráfico com linhas pontilhadas, para mostrar que foi um processo recalculado e que apresentou variação.

4.3 CRONOANÁLISE

Para dar início a aplicação da ferramenta foram feitas 5 cronometragens de tempo iniciais, conforme mostra a Tabela 6:

Tabela 6 - Cronometragem preliminar de tempos

Operação	1	2	3	4	5	Média
Pregar revel no forro do bolso	0,23	0,21	0,20	0,19	0,24	0,21
Pregar espelho no forro do bolso	0,23	0,23	0,27	0,26	0,29	0,26
Fechar forro de bolso	0,13	0,14	0,15	0,15	0,13	0,14
Virar forro de bolso	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Pregar bolso na bocada	0,30	0,32	0,30	0,30	0,30	0,30
Rebater boca de bolso	0,40	0,44	0,48	0,45	0,49	0,45
Prender bolso na frente	0,56	0,54	0,55	0,52	0,52	0,54
Fazer pertingal	0,14	0,13	0,12	0,15	0,12	0,13

Chulear braguilha	0,08	0,10	0,08	0,08	0,08	0,08
Pregar zíper na braguilha e pertingal + pregar etiqueta	0,14	0,13	0,14	0,14	0,15	0,14
Chulear frente	0,14	0,15	0,15	0,14	0,15	0,14
Pregar sanduíche	0,18	0,18	0,16	0,16	0,17	0,17
Rebater sanduíche na frente	0,13	0,15	0,18	0,18	0,16	0,16
Fazer jota	0,19	0,19	0,20	0,22	0,20	0,20
Unir gancho frente	1,11	1,07	1,11	1,15	1,15	1,12
TEMPO TOTAL	3,97	4,00	4,13	4,12	4,19	4,08

Fonte: dados da pesquisa (2020)

A partir dessa tabela, foi possível definir o valor do tempo médio total ($\bar{x}$) que corresponde a 4,08. A amplitude (R) pode ser obtida a partir da subtração do maior tempo total: 4,19 pelo menor tempo total: 3,97. Então $R = 0,22$.

O coeficiente em função do número de cronometragens realizadas preliminarmente (d_2) é feito de acordo com a Tabela 2 e equivale a 2,326. O coeficiente de distribuição normal para uma probabilidade determinada (Z) e grau de confiabilidade de 95% é igual a 1,96, de acordo com a Tabela 1. Já o erro relativo (Er), que foi determinado em 5%, corresponde a 0,05. Assim, todas essas variáveis foram aplicadas na Equação 5:

$$N = \left(\frac{1,96 \times 0,22}{0,05 \times 2,326 \times 4,08} \right)^2$$

$$N = 0,83$$

Como N correspondeu a 0,83, arredondando este valor para 1, implica que apenas 1 tomada de tempo é o suficiente para determinar o tempo padrão. Em seguida, foi feita a cronometragem necessária para cada operação, como mostra a Tabela 7:

Tabela 7 - Cronometragem válida dos tempos

Operação	1	Média
Pregar revel no forro do bolso	0,22	0,22
Pregar espelho no forro do bolso	0,26	0,26
Fechar forro de bolso	0,15	0,15
Virar forro de bolso	0,04	0,04
Pregar bolso na bocada	0,30	0,30
Rebater boca de bolso	0,42	0,42
Prender bolso na frente	0,54	0,54
Fazer pertingal	0,15	0,15

Chulear braguilha	0,08	0,08
Pregar zíper na braguilha e pertingal + pregar etiqueta	0,14	0,14
Chulear frente	0,14	0,14
Pregar sanduíche	0,17	0,17
Rebater sanduíche na frente	0,17	0,17
Fazer jota	0,20	0,20
Unir gancho frente	1,15	1,15
TEMPO TOTAL	4,13	4,13

Fonte: dados da pesquisa (2020)

Para determinar o tempo normal (TN), utilizou-se a Equação 7, para a qual foi utilizada uma velocidade de 98% para os operadores, e o tempo cronometrado (TC) corresponde ao tempo total do ciclo, o qual teve apenas uma cronometragem, que foi de 4,13, logo tem-se:

$$TN = 4,13 \times 0,98$$

$$TN = 4,05 \text{ minutos}$$

O fator de tolerância foi determinado de acordo com Martins e Laugeni (2005). Segundo os autores, usa-se na prática uma escala variando entre 1,10 e 1,20 para trabalhos em unidades industriais, com nível de fadiga intermediário. Logo, foi determinado um FT = 1,15, pois na empresa não há horários determinados para necessidades pessoais, e os operadores ficam a vontade com relação a isso.

Para calcular o tempo padrão, utilizou-se a Equação 8:

$$TP = 4,05 \times 1,15$$

$$\mathbf{TP = 4,66 \text{ minutos}}$$

Diante disso, o tempo padrão para o processo da parte da frente da calça é de 4,66 minutos. Com relação aos tempos de cada operação, demonstrados na Tabela 7, a operação mais demorada é unir gancho frente, que passa de um minuto. Observando a produção diária da empresa, observou-se como um dos problemas o fato de que muitas vezes não há peças para a inspeção intermediária, que é logo depois de unir gancho frente (ver mapeamento, Figura 4).

Observou-se também em várias situações que o atraso vem justamente do operador dessa operação, pois o mesmo precisa de um tempo maior para fazer as peças. Verificou-se que o atraso do operador está relacionado às dificuldades na execução das tarefas, pois o mesmo é

um dos novos colaboradores da empresa, e está apresentando dificuldades em diminuir o tempo de operação com o passar das semanas.

Com base nisso, constatou-se a existência de gargalo na produção, e a sugestão é que o operador seja trocado de função, ou então passe por um treinamento a fim de melhorar o seu tempo de produção, para que não venha faltar peças na etapa seguinte e consequentemente, ocorra novos atrasos na produção. O gargalo identificado possui relação direta com a dificuldade enfrentada pela empresa de não conseguir atingir as metas mensais que estabelece, já que o gargalo na produção atrasa o tempo de produção da calça jeans, portanto, tanto o volume de produção total diminui como o faturamento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos dias atuais, as empresas estão se tornando cada vez mais competitivas para se posicionar melhor entre seus concorrentes e conseguir se manter no mercado, e é nesse contexto que encontra-se a importância do controle estatístico de processo e da cronoanálise, que são duas ferramentas essenciais para auxiliar às empresas a controlar seus processos e a identificar gargalos na sua produção para atingir seus objetivos.

A aplicação do CEP junto com os gráficos de controle, mostrou que o processo da empresa analisada não se encontrava estável, pois três amostras se encontram fora dos limites, indicando a presença de causas especiais, ocasionando, assim, variações nos processos. Também se verificou que a quantidade de não conformidades apresentava constantes variações, pois os defeitos são bem maiores em umas amostras do que em outras, o que indicou ausência de estabilidade do processo.

A aplicação da cronoanálise determinou o tempo padrão para a fabricação da parte da frente da calça, e mostrou que uma operação se destaca muito das demais, com relação ao seu tempo cronometrado, que passa de um minuto, enquanto que nenhuma das outras não demanda esse tempo. Assim, foi identificado o gargalo da produção e proposto que este operador fosse substituído por outro ou passasse por um treinamento, a fim de melhorar o seu tempo de operação, buscando diminuí-lo, para conseguir produzir mais peças e não atrasar a produção.

A realização do mapeamento de processos também foi de grande importância para o trabalho, pois ajudou a conhecer as operações, o nome delas, como elas eram desenvolvidas e suas relação com as demais, mostrando todo o fluxo de produção. Assim, com a familiaridade do processo de fabricação, pôde-se de fato aplicar essas duas ferramentas, pois entender como funciona o processo é primeiro passo.

Diante disso pode-se perceber que os objetivos do trabalho foram atingidos, pois foi possível de fato aplicar as ferramentas. Além disso, a partir dos resultados obtidos, foi possível indicar melhorias para a empresa, que deseja alcançar as metas que estabelece para se manter competitiva no mercado.

5.1 PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS

Como proposta para trabalhos futuros, a ideia sugerida é utilizar os resultados obtidos na aplicação de outras ferramentas da qualidade, pois quando se fez a aplicação do CEP, e estava se coletando a quantidade de defeitos e a de peças, também estava se coletando quais

eram as operações que estavam apresentando esses defeitos e que estava gerando retrabalho. Então, essa é uma informação que pode ser utilizada para outros trabalhos como, por exemplo, a aplicação dessas informações em um gráfico de Pareto, para saber quais são essas operações que mais estão cometendo erros, com o intuito de ver a prioridade entre elas, quais devem ser chamada a atenção dos operadores para tentar diminuir o número de peças com retrabalho. Sabe-se que retrabalho é perda de tempo e, assim, perda de matéria-prima e de dinheiro, e já que na empresa se ganha por quantidade produzida, deve-se priorizar evitar esse problema

Além disso, sugere-se a aplicação de CEP para avaliar a variabilidade dos processos de fabricação dos outros produtos existentes na empresa, considerando um período de tempo maior.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Maureci Marcos de. **Importância do estudo de métodos e tempos nas organizações no que se refere aos custos do processo de fabricação.** 2006. 117 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ciências Contábeis, Departamento de Ciências Contábeis, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/125320/Contabeis294205.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 26 set. 2019.

BARNES, Ralph Mosser. **Estudo de movimentos e de tempos:** Projeto e medida do trabalho. 6. ed. São Paulo: Blucher, 1977. 635 p. Tradução de: Sérgio Luiz Oliveira Assis, José S. Guedes Azevedo e Ricardo Seidl da Fonseca.

BIZAGI. Site oficial da ferramenta; www.bizagi.com acessado em 03/01/2019

BORTOLI, Henrique Weber. **Aplicação da cronoanálise para melhoria do processo de suprimento da linha de montagem de uma empresa de grande porte do ramo agrícola.** 2013. 54 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Faculdade Horizontina, Horizontina, 2013. Disponível em: <http://www.fahor.com.br/images/Documentos/Biblioteca/TFCs/Eng_Producao/2013/Pro_Henrique.pdf>. Acesso em: 30 set. 2019.

CARVALHO, Marly Monteiro de et al. **Gestão da qualidade:** Teoria e Casos. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. 430 p.

CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Gestão da qualidade:** Conceitos e Técnicas. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012. 239 p.

CIVARDI, Lucas Tronco. **Método de implementação do controle estatístico do processo (cep):** um estudo de caso em uma indústria alimentícia do vale do taquari/rs sob a ótica da metodologia DMAIC. 2017. 142 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade do Vale do Taquari Univates, Lajeado, 2017. Disponível em: <<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/2215/1/2017LucasTroncoCivardi.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2019.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A.. **Administração de produção e operações: Manufatura e serviços: Uma abordagem estratégica**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2017. 606 p.

COSTA, Antonio Fernando Branco; EPPRECHT, Eugenio Kahn; CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Controle estatístico de qualidade**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2013. 334 p.

FELIPPE, Adélia Denísia et al. **Análise descritiva do estudo de tempos e métodos: uma aplicação no setor de embaladeira de uma indústria têxtil**. 2012. Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos12/22316596.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2019.

FIOCRUZ. **Guia de gestão por processos**. 2014. Disponível em: <<http://www.gestaoporprocessos.com.br/wp-content/uploads/2014/06/Guia-de-Gestão-por-Processos.pdf>>. Acesso em: 22 dez. 2019.

LIMA, A.a.n. et al. Aplicação do controle estatístico de processo na indústria farmacêutica. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, Recife, v. 27, n. 3, p.177-187, 05 mar. 2006. Disponível em: <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/Cien_Farm/article/view/380/364>. Acesso em: 29 nov. 2019.

MARINO, Lúcia Helena Fazzane de Castro. **Gestão da qualidade e gestão do conhecimento: Fatores-chave para produtividade e competitividade empresarial**. 2006. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/598.pdf>. Acesso em: 30 set. 2019.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P.. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005. 562 p.

MONTGOMERY, Douglas C.; RUNGER, G. C., **Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros**; tradução Veronica Calado. 2a ed., Editora LTC, Rio de Janeiro, 2009

MELO, Pedro Paulo Mendonça. **Treinamento em uma empresa de confecção de uniformes**. 2012. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/8093974-Treinamento-em-uma-empresa-de-confeccao-de-uniformes.html>>. Acesso em: 22 dez. 2019.

MOREIRA, Daniel A. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo. Pioneira, 2004.

OLAVE, Maria Elena León; AMATO NETO, João. **Redes de cooperação produtiva: uma estratégia de competitividade e sobrevivência para pequenas e médias empresas**. 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v8n3/v8n3a06>>. Acesso em: 30 set. 2019.

OLIVEIRA, Adamo Henrique Rocha de; TODARO, Mauro Enrique Carozzo. **Arranjo físico do sistema produtivo de uma fábrica de uniformes**. 2014. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STO_195_104_24581.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2020.

OLIVEIRA, Cássia Luciana Pfister Alves de. **Análise e controle da produção em empresa têxtil, através da cronoanálise**. 2009. 45 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Centro Universitário de Formiga – Unifor-mg, Formiga, 2009. Disponível em: <<https://bibliotecadigital.uniformg.edu.br:21015/xmlui/bitstream/handle/123456789/70/CassiaLOliveira-EP.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 30 set. 2019.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão estratégica da qualidade: Princípios, Métodos e Processos**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 220 p.

PANUCCI-FILHO, Laurindo; GARCIAS, Paulo Mello. **Visão Geral das Alianças no Crescimento das Organizações: Uma Análise sob A Ótica das Indústrias de Confecções de Jeans**. Revista Admpg: Gestão Estratégica, Paraná, v. 3, n. 1, p.83-92, set. 2010. Disponível em: <<http://www.admpg.com.br/revista2010/artigos/Artigo%20AREA%207%20ARTIGO%207.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2019.

PINHEIRO, Bruna de Paula. **Levi's 501: de peça de trabalho a símbolo de comportamento**. 2015. 63 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialista em Moda, Cultura de Moda e Arte, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2015. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/posmoda/files/2015/02/Monografia-Bruna-de-Paula-Pinheiro.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2019.

PRODANOV, Cleber; FREITAS, Ernani. **Metodologia do trabalho científico** [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RAMOS AW. **CEP para processos contínuos e em bateladas**. São Paulo: Ed Edgard Blucher; 2000. 130p

RAMOS, Edson Marcos Leal Soares; ALMEIDA, Silvia dos Santos de; ARAÚJO, Adrilayne dos Reis. **Controle estatístico da qualidade**. Porto Alegre: Bookman, 2013. 160 p.

ROCHA, Juliana Aparecida Vieira da; NAVARRO, Alexandre. **A importância da capacidade produtiva e cronoanálise para empresas do polo moveleiro de Ubá**. 2014. Disponível em: <<http://www.saepro.ufv.br/wp-content/uploads/2014.15.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2013.

SCARTEZINI, Luís Maurício Bessa. **Análise e Melhoria de Processos**. 2009. Disponível em: <<http://siseb.sp.gov.br/arqs/GE%20B%20-%20Análise-e-Melhoria-de-Processos.pdf>>. Acesso em: 21 dez. 2019.

SCUCUGLIA, Rafael. **Como mapear seus processos**. 2008. Boletim de Informações Gerenciais da Justiça Federal. Disponível em: <https://www2.cjf.jus.br/jspui/bitstream/handle/1234/5482/N_16_AGO2008.pdf?sequence=1>. Acesso em: 02 dez. 2019.

SLACK, N. et al. **Administração da Produção**. São Paulo. Atlas. 2006.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 703 p. Tradução de: Maria Teresa Corrêa de Oliveira.

TEIXEIRA, Ana Luisa Alves. **Mapeamento de processos: teoria e caso ilustrativo**. Disponível em: <http://www.puc-rio.br/pibic/relatorio_resumo2013/relatorios_pdf/ctc/IND/IND-AnaLuisaAlvesTeixeira.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2019.

VIEIRA, Romero Rondinele dos Santos et al. **Estudo de tempos e métodos no processo produtivo de uma panificadora localizada em Mossoró/RN**. Revista Eletrônica Gestão & Sociedade, Mossoró, v. 9, n. 23, p.977-999, maio 2015. Disponível em: <<https://www.gestaoesociedade.org/gestaoesociedade/article/view/2029>>. Acesso em: 22 nov. 2019.

WALTER, Olga Maria Formigoni Carvalho et al. **Aplicação individual e combinada dos gráficos de controle Shewhart e CUSUM: uma aplicação no setor metal mecânico**. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-530X2013000200003&script=sci_arttext&tlng=es>. Acesso em: 30 nov. 20

WANZELER, Marítiza dos Santos; FERREIRA, Laura Maria Leite; SANTOS, Yvelyne Bianca Iunes. **Padronização de processos em uma empresa do setor moveleiro: um estudo de caso**. 2010. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_tn_stp_113_745_16460.pdf>. Acesso em: 23 dez. 2019.

