



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
NÚCLEO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ANA FLÁVIA PONTES RAMOS

**ESTUDO DE TEMPOS E APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE QUALIDADE
PARA AUMENTO DA PRODUTIVIDADE EM EMPRESA DE ACUMULADORES
ELÉTRICOS**

Caruaru
2020

ANA FLÁVIA PONTES RAMOS

**ESTUDO DE TEMPOS E APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE QUALIDADE
PARA AUMENTO DA PRODUTIVIDADE EM EMPRESA DE ACUMULADORES
ELÉTRICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção da graduação/bacharelado em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Gestão da Produção.

Orientador: Prof^o. Dr. Osmar Veras de Araújo

Caruaru
2020

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Simone Xavier - CRB/4 - 1242

R175e Ramos, Ana Flávia Pontes.
Estudo de tempos e aplicação de ferramentas de qualidade para aumento da produtividade em empresa de acumuladores elétricos. / Ana Flávia Pontes Ramos. – 2020.
41 f. ; il. : 30 cm.

Orientador: Osmar Veras Araújo.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Engenharia de produção, 2020.
Inclui Referências.

1. Controle de qualidade. 2. Produtividade. 3. Gestão da produção. I. Araújo, Osmar Veras (Orientador). II. Título.

CDD 658.5 (23. ed.)

UFPE (CAA 2020-110)

ANA FLÁVIA PONTES RAMOS

**ESTUDO DE TEMPOS E APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE QUALIDADE
PARA AUMENTO DA PRODUTIVIDADE EM EMPRESA DE ACUMULADORES
ELÉTRICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Produção do Centro Acadêmico do Agreste - CAA, da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Aprovada em: 13/11/2020.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Osmar Veras Araujo
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE (Orientador)

Prof. Dra. Thárcylla Rebecca Negreiros Clemente
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE (Examinador Interno)

Prof. Dra. Renata Maciel De Melo
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE (Examinador Interno)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que me dá forças e sabedoria em toda a minha trajetória na graduação, nossa Senhora que em muitos momentos foi quem me sustentou e acalmou meu coração.

Agradeço a minha família, em especial meus pais Alexiana Ramos e Flávio Humberto Pontes, que sempre me incentivaram nessa trajetória dando todo o apoio necessário, investindo em minha educação e torcendo por mim em cada etapa de minha vida.

Ao meu noivo, Eric Gonçalves, que me motivou por vezes quando desanimei, que vibrou com cada desafio concluído e que me apoiou em todos os momentos em que precisei focar nos estudos.

Aos meus colegas de faculdade, e de profissão por tudo que dividimos nesses anos, por noites sem dormir nos preparando para provas e trabalhos e por sempre torcerem pelo meu sucesso.

Ao meu orientador Doutor Osmar Veras, e estendo aqui o agradecimento a todos os professores, que não mediram esforços para ensinar e ajudar em todos os momentos de dúvidas na trajetória acadêmica.

Por fim, agradeço a todos que ajudaram direta ou indiretamente em minha formação e o sucesso desse trabalho.

Pois, que adianta ao homem ganhar o mundo inteiro e perder a sua alma?

Marcos 8:36

RESUMO

Em decorrência da globalização, as organizações buscam constantemente por vantagens competitivas, e por isso, necessita-se eliminar desperdícios aprofundando estudos com aplicação de ferramentas que embasem ações para ganhos de produtividade nos processos de geração de produto ou serviços. O presente trabalho trata de um estudo realizado em uma linha de produção de acabamento de uma empresa de acumuladores elétricos que necessitava de aumentar sua capacidade produtiva. A demanda surgiu por uma escolha gerencial, já que na linha era necessário aumentar o mix de baterias da linha em 20%. Para isso aplicou-se a ferramenta de cronoanálise, visando definir o processo gargalo e detalhar as operações que delimitam a capacidade produtiva da linha. Com o levantamento dos tempos que não agregam valor ao produto do processo gargalo, foi utilizada o gráfico de Pareto visando priorizar a atuação nos problemas, com isso a ferramenta de 5 porquês foi aplicada e as ações definidas por meio do 5W2H. Após as implementações das ações o objetivo do trabalho proposto foi atingido, obtendo um aumento de 29% na produtividade da linha.

Palavras-chaves: Cronoanálise. Ferramentas de qualidade. Produtividade.

ABSTRACT

As a result of globalization, organizations are constantly looking for competitive advantages, and therefore, it is necessary to eliminate waste by deepening studies with the application of tools that support actions for productivity gains in product or service generation processes. The present work deals with a study carried out on a finishing production line of an electric accumulator company that needed to increase its production capacity. The demand arose for a managerial choice, since in the line it was necessary to increase the line's battery mix by 20%. For that, the chronoanalysis tool was applied, aiming to define the bottleneck process and detail the operations that delimit the productive capacity of the line. With the survey of times that do not add value to the product of the bottleneck process, the Pareto chart was used in order to prioritize the performance in the problems, with that the tool of 5 whys was applied and the actions defined through the 5W2H. After the implementation of the actions, the objective of the proposed work was achieved, obtaining an increase of 29% in the productivity of the line.

Keywords: Chronoanalysis. Quality tools. Productivity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-Diagrama de Ishikawa	16
Figura 2- Histograma modelo.....	18
Figura 3- Exemplo de Diagrama de Pareto	19
Figura 4- Símbolos do fluxograma.....	20
Figura 5- Demonstração de gráficos de dispersão.	21
Figura 6-Software de cronoanálise utilizado para captura de tempos de cada atividade.	25
Figura 7-Metodologia aplicada no estudo.	26
Figura 8- Fluxograma do processo	29
Figura 9- Acompanhamento de produção diário por turno da linha antes	30
Figura 10- Média de produção por turno.....	31
Figura 11- Gráfico de pizza operações V/NV em porcentagem antes da melhoria.	32
Figura 12- Gráfico de Pareto com tempo das operações NV em segundos.	33
Figura 13-Tempo de ciclo do produto A, anterior e posterior às melhorias aplicadas	37
Figura 14- Acompanhamento de produção diária por turno depois da implementação.....	38
Figura 15 - Gráfico de pizza operações V/NV em porcentagem após a melhoria.	38

LISTA DE TABELA

Tabela 1-Folha de verificação utilizado para coleta de dados.....	24
Tabela 2-Tempos de processamento.....	29
Tabela 3- Tempo médio por operações do processo Teste TAD/TVZ.....	32
Tabela 4- Aplicação da ferramenta dos cinco porquês.....	34
Tabela 5- Plano de ação 5W2H	35
Tabela 6- Comparação entre cenários dos tempos de processamentos das operações críticas	36
Tabela 7- Capacidade do processo antes e após o projeto.....	37

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	JUSTIFICATIVA.....	12
1.2	OBJETIVO.....	12
1.2.1	Objetivo geral.....	12
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	ESTUDO DOS TEMPOS E MOVIMENTOS	14
2.1.1	Cronoanálise.....	14
2.1.2	Processo Gargalo.....	14
2.2	TÉCNICA 5W2H.....	15
2.3	METODOLOGIA DOS 5 PORQUÊS	15
2.4	FERRAMENTAS TRADICIONAIS DA QUALIDADE TOTAL	15
2.4.1	Diagrama de Ishikawa.....	16
2.4.2	Carta de controle	17
2.4.3	Histograma	17
2.4.4	Diagrama de Pareto	18
2.4.5	Fluxograma de Processo.....	20
2.4.6	Diagrama de dispersão	21
2.4.7	Folha de verificação	21
3	METODOLOGIA.....	23
3.1	NATUREZA DA PESQUISA.....	23
3.2	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	23
3.3	COLETA DE DADOS.....	23
3.4	ETAPAS DA PESQUISA	25
4	ESTUDO DE CASO	27
4.1	HISTÓRICO DA EMPRESA EM ESTUDO	27
4.2	DEFINIÇÃO DA EQUIPE DE TRABALHO.....	27
4.3	DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO.....	28
4.4	DEFINIÇÃO DAS AÇÕES	33
5	ANÁLISE DOS RESULTADOS	36
6	CONCLUSÃO.....	39
	REFERENCIAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a necessidade de se atualizar frente as inovações tecnológicas e sociais do mercado garantem às empresas vantagens competitivas que podem fazer uma diferença grandiosa no futuro da organização. Segundo Porter (1989), “uma empresa obtém vantagens competitivas, executando as atividades estrategicamente importantes de uma forma mais barata ou melhor do que a concorrência”.

De acordo com FARIA, VIEIRA E PERETTI (2012, P.1-2),

Com clientes cada vez mais exigentes no que se refere à inovação, à entrega, à qualidade, aos prazos e, principalmente, aos preços dos produtos e serviços, as empresas precisam ter flexibilidade em sua produção e buscar, continuamente, o aumento da produtividade, eficiência e melhoria contínua de seus produtos e serviços, em meio a um mercado cada dia mais competitivo, em meio à concorrência.

Com as vantagens competitivas em evidência se faz necessário buscar constantemente melhorias no processo que garantam a eliminação de perdas e aumento de produtividade. Esse objeto de estudo portanto, busca evidenciar a aplicação de ferramentas básicas de qualidade e ferramentas de estudo de tempos que auxiliam na identificação e redução de perdas no processo. A organização onde o estudo foi aplicado vem buscando tornar seus processos mais eficientes quanto a produção, custo e qualidade, desenvolvendo estruturas sólidas de sistemas de gestão, direcionadores e metas.

O trabalho foi aplicado em uma Empresa de Acumuladores que atua há mais de 60 anos no mercado, na linha de acabamento onde o projeto foi aplicado se fez necessária a análise da linha para que fosse possível aumentar em 20% o mix de baterias da linha. Com o crescimento do seu mix de produtos, foi necessário também aumentar a produção da linha já que não era possível suprir esse aumento de demanda sem que sua capacidade produtiva aumentasse.

No cenário nacional em 2017, economicamente falando, o Brasil se tornou o 8º maior produtor mundial de veículos segundo a SINDIPEÇAS, Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores, e a ABIPEÇAS, Associação Brasileira da Indústria de Autopeças e para suprir essa demanda e a do mercado de reposição são necessárias melhorias contínuas no processo que garantam ganhos em produtividade para organização.

Mediante a isso, o estudo visou a redução de perdas em uma linha de acabamento utilizando do processo de cronoanálise, calculando o tempo de ciclo dos processos a serem estudados e com base nas observações ao longo do processo foi determinando o processo gargalo da linha que impacta diretamente na sua capacidade nominal. Realizando a aplicação de ferramentas de estudo de tempos, mapeamento de processos e ferramentas de qualidade de

forma integrada foi possível a atuação focada no problema, obtendo resultados significativos na linha.

O procedimento de pesquisa do estudo aqui explanado é o estudo de caso, que trata de uma investigação sobre o tema, aplicação e experiências no mesmo. É importante ressaltar que os resultados obtidos nesse estudo não devem ser levados como generalizadores, pois não podem ser usados para representar todos os casos, apenas os que foram realizados nessa pesquisa.

1.1. JUSTIFICATIVA

Consequente a alta demanda do mercado por serviços e produtos mais rápidos e com maior qualidade, a necessidade de trazer a visão do cliente externo para o ambiente fabril é extremamente importante, a busca por melhoria da produtividade e maior eficiência, direciona a organização para um olhar mais criterioso quanto aos seus desperdícios e excessos.

Para realizar essa análise é necessário aprofundar os estudos e aplicação de ferramentas que embasem ações para ganhos de produtividade e qualidade nas linhas de produção. O presente trabalho trata de um estudo de tempos, em uma linha de produção de uma empresa de acumuladores elétricos, visando detectar o processo gargalo e detalhar as operações que delimitam a capacidade produtiva.

Acredita-se que esse estudo contribui no entendimento e disseminação de ferramentas de qualidade, expondo a importância e ganhos com a utilização das mesmas e de como aplicá-las em um ambiente laboral. Assim os temas tratados se tornam de grande relevância, já que quando bem aplicado promovem um ambiente de gestão melhorado, podendo, com modificações simples, gerar resultados significativos.

Além disso, este estudo busca contribuir com a literatura, trazendo um caso prático em uma empresa de acumuladores elétricos. Aliado a isso, busca contribuir com as necessidades da organização, melhorando os resultados de uma linha de produção eliminando desperdícios e aumentando a produtividade, bem como, aplicar os conceitos aprendidos ao longo do curso de Engenharia de Produção.

1.2. OBJETIVO

1.2.1. **Objetivo geral**

Por meio desse trabalho tem-se por objetivo realizar um estudo para redução de desperdícios em um processo de produção de uma indústria de Acumuladores Elétricos, aplicando ferramentas da qualidade e de estudo de tempos de forma integrada.

Objetivos específicos

- Mapear processos da linha para definir processo gargalo;
- Aplicar a cronoanálise no processo gargalo identificando as operações que não agregam valor;
- Classificar e priorizar as operações que não agregam valor que mais impactam no tempo total;
- Aplicar ferramentas para encontrar as causas raízes das perdas;
- Estabelecer e implementar um plano de ação;
- Realizar uma análise comparativa entre os cenários anterior e atual da linha.

1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO

A estrutura do trabalho é composta por seis capítulos, apresentados da seguinte forma:

Capítulo 1- Refere-se a uma descrição do tema abordado apresentando o contexto geral em que a problemática do estudo está inserida, bem como a justificativas e objetivos, geral e específico;

Capítulo 2- É apresentada a revisão bibliográfica citando autores com obras relevantes nos temas abordados no estudo, realizando a fundamentação teórica do trabalho;

Capítulo 3- É utilizado para apresentar a metodologia de pesquisa utilizada, estabelecer a natureza da pesquisa, sua classificação e onde são definidas as etapas do trabalho;

Capítulo 4- É feita descrição da empresa a qual o estudo será aplicado, descreve o problema e a equipe responsável pelo desenvolvimento e implementação do estudo, assim como é realizado o detalhamento dos dados e relata-se a aplicação das ferramentas utilizadas bem como as ações levantadas.

Capítulo 5- São demonstrados os resultados da aplicação das ações e análises do cenário anterior e após as ações serem implementadas;

Capítulo 6- São apresentadas as considerações finais sobre o estudo, e sugestões de trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. ESTUDO DOS TEMPOS E MOVIMENTOS

O estudo dos tempos e movimentos é uma análise com base em técnicas de cada atividade de um determinado processo que objetiva determinar quais os melhores e mais eficientes métodos para executá-la. Além disso, o estudo de tempos busca encontrar um padrão de referência que é utilizado para determinar a capacidade produtiva do processo, determinar o valor da mão de obra direta, estimar os custos de um novo produto, entre outros.

Segundo PEINADO, GRAEML(1988, p. 95)

A mensuração do trabalho, feita de forma científica, utilizando técnicas estatísticas, teve seu início na primeira metade do século passado, e era aplicada apenas em organizações do tipo industrial. Seus precursores foram Frederick W. Taylor e o casal Frank e Lillian Gilbreth. O objetivo da medida dos tempos de trabalho era determinar a melhor e mais eficiente forma de desenvolver uma tarefa específica.

2.1.1. Cronoanálise

A cronoanálise surgiu a partir do estudo de tempos e movimentos com os estudos de Taylor e Frank Gilbert onde é possível não só mensurar o tempo mas também analisa-lo, e a importância de dividir as operações de um processo produtivo para conseguir mensurar cada uma delas e identificar as operações que não agregam valor ao produto. Dessa forma, a cronoanálise é utilizada como ferramenta para quantificar os gargalos do processo produtivo.

2.1.2. Processo Gargalo

O gargalo pode ser entendido como a função que limita a saída, foi definido por Lorentzen, Deuse e Roser (2014) como “a máquina cuja taxa de produção isolada é a menor entre todas as máquinas do sistema”. No chão de fábrica é possível entender a função como o processo que “bloqueia” o processo anterior, já que seu processo subsequente está cheio, e que deixa o processo subsequente “faminto”, já que o processo anterior não libera produtos. A detecção de gargalos na fabricação é o primeiro e mais importante passo para melhorar a capacidade geral de fabricação.

O método utilizado para detecção do gargalo no presente estudo foi do tempo de processamento, onde são medidos os tempos de processo no fluxo do material sob condições isoladas, esse método oferece uma análise simples e rápida de detectar o processo gargalo.

É necessário também entender que a análise de observação da linha e dos tempos de ciclo auxiliam a definir qual o processo macro a ser estudado, porém a estratificação do

processo macro, vai levar as operações ou processos secundários que são os gargalos da produção.

2.2. TÉCNICA 5W2H

A técnica vai auxiliar no planejamento e acompanhamento das ações, determinando as questões seguintes: o que? (What), por quê? (Why), quem? (Who), onde? (Where), quando? (When), como? (How) e quanto? (How much).

Segundo Machado (2012) “O plano de ação 5W2H é uma maneira simples que contém as informações necessárias para o acompanhamento e a execução da ação pretendida. Podemos complementá-lo com a elaboração de um gráfico com prazos e tarefas relacionados entre si.”

2.3. METODOLOGIA DOS 5 PORQUÊS

A ferramenta consiste em perguntar cinco vezes o porquê de um problema ou defeito com o objetivo de se chegar à causa raiz. Na prática sua aplicação pode levar a um número inferior aos 5 porquês para determinação da causa principal, porém segundo o criador da ferramenta Sakichi Toyoda esse é o número ideal de vezes que seria necessário perguntar o porquê de um problema ocorrer para chegar à causa raiz.

2.4. FERRAMENTAS TRADICIONAIS DA QUALIDADE TOTAL

As ferramentas tradicionais da qualidade ou conjunto de técnicas da qualidade total foram determinadas por PALADINI (1997, p.66),

[...] são dispositivos, procedimentos gráficos, numéricos ou analíticos, formulações práticas, esquemas de funcionamento, mecanismos de operação, enfim métodos estruturados para viabilizar a implantação da Qualidade Total. Normalmente, cada ferramenta refere-se uma área específica do projeto ou do funcionamento do sistema de qualidade ou, ainda, da avaliação de seu desempenho. As ferramentas dispõem de ênfase específica, que pode referir-se a uma análise prática do processo produtivo para, por exemplo, determinar previsões acerca de seu desenvolvimento; ou a análise da ação de concorrentes em uma mesma faixa de mercado ou, ainda, a como melhor atender um grupo de consumidores.

Essas ferramentas foram determinadas como um dos três grupos de ferramentas que apoiam a implementação do sistema de qualidade total, que foi definido por Falconi (1992, p.41)

[...] o controle da qualidade total é um novo modelo gerencial centrado no controle do processo, tendo como meta a satisfação das necessidades das pessoas. O objetivo mais importante deste “controle” é garantir a qualidade do “seu produto” (seja ele qual for) para o seu cliente externo ou interno.

Segundo Paladini (1997), as ferramentas tradicionais da qualidade são ferramentas que foram desenvolvidas a mais tempo ou foram trazidas de outras ciências ou áreas de conhecimento.

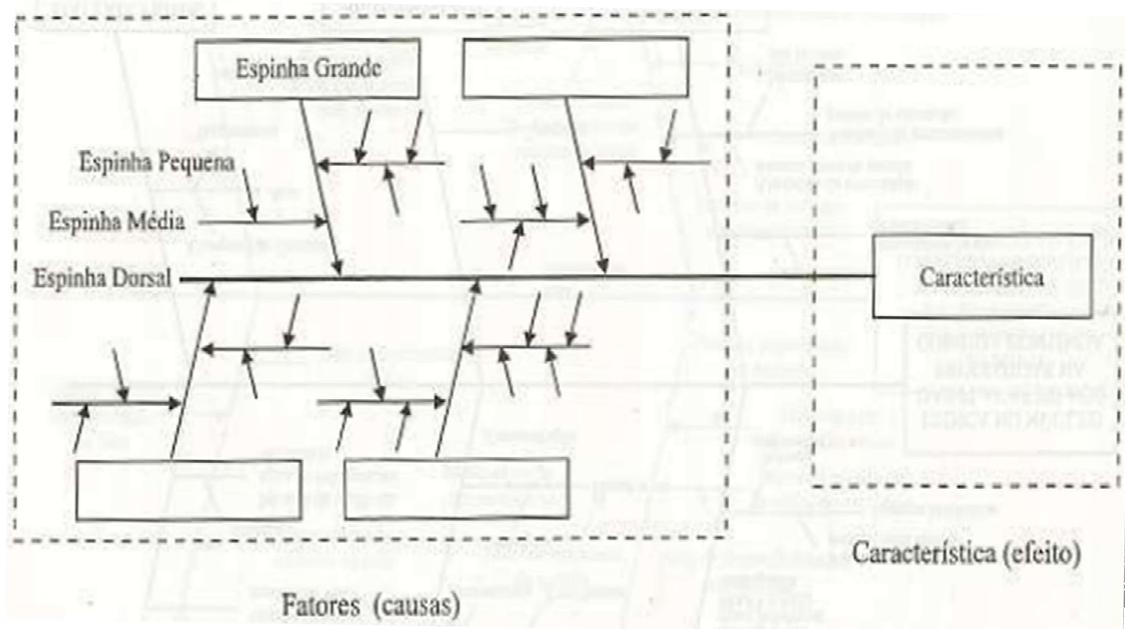
As sete ferramentas tradicionais da qualidade são:

- Diagrama de Ishikawa
- Carta de controle
- Histograma
- Diagrama de Pareto
- Fluxograma de Processo
- Diagrama de Dispersão
- Folha de Verificação

2.4.1. Diagrama de Ishikawa

Diagrama de Ishikawa ou de causa e efeito, foi desenvolvido em 1943 por Kaoru Ishikawa, considerado como “pai” do Controle de Qualidade total. Esse diagrama também é conhecido como gráfico de espinha de peixe pelo seu formato, onde a espinha dorsal é ligada a fluxo de informações que são as causas que geram o efeito estudado.

Figura 1-Diagrama de Ishikawa



Fonte: Werkema,1995

De acordo com Werkema (1995, p. 01),

[...] o diagrama de Causa e Efeito é uma ferramenta utilizada para apresentar a relação existente entre um resultado de um processo (efeito) e os fatores (causas) do processo que por razões técnicas, possam afetar o resultado considerado.

Para elaborar o diagrama foram definidas 6 causas principais (ou primárias) de problemas ou efeitos, que podem ajudar a identificar as causas secundárias e auxiliarem na estrutura inicial para análise, são elas:

Mão de obra, Métodos, Máquina, Materiais, Meio ambiente e Medição. Há também dentro dessa ferramenta um uso mais básico para a mesma que seria a utilização apenas das 4 primeiras causas descritas. Existe, porém, outras formas de agrupamento que vão se adequar para cada caso.

Para MARTINELLI (2009, p.145),

O diagrama é uma maneira prática de analisar os *inputs* que afetam a qualidade e identificam as principais causas de problemas, além de auxiliar a identificação da causa fundamental do problema e a determinação das ações que deverão ser adotadas, para atuar nos problemas identificados.

De acordo com Paladini (1997, p.68), “a construção do diagrama Causa-efeito começa com a identificação do efeito que se pretende considerar, colocando-o no lado direito do diagrama”. Após isso é criada uma espinha dorsal e dela um fluxo é criado associado a cada uma das causas principais, em seguida as causas secundárias são associadas a cada uma das causas principais e nessa fase é de extrema importância a participação do máximo de pessoas que entendem ou atuam no processo, para que todas as causas sejam mapeadas.

2.4.2. Carta de controle

Os fundamentos básicos da carta de controle ou gráfico de controle foram propostos na década de 20, por Shewhart, e foi aperfeiçoado pelo mesmo em 1941, visando tornar os gráficos de controles mais sensíveis a desvios pequenos nas médias dos processos. São modelos que visam especificar as limitações superiores e inferiores de uma variável, onde “em uma linha central coloca-se a tendência da população; já as curvas irão determinar a evolução histórica de seu comportamento e a tendência futura.” (COSTA,2003, p.30).

“Os limites de controle são calculados aplicando-se fórmulas simples aos dados do processo. As cartas de controle podem trabalhar tanto com dados por variável (mensuráveis) como com dados por atributo (discretos).” (MACHADO, 2012, p.50). E segundo Schiling e Nelson (1976) amostras pequenas (considerando um $n=20$), já são suficientes para suposição da realidade para o gráfico de controle.

2.4.3. Histograma

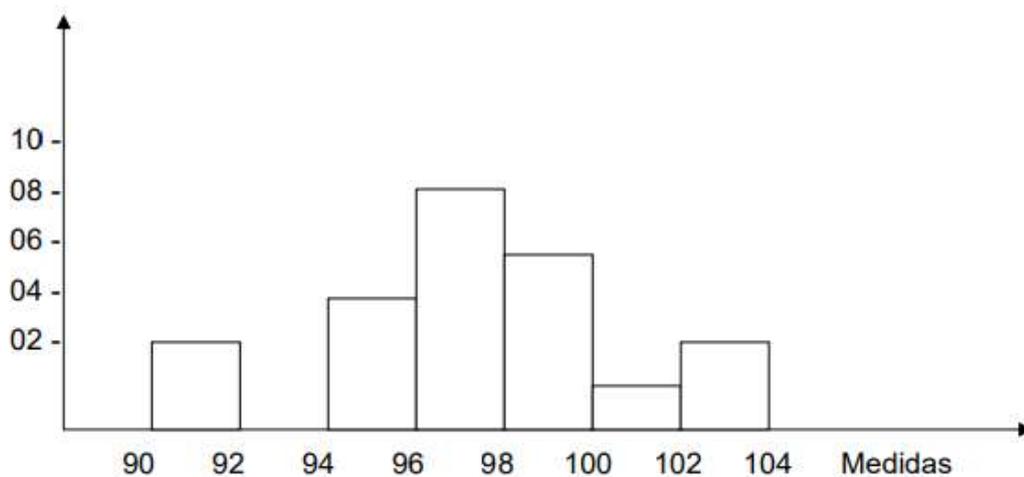
O histograma, também conhecido como distribuição de frequências, é uma ferramenta da qualidade em formato de gráfico, esse descreve a frequência da variação de um processo e

a forma que os dados assumem na distribuição da população como um todo. Para MACHADO, (2012, p. 49),

O histograma tem como finalidade mostrar a distribuição dos dados através de um gráfico de barras indicando o número de unidades em cada categoria. Um histograma é um gráfico de representação de uma série de dados.

É importante dizer que a distribuição tem como função demonstrar o padrão da variação dos resultados, que podem ser produzidos sob um processo controlado, representando o padrão de variação de uma população. Por tanto, quanto maior for o número de amostras mais informações poderão ser obtidas através da distribuição.

Figura 2- Histograma modelo



Fonte: Paladini, 1997.

2.4.4. Diagrama de Pareto

Criado a partir dos estudos de Vilfredo Pareto, economista italiano, o Diagrama de Pareto tem como função discriminar os problemas prioritários e é amplamente utilizado para analisar e planejar as melhorias nos processos. O economista constatou que 80% da riqueza pertencia a 20% do povo, levantando a ideia de distribuição não uniforme, e constatando que essa proporção se repetia em diferentes países e épocas.

Essa relação foi validada também no meio industrial por Joseph Juran, considerado um dos principais gurus da qualidade, utilizou o conceito para determinar a causa de um problema, onde encontrou a mesma distribuição anteriormente encontrada por Vilfredo Pareto, onde Paladini(1997, p.71) diz “O modelo econômico de Pareto foi revelado para a área da Qualidade sob a forma ‘alguns elementos são vitais; muitos, apenas triviais’, por Juran”. Tornando essa uma ferramenta da qualidade em que 80% dos problemas estão contidos

em 20% das causas ou perdas, a proporcionalidade não é exata em todas as situações, porém o princípio pode ser observado em qualquer uma delas.

Segundo a definição de Martinelli (2009, p.144), “o diagrama de Pareto é um gráfico de barras que classifica e ordena os dados por frequência de ocorrência. Uma curva pode ser inserida no gráfico com a soma acumulada dos valores em porcentagem.”

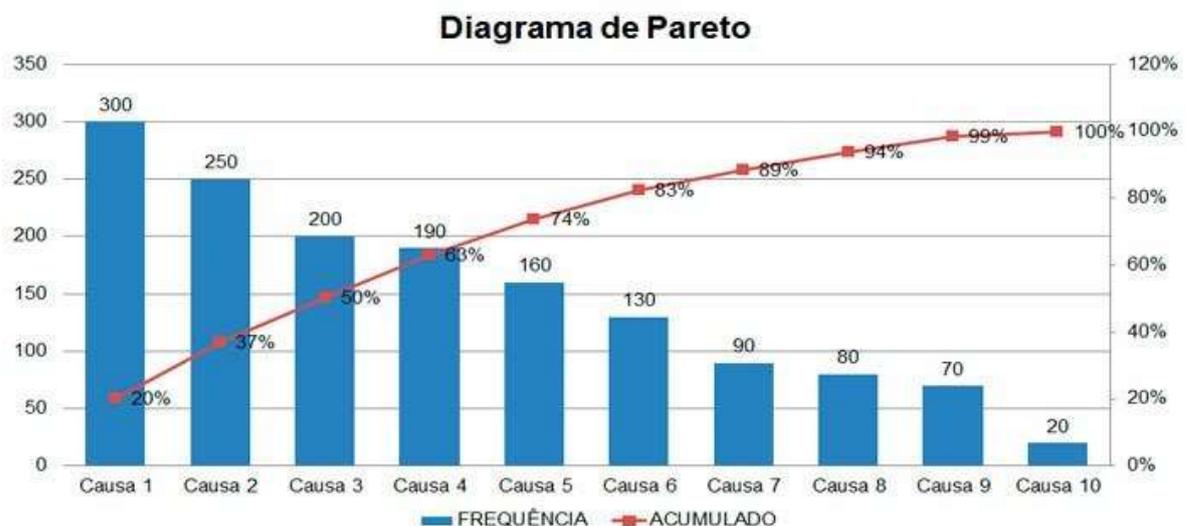
Essa ferramenta segundo Vieira (2007) é importante pois indica quais as ações prioritárias, evitando assim que os esforços sejam empreendidos em coisas pequenas. E CARPINETTI (2010, p.80), complementa

“O Princípio de Pareto afirma também que entre todas as causas de um problema, algumas poucas são as grandes responsáveis pelos efeitos indesejáveis do problema. Logo, se forem identificadas as poucas causas vitais dos poucos problemas vitais enfrentados pela empresa, será possível eliminar quase todas as perdas por meio de um pequeno número de ações.”

O diagrama sugere que se deve atentar para os itens com maior criticidade, e por isso o gráfico de barras deve ser ordenado em ordem decrescente de importância, onde a causa ou item que mais impacta no problema avaliado está na lateral esquerda do gráfico. O gráfico pode ser utilizado com diferentes critérios de medição, como frequência, custo ou tempo, permitindo que a causa principal seja detectada e os esforços para sua eliminação sejam focados.

Para se obter o diagrama é necessário primeiramente a coleta de dados, definindo o que será estudado e o método de coleta, criar uma folha de verificação onde se deve definir a frequência que os dados serão coletados e por quanto tempo e categorizar os dados. Após isso é feita a frequência relativa e acumulada de cada item levantado e é criado o gráfico em ordem decrescente.

Figura 3- Exemplo de Diagrama de Pareto



Fonte: <https://gestaodesegurancaprivada.com.br/diagrama-ou-grafico-de-pareto-conceito/>

2.4.5. Fluxograma de Processo

“O fluxograma é uma representação gráfica que permite fácil visualização de um processo” (MARSHAL, et al., 2006, p. 103). Em Paladini (1997, p.72), encontramos que:

[...] os fluxogramas são ferramentas recomendadas em qualquer atividade de programação computacional. Sua utilização na área da qualidade refere-se à determinação de um fluxo de operações bem definido. O fluxo permite visão global do processo por onde passa o produto e, ao mesmo tempo, ressalta operações críticas ou situações em que haja cruzamento de vários fluxos (que pode, por exemplo, constituir-se em ponto de congestionamento).

Os fluxogramas utilizam símbolos padrões para representar os diferentes tipos de operações em um processo, como pode-se observar na figura 4. A correta identificação de um processo, por meio de ferramentas como o diagrama de processo e os fluxogramas, permite que ele seja analisado e melhorado. “Os fluxogramas são formas de representar por meio de símbolos gráficos, a sequência dos passos de um trabalho, para facilitar sua análise.” Peinado e Graeml (2007, p.140).

Figura 4- Símbolos do fluxograma

	Indica o início ou fim do processo
	Indica cada atividade que precisa ser executada
	Indica um ponto de tomada de decisão
	Indica a direção do fluxo
	Indica os documentos utilizados no processo
	Indica uma espera
	Indica que o fluxograma continua a partir desse ponto em outro círculo, com a mesma letra ou número, que aparece em seu interior

Fonte: <https://blogdaqualidade.com.br/fluxograma-de-processo/>

Com a elaboração do fluxograma é possível identificar fatores problemáticos no processo, que poderão ser tratados e melhorados com a finalidade de determinar o fluxo real e ideal, pois segundo MARTINELLI(2009, p. 74),

A descrição clara, objetiva e lógica de um processo é fundamental para se assegurar que determinado processo possibilitará atingir o objetivo

desejado, ou seja, atender os requisitos exigidos e proporcionar satisfação do cliente.

2.4.6. Diagrama de dispersão

O diagrama de dispersão mostra os efeitos em uma variável quando outra é alterada, objetivando testar a possível relação entre as duas, por tanto é demonstrado através dessa o reflexo de uma variável na outra.

No entanto, segundo MARTINELLI (2009) essa correlação entre variáveis, dados, parâmetros ou fatores, pode ser positiva, negativa ou até mesmo não apresentar correlação. Nesse caso, quando não há correlação entre as variáveis analisadas, deve-se fazer o estudo com outros dados que podem demonstrar correlações positivas ou negativas.

Figura 5– Demonstração de gráficos de dispersão.



Fonte: Statistical, Methods for Quality Improvement, 1998.

2.4.7. Folha de verificação

Segundo Machado (2012), a folha de verificação pode ser entendida como tabelas ou planilhas utilizadas com o objetivo de facilitar a coleta e análise de dados, fazendo assim com que se tenha economia de tempo e ajudando na redução de erros.

Segundo Paladini (1977, p.70),

[...] são representações gráficas de situações que requerem grande organização de dados. Da maneira como é feita, a folha exige atenção à coleta de dados, segurança e precisão nas contagens feitas. Apesar deste cuidado, é fácil construí-la e interpretá-la. O modelo visual que a folha determina permite rápida percepção da realidade que ela espelha e imediata interpretação da situação.

Segundo Vieira (2007), as etapas para criação da folha de verificação são:

- Determinar exatamente o que será verificado.

- Período em que os dados serão verificados.
- Formulário claro e de fácil manuseio.
- Garantir que os dados obtidos são confiáveis e consistentes.
- Os responsáveis por recolherem os dados devem conhecer do assunto.

3 METODOLOGIA

3.1. NATUREZA DA PESQUISA

De acordo com Thesaurus (2016), a natureza da pesquisa pode ser classificada em dois tipos: básica e aplicada. Sendo a básica associada a pesquisa de algo novo, um avanço na ciência e, portanto, não precisa ser aplicada, já a pesquisa aplicada é direcionada para aplicação de conhecimentos prévios para resolução de problemas específicos. Esse estudo tem como classificação de natureza da pesquisa, a pesquisa aplicada, pois nele são aplicados os conceitos teóricos apresentados na revisão bibliográfica, na solução de um determinado problema.

3.2. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Método- O método ou abordagem para esse estudo pode ser classificado como “quali-quantitativo”, já que foram realizadas medições e análises quantitativas do processo estudado, e tem o embasamento qualitativo, já que as ferramentas utilizadas no estudo são ferramentas de qualidade que indicaram a causa raiz de forma qualitativa, além de que a escolha de quais ferramentas utilizar foram determinadas considerando os aspectos qualitativos de cada ferramenta.

Procedimentos de pesquisa- O procedimento dessa pesquisa, é classificado como estudo de caso, já que o estudo se trata da aplicação de determinados conceitos em um caso singular, de uma empresa de acumuladores elétricos.

Objetivos- A pesquisa pode ter três tipos de classificação quanto a objetivos, exploratória, descritiva e explicativas. Esse trabalho tem por classificação a pesquisa exploratória, pois essa busca facilitar a familiaridade do pesquisador com o problema objeto de pesquisa.

3.3. COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada na linha de produção da própria empresa, onde os funcionários foram filmados realizando suas atividades no ritmo normal, utilizando a ferramenta de cronoanálise, realizando as análises dos ciclos através um software próprio da organização.

No presente estudo os valores absolutos apresentados com relação a produção, tempo de ciclo e outros indicadores serão colocados de forma fictícia por questões de sigilo, ou seja, não foram esses os dados reais coletados no processo. Porém os valores percentuais são reais tanto relacionados aos ganhos obtidos como também os valores considerados que foram simulados considerando a diferença percentual entre os mesmos.

Para a cronoanálise ser realizada primeiramente foi necessário levantar quais as operações do processo estudado, observando a linha e identificando cada uma das operações foi possível levantar onze operações do processo que foram descritas na folha de verificação (Tabela 1) para facilitar a coleta e análise de dados, junto aos tempos antes, durante e depois da atividade.

Tabela 1-Folha de verificação utilizado para coleta de dados

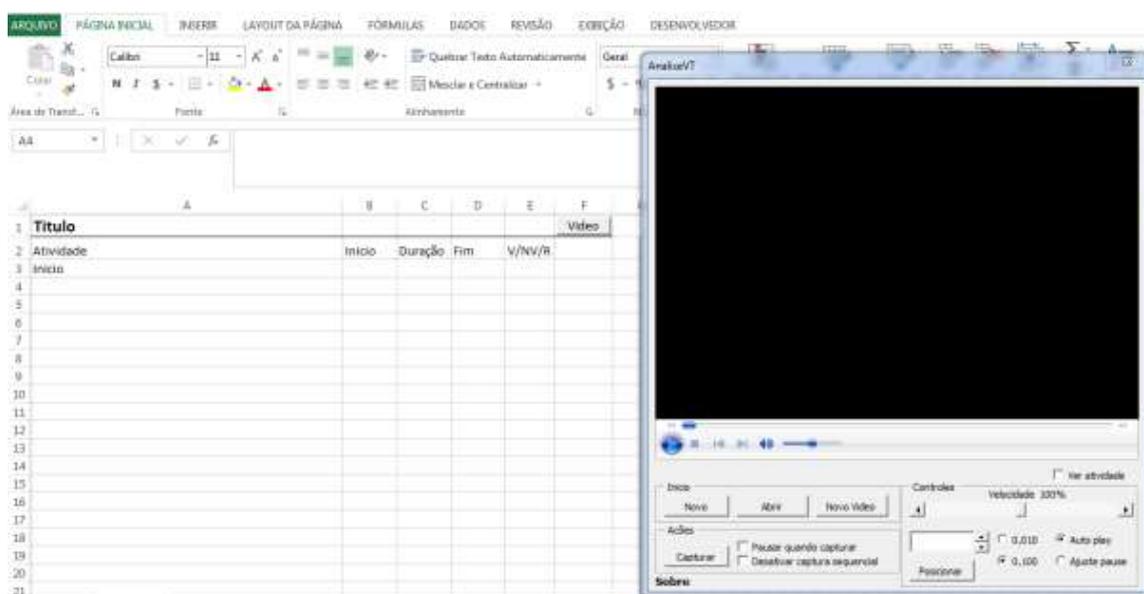
Atividade	Início	Duração	Fim	V/NV/R
Início	0,00	7,54	7,54	
Op1	7,54	0,35	7,89	NV
Op2	7,89	0,29	8,18	NV
Op3	8,18	0,16	8,34	NV
Op4	8,34	0,96	9,30	V
Op5	9,30	7,25	16,55	V
Op6	16,55	2,81	19,36	V
Op7	19,36	0,37	19,73	NV
Op8	19,73	1,15	20,88	NV
Op9	20,88	0,78	21,66	NV
Op10	21,66	0,44	22,10	NV
Op11	22,10	0,90	23	NV

Fonte: O autor

Os materiais e instrumentos utilizados para coleta de dados foram adequados para cronoanálise, são instrumentos propostos por Peinado e Graeml (2007):

- Máquina fotográfica ou filmadora: Busca facilitar a cronometragem dos tempos, e faz registros fíéis das operações, com o uso da máquina também é possível realizar várias amostras em uma só gravação, captando todos os movimentos da operação e seus tempos.
- Software de análise: No software próprio da organização é possível inserir o vídeo anteriormente gravado do processo, para ser possível realizar a cronoanálise. O software dispõe do cronômetro centesimal, permitindo a análise “frame por frame” facilitando na captura precisa da troca de operação, permitindo a passagem de frame por segundo ou milissegundos.

Figura 6-Software de cronoanálise utilizado para captura de tempos de cada atividade.



Fonte: Desenvolvido por Mauro Jr., WCM Industrial Motores- Betim- MG.

No software de cronoanálise também é possível classificar as operações que agregam valor (V) e não agregam valor (NV) ao produto, gerando gráficos de pizza com a porcentagem total do processo de atividade que agregam valor e não agregam valor.

A cronoanálise foi realizada coletando 20 amostras de uma das três turmas antes da implementação, essas realizadas em um dia, antes das amostras válidas para cronoanálise foram feitas outras que auxiliariam na determinação das operações do processo em estudo, essas foram desconsideradas para determinação da média do processo em estudo.

3.4. ETAPAS DA PESQUISA

Assim como proposto por Ludke e André (1999), o estudo de caso tem associação maior a uma abordagem metodológica de pesquisa que a um tipo de procedimento. A metodologia utilizada para realização desse trabalho foi composta por 5 etapas principais: A primeira de definir o grupo de trabalho, apresentar a realidade da linha antes do estudo, e definição do processo gargalo, a segunda com a identificação dos pontos que limitavam a capacidade produtiva do processo crítico, a partir da cronoanálise. A terceira etapa para detecção e priorização das causas principais com o uso de algumas ferramentas de qualidade, após isso, na quarta etapa a implantação dos planos de ação e pôr fim a quinta etapa faz acompanhamento do aumento da capacidade produtiva, e um comparativo entre os resultados com a análise inicial. A figura 7 representa a metodologia aplicada após a identificação do processo gargalo, iniciando com a aplicação de cronoanálise até a definição das ações com a utilização da ferramenta de 5W2H.

Figura 7-Metodologia aplicada no estudo.



Fonte: O autor

4 ESTUDO DE CASO

4.1. HISTÓRICO DA EMPRESA EM ESTUDO

O estudo foi desenvolvido em uma empresa do segmento de acumuladores elétricos fundada em 1957, no agreste pernambucano e que hoje dispõe de sete unidades fabris, sendo cinco delas em Pernambuco, uma em São Paulo e uma na Argentina, possui ainda um centro de distribuição e três prédios administrativos. A indústria onde o estudo foi aplicado produz baterias para os mercados: automotivo, náutico, logístico, de telecomunicações, de sistemas no break e de energia alternativa, produzindo para montadoras e trabalhando também no mercado de reposição.

A empresa tem uma política rigorosa de preservação ao meio ambiente e uma cultura voltada para as pessoas, tendo também projetos sociais para comunidade local. Além de se desenvolver em diversas áreas seja na qualidade do produto, como no investimento em avanços tecnológicos, a organização vem crescendo, e cada vez mais sendo reconhecida pela qualidade dos produtos.

Dentre os setores, o de controle de qualidade é responsável por garantir que os processos e produtos estejam conforme os padrões estabelecidos de parâmetros, visuais, dentre outros. Além disso, é um dos setores que desenvolve projetos buscando a melhoria contínua dos processos, prepara auditorias, e inspeciona processos.

Na linha de produção de acabamento havia a necessidade de aumentar o mix de produção em 20%, por ter uma disponibilidade alta de produção, a análise apontou para o aumento de capacidade produtiva da linha, que foi feita atuando no processo gargalo.

4.2. DEFINIÇÃO DA EQUIPE DE TRABALHO

A etapa de formação do grupo de trabalho envolveu a constituição de um grupo multidisciplinar formado por um operador da máquina, o encarregado da linha, um técnico de manutenção mecânica, um encarregado da manutenção elétrica e uma estagiária da área do controle de qualidade. O objetivo desse grupo multidisciplinar foi reunir o conhecimento e experiência de cada um dos componentes para que todos pudessem contribuir na aplicação das ações propostas determinados a partir da aplicação dos conceitos bibliográficos.

O grupo de trabalho foi escolhido segundo a experiência e conhecimento, o operador que trabalha a 5 anos na linha trás os conhecimentos do dia-a-dia da máquina e do processo, quais operações são realizadas e se há dificuldades no processo, o encarregado levanta os dados da produção por turno e por modelo, sendo dessa forma possível focar as análises no modelo com maior giro dentro do mix. O encarregado da manutenção elétrica e o técnico da

manutenção mecânica verificam quais pontos podem atuar após o levantamento de dados auxiliando na aplicação dos conceitos bibliográficos, e a estagiária do controle de qualidade realizou o levantamento do tempo de ciclo, análises dos processos gargalos, estratificação de causas, aplicação de ferramentas e o detalhamento das ações, além de elaboração do cronograma e seguimento das etapas.

Ocorreram reuniões semanais para expor os avanços do projeto e os resultados obtidos, bem como a programação das ações futuras, além da realização das reuniões para análise das causas.

4.3. DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO

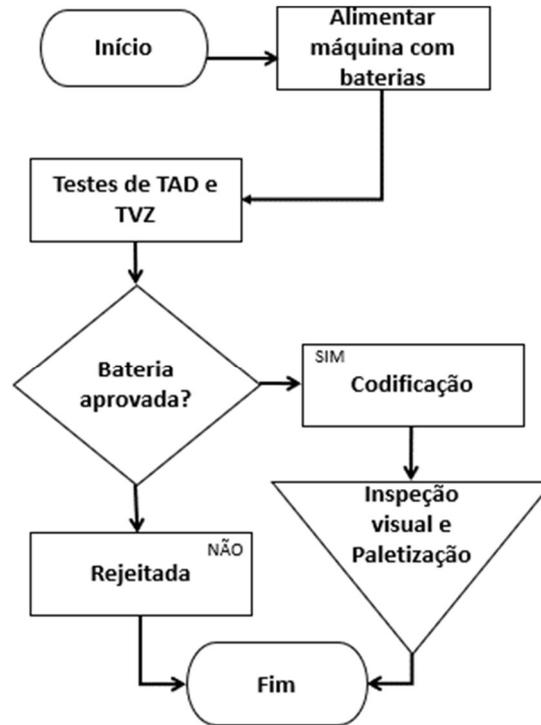
Inicialmente o direcionamento do estudo para a linha abordada surgiu do gestor da área para que fosse abarcado um maior mix de baterias nessa linha. A linha de acabamento de baterias roda em três turnos diferentes divididos em equipes de trabalho de 06:00 às 14:00 turma da manhã, de 14:00 às 22:00 turma da tarde e das 22:00 às 06:00 turma da noite, para cada um desses conta com uma equipe de três operadores, o primeiro operador para alimentar as baterias nos testes de TAD/TVZ (alta descarga e de vazamento) o segundo para inspecionar a qualidade visual da bateria e realizar a limpeza, o terceiro para paletizar as baterias no palete.

Os indicadores principais considerados nesse trabalho foram o tempo de ciclo, o percentual de tempo de atividades que agregam valor (V) e que não agregam valor (NV) e a capacidade produtiva (nominal) por turno e por hora, bem como a produção diária por mês. Estes foram mensurados pelo produto denominado como “produto A”, que é o produto que representa maior porcentagem de baterias produzidas na linha, além disso, a turma da manhã foi utilizada como base para análise de produção diária por se entender que existia uma disparidade de tempo e formas de setup entre turnos que impactavam também na produtividade da linha.

O processo anterior ao estudo contava com um mix de 13 produtos, onde a demanda desse mix exigia a capacidade limite do processo. Com a necessidade de aumentar o mix de baterias em 20%, e sabendo da limitação de espaço da área, foi proposto o desafio de aumentar a produtividade da linha, aumentando a capacidade produtiva da linha.

Para isso, o estudo está focado na identificação e eliminação de perdas durante todo o processo de inspeção de acumuladores elétricos. Foram iniciadas observações no processo da linha, gerando um fluxograma do processo, exposto na figura 8 para facilitar a compreensão do mesmo.

Figura 8- Fluxograma do processo



Fonte: O autor

Um estudo inicial, exposto na tabela 2, indicou o processo de teste TAD/TVZ como sendo o processo crítico da linha. Nessa análise, o tempo de ciclo do processo teste TAD/TVZ foi superior em relação aos demais processos, onde também foi realizado um levantamento de capacidade nominal por processo, essa capacidade foi calculada considerando:

$(1 \text{ Tempo de ciclo}) \times 60 \text{ segundos} \times 60 \text{ minutos} \times 8 \text{ horas} = \text{Cap. Nominal (Capac/turno)}$.

Realizando observações no processo, foi analisado que o teste TAD/TVZ, possui uma grande fila de baterias aguardando para serem processados e após a máquina processos aguardando a chegada de baterias.

Tabela 2-Tempos de processamento

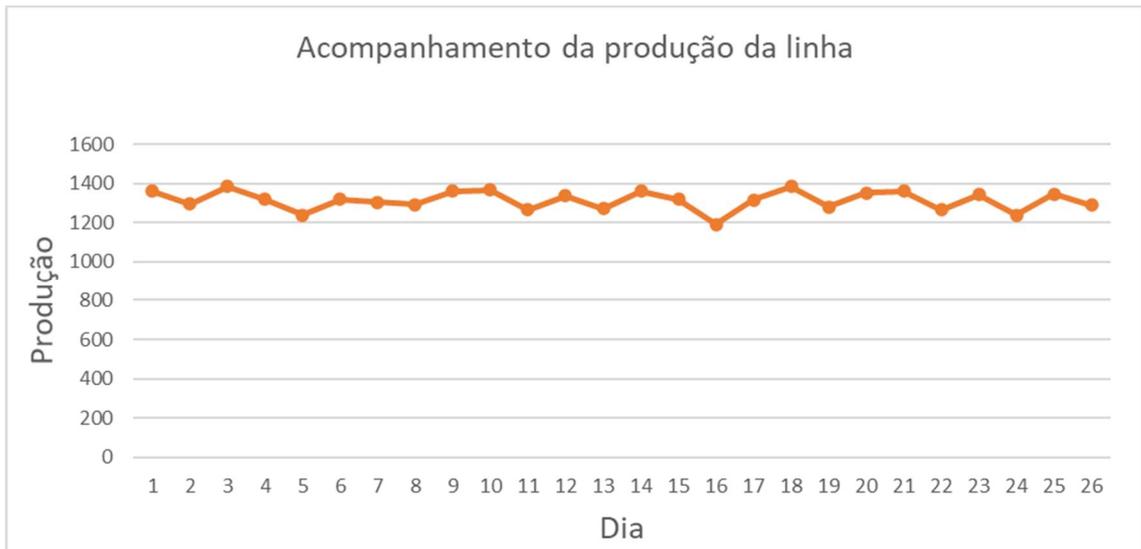
Processo	Tempo de processamento por peça (s)	Capac/turno
Alimentar a linha	4,5	6400
Teste TAD e TVZ	20,4	1412
Codificação	3,2	9000
Inspeção e paletização	7,8	3692

Fonte: O autor

Na tabela 2 é possível identificar que o processo dos testes TAD e TVZ que limita a capacidade produtiva da linha. Essa informação é confirmada fazendo uma análise da disponibilidade da linha verificando a frequência em que o processo está disponível comparado ao cenário ideal, ou seja, sem perdas no processo.

Considerando a capacidade nominal de 1412 baterias por turno, conforme a tabela 2, foram levantados os dados de produção diária durante 1 mês da linha, expostos no gráfico mensal (Figura 9), no qual temos uma média de 1314 baterias por dia do mês anterior a mudança. Fazendo uma análise do gráfico é possível comprovar que a média de produção da linha não sofre grande variação ao longo dos dias e está próxima a capacidade nominal da linha, ou seja, não tem perdas significativas no processo.

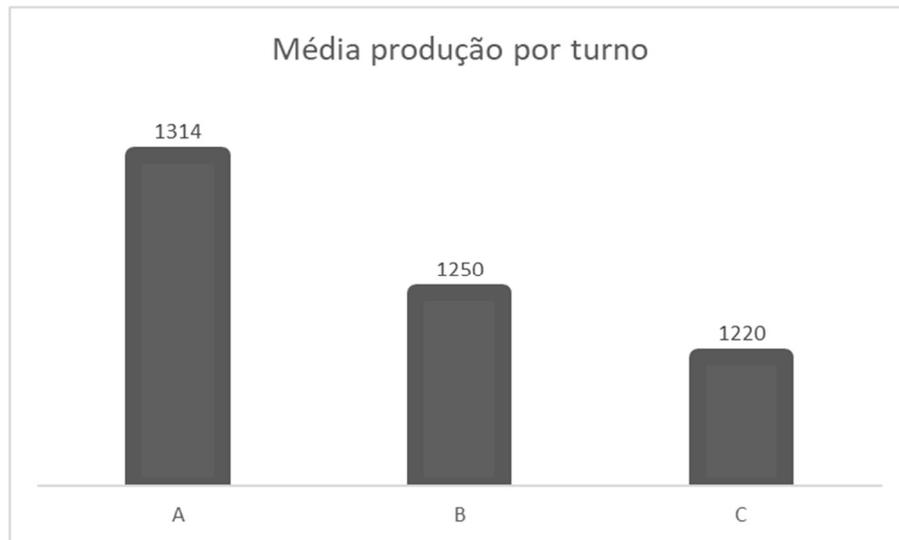
Figura 9- Acompanhamento de produção diário por turno da linha antes



Fonte: Autor

Ainda na análise da disponibilidade da linha foram levantadas as perdas de disponibilidade do processo, por meio de observações na linha durante os turnos foi possível observar que, a disparidade entre turnos de realizar o set-up resultava em um tempo maior de processamento do teste TAD/TVZ nos turnos da tarde e noite, por isso havia também uma divergência de resultados de produção entre turmas, conforme a figura 10.

Figura 10- Média de produção por turno



Fonte: O autor

Realizando a análise entre turnos foi evidenciado que o turno da manhã realizava um setup na máquina do processo teste TAD/TVZ que permitia uma redução no deslocamento da bateria dentro do teste, o que impactava diretamente no tempo de ciclo da bateria, já que os stops e sensores existentes na máquina são ajustáveis para o tamanho das baterias. Por tanto foi identificado que não havia no processo um setup padrão entre turnos, e entre modelos, o que traria mais deficiências a linha com o aumento de mix. Esse foi um dos pontos levantados como causa.

Após determinar o processo gargalo, foi realizada a cronoanálise com base no método exposto no item 3.3, definindo os tempos das operações (valores não correspondem à realidade, porém a diferença percentual entre as operações, foi considerada) e classificando em operações que agregam valor (V) e não agregam valor (NV) ao produto.

Na aplicação da ferramenta de cronoanálise, realizou-se as medições através de vídeo, considerando um dia de produção normal, onde foram coletadas o processo de 20 amostras. Para análise dos tempos foi utilizando um software próprio da empresa, onde foram discriminadas as operações do processo “Testes TAD/TVZ” e a média de tempo de cada uma das operações, exposto na Tabela 3.

Foi iniciada a etapa de cronometragem ao começar a gravação no momento exato em que o primeiro stop liberou a bateria para entrar no teste. A gravação por sua vez, só foi interrompida quando a vigésima primeira peça foi liberada. Dessa forma, foi encontrado exatamente o tempo que foram processadas as 20 peças.

Tabela 3- Tempo médio por operações do processo Teste TAD/TVZ

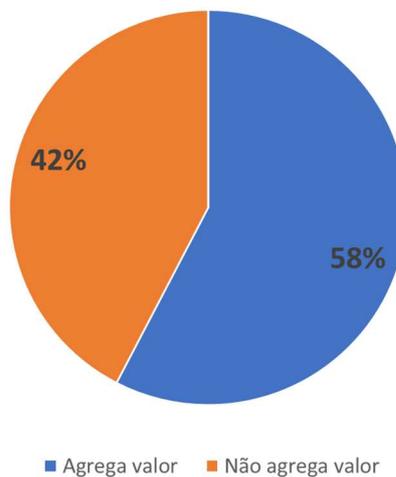
Operações	Duração (média)	NV/V
OP01	0,43	NV
OP02	0,30	NV
OP03	1,73	NV
OP04	0,99	V
OP05	9,88	V
OP06	0,96	V
OP07	1,23	NV
OP08	0,73	NV
OP09	0,72	NV
OP10	2,27	NV
OP11	1,29	NV

Fonte: O autor

Para servir de base para coleta dos tempos foi criada uma folha de verificação, já demonstrada como exemplo na tabela 1, com cada uma das operações do processo estudando e os tempos antes, durante e depois da atividade, essa folha foi alimentada no software da organização que realiza a análise dos vídeos.

Diante dos tempos de cada uma das operações, bem como da classificação das mesmas é possível realizar uma análise geral do processo evidenciando a porcentagem entre o tempo total do processo e das atividades que agregam e não agregam valor ao produto, conforme a Figura 11.

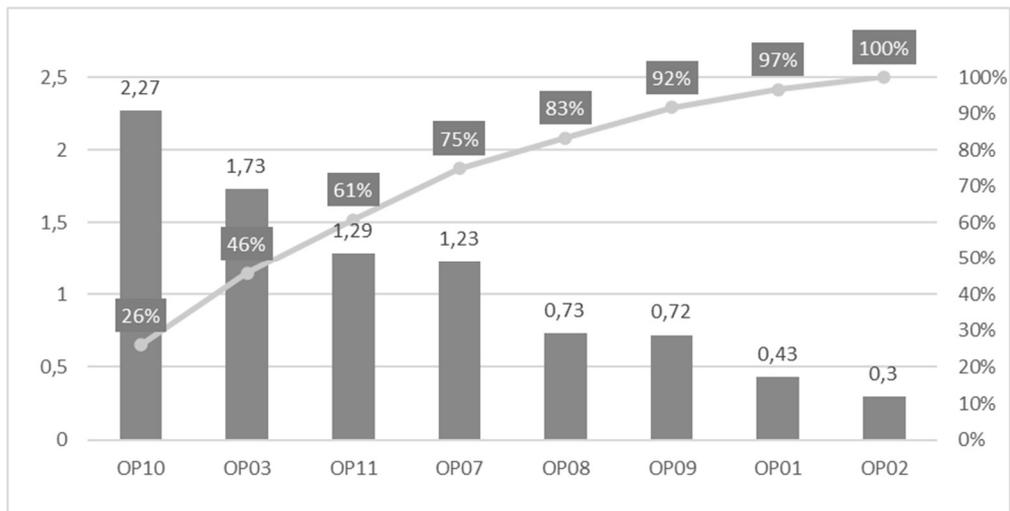
Figura 11- Gráfico de pizza operações V/NV em porcentagem antes da melhoria.



Fonte: O autor

Como consequência dessa análise, temos que cerca de 42% das atividades no processo estão associadas as esperas, movimentações, ou seja, atividades que não agregam valor ao produto. A partir dessa análise também foram identificadas 8 oportunidades de melhoria, diante do alto número, foi necessário prioriza-las pelas operação que não agregam valor que mais impactam no tempo de ciclo total foi realizada a análise em um gráfico de Pareto (Figura 12), que classifica em ordem decrescente quais as operações que geram maior perda ao processo.

Figura 12- Gráfico de Pareto com tempo das operações NV em segundos.



Fonte: O autor

Para o estudo serão consideradas as duas maiores perdas detectadas, essas correspondem a 46% da perda total, a “OP10” (Causa 01) e “OP03” (Causa 02), essas operações foram consideradas como problemas que serão estudados com a aplicação da ferramenta dos cinco porquês, buscando detalhar as causas desse problema até a causa raiz.

Além dos pontos já levantados, também foi visto com base nas observações realizadas na linha que não há um padrão entre as turmas (manhã, tarde e noite) no setup da máquina (Causa 03), o que seria ainda mais problemático com a inserção de novos modelos ao mix da linha.

4.4. DEFINIÇÃO DAS AÇÕES

Com base nos dados obtidos a partir dos gráficos e da cronoanálise e nas observações feitas na linha, as causas primárias foram levantadas. Feito isso, foi aplicada a ferramenta dos cinco porquês, para o detalhamento das causas, chegando à causa raiz, na tabela 4 se encontra a ferramenta aplicada. A ferramenta foi aplicada pela equipe multidisciplinar determinada para execução do projeto, apresentada no item 4.2.

Tabela 4- Aplicação da ferramenta dos cinco porquês.

Porquês	Causa 01	Causa 02	Causa 03
1ª (Imediata)	Tempo excessivo na liberação de bateria para entrada no teste.	Há uma espera entre descida do cabeçote e acionamento do pistão	Posicionamento de stops interfere no tempo de ciclo do processo
2ª	2º stop da máquina impede a liberação de nova bateria.	No projeto da máquina foi programado um tempo de espera excessivo para acionamento do pistão	Aumenta o deslocamento da bateria dentro do teste quando os stops não são posicionados no local correto.
3ª	A bateria testada precisa chegar na mesa de rejeição para que a próxima seja liberada para teste.	Para evitar que o pistão acione antes da descida completa do cabeçote.	No set-up das turmas B e C os stops são posicionados sem considerar essa perda.
4ª	A lógica da liberação do 2º stop está associada ao fim de curso da mesa de rejeição.	O projeto contempla dessa forma.	Set-up não é padrão entre turmas
5ª			Não há procedimento padrão documentado para realizar essa atividade.

Fonte: O autor.

Na aplicação da ferramenta foi possível chegar a causa raiz do “tempo em excesso para liberação da bateria no teste” que está ligada a OP10, onde esse tempo em excesso ocorre pelo fato da liberação do stop está associada ao fim de curso e por isso a bateria que será testada só entra no processo, após a bateria já testada chegar ao fim de curso, a lógica criada para garantir que duas baterias não estejam no teste ao mesmo tempo ocasiona uma perda significativa no processo e por tanto a reprogramação da lógica para liberação da bateria a ser testada precisa ser realizada.

A segunda causa está associada a OP03, em que foi detectado uma perda por espera para acionamento do pistão, que está associada a descida do cabeçote, onde uma operação só deve acontecer após a outra. No estudo foi necessário analisar como reduzir esse tempo garantindo que o pistão não seria acionado antes do cabeçote de teste descer. A terceira causa foi detectada a partir das observações na linha, onde foi constatado a falta de um procedimento padrão de instrução para set-up da máquina.

Com as causas raízes bem definidas, foi aberto o plano de ação 5W2H direcionando as ações aos responsáveis e definido os prazos com o grupo de trabalho. As ações definidas estão expostas na Tabela 5.

Tabela 5- Plano de ação 5W2H

Nº	Ação (O que?)	Porquê?	Quem?	Onde?	Quando?	Como?	Quanto?
1	Reprogramar a lógica de liberação do 2º stop	Para reduzir o tempo de liberação da bateria	Josue	Computador	31/01/2020	Reprogramando a lógica e atualizar o CLP da máquina	341,00
2	Ajustar os tempos de movimentação da máquina	Para reduzir o tempo de acionamento de pistão	Luis	Sistema da máquina	05/02/2020	Alterando as configurações de tempo setadas.	200,00
3	Criar Instrução operacional para realizar setup	Para padronizar tempo e posicionamento do setup	Ana Flávia	Linha	30/01/2020	Utilizando padrão já existente de documentos	0,00

Fonte: O autor

Ao longo das implementações das ações, sua eficácia foi monitorada, visando levantar os resultados e a necessidade de verificar se a mudança não trouxe nenhum problema ao processo, ou qualidade do produto. Além disso todos os operadores da linha foram informados sobre as mudanças realizadas e treinados.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O plano de ação foi composto por 3 ações principais, a primeira delas foi a de reprogramação da lógica de liberação do stop, associado a OP10 com essa alteração foi possível reduzir o tempo de processo da operação em 80% em média. A segunda ação foi de configuração do tempo de movimentação do cabeçote, com essa implementação foi possível reduzir o tempo de processamento da OP03 em 90%.

Tabela 6- Comparação entre cenários dos tempos de processamentos das operações críticas

Operação	Antes	Depois
OP10	2,27	0,45
OP03	1,73	0,16

Fonte: O autor.

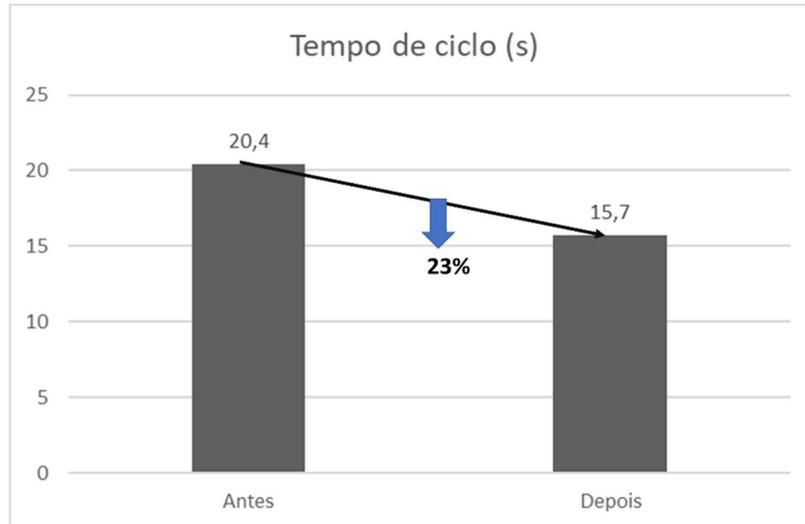
A terceira ação está associada as falta de padrão de setup no processo do “teste TAD/TVZ”, portanto realizou-se um estudo para definição do posicionamento padrão dos stops por modelo de bateria e padronizado o método de preparação da linha que permitiu a redução de deslocamento da bateria dentro do processo permitindo assim um ganho também no tempo de ciclo.

Para o entendimento e utilização correta do padrão definido, foi elaborado um documento de instrução para realização do processo de setup, onde todos os operadores foram devidamente capacitados.

Com a implementação das ações foram realizadas as análises utilizando os mesmos indicadores anteriores a implementação. Para obter um valor médio os dados do produto A foram novamente considerados para o estudo, por esse ser o modelo que corresponde a mais de 40% do total de baterias inspecionadas na linha.

Foram realizadas medições no tempo de ciclo no produto A, antes e após a aplicação das ações, e a redução no tempo de ciclo ficou perceptível nos resultados apurados, conforme a figura 13, evidenciando um aumento na capacidade produtiva da linha, já que o processo onde as ações foram implementadas foi o processo gargalo.

Figura 13–Tempo de ciclo do produto A, anterior e posterior às melhorias aplicadas



Fonte: O autor

Para analisar desempenho do processo com relação ao produto A, foi realizada análise do indicador de capacidade produtiva por hora, considerando que não tenham nenhuma perda no processo, antes e depois da implementação evidenciando que houve um aumento.

Tabela 7- Capacidade do processo antes e após o projeto

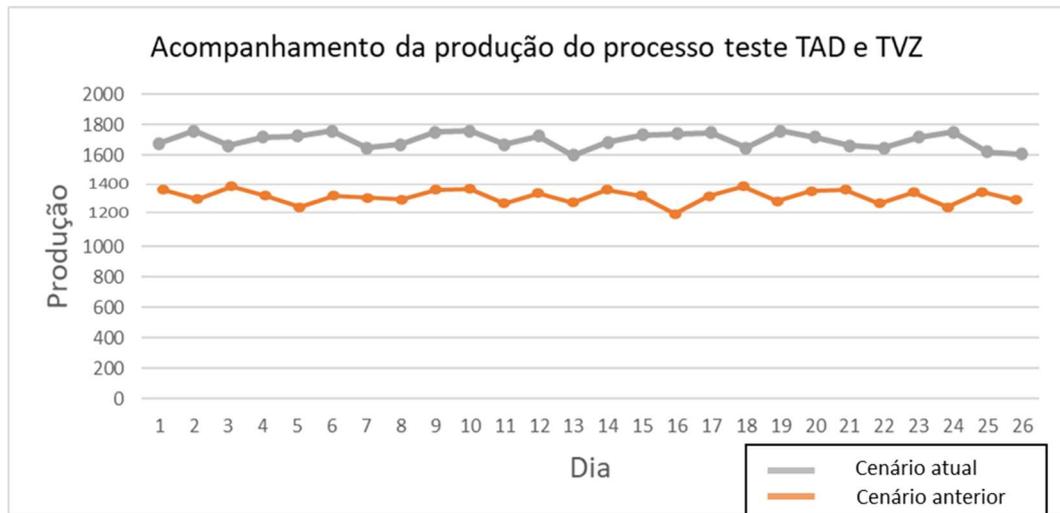
Processo	Tempo de processamento	Capac/hora
Teste TAD e TVZ antes	20,4	200
Teste TAD e TVZ depois	15,7	254

Fonte: O autor

A média anterior ao estudo é de 200 baterias por hora de acordo com o tempo de ciclo do produto A, após o estudo essa média subiu para 254 baterias por hora, mostrando um aumento de 27% em média da capacidade produtiva da linha. Por questões de sigilo, não serão mostrados nesse estudo os resultados financeiros da melhoria.

Buscando os impactos na produção de baterias no final de linha após a implementação a figura 14 apresenta um acompanhamento representativo da produção de um turno da linha, e realizando um comparativo com a figura 9 (acompanhamento de produção diária antes da implementação) feito anteriormente, tivemos aumento de 29% em média de baterias saindo por hora da linha.

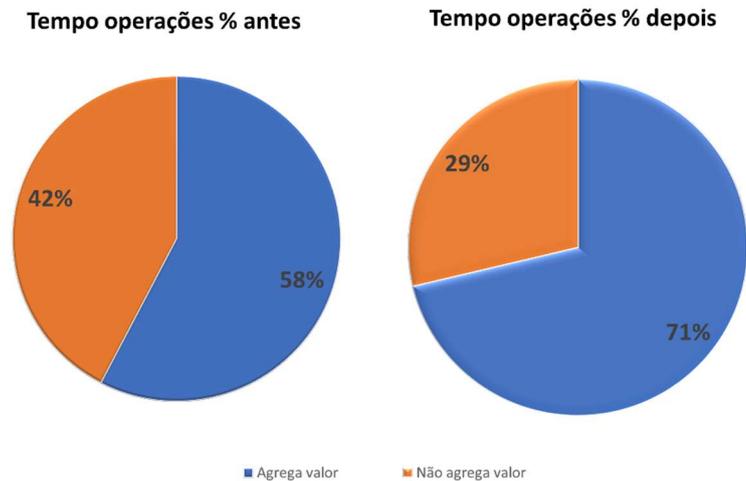
Figura 14- Acompanhamento de produção diária por turno depois da implementação



Fonte: O autor

Com a nova cronoanálise realizada também foi feita uma análise da porcentagem do tempo de ciclo total do processo que representa as operações que agregam e não agregam valor. A cronoanálise foi realizada da mesma forma, utilizando a câmera filmadora e o auxílio do software de análise próprio da organização, foram realizadas vinte medições e a média dos resultados de cada operação foi considerada para a construção da figura 15.

Figura 15 - Gráfico de pizza operações V/NV em porcentagem após a melhoria.



Fonte: O autor

Após a implementação, tem-se uma redução percentual de atividades que não agregam valor ao produto, saindo de um cenário de 42% do tempo de ciclo em atividades que não agregam valor para 29% do tempo de ciclo do processo.

Conclui-se que, após a implementação das melhorias, a produtividade do processo em que as ações foram implementadas aumentou e isso impactou no resultado da linha que também teve um aumento de sua capacidade produtiva, o tempo de ciclo do processo diminuiu e as atividades que não agregam valor foram reduzidas.

6 CONCLUSÃO

Neste estudo foi apresentada a aplicação da cronoanálise e das ferramentas da qualidade para contribuir no aumento da produtividade em uma linha de produção de acumuladores elétricos, concluindo com o objetivo do estudo atingido, com resultados expressivos de aumento de produtividade em uma linha de acabamento da organização.

Compreende-se então, a importância da aplicação de ferramentas de análise básicas, para a estratificação do problema e direcionamento das ações podem nos levar a resultados significativos, mesmo em organizações de grande porte.

Neste trabalho as ferramentas foram amplamente utilizadas para reduzir ao máximo ou eliminar as causas consideradas, porém para conseguir resultados maiores de redução nos níveis de operações que não agregam valor, se faz necessário a atuação nas outras causas apontadas no gráfico de Pareto traçado na figura 12. Para futuros estudos fica a necessidade de reduzir as atividades que não agregam valor e analisar como esse estudo pode auxiliar para implementação em outras linhas ou processos produtivos.

REFERENCIAS

- SHINGO, **O sistema Toyota de Produção: Do ponto de vista da engenharia de produção**, reeditado em 2007, Bookman
- FARIA, VIEIRA e PERETTI, **REDUÇÃO DE CUSTOS SOB A ÓTICA DA MANUFATURA ENXUTA EM EMPRESA DE AUTOPEÇAS**, 2012
- NASCIMENTO, Francisco Paulo. **Classificação da Pesquisa. Natureza, método ou abordagem metodológica, objetivos e procedimentos**, 2016.
- THESAURUS, **Metodologia da Pesquisa Científica: teoria e prática – como elaborar TCC**. Brasília:2016.
- LÜDKE, Menga; André, Marli D. A. **A Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1999.
- PESSOTTI, CHAGAS E ALMEIDA, **Aplicação da cronoanálise e de ferramentas da qualidade como meio para aumento da produtividade em uma empresa do ramo moveleiro**, 2015.
- CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Gestão da Qualidade, Conceitos e Técnicas**. São Paulo: Atlas S.A., 2010.
- ROSEIRA, K. LORENTZENB , J. DEUSEC, **Reliable Shop Floor Bottleneck Detection for Flow Lines through Process and Inventory Observations**, 2014.
- RODRIGUES, Marcus V. **Qualidade e acreditação em saúde**, 2. ed.FGV, 2016
- PALADINI, Edson Pacheco, **Qualidade total na prática – implantação e avaliação de sistema de qualidade total**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1997.
- FALCONI, Vicente C. **TQC – Controle da qualidade total**. 8. ed. Belo Horizonte: DG, 1992.
- VIEIRA, Geraldo F. **Gestão da Qualidade Total**. 2 ed. São Paulo: Alinéa,2007.
- MACHADO, Simone S. **Gestão da qualidade**. Inhumas: IFG; Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2012.
- MARTINELLI, Fernando B. **Gestão da Qualidade Total**. 1 ed. Curitiba: IESDE ,2009
- SLACK, CHAMBERS e JOHSTON 2002
- MARSHAL, Isnard Jr. Certificação ambiental em empresas industriais: o caso de Bayer e os reflexos da conscientização de seus funcionários e famílias. **Revista de Administração Pública**. Rio de Janeiro, 35(3), mai/jun. 2001.
- MEIRE, Blog da qualidade, Fluxograma de processo, 2012.Disponível em: <https://blogdaqualidade.com.br/fluxograma-de-processo/>. Acesso em 27/06/2020.
- Kume, H. **STATISTICAL, Methods for Quality Improvement: AOTS**, Japão, 1988.

PEINADO, GRAEML, **Administração da produção**, UnicenP, SP,2007

MARCONDES, José. Blog gestão de segurança privada. Disponível em: <https://gestaodesegurancaprivada.com.br/diagrama-ou-grafico-de-pareto-conceito/> . Acesso 28/06/20.

WERKEMA, M.C.C. Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos. Belo Horizonte, Fundação Christiano Ottoni, 1995.

COSTA, Anderson. **Ferramenta de controle de qualidade aplicáveis a cultura do mamão, no município de Pinheiros- SC**. Nova Venécia-SC, 2003.

PORTER, Michael. **Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior**, 15. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1989.

Ministério da economia, Setor automotivo, <http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/setor-automotivo> [acesso em 22/03/20]

C. Rosera, K. Lorentzenb, J. Deuse. **Reliable Shop Floor Bottleneck Detection for Flow Lines through Process and Inventory Observations**. Robust Manufacturing Conference,2014.