



INSTITUTO DE TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO GALILEO DA AMAZÔNIA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E EXTENSÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA, GESTÃO DE
PROCESSOS, SISTEMAS E AMBIENTAL



RENE BRITO DE SOUZA

OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE INSERÇÃO MANUAL DE BOBINADEIRA DE
MOTORES ELÉTRICOS UTILIZAM TÉCNICAS DO LEAN MANUFACTURING.

MANAUS – AM
2023

RENE BRITO DE SOUZA

OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE INSERÇÃO MANUAL DE BOBINADEIRA DE MOTORES ELÉTRICOS UTILIZAM TÉCNICAS DO LEAN MANUFACTURING.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Gestão de Processos, Sistemas e Ambiental - PPG.EGPSA, do Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia- ITEGAM, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Jandecy Cabral Leite

**MANAUS – AM
2023**

RENE BRITO DE SOUZA

**ANÁLISE E APLICAÇÃO DE TÉCNICAS LEAN NA INSERÇÃO MANUAL DE
BOBINADEIRA DE MOTORES ELÉTRICOS.**

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do título de Mestre do Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Gestão de Processos, Sistemas e Ambiental do Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia – ITEGAM.

Manaus-AM, 31 de março de 2023



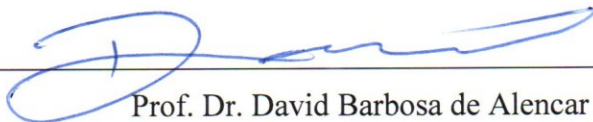
Prof. Dr. Jandecy Cabral Leite

Coordenador do PPG.EGPSA - ITEGAM

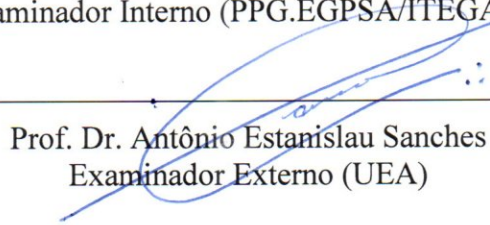
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Jandecy Cabral Leite
Orientadora (PPG.EGPSA/ITEGAM)



Prof. Dr. David Barbosa de Alencar
Examinador Interno (PPG.EGPSA/ITEGAM)



Prof. Dr. Antônio Estanislau Sanches
Examinador Externo (UEA)

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Biblioteca do ITEGAM**

Brito de Souza, Rene, 2023 - OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE INSERÇÃO MANUAL DE BOBINADEIRA DE MOTORES ELÉTRICOS UTILIZAM TÉCNICAS DO LEAN MANUFACTURING : OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE INSERÇÃO MANUAL DE BOBINADEIRA DE MOTORES ELÉTRICOS UTILIZAM TÉCNICAS DO LEAN MANUFACTURING / Rene Brito de Souza - 2023. 55 f., il: Colorido

Orientador: Dr(a). Jandecy Cabral Leite

Dissertação: Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia, Programa de Pós Graduação em Engenharia, Gestão de Processos, Sistemas e Ambiental (PPG-EGPSA), Manaus - AM, 2023.

1. CD 2. NVAA 3. WO 4. WCM 5. VAA

CDD - 1001.ed.2023.51

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela força que me levou a superar todos os obstáculos e concluir esse trabalho, que tanto significa para mim. Ao meu orientador pelo acompanhamento constante na orientação deste projeto para que se tornasse realidade, dedicando a ele parte do seu tempo. A minha sincera gratidão e meu desejo de que Deus abençoe sempre a sua vida, sua família e seus trabalhos. À banca examinadora, por sua valiosa contribuição na análise e julgamento desta dissertação. Aos meus familiares pelo apoio. À minha esposa, pela paciência e compreensão dispensada durante estes últimos anos, que contribuíram indubitavelmente para a conclusão desse trabalho. A todos não mencionados, que de alguma forma particular, colaboraram com este trabalho. Sem o apoio do corpo docente do Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM) e ao Programa de Mestrado em Engenharia, Gestão de Processos, Sistemas e Ambiental (PPGP.EGPSA/ITEGAM). Que me motivou e ajudou a concluir esta Dissertação.

Epígrafe

“O homem não teria alcançado o possível se, repetidas vezes, não tivesse tentado o impossível.” (Max Weber)

Dedicatória

Aos meus pais (Emilson Rodrigues de Souza e Luzia Brito de Figueira), irmãos (Danilo Brito, Renilson Brito e Daniele Brito), minha esposa (Andréia Brito) e a toda minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	18
1 INTRODUÇÃO	18
1.1 JUSTIFICATIVA DA DISSERTAÇÃO	19
1.1. OBJETIVOS	20
1.1.1. Geral	20
1.1.1. Específicos	20
1.1. ESCOPO DO TRABALHO	20
CAPÍTULO 2	22
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	22
2.1 GESTÃO LEAN	22
2.2 SEIS SIGMA	23
2.3 WORLD CLASS MANUFACTURING (WCM)	24
2.4 WORKSTATION ORGANIZATION (WO)	25
2.5 INSERÇÃO DE BOBINAGEM MANUAL	26
2.6 CRONO-ANÁLISE	26
2.7 METODOLOGIA DIAGRAMA DE ESPAGUETE	27
2.8 LAYOUT DO PROCESSO.	27
CAPÍTULO 3	29
3 MATERIAIS E MÉTODOS	29
3.1. MATERIAIS:	29
3.1 MÉTODOS:	29
3.2 OBJETIVO	30
3.3 CONDIÇÕES NECESSÁRIAS	30
3.3.1 Documentos complementares	30
3.3.2 Materiais e equipamentos utilizados no processo de Inserção manual	30
3.3.3 Procedimentos	31
3.4 CUIDADOS ESPECIAIS	34

3.5	ERGONOMIA	35
3.5.1	Segurança	35
3.5.2	Disposição do Produto ou Componente	35
3.5.3	Acondicionamento e Identificação	35
3.5.4	Eficiência energética	36
CAPÍTULO 4		37
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
4.1	APLICAÇÃO DO ESTUDO DE CASO	37
4.2	BREVE DESCRIÇÃO DO PROBLEMA A SER RESOLVIDO	38
4.3	PERDAS NO PROCESSO	43
4.4	ANÁLISE DO PROBLEMA	46
4.5	DISCUSSÕES	49
CAPÍTULO 5		50
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	50
CAPÍTULO 6		51
6	CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	51
6.1	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	51
REFERENCIAS		52
APÊNDICES		55

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Exemplos de Seis Sigma, Gestão Lean, e ferramentas comuns.....	23
Figura 2.2 Etapas da Crono-Análise.....	26
Figura 4.1 Histórico de produção – Bobinagem Manual.	39
Figura 4.2 - Recurso Crítico Bobinagem Manual.	39
Figura 4.3 - Histórico de Produção na bobinagem Manual de Carcaças.....	40
Figura 4.4 - Classificação das atividades seus comparativos da situação atual e a proposta após aplicação crono-análise em todas atividades que não agregavam valor ao processo.	42
Figura 4.5 - Classificação das atividades seus comparativos da situação atual e a proposta após aplicação crono-análise em todas atividades que não agregavam valor ao processo.	42
Figura 4.6 – Diagrama de espaguete	48
Figura 4.7 - Layout ATUAL – 1 operador para isolar e bobinar e 1 operador para inserir...	48
Figura 4.8 - Layout PROPOSTO – 1 operador/turno para isolar, bobinar e inserir.	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 Comparação dos resultados antes e depois da intervenção.	26
Tabela 3.1 - RESULTADO ESPERADO.....	34
Tabela 4.1 Estratificação de atividades e seus comparativos da situação atual e a proposta após aplicação crono-análise em todas atividades que não agregavam valor ao processo.....	40
Tabela 4.2 Estratificação de atividades e seus comparativos da situação atual e a proposta após aplicação crono-análise em todas atividades que não agregavam valor ao processo.....	42
Tabela 4.3 - Custo da Operação roteiro atual e proposta após mapeamento dos CTs.....	44
Tabela 4.4 - Cálculo de custo industrial dos motores (Seção Custos).....	45
Tabela 4.5 - Cálculo dos Ganhos no Processo.....	45
Tabela 4.6 - Desdobramento em perdas preliminares após crono-análise dos pilares FI e WO.	45
Tabela 4.7 - Resumo dos ganhos anuais por Pilar.	45
Tabela 4.8 - Programação não atendida.....	46
Tabela 4.9 - Redução de 59% após implementar proposta da organização do posto de trabalho, mediante estudos e comparativos com objetivo de reduzir a dessaturação e aumentar eficiência com ganhos reais de R\$2627,93.	46
Tabela 4.10 - Avaliação dos eventos com apontamento de redução de quadro de colaboradores na operação incluindo aumento na produtividade.	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 Equipamentos e materiais.	30
Quadro 3.2 – Procedimentos.	31
Quadro 3.3 - Verificação de enrolamento do estator (Bobinado).	31
Quadro 3.4 - Fazer inserção das bobinas na posição específica estator.....	32
Quadro 3.5 - Centralizar as bobinas e Amarração das bobinas por fase em estatores.....	33
Quadro 3.6 - Pré-conformação das bobinas e corte do excesso entre camadas.	34
Quadro 3.7 - Acondicionamento e identificação.....	35
Quadro 3.8 - Identificação de bobinado.	36
Quadro 3.9 - Cuidado ambientais e Disposição de resíduos.	36
Quadro 3.10 - Equipamentos / processo e cuidados com a energia.	36

LISTA DE SIGLAS

AHP	Processo de Hierarquia Analítica
AM	Manutenção Autônoma
FAHP	<i>Fuzzy AHP</i>
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
GPMP	Gestão do Plano de Manutenção Preventiva
HFAHP	Hesitant FAHP
IA	<i>Artificial Intelligence</i>
IAMP	Plataformas de Gestão de Ativos Inteligentes
IFAHP	Intuitionistic FAHP
IoT	<i>Internet Of Things</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
MCI	Máquinas de Combustão Interna
MDT	Tempo médio de indisponibilidade
MMS	Sistema de Gestão de Manutenção
MP	Manutenção Preventiva
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i>
MTTR	<i>Mean Time To Repair</i>
MUT	Tempo médio de disponibilidade
NARX	<i>Nonlinear Autoregressive Exogenous</i>
NBR	Norma Técnica Brasileira
PDM	Modelo de Manutenção Preditiva
RNA	Redes Neurais Artificiais
SOM	<i>Self-Organizing Maps</i>
TD	Total de Dias
CPBS	Colep Packaging Business System
WO	Total de Ocorrências
VAA	Total de Parada
CD	Manutenção Produtiva Total
WCM	World Class. Manufacturing
PIB	<i>Random Access Memory</i>
NVAA	<i>Gigabyte</i>

RESUMO

SOUZA, Renê Brito. OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE INSERÇÃO MANUAL DE BOBINADEIRA DE MOTORES ELÉTRICOS UTILIZAM TÉCNICAS DO LEAN MANUFACTURING. 2022. Dissertação do Programa de Mestrado em Engenharia de Gestão de Processos (PMEGP), Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM), Manaus, 2023.

No Brasil, em particular no Estado do Amazonas, na Cidade de Manaus as empresas de grande porte representam papel importante como agentes de desenvolvimento na Zona Franca de Manaus, com participação efetiva na distribuição da renda, na absorção da mão-de-obra e significativa participação no Produto Interno Bruto (PIB), entre outros. Apesar desta importância, as empresas de médio e grande porte não conseguem usufruir ou utilizar as novas formas de gerenciamento administrativo e de avanços tecnológicos concebidos e propostos pelas Universidades, centros de pesquisas, bem como dos projetos dos Governos. Considerando-se o crescente no mercado de motores elétricos e o grau de competição detectado no mercado capitalista pode-se observar atualmente, em termos de Engenharia da Produção, uma tendência para a busca de melhorias contínuas nos processos produtivos, e na empresa de forma geral. Muitas das vezes uma simples mudança de layout, traz consigo uma combinação de princípios, métodos e técnicas em torno da ideia de melhorias contínuas pode ser melhor compreendida, sistematizada e desenvolvida partindo da noção da melhoria dos processos. O objetivo desse trabalho é analisar o processo de inserção manual de Fábrica e propor o uso da metodologia do WCM para eliminar as dessaturações e os gaps do processo, identificadas no processo com base na planilha CD na empresa montadora de motores elétricos. Como benefícios financeiros para empresa e oportunidade de desenvolvimento tecnológico e profissional, para empresa que teve um estudo em um dos processos principais do setor da montadora de motores elétricos. Com a metodologia WCM é composta de dez pilares técnicos, por uma questão de tempo neste estudo consta uma aplicação de dois dos dez pilares do programa. Este estudo caracteriza-se como exploratório descritivo, sendo que a pesquisa realizada foi de caráter qualitativo e com aplicação em um posto de inserção de bobinagem, o principal método utilizado para obtenção de dados foi uma entrevista não-estruturada, direcionada para funcionários, tais como operadores e técnicos de processos do setor de produção, sendo os dados consolidados pode-se identifica gaps e perdas no processo, elevando o custo de produção, além de deixar o problema com mão-de-obra maior do orçado, após catalogar todos os dados relevantes e avaliarmos os Pontos fortes e identificar as oportunidades de melhoria. De modo a reduzir a perda de dessaturação nos centros de trabalho de bobinadeira e inserção manual da Fábrica I, propõe-se unificar os centros de trabalho da bobinadeira,

inserção manual e preparação de materiais isolantes, consolidado inicialmente 03 centros de custo, de forma direta e respectivamente) resultando na redução de 2 recursos de mão de obra (1 operador/turno), concentrando as operações em 1 operador.

Palavras-Chave: CD, NVAA, WO, WCM e VAA

ABSTRACT

SOUZA, Renê Brito. OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE INSERÇÃO MANUAL DE BOBINADEIRA DE MOTORES ELÉTRICOS UTILIZAM TÉCNICAS DO LEAN MANUFACTURING. 2022. Dissertação do Programa de Mestrado em Engenharia de Gestão de Processos (PMEGP), Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM), Manaus, 2023.

In Brazil, particularly in the State of Amazonas, in the city of Manaus, large companies play an important role as agents of development in the Manaus Free Trade Zone, with effective participation in income distribution, labor absorption and significant participation in the Gross Domestic Product (GDP), among others. Despite this importance, medium and large companies cannot enjoy or use the new forms of administrative management and technological advances designed and proposed by universities, research centers, as well as government projects. Considering the growing market for electric motors and the degree of competition detected in the capitalist market, one can observe today, in terms of Production Engineering, a trend towards the search for continuous improvements in production processes, and in the company in general. Often a simple layout change, brings together a combination of principles, methods and techniques around the idea of continuous improvement can be better understood, systematized and developed from the notion of process improvement. The objective of this paper is to analyze the manual insertion process in the factory and propose the use of WCM methodology to eliminate gaps and process defects, identified in the spreadsheet-based process in DC in the electric motor assembler company. As financial benefits for the company and technological and professional development opportunity, for the company that had a study in one of the main processes in the electric motor assembly industry. As the WCM methodology is composed of ten technical pillars, for reasons of time, this study includes an application of two of the ten pillars of the program. This study is characterized as exploratory descriptive, and the research conducted was qualitative in nature, and with application to a rolled insert station, the main method used to obtain data was an unstructured interview, targeting employees such as operators and process technicians in the production sector, and the consolidated data was able to identify gaps and losses in the process, increasing the cost of production, as well as leaving the problem with more manpower than budgeted, after cataloging all relevant data and assessing strengths and identifying opportunities for improvement. In order to reduce the desaturation loss in the winder and manual insertion work centers of Factory I, we propose to unify the work centers of the winder, manual insertion and preparation of insulating materials,

consolidated initially 03 cost centers, directly and respectively) resulting in the reduction of 2 labor resources (1 operator/shifts), concentrating the operations in 1 operator.

Keywords: Chrono-Analysis, NVAA, WO, WCM and Continuous Improvement.

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO

A abertura de mercado, impulsionada não só por forças políticas, mas, também, por um movimento dinâmico global, colocou as empresas brasileiras sob pressão de novas forças competitivas. Este processo estabeleceu um novo ambiente, em que a adequação contínua às mudanças se apresenta como condição essencial para manutenção da capacidade de sobrevivência e desenvolvimento das organizações, a análise de mídias, evidencia e nos mostra que atualmente no cenário econômico mundial um ambiente volátil que constantemente influenciam as organizações numa competitividade acirrada gerando desafio para a manutenção das mesmas, sendo extremamente necessário as constantes mudanças.(TEECE, David J. et al 2020) [1][2].

Este estudo baseia-se na utilização dos conceitos da metodologia WCM (World Class Manufacturing), implementação ferramentas de melhoria contínua, Diagrama de Espaguete, Mura, Muri, Mudar, e Cronoanálise, ferramentas essas, tem como objetivo ajudar na tomada de decisão mediante orientação, para a análise e eventual aplicação de melhorias necessárias seção de bobinagem na empresa de Motores Elétricos. Com a transferência de uma das três linhas de produto entre as Fábricas da unidade Fabril, houve uma necessidade de rever o fluxo de processo e a redistribuição do quadro de colaboradores, visando manter a produtividade da unidade. Para uma análise profunda do processo de forma sistemática e organizada, com o objetivo de obter os máximos benefícios com mínimos esforços, utilizou-se a metodologia WCM [3-5].

Na utilização da metodologia na etapa do estudo/análise da matriz de custo CD (cost deployment) observou-se os problemas de perdas reais de produtividade e no fluxo do processo. No levantamento de custos através da CD apontou perdas de valores significativos após analisar as cargas dos centros de trabalho para este último cenário verificou-se a possibilidade de concentrar as atividades (bobinar, inserir e preparar materiais isolantes) em um único operador/turno, alterando a carga de 9% e 30% para 48%.

Não há na literatura uma abordagem que caracterize uma análise quanto adicionadas às horas de Setup e horas necessárias para recuperação de bobinas. com a nova proposta sugere-se modificar o recurso crítico de 750 peças/semana para 157 peças/semana ou 15 peças/turno. O cenário proposto atenderá em 94% a programação semanal realizada este ano A escolha deste setor específico foi por ser o setor com maiores desperdícios e perdas da Fábrica (Motores), onde temos desnivelamento no

fluxo de produção afetando a montadora como um todo. Ênfase especial foi dada no emprego da ferramenta CD e melhoria focada (FI) na filosofia WCM. Para a implantação das soluções viáveis.

Para [6] mostram que essa busca por competitividade pode ser observada em momentos distintos da história, e de extrema importância para o surgimento de novas tecnologias, como por exemplo, o desenvolvimento e fixação do sistema de produção em massa fordista no início do século XX. Esse modelo, que até então era o sistema mais eficiente apresentado – mesmo com alguns problemas relacionado a perdas e desperdícios – deu origem a um estudo desenvolvido e liderado por Taiichi Ohno da Toyota. Através deste estudo foi possível compreender os processos e as estratégias dos competidores, reconhecendo seu impacto na cultura organizacional, e assim, promover melhorias e adaptações necessárias para própria realidade, com o objetivo de eliminar as perdas dos processos. Nascia o denominado Sistema Toyota de Produção (TPS) [6-9]. Após uma série de mapeamento no processo produtivo e aplicação da ferramenta NVAA, VAA e NVAA-N, juntamente com metodologia conhecida como kaizen, essa metodologia que permite baixar os custos e melhorar a produtividade [10-11].

Quais são as possibilidades de partilhar a experiência e o conhecimento dentro de toda a metodologia aplicado a esse estudo de caso?

Considerando as questões e objetivos do projeto de investigação perdas, a metodologia de investigação escolhida é o Estudo de Caso. O documento descreve a implementação prática do projeto, que temo como objetivo reduzir recursos de mão de obra. após unificação dos centros de bobinadeira e inserção manual da Fábrica I.

1.1 JUSTIFICATIVA DA DISSERTAÇÃO

O processo de Seção de custo na Seção de Fabricação de bobinadeira teve uma perda mapeada por (NVAA - NVAA-N) de 230,9 horas na cost deployment 2022, apresentando um custo de R\$4.435,59. Foi evidenciado que 80% de tempo de processo é representado pelas atividades que não agrega valor ao processo produtivo impactando no custo industrial e produtividade dos componentes.

Um ponto bastante considerável tange nas autoavaliações tivemos após aplicação de seus pilares dessa metodologia ferramentas lean, foi possível identificar lentidão no processo, com isso foi possível promover melhoria, mas contínuo, que trouxe estabilidade financeira junto ao emocional dos trabalhadores; clima organizacional agradável; e ambiente de trabalho simples e funcional., pois assim como em outros sistemas de gestão e de qualidade, pode haver uma determinada manipulação ou preocupação com o sistemas e processos afim de aplicações de

melhorias contínuas nos processos produtivos, mercado ou pela própria organização (como atender a outros indicadores, por exemplo), faltando com o comprometimento e indo na contramão da filosofia proposta. É preciso ter um senso crítico elevado e realmente estar disposto as mudanças e adaptações que são idealizadas, não temendo a busca pelo novo e encarando as dificuldades com sabedoria e planejamento estratégico de toda organização.

1.1. OBJETIVOS

A seguir, são apresentados os objetivos gerais e específicos deste trabalho, como forma de melhor esclarecer o tema abordado e seus resultados pretendidos.

1.1.1. Geral

Apresentar melhoria contínua através de reorganização no posto de trabalho, que auxiliem na melhoria da qualidade e produtividade das atividades realizada e ferramentas fundamentada em princípios ergonômicos, denominada de “Gestão colaborativa”

1.1.1. Específicos

- Identificar os problemas decorrentes da dessaturação do processo de inserção manual de bobinadeira devido layout atual.
- Modelar um estudo de caso que permita reorganização do trabalho proposto.
- Estabelecer um modelador para diagnóstico e avaliação do modelo de organização do trabalho proposto.
- Aplicar a junção de centros de trabalho consolidando os CTs. Para esse cenário, propõe-se criar um CT de Capacidade Compartilhada, o qual englobará os seguintes Centros de Trabalho: 011C011A, 011B011B e 011A011C.

1.1. ESCOPO DO TRABALHO

Esta dissertação está estruturada em capítulos conforme descritos na sequência:

No **capítulo 1** é apresentada a Introdução, justificativas para a escolha do tema, objetivos a serem alcançados e a estrutura do trabalho.

Enquanto no **Capítulo II** consiste na Revisão Bibliográfica que contempla os conceitos Lean Manufacturing e apresentar uma visão geral das principais ferramentas da qualidade usadas habitualmente nas indústrias.

No **Capítulo III**, foi apresentada a base prática para a determinação dos indicadores de desempenho, de suporte e da qualidade propriamente dito, que foram utilizados no modelo.

No **Capítulo IV**, considerando-se a base prática para determinação dos indicadores e também as pesquisas de campo, determinou-se os indicadores que mais se adaptaram às empresas

caracterizadas e definiu-se o modelo de gestão estratégica com base em indicadores da qualidade e a metodologia de aplicação do mesmo.

A seguir, no **Capítulo V**, são apresentados os resultados da aplicação do modelo em empresas que atuam na fabricação de geradores, transformadores e motores elétricos, que têm as características estabelecidas, com a validação e definição do modelo.

Por fim, no **Capítulo VI** apresenta-se as conclusões do trabalho, com as recomendações de continuidade e de desdobramentos

CAPÍTULO 2

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta seção define métodos desmembrados, aplicabilidade no uso das ferramentas básicas, tais como Diagrama Espaguete, 3M's, Crono-análise e a metodologia WCM (World Class Manufacturing) trazendo abordagem holística das ferramentas de melhoria contínua. No final desta seção, será descrito o papel da seção manual inserido Cost Deployment e as possibilidades de implementação de melhorias contínuas no processo de fabricação.

2.1 GESTÃO LEAN

A Gestão Lean é um dos métodos mais usados nas implementações em projetos de melhorias contínuas e amplamente conhecidos de gestão da indústria que possuem robustez em seus processos fabris. É também conhecido como Lean Manufacturing ou Lean Productions ou apenas Lean (AVANCINI, Paulo Roberto, 2022). [28]

O conceito de Lean Management tem a sua origem no Sistema de Produção Toyota (TPS). O TPS contém técnicas e ferramentas de fabricação desenvolvidas por Taiichi Ohno e associados logo após a Segunda Guerra Mundial. A necessidade de uma escassez de recursos e de capital levou-o. O proprietário da Toyota Motor Company Eiji Toyoda instruiu os seus trabalhadores para eliminarem todos os resíduos (ROSA, TAVARES & Larissa Beatriz Fonseca, 2022) [29].

Os principais objetivos da Gestão Lean é melhorar a eficiência das organizações industriais. Existem duas instruções principais: eliminar todos os desperdícios em todos os processos e colocar os seres humanos no centro do processo, para tirar partido da sua eficácia (SHENSHINOV & AL-ALI, 2020) [30].

Os resíduos são definidos como "tudo o que não seja a quantidade mínima de equipamento, materiais, peças, espaço e tempo essenciais para acrescentar valor ao produto" (Russell & Taylor, 2019) [31].

Dentro do processo podem encontrar-se oito tipos de resíduos: sobre produção, espera, transporte, processamento, inventários, mudanças, defeitos, comportamentos/competências (Emiliani & Stec, 2004), (Harry, et al., 2010) [32]

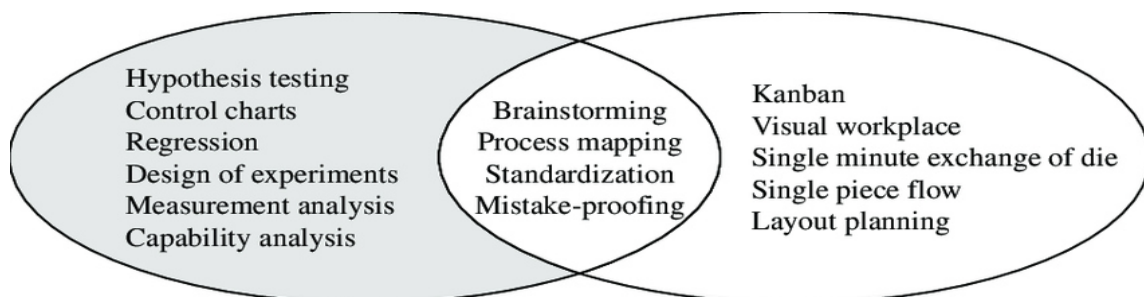
Com eliminação de desperdício, a Gestão Lean concentra-se em operações de valor acrescentado. O valor acrescentado é um valor pelo qual o cliente está disposto a pagar. Ao analisar os processos, podem ser identificados três tipos de trabalho:

1. Atividade com valor agregado – VAA (Value added activities), juntamente com Atividade sem

valor agregado, mas necessária;

2. NVAA-N (Non-Value-added activities - Necessary) e; Atividade sem valor agregado – NVAA (Non-Value added activities): Atividade que não transforma o produto direta ou indiretamente. NVA (não valor acrescentado) - operações redundantes, que devem ser eliminadas, por exemplo, à espera de uma mudança de bateria (POSWA, ADENUGA & MPOFU,2022) . Em resumo, Lean é a utilização mais eficaz dos recursos organizacionais - fazer mais com menos recursos de acordo com (FARRUKH, MATHRANI, & SAJJAD, 2022).

Figura 2.1 Exemplos de Seis Sigma, Gestão Lean, e ferramentas comuns.



Fonte: ADAPTADO DE: (SALAH, ET AL., 2010) E (HAMROL, 2018).

2.2 SEIS SIGMA

A metodologia Six Sigma foi desenvolvida nos anos 80 pelo engenheiro Bill Smith na empresa Motorola (SNEE, 2010). Esta abordagem concentra-se na resolução de problemas. As ferramentas Six Sigma são concebidas para melhorar processos e produtos. O seu objetivo é reduzir o número de defeitos e eventos. O objetivo técnico do Six Sigma é minimizar a variação do processo para que não haja mais do que 3 defeitos por milhão de peças (BRUSSEE, 2012). O objetivo de Six Sigma é atingir a perfeição no processo de cada empresa (NARULA & GROVER, 2015) para proporcionar excelência organizacional e vantagem competitiva no mercado (CHAKRABARTY & TAN, 2007).

O Seis Sigma para resolver problemas utiliza a abordagem DMAIC: Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar. O método DMAIC concentra-se em ferramentas e técnicas específicas.

1. Definir: esta etapa identifica os clientes com os seus requisitos, e processos empresariais centrais.
2. Medida: esta etapa mede e recolhe dados relativos ao desempenho atual do processo.
3. Analisar: esta etapa identifica a diferença entre o processo atual e o desejado, esta

comparação mostra defeitos no processo atual.

4. Melhorar: esta etapa implementa soluções para remover defeitos identificados.
5. Controle: as mudanças implementadas são controladas, pelo que a melhoria está no seu melhor (JAYARAM, 2016; VLASOV, 2018).

2.3 WORLD CLASS MANUFACTURING (WCM)

A finalidade do presente trabalho é descrever apenas sobre um dos pilares técnicos que compõe o WCM, o pilar Workstation Organization (WO) – Organização do Posto de Trabalho – que está diretamente ligado a produtividade industrial, e descrevendo brevemente sobre os pilares gerenciais que são base para os pilares técnicos [14]. O WCM é um sistema inovador de gestão baseado em melhoria contínua, cujo foco é a eliminação de todos os tipos de desperdícios e perdas de produção através do envolvimento de todos os níveis e departamentos. O objetivo é ter alta produtividade com produtos de alta qualidade respondendo às necessidades dos clientes, garantindo a máxima flexibilidade e custos competitivos, buscando a excelência em um mercado competitivo. Além disso, desenvolve conhecimentos capazes de reeducar as pessoas para ações de prevenção e de melhoria contínua, garantindo o aumento da confiabilidade dos equipamentos e da capacidade dos processos, sem grandes investimentos adicionais [15][16]. O sistema foi baseado nas práticas desenvolvidas do TPS, mas foi Hajime Yamashina o grande difusor do WCM nas organizações, descrevendo-o como nível de excelência de todo ciclo logístico e produtivo, além de estabelecer uma metodologia estruturada para implementação do sistema. De acordo com Yamashina (2007) o sistema foi baseado em conceitos de filosofias gerenciais já existentes.

Rubrich (2004) Corroborar dizendo que o sistema deve ser difundido em toda fábrica seguindo uma filosofia Top-Down, ou seja, comprometimento da alta gestão até o chão de fábrica. Segue-se dez princípios básicos: segurança primeiro; padronização é igual a melhoria; voz do cliente; target zero; aplicação rigorosa dos métodos; o WCM é visual; é desenvolvido no chão de fábrica; aprender fazendo; envolvimento de pessoas; energia em crise [18]. Os benefícios de integrar o WCM à organização incluem o aumento da competitividade, desenvolvimento de novas tecnologias, maior flexibilidade, melhor comunicação entre gestão e produção e aumento da qualidade do trabalho [10]. As atividades e práticas são distribuídas em dez pilares gerenciais e dez pilares técnicos, seguindo uma metodologia estruturada que facilita a implementação do WCM. Os pilares gerenciais indicam o comprometimento que as pessoas e a organização devem demonstrar durante a aplicação do modelo para auxiliar o atendimento dos objetivos dos pilares técnicos. São eles: compromisso no gerenciamento; clareza nos objetivos; mapeamento de rota de aplicação;

alocação de pessoas altamente qualificadas; comprometimento da organização; competência da organização; tempos e recursos financeiros; nível de detalhamento; nível de expansão; motivação dos operadores. Cada pilar gerencial tem subcritérios para avaliação [10]. Os pilares técnicos estão relacionados aos processos de produção com cada um contendo objetivos específicos para o desenvolvimento do sistema na organização. Para a implementação correta de cada um dos pilares técnicos são subdivididos em sete passos (step-by-step) para atingir o êxito no programa (CORTEZ, 2010). Os pilares técnicos são: Segurança (SAF); Desdobramento de Custos (CD); Melhoria Focada (FI); Atividades Autônomas – sendo este pilar subdividido devido sua complexidade em Manutenção Autônoma (AM) e Organização do Posto de Trabalho (WO); Manutenção Profissional (PM); Controle de Qualidade (QC); logística e Serviço ao Cliente (LCS); Gestão Antecipada de Equipamentos (EEM); Desenvolvimento de Pessoas (PD); Meio Ambiente (ENV) [10].

2.4 WORKSTATION ORGANIZATION (WO)

O pilar WO é constituído de um conjunto de critérios técnicos, métodos e instrumentos para criar uma estação de trabalho em condições ideais. Isso significa realizar ações de restauração e de melhoria contínua com o objetivo de garantir a ergonomia e a segurança da estação de trabalho com o mínimo de movimentação de materiais, assegurar a qualidade dos produtos mediante um processo robusto, e principalmente a melhoria da produtividade, aplicando as ferramentas apropriadas para otimização e criação de padrões de trabalho de modo que o comportamento dos operadores possa garantir a repetibilidade do processo. O resultado previsto das atividades desenvolvidas através do pilar consiste na redução significativa dos principais tipos de desperdício que levam a não qualidade do produto, redução de produtividade, melhoria consistente da ergonomia e substancial redução de movimentação de materiais [24].

As perdas e desperdícios se assemelham, porém com abordagens diferentes para resoluções de cada uma, focando em gestão de ativos e gestão de fluxos e materiais respectivamente. As perdas são privações de recursos que ocorrem durante os processos. Já os desperdícios são definidos como a quantidade de recursos utilizados em excesso com relação aos requisitos necessários para produzir um valor constante de produção. As sete categorias segundo Shingo (1985) são as seguintes: superprodução; tempo de espera; transporte; perdas de processo; estoque; defeitos; movimentos [25]. Do ponto de vista da produção enxuta, o conceito de valor é referente as atividades necessárias que compõe os requisitos dos produtos/serviços aos clientes, sendo classificadas em: atividades que agregam valor (VAA), que são atividades que converte materiais e/ou informações em direção ao que é exigido pelo cliente; e atividades que não agregam valor (NVAA) que são atividades que demandam tempo, recursos ou espaço, gerando custos diretos ou indiretos, mas não adicionam qualquer valor do ponto de vista do cliente. As NVAA's podem ser divididas em atividades

contributivas e improdutivas, sendo que as contributivas geralmente são necessárias e essenciais na execução de uma operação, como por exemplo, manuseio de materiais no local de trabalho, trabalhos auxiliares de posicionamento de produto, entre outras; e as improdutivas são as não necessárias, como a ociosidade de algum operador enquanto uma operação está sendo executada. As NVAA's, em média, representam uma grande parte das atividades inerentes aos processos de produção, e por isso devem ser tomadas medidas para o controle parcial ou total eliminação [24][26][27].

2.5 INSERÇÃO DE BOBINAGEM MANUAL

Na secção da Bobinagem a sequência de operações é sempre a mesma, o que difere é o tempo de ciclo de cada operação para cada tipologia de motor. Como a facilidade na atribuição da GOP está associada à tipologia do motor, apenas é necessário verificar as características dos motores selecionados e verificar a GOP atribuída, portanto, para o motor de altura de eixo, e dos polos associados ao GOP EBB310 e para o motor com altura de eixo 225 com 4 polos é associada a GOP EBB066

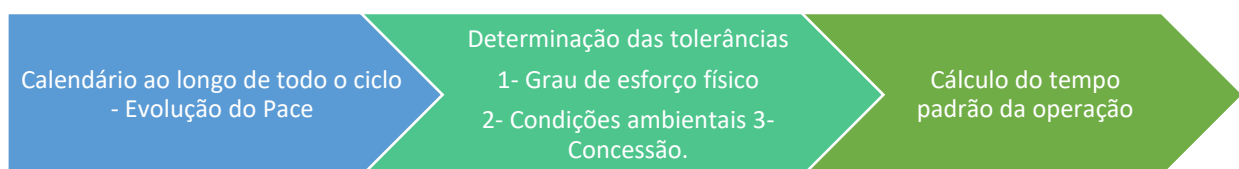
O processo de inserção manual, tem como objetivo a transferência dos grupos de enrolamentos para o estator do motor. O processo é realizado nas seguintes etapas [19].

2.6 CRONO-ANÁLISE

Cronometragem ou Estudo de Tempos é uma técnica que permite fixar, partindo de um número limitado de observações, o tempo necessário para a execução de uma dada tarefa, segundo normas de rendimento definidas. Utiliza-se cronômetro e requer pessoal especializado (crono-analista) para a sua execução [21].

Pode-se resumir em 3 etapas fundamentais o estudo de crono-análise conforme ilustra Figura 2.2:

Figura 2.2 Etapas da Crono-Análise.



Fonte: PRÓPRIA.

Tabela 2.1 Comparação dos resultados antes e depois da intervenção.

	Resultado/Análise	

Critério	Antes da Intervenção	Depois da Intervenção
NVAA-N	184,5	184,5
NVAA	458,4	344,1

2.7 METODOLOGIA DIAGRAMA DE ESPAGUETE.

É um método de representação gráfica das trocas de posições efetuadas pelos funcionários no percurso da própria execução do trabalho e consiste em desenvolver uma análise profunda para otimizar as movimentações dos materiais e a recolocação de pessoas (eliminar muda). Para fazer um gráfico de Espaguete, reproduz-se o layout da linha sobre uma folha de papel, evidenciando os percursos que o trabalhador efetua durante o ciclo de trabalho [26].

O Diagrama de Espaguete é uma das ferramentas da Metodologia Lean Manufacturing bastante usadas nas resoluções de problemas de empresas de médio e grande porte, oriunda do Sistema Toyota de Produção. Referência no mundo inteiro, essa filosofia tem como objetivo a eliminação de 8 desperdícios incluindo o humano [40].

2.8 LAYOUT DO PROCESSO.

O layout tem influência direta na eficiência dos processos produtivos, determinar prazo e bem aplicado traz benefícios garantindo qualidade ao processo como todo, além de proporcionar melhor desempenho aos colaboradores lotados na operação. Slack; Brandon-Jones e Johnston (2018), dizem que o layout de setor produtivo, refere-se ao posicionamento físico dos recursos de transformação. É a forma de como estão alocadas todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoas relacionadas à produção. Assim a otimização de layout, é fundamental para o fluxo de materiais e para a movimentação dos operadores de um processo produtivo.

Para Gaither e Frazier (2001), a finalidade de planejar ou modificar um layout é minimizar os custos de processamento, de logística e de estocagem, dessa forma, 18 o objetivo no planejamento do layout de um setor produtivo é reduzir custos, para facilitar o gerenciamento dos processos. E também, completam Slack; Brando Jones e Johnston (2018), “controlar a segurança, atratividade, flexibilidade e eficiência de uma operação”. Determinando o modo como os recursos transformados: materiais, informação e clientes, devem fluir, em qualquer tipo de arranjo físico, relevante a todas as operações produtivas. Villar e Nóbrega (2004), também enfatizam os objetivos do layout que visam incrementar a produção; reduzir tempos e custos; economizar espaço; reduzir o manuseio; aumentar a utilização do equipamento e mão-de-obra; reduzir o material em processo, entre outros,

contemplando princípios fundamentais de integração nos fluxos das operações, evitando retrocessos, interrupções e cruzamentos na sequência produtiva.

2.1.1.1 Tipos de layout: Mudanças relativamente pequenas no local, podem influenciar no fluxo das operações, porque, se o layout estiver errado, pode provocar longos tempos de processo, operações inflexíveis, altos custos entre outros, ocasionando perdas de tempo na produção. Os tipos mais práticos de arranjos físicos (layout), segundo (SLACK; BRANDON-JONES E JOHNSTON, 2018), são:

2.8.1 Arranjo físico de posição fixa (posicional): os recursos transformados não se movem entre os recursos de transformação, ou seja, equipamento, maquinário, instalações e pessoas movem-se na medida do necessário, quem sofre o processamento fica no lugar. Esse tipo de layout é utilizado quando o produto é relativamente grande para ser movido de forma conveniente, ou ainda muito delicado para ser movimentado.

2.8.2 Arranjo físico funcional: os recursos ou processos estão localizados juntos. Produtos, informações ou clientes fluem pela operação e percorrem um roteiro de atividade a atividade.

2.8.3 Arranjo físico celular: recursos transformados que entram são pré-selecionados e os recursos de transformação estão localizados para atender às necessidades de processamento. Após serem processados numa determinada célula, os recursos transformados passam para outra célula, de maneira ordenada dentro da complexidade de um fluxo.

2.8.4 Arranjo físico em linha (ou por produto): cada produto segue um roteiro predefinido, numa sequência de atividades que coincide com a sequência dos processos arranjados fisicamente. Os recursos transformados seguem um fluxo numa linha de processos.

2.8.5 Arranjo misto: que combinam elementos de alguns ou todos os tipos básicos de arranjo físico, em diferentes partes da operação. O tipo de layout escolhido, vai depender das necessidades da empresa e de seu fluxo de processos, que também depende do seu volume e variedade das operações. Para Olivério (1985), diz que para se alcançar um processo produtivo eficiente evitando desperdícios, o arranjo físico deve ser otimizado, indispensável para aproveitar de forma ideal o espaço físico da empresa, organizando máquinas, equipamentos, pessoas, informação e departamentos.

CAPÍTULO 3

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia proposta nesse trabalho foi desenvolvida como objetivo de investigação das perdas apresentadas no processo, o que significa um papel ativo na análise do problema e no desenvolvimento de soluções dentro do ambiente de investigação (FLETCHER, 2017). Em geral, a investigação corroborou adotando um procedimento analítico e conhecimento empírico ligado ao processo, e levantamento de dados, baseado nas metodologias. Crono-analise. Muda, Muri e Mudar e no Diagrama de Espaguete, com aplicação de outras ferramentas de qualidade no decorrer de todo processo.

3.1. MATERIAIS:

1. Software (Auto card Simulation).
2. Fitas Poliéster
3. Chapas de aço S72;
4. Fios condutores (Cobre e Alumínio);
5. Pinças de Transferência;
6. Paquímetro digital;
7. Ôhmímetro;
8. Teste de Continuidade;

3.1 MÉTODOS:

Preparação da área considerando situações que devem estar de acordo com o estabelecido na norma, incluindo: A instalação, e layout das máquinas e equipamentos que os colaboradores manuseiam durante a execução das tarefas, para execução e implementação do novo layout foi utilizado Simulation Auto card, atendendo as normas de segurança aplicada a NR-12, tais como rota de fuga e normas de vigentes, espaçamento área para trânsito de operador e equipamentos:

- 1) Recebimento de Materia-prima do almoxarifado (Fitas Poliéster, Chapas e fio condutor);
- 2) Preparação da máquina de isolar, consiste em abastecer com fita Poliéster e ajustar as ferramentas de corte e dobra em modo manual.
- 3) Operar isoladora em modo automático para corte e dobra do isolador fundo de ranhura.
- 4) Controlar comprimento e dobra do colarinho com paquímetro digital.
- 5) Preparação da máquina de bobinar, consiste em programa e abastecer com fio condutor

de cobre e/ou alumínio.

- 6) Operar bobinadeira em modo automático para criar os grupos de bobinas nas pinças.
- 7) Controlar a resistência Ohmica da bobina com Ohmímetro.
- 8) Preparação da máquina de inserir, consiste em abastecer com fita Poliéster e o fazer ajuste na altura do pacote e comprimento do corte do fechamento de ranhura.
- 9) Controlar comprimento do fechamento de ranhura com paquímetro digital.
- 10) Operar máquina de inserir de modo automático que consiste, em posicionar a pinça com grupo de bobina mais a chapa isolada.
- 11) Controlar a continuidade dos grupos de bobina com teste de continuidade.

3.2 OBJETIVO

Esta norma tem como objetivo orientar os colaboradores no processo de inserção de bobinas manual.

3.3 CONDIÇÕES NECESSÁRIAS

3.3.1 Documentos complementares

WPS-6189 (TBG-0908) - Disposição de resíduos industriais parque fabril II.

WPS-6496 (TBG-0511) - Aplicação de equipamento de proteção individual.

WPS-7416 (TBG-1357) - Identificação de Equipamentos de Medição.

WFR-19092 (Mod. 0452) - Material em Processo.

WFR-17583 (Mod.0073) - Material / produto não conforme.


3.3.2 Materiais e equipamentos utilizados no processo de Inserção manual.

Quadro 3.1 Equipamentos e materiais.

EQUIPAMENTOS E MATERIAIS	EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI)
<ul style="list-style-type: none">- Martelo de Borracha;- Espátula de Nylon;- Acamador;- Tesoura;- Alicates de Bico;- Feltro;- Tiras de poliéster (proteção);- Pincel Atômico;- Fita de fibra de vidro. <p>Nota: Todos os instrumentos de medição devem estar com o selo de calibração e dentro do prazo de validade, conforme WPS-7416.</p>	<ul style="list-style-type: none">- Protetor auricular.- Luvas de malha.- Óculos de segurança.- Dedeira de couro.- Creme de proteção. <p>Nota: Conforme WPS-6496 de EPIs.</p>





3.3.3 Procedimentos

Quadro 3.2 – Procedimentos.

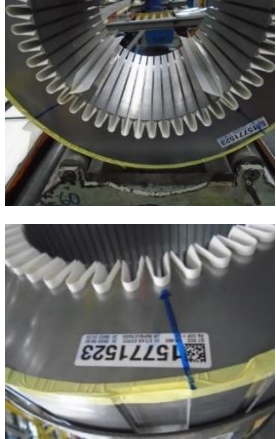
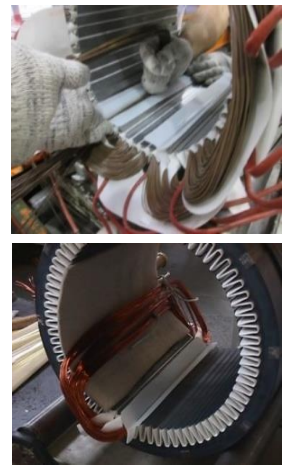

SEQUÊNCIAS DE ATIVIDADES		OBSEVAÇÕES	IMAGENS
O QUE EXECUTAR ?	ETAPAS?		
Marcar as iniciais dos operadores	<p>Marcar nas chapas do estator, utilizar o pincel atômico.</p> <p>Marcar na sequência operador de inserção, ajudante de inserção e operador de bobinadeira</p>	Marcar as iniciais dos operadores na etiqueta das bobinas quem fez a inserção.	
SEQUÊNCIAS DE ATIVIDADES			

Fonte: AUTORES, (2022).





Quadro 3.3 - Verificação de enrolamento do estator (Bobinado).

O QUE EXECUTAR ?	ETAPAS?	OBSERVAÇÕES	IMAGENS
Verificar o tipo de enrolamento do estator bobinado.	<p>-Confrontar o item do estator bobinado com o item do conjunto de bobinas.</p> <p>-Verificar na etiqueta o passo de inserção e tipo de enrolamento (camadas mistas, duplas ou únicas).</p>	Verificar se o estator isolado está isento de chapas danificadas ou deslocadas, materiais isolantes de fundo de ranhura estão eslocados danificados ou faltando.	
Avaliar materiais isolantes, documentação/físico.	<p>-Verificar a classe dos materiais isolantes (F ou H), dimensionamento correto e quantidade necessária.</p> <p>-Verificar se não tem material isolante fundo de ranhura danificado e alinhados na mesma proporção, antes de iniciar a inserção.</p>	Isoladores com dimensões incorretas deverão ser devolvidos ao operador que abastece a entrada de linha, conferindo dos materiais na ordem de produção conforme especificado.	
Definir a posição do passo da inserção de bobinas em estator bobinado.	<p>1) Posicionar os materiais de proteção (poliéster) nas ranhuras fazendo o passo da inserção, conforme etiqueta em anexo, ao conjunto de bobinas.</p> <p>2) Definir como ponto inicial da inserção a ranhura que se encontra na mesma linha reta do canal guia no diâmetro externo do estator grampeado.</p> <p>3) Contar o passo à esquerda do operador de inserção que faz distribuição das bobinas.</p>	Verificar se as proteções de poliéster não estão danificadas durante o processo e trocar de imediato, caso as proteções apresentem danos.	 

Quadro 3.4 - Fazer inserção das bobinas na posição específica estator.

SEQUÊNCIAS DE ATIVIDADES		OBSERVAÇÕES	IMAGENS
O QUE EXECUTAR ?	ETAPAS?		
Fazer inserção das bobinas na posição específica estator. (canal/rasgo).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Posicionar os materiais de poliéster nas ranhuras fazendo o passo da inserção, conforme etiqueta em anexo, ao conjunto de bobinas. 2. Fazer inserção das bobinas na posição do passo inicial conforme especificado no desenho. 3. Definir como ponto inicial da inserção a ranhura na posição acima do canal/rasgo, considerando o lado direito do canal/rasgo com o mesmo voltado para baixo, contanto o passo à esquerda do operador de inserção que distribui as bobinas. 	<p>Verificar se as proteções de poliéster não estão danificadas durante o processo, trocar de imediato, caso as proteções apresentem danos.</p>	
Inserir bobinas no estator.	<p>Inserir as bobinas e materiais isolantes manualmente, conforme a sequência da atividade e as características / especificações do bobinado.</p> <p>- Utilizar a proteção de feltro para os estatores bobinados II polos, camada dupla e imbricados, indiferente do passo. Os demais estatores bobinados devem ser utilizados o feltro se os operadores perceberem que a bobina vai encostar no pallet, podendo danificar as bobinas.</p>	<p>Observar, que cada bobina seja colocada em sua ranhura, evitando que fios/espiras de outras bobinas sejam agrupados</p> <p>Em ranhuras paralelas.</p> <p>Verificar durante o enrolamento se a bobina está isenta de fios arranhados ou com bolhas.</p>	
	<p>Bobinagem A e B. Estatores bobinados de duplo enrolamento, a inserção inicia-se pelo enrolamento de maior passo. Estator bobinado de duplo enrolamento iniciar a primeira inserção pela menor polaridade.</p>	<p>A inserção do 2º enrolamento de passo menor, pode se iniciar em qualquer ponto do estator bobinado. Estator bobinado com enchimento alto, o ajudante de inserção deverá colocar o fechamento na extremidade do estator, evitando que os fios de cobre fiquem fora da ranhura, gerando danos no material, fios arranhados/danificados.</p>	

Quadro 3.5 - Centralizar as bobinas e Amarração das bobinas por fase em estatores.

SEQUÊNCIAS DE ATIVIDADES		OBSERVAÇÕES	IMAGENS
O QUE EXECUTAR ?	ETAPAS ?		
Centralizar as bobinas.	Centralizar as bobinas, proporcionalmente de ambos os lados, evitando cabeça de bobina acima do especificado nos processos posteriores.	Cuidar para não danificar as bobinas quando girar o estator sob o pallet.	
Amarrar as bobinas por fase em estatores bobinado II polos.	Utilizar fita de fibra de vidro, amarrando as 04 bobinas de dentro, separando por fases em estator bobinados II polos, evitando que ocorra fios passado entre as fases das bobinas.	A fita tem como finalidade evitar que tenha fio passado, ou seja, não tem a necessidade de apertar as bobinas, gerando deformação das bobinas (cotovelo) na conformação das cabeças de bobinas.	
Inserir bobinas com esquema de ligação.	Motores com Esquema de pontas: Inserir as 1ª bobinas de cada fase, marcar com o pincel atômico na entre camada, onde inicia a 1ª inserção, permanecendo à entre camada marcada como referência, formando o passo de inserção da 2ª fase à esquerda da entre camada marcada, seguindo o mesmo procedimento de inserir as bobinas da 3ª fase.		
Inserir tubo isolantes.	Inserir os tubos isolantes das pontas de bobinas até no final, encostando os mesmos, no fundo de ranhura.	-	
Acabamento das bobinas.	Inserir as bobinas de forma que fique com aspecto "penteado", para todos os estatores bobinados.	Centralizar os isoladores entre fases na bobina. Manter os fios paralelos entre - si, em 100% dos estatores bobinados 3.9 mantendo assim a qualidade do produto	
Inserir pontas de saídas de bobinas.	Inserir as pontas de saída de bobinas no diâmetro interno do estator, cuidando das cabeças de bobinas para não arranhar com as pontas dos fios.	Distribuir as pontas no diâmetro interno, evitando que as mesmas se entrelacem, dificultando a conformação das cabeças de bobinas na prensa de conformar a 1º vez.	

Quadro 3.6 - Pré-conformação das bobinas e corte do excesso entre camadas.



SEQUÊNCIAS DE ATIVIDADES		OBSERVAÇÕES	IMAGENS
O QUE EXECUTAR ?	ETAPAS?		
Pré - conformaçãodas bobinas.	Utilizar a marreta de borracha para abaixar a altura da cabeça das bobinas, deixando-as abaixo do diâmetro externo do estator.	Cuidar com possíveis danos (Deformações), nas cabeças de bobinas para não comprometer a qualidade do produto.	
Cortar excesso de pontas de entre camadas (isolante).	Cortar o excesso das pontas das entre camadas com tesoura, cuidando para não arranhar os fios.	Girar o estator bobinado, cuidar das bobinas, evitando que nãoencostem no pallet e bobinas com fios arranhado.	

Tabela 3.1 - RESULTADO ESPERADO

ITENS DE CONTROLE	FREQÜÊNCI ADE CONTROLE	INSTRUMENT OOU MÉTODO DE MEDIÇÃO	CRITERIOS DE ACEITAÇÃO	DISPOSIÇÃO PARA CARACTERÍST ICA NÃO CONFORME
Fio de cobre	100%	Visua 1	Sem fios de cobre arranhados osbatidos / Amassados.	Avaliar a possibilidade de isolaro fio de cobre, dar 04 voltas da fita <i>Kapton</i> no mesmo ponto, caso contrário envolver o CQ
Materiais Isolantes			Sem-materiais isolantes deslocados / Danificados ou faltando.	Trocar / quando for necessárioe repor o material faltando.
Inserção das bobinas.			Sem fios transados, arranhados / danificados ou deslocadas.	Identificar com o cartão mod. 0073 - (WFR - 17583) para seravaliado pelo CQ.

Fonte: AUTORES, (2022).

3.4 CUIDADOS ESPECIAIS

Durante a operação observar as condições de uso das ferramentas e equipamentos (alicates, trenas, marreta de borracha, dispositivos de suspensão, espátulas, tesoura). Estes devem estar isentos de rebarbas e devem ter condições de uso, evitando o comprometimento da qualidade. Em caso de divergências nas ferramentas comunicarem o almoxarife da seção.

3.5 ERGONOMIA

Os operadores deverão cumprir o cronograma do “Tempo de Recuperação de Fadiga” proposto pelo estudo ergonômico, ocupando-se com ginástica, leitura ou relaxamento muscular no local definido de pausa.

O cronograma do tempo total de pausa de 53 minutos diários, por operador na função de inserção debobinas manual, valendo com carga de produção de 100%.

3.5.1 Segurança

Seguir os procedimentos da APT e 5 princípios de segurança.

Utilizar os equipamentos de suspensão adequados (Talha e gancho C) para movimentação de peças.

Utilizar os EPI's durante todo o processo.

Cuidar no manuseio de ferramentas em geral como: tesoura, acamador, alicate, martelo de borracha e etc.

Cuidar com as pontas de bobinas durante a inserção.

Ao girar a peça sobre o pallet, cuidar para não prensar membros superiores entre o pallet e o estator.

Não improvisar dispositivos/ferramentas durante a execução de tarefa.


Não puxar para a mesa ou empurrar a peça de volta com o elevador abaixado.

3.5.2 Disposição do Produto ou Componente


Disponibilizar o produto aprovado para a prensa de conformação de cabeça de bobinas;
Fazer inspeção e o autocontrole antes de liberar a peça para a próxima atividade.

3.5.3 Acondicionamento e Identificação

Quadro 3.7 - Acondicionamento e identificação

SEQUÊNCIAS DE ATIVIDADES		OBSERVAÇÕES	IMAGENS
O QUE EXECUTAR ?	ETAPAS ?		
O estator bobinado deve seguir acondicionado em pallets	Utilizaros equipamentos de suspensão adequados e acondicionar sobre pallets. - Manter os anéis de rolagem distribuídosna massa, evitando queda do material.	Inserir o dispositivo gancho C em todo diâmetro interno da peça, por questão de Segurança.	

Quadro 3.8 - Identificação de bobinado.

IDENTIFICAÇÃO	ONDE
<p>Identificação do bobinado: Na etiqueta que está colada na chapa do estator grampeado. Nota: Manter a identificação legível para os processos posteriores</p>	

Quadro 3.9 - Cuidado ambientais e Disposição de resíduos.

RESÍDUO	COLETORES INTERNOS	COLETORES EXTERNOS	DESTINAÇÃO FINAL	OBSERVAÇÕES
Materiais Isolantes	Recipiente azul -Não reciclável-	Caçamba Azul -Não reciclável-	Aterro Industrial Classe II	Coletado: Empresa terceirizada.
Material Isolante Poliéster classe B	Recipiente vermelho -Poliéster classe B-	Caçamba vermelha	Reciclador externo	Almoxarifado de sucatas.
Resíduos de EPIS (Borracha, PVC, couro e malha)	Recipiente azul -Não recicláveis-	Caçamba azul -Não recicláveis-	Aterro Industrial Classe II	-
Resíduos de varrição / limpeza da fábrica	Recipiente azul -Não recicláveis-	Caçamba azul -Não recicláveis-	Aterro Industrial Classe II	-

*Nota: Para a destinação de resíduos não previstos nesta norma, consultar a WPS-6189 – (Disposição de Resíduos Industriais), ou responsável da seção. Procedimento em caso de derramamentos e vazamentos

3.57 Conter o derramamento/vazamento imediatamente. Recolher com auxílio de pá, serragem, toalhas industriais ou outro dispositivo adequado à situação.

3.58 Destinar conforme está descrito no capítulo de disposição de resíduos desta norma ou orientação do responsável da área.

3.5.4 Eficiência energética

Quadro 3.10 - Equipamentos / processo e cuidados com a energia.

EQUIPAMENTOS / PROCESSO	CUIDADOS COM A ENERGIA
Lâmpadas	Desligar as luzes quando não estiver trabalhando na área.
Ventiladores	Desligar no painel central os ventiladores durante os intervalos de refeição e reuniões.
Linha de bobinagem	Desligar a linha de bobinagem e máquinas / equipamentos nos intervalos prolongados e finais de semana.
Microcomputador / Impressoras	Desligar os Microcomputadores/Impressoras nos finais de semana
Ar comprimido	Verificar possíveis vazamentos de ar comprimido em mangueiras de alimentação de máquina; equipamentos e/ou dispositivos no seu local de trabalho.

CAPÍTULO 4

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este estudo de caso concentra-se numa organização que produz bens de consumo. A empresa é um fabricante Motores Elétricos, que produz e vende produtos de mais de 100 marcas em mais de 38 países. Esta empresa produz, Equipamentos eletrônicos e industriais Fabricação de motores elétricos de baixa e média tensão, equipamentos de automação industrial e serviços de manutenção, Geração, transmissão e distribuição de energia. Geradores elétricos para usinas hidráulicas, térmicas, turbinas hidráulicas, aerogeradores, transformadores, subestações de painéis de controle e serviços de integração de sistemas.

O nome da empresa, nomes de cargos e nomes de programas não são divulgados para fins de confidencialidade.

A empresa implementou sub-organizações chamadas centro de operações para tratar de operações logísticas, financeiras, dados principais, e operações de compra. Há um ou mais locais para tratar de um continente. Na Europa, e possui uma filial na cidade de Manaus, Sediada no industrial de Manaus.

Algumas das operações em seu processo produtivo são:

Atuando principalmente no setor de bens de capital com soluções em máquinas elétricas, automação e tintas, para diversos setores, incluindo infraestrutura, siderurgia, papel e celulose, petróleo e gás, mineração, entre muitos outros. A Organização se destaca em inovação pelo desenvolvimento constante de soluções para atender as grandes tendências voltadas a eficiência energética, energias renováveis e mobilidade elétrica. Com operações industriais em 19 países e presença comercial em mais de 38 países implementação de processos e programas de melhoria, entre outros programas de Kaizen. Dentro da empresa, o projeto Kaizen de Produtividade nos centros de bobinadeira e inserção manual da Fábrica foi desenvolvido no Centro de Trabalho de Inserção Manual no Brasil, Manaus. A empresa decidiu iniciar a implementação na redução perda de dessaturação nos centros de trabalho de bobinadeira e inserção manual da Fábrica I, propõe-se unificar os centros de trabalho da bobinadeira, inserção manual e preparação de materiais isolantes

4.1 APLICAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

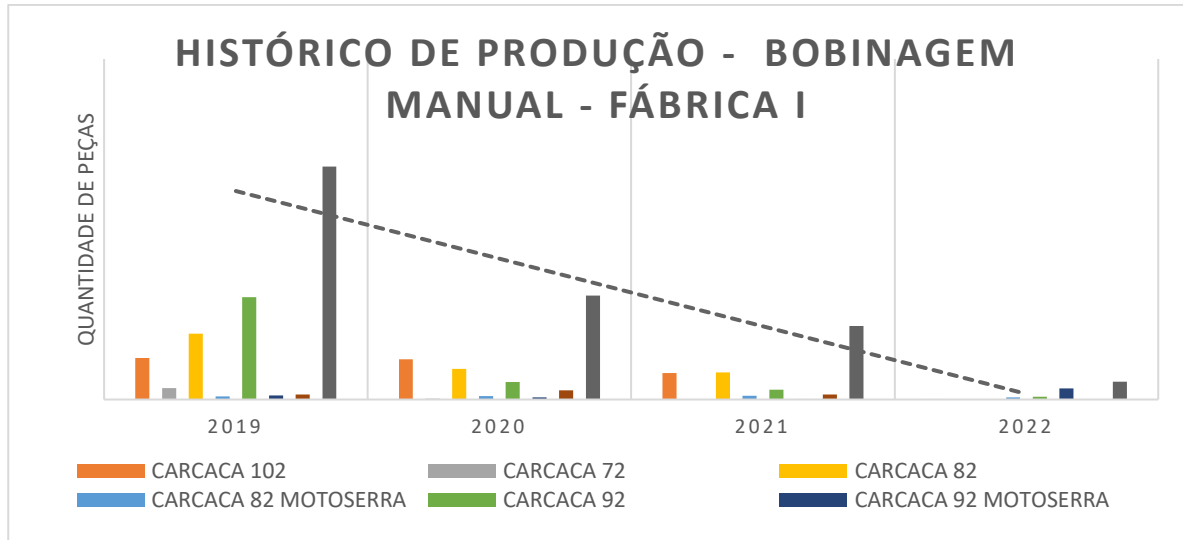
Descrição da empresa: O presente estudo tem lugar numa empresa multinacional Brasileira que produz produtos Elétricos - considerada um dos maiores produtores de motores do mundo, com referências mundiais. Fundada na década de 60, com filial na cidade de Manaus desde dos anos 2000, está sediada na região do Sul do País.

A missão da empresa é produzir motores elétricos, de várias marcas, com a mais alta tecnologia, fornecendo produtos de qualidade e um amplo serviço ao cliente, visando sempre a satisfação do cliente, com preços competitivos e a busca contínua da excelência na evolução tecnológica, com a aplicação de uma Política de Sistema Integrado de Gestão definida e comunicada a todos os níveis da organização. Desde o início das suas operações no Complexo Industrial de Manaus e construído em instalações modernas, a empresa tem contribuído para o desenvolvimento da região, a empresa tem contribuído para o desenvolvimento da região, que começou com 280 postos de trabalho e uma capacidade de produção, parcial, de cerca de 8.000 produtos/mês. atualmente, o ramo tem mais de 6mil empregados e é considerado um dos maiores produtores de motores elétricos do Brasil. A organização onde o estudo foi realizado é classificada como uma grande empresa. Procura a desenvolvimento e melhoria dos seus processos através da utilização de ferramentas de melhoria contínua, com o objetivo de tornar os seus produtos mais competitivos no mercado. A sua produção é caracterizada como um processo intermitente, uma vez que o seu volume é determinado pela procura ou por lotes encomendados por grandes clientes, que são estabelecimentos comerciais, comerciais ou governamentais. O Departamento Divisional de Melhoria Contínua é composto por uma excelente equipe, que tem como objetivo dar suporte a toda a organização. A equipa rege-se pelo modelo CPBS (Colep Packaging Business System) um sistema integrado de melhoria contínua que tem vindo a ser desenvolvido desde 2014, tendo como objetivo principal alcançar a excelência operacional. Este modelo foi inspirado no modelo da Danaher Corporation, sofrendo alterações ao longo do tempo, em resposta às mudanças sentidas na organização e no mercado., enumerando as melhorias aplicadas através do Diagrama de Espaguete, Crono-análise e 3M's, de modo a que o volume de informação obtido fosse suficiente para gerar conclusões satisfatórias. O foco do estudo é a fase de introdução de novos modelos e início da produção em massa, que são desenvolvidos pela gestão de investigação e desenvolvimento, com o apoio dos outros departamentos de engenharia.

4.2 BREVE DESCRIÇÃO DO PROBLEMA A SER RESOLVIDO

Este estudo de caso procura analisar e aplicar soluções aos problemas de concepção encontrados durante avaliação, após revisão dos tempos de fabricação e de setup dos centros de trabalho de bobinagem e inserção manual da Fábrica, observou-se que os processos estavam apresentados perdas de dessarturação deixando o processo com morosidade, O principal motivo para essa redução é a mecanização de determinadas famílias de produtos. Detalhes do histórico de produção entre 2019 a 2022 encontram-se na Figura 4.1. Os dados foram extraídos do ERP da organização.

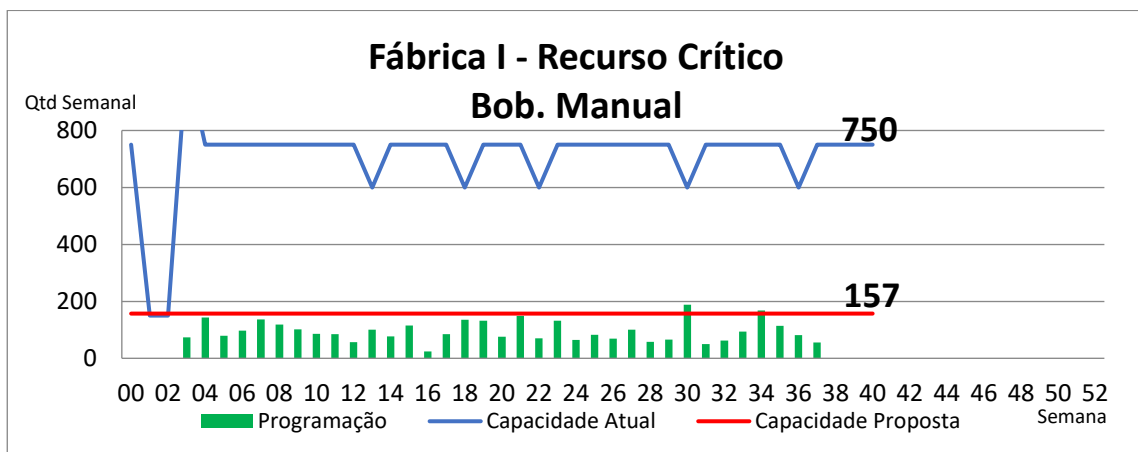
Figura 4.1 Histórico de produção – Bobinagem Manual.



Este problema trouxe perdas de produtividade para o processo. Inicialmente, havia 1 operador/turno para a bobinadeira e 2 operadores/turno para a inserção manual. Estando as cargas de trabalho baixas, realocou-se 1 operador/turno para outras atividades, ficando 1 operador/turno para a bobinadeira e 1 operador/turno para a inserção manual.

Após analisar as cargas dos centros de trabalho para este último cenário verificou-se a possibilidade de concentrar as atividades (bobinar, inserir e preparar materiais isolantes) em um único operador/turno, alterando a carga de 9% e 30% para 48%. Foram adicionadas as horas de Setup e horas necessárias para recuperação de bobinas. Com a nova proposta sugere-se modificar o recurso crítico de 750 peças/semana para 157 peças/semana ou 15 peças/turno. O cenário proposto atenderá em 94% a programação semanal realizada este ano conforme Figura 4.2.

Figura 4.2 - Recurso Crítico Bobinagem Manual.



Para esse cenário, propõe-se criar um CT de Capacidade Compartilhada, o qual englobará os seguintes Centros de Trabalho: 01150116, 01150115 e 01150119.

Além das avaliações e carga, também foi feita a análise da abordagem focada de W.O. para a Bobinadeira e Enrolamento Manual, onde foi possível reduzir R\$ 5.454,76 de atividades que não agregam valor (N.V.A.A.). Os maiores desperdícios encontrados foram o de espera para a bobinadeira e movimentação e retrabalho para o enrolamento manual.

Foram realizados testes práticos durante 2 semanas com acompanhamento da Engenharia Industrial, onde foram feitas avaliações do novo método e novos tempos de trabalho.

Figura 4.3 - Histórico de Produção na bobinagem Manual de Carcaças.

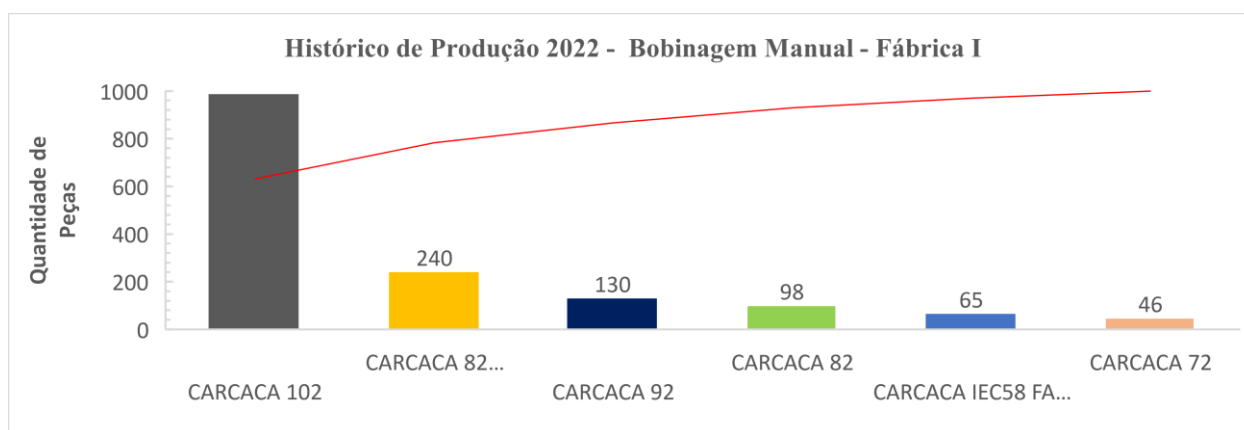
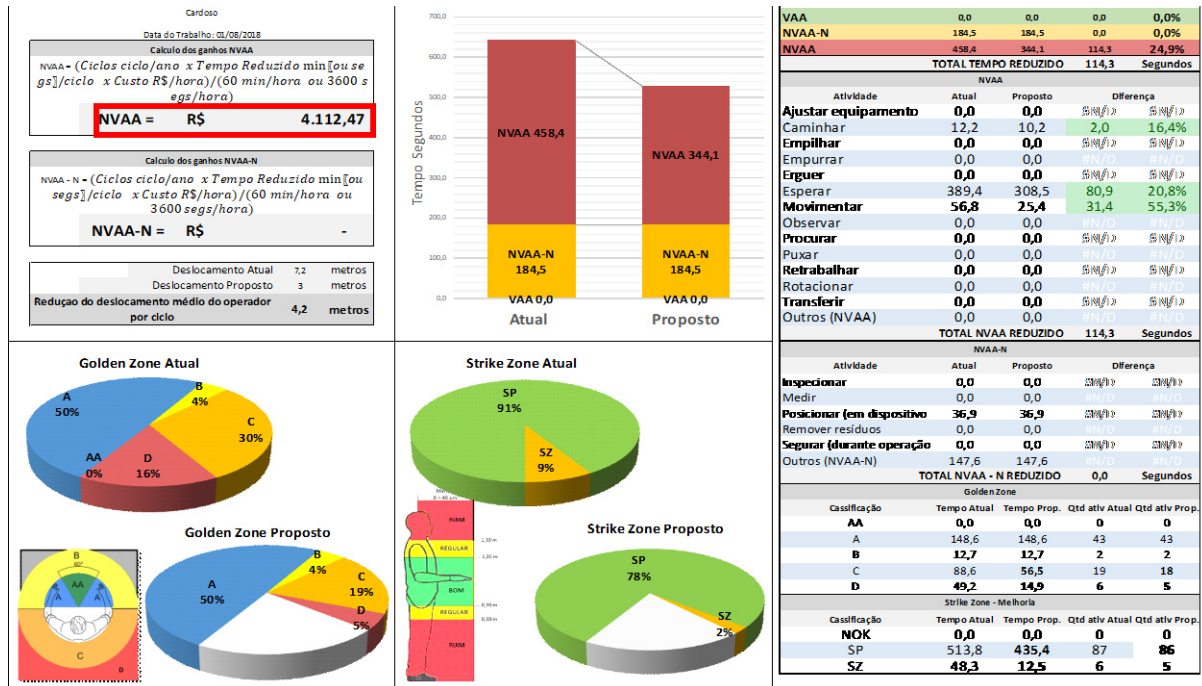


Tabela 4.1 Estratificação de atividades e seus comparativos da situação atual e a proposta após aplicação crono-análise em todas atividades que não agregavam valor ao processo.

ESTRATIFICAÇÃO DE ATIVIDADES				
	Atual	Proposta	DIFERENÇA	
VAA	378,6	368,2	10,4	2,7%
NVAA-N	385,5	385,5	0	0,0%
NVAAA	118,5	80,8	37,7	31,8%
TOTAL TEMPO REDUZIDO			48,1	Segundos



Posteriormente a atenção está voltada para o processo com o objetivo de melhorar as condições de trabalho, nas reduções de erros e conseqüentemente, melhoria de produtividade, efetuando-se análise relacionando todas as atividades de operação e classificando-as. Em seqüência, usa-se o Yamazumi Chart devido sua representação visual para evidenciar o desbalanceamento existente na célula de trabalho, separando as atividades que agregam e não agregam valor com os seus tempos. Esse gráfico serve para comparar o takt time, isto é, o tempo que se deve produzir uma peça ou produto baseado no ritmo de vendas, para atender a demanda dos clientes. Fornecem informações importantes para as análises de Muri, Mura e Muda [37][38], cuja finalidade é a eliminação de desperdícios ocasionados por atividades que não agregam valor ao processo. Para isso as atividades são divididas em três grupos: VAA – atividades que agregam valor, geralmente atividades de transformação do produto; SVAA – atividades de semi-valor agregado, não agregam valor, mas são indispensáveis no processo, como por exemplo, posicionar uma peça; NVAA – atividades que não agregam valor, sendo essas a causa dos desperdícios, como por exemplo, caminhar, transportar, esperar etc. Importante compreender que essas ferramentas são complementares para a eliminação dos desperdícios, utilizando-se da filmagem dos movimentos para uma melhor observação. Exemplo: quando um processo está desbalanceado ou sem padrão (Mura), observa-se a ocorrência de sobrecarga de equipamentos e pessoas (Muri) e conseqüentemente teremos os tipos de NVAA's, ou seja, 11 desperdícios (Muda). Na figura 4.4 mostramos através do Yamazaki Chart a condição inicial do posto de trabalho relacionando as atividades dos operadores com o Cro-análise.

Figura 4.4 - Classificação das atividades seus comparativos da situação atual e a proposta após aplicação crono-análise em todas atividades que não agregavam valor ao processo.

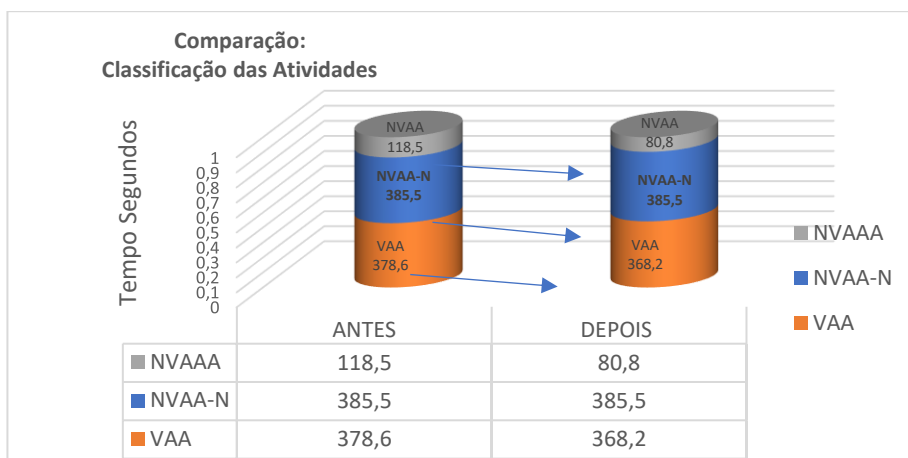
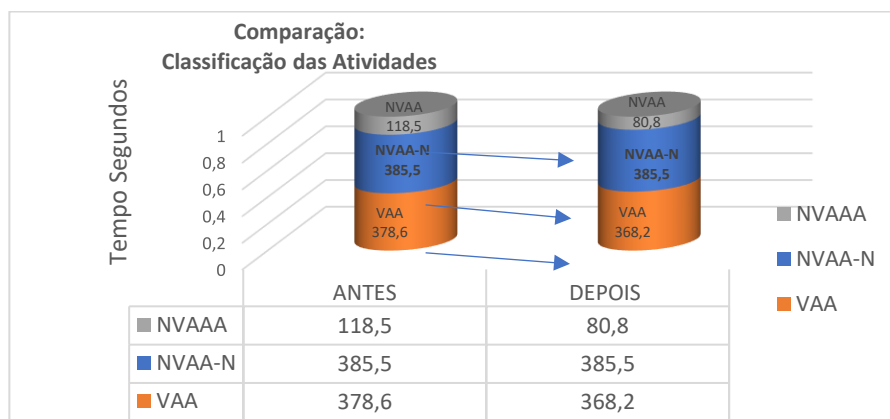


Tabela 4.2 – Mostra que atrás das estratificações das Atividade sem valor agregado – NVAA (Non-Value added activities): Atividade que não transforma o produto direta ou indiretamente, e Atividade com valor agregado – VAA (Value added activities), juntamente com Atividade sem valor agregado, mas necessária – NVAA-N (Non-Value added activities - Necessary), conseguimos analisar o cenário atual e o proposto a essas estratificações dessas atividades com redução de 48,1 num total.

Tabela 4.2 Estratificação de atividades e seus comparativos da situação atual e a proposta após aplicação crono-análise em todas atividades que não agregavam valor ao processo.

ESTRATIFICAÇÃO DE ATIVIDADES				
	Atual	Proposta	DIFERENÇA	
VAA	378,6	368,2	10,4	2,7%
NVAA-N	385,5	385,5	0	0,0%
NVAAA	118,5	80,8	37,7	31,8%
TOTAL TEMPO REDUZIDO			48,1	Segundos

Figura 4.5 - Classificação das atividades seus comparativos da situação atual e a proposta após aplicação crono-análise em todas atividades que não agregavam valor ao processo.



4.3 PERDAS NO PROCESSO

Cálculo de custos de processo (Seção Custos) que tem como objetivo consolidar todos os custos dentro da operação de inserção de bobinagem de acordo com o centro de custo, fazendo apontamento do cenário atual e o proposto após mapeamento conforme tabela 4.3.

Tabela 4.3 - Custo da Operação roteiro atual e proposta após mapeamento dos CTs.

CUSTO DA OPERAÇÃO										
Centro Trabalho	Item	Descrição da Operação	Lote reparação	Tempos (minutos) Setup	Fábrica. Máq	Homem	Máquina	Ocupação Transformação		
								Custo Variável	Fixo	
ROTEIRO ATUAL										
1150022	14170038	Corta Cabos	25	0,4	0,222	1	1	0,219	0,164	
1150032	14170038	Aplicar Terminais	25	0	0,3	1	1	0,275	0,206	
1150154	14170038	Preparar Materiais Isolante	25	0,2	1,224	1	1	1,2	0,801	
1150524	14170038	Cortar Tubo Isolante	25	0	0,044	1	1	0,04	0,03	
1150541	14170038	Isolar Estator	25	8	0,563	1	1	0,849	0,702	
1152451	14170038	Fazer Bobina	25	7	4,51	1	1	4,599	3,801	
1149945	14170038	Montar Bobinas No Estator	25	0	12,5	2	0	15,54	11,25	
1255475	14170038	banda gear E Impregnar	25	0	2,762	7,3	1	13,39	9,961	Processo
ROTEIRO PROPOSTO								36,11	26,91	63,02
1150022	14170038	Corta Cabos	25	0,4	0,222	1	1	0,219	0,164	
1150032	14170038	Aplicar Terminais	25	0	0,3	1	1	0,275	0,206	
1150154	14170038	Preparar Materiais Isolante	25	0,2	1,224	1	1	1,2	0,801	
1150524	14170038	Cortar Tubo Isolante	25	0	0,044	1	1	0,04	0,03	
1150541	14170038	Isolar Estator	25	8	0,563	1	1	0,849	0,702	
1152451	14170038	Fazer Bobina	25	3,9	3,221	1	1	3,249	2,686	
1149945	14170038	Montar Bobinas No Estator	25	0	26,06	1	0	16,2	11,72	
1255475	14170038	Bandagem E Impregnar	25	0	2,762	7,3	1	13,39	9,961	Processo
ROTEIRO ATUAL								35,41	26,27	61,6889
1150022	14170038	Corta Cabos	8	0,4	0,222	1	1	0,252	0,189	
1150032	14170038	Aplicar Terminais	8	0	0,3	1	1	0,275	0,206	
1150154	14170038	Preparar Materiais Isolante	8	0,2	1,224	1	1	1,215	0,811	
1150524	14170038	Cortar Tubo Isolante	8	0	0,044	1	1	0,04	0,03	
1150541	14170038	Isolar Estator	8	8	0,563	1	1	1,503	1,243	
1152451	14170038	Fazer Bobina	8	7	4,51	1	1	5,171	4,274	
1149945	14170038	Montar Bobinas No Estator	8	0	12,5	2	0	15,54	11,25	
1255475	14170038	banda gear E Impregnar	8	0	2,762	7,3	1	13,39	9,962	Processo
ROTEIRO PROPOSTO								37,38	27,96	65,34
1150022	14170038	Corta Cabos	8	0,4	0,222	1	1	0,252	0,189	
1150032	14170038	Aplicar Terminais	8	0	0,3	1	1	0,275	0,206	
1150154	14170038	Preparar Materiais Isolante	8	0,2	1,224	1	1	1,215	0,811	
1150524	14170038	Cortar Tubo Isolante	8	0	0,044	1	1	0,04	0,03	
1150541	14170038	Isolar Estator	8	8	0,563	1	1	1,503	1,243	
1152451	14170038	Fazer Bobina	8	3,9	2,601	1	1	2,975	2,459	
1149945	14170038	Montar Bobinas No Estator	8	0	26,06	1	0	16,2	11,72	
1255475	14170038	Banda gear E Impregnar	8	0	2,762	7,3	1	13,39	9,962	Processo
ROTEIRO ATUAL								35,84	26,62	62,4653
1150022	14170038	Corta Cabos	10	0,4	0,222	1	1	0,242	0,182	
1150154	14170038	Preparar Materiais Isolante	10	0	1,248	1	1	1,217	1,006	
1150524	14170038	Cortar Tubo Isolante	10	0	0,132	1	1	0,121	0,091	
1150541	14170038	Isolar Estator	10	5	20,088	1	0	12,48	9,036	
1152451	14170038	Fazer Bobina	10	0	2,548	1	1	2,932	2,423	
1149945	14170038	Montar Bobinas No Estator	10	0	5,692	5	0	17,69	12,8	
1255475	14170038	Bandagem E Impregnar	10	0	7,683	7,3	1	37,23	27,71	Processo
ROTEIRO PROPOSTO								71,92	53,25	125,17
1150022	14170038	Corta Cabos	10	0,4	0,222	1	1	0,242	0,182	
1150154	14170038	Preparar Materiais Isolante	10	0,2	1,248	1	1	1,217	1,006	
1150524	14170038	Cortar Tubo Isolante	10	0	0,132	1	1	0,121	0,091	
1150541	14170038	Isolar Estator	10	0	7,775	1	0	4,832	3,498	
1152451	14170038	Fazer Bobina	10	3,9	3,466	1	1	3,712	3,068	
1149945	14170038	Montar Bobinas No Estator	10	0	11,322	1	0	7,043	5,098	
1255475	14170038	Bandagem e Impregnar	10	0	7,683	7,3	1	37,23	27,71	Processo
ROTEIRO ATUAL								54,4	40,65	95,05

Tabela 4.4 - Cálculo de custo industrial dos motores (Seção Custos).

Material	Descrição	Custo Industrial (R\$)		Variação	
		Atual	Proposto	R\$	%
13965792	MOTOR 4HP 2P 100L WFF2	R\$ 413,27	R\$ 411,93	-R\$ 1,33	-0,321%

Material	Descrição	Custo Industrial (R\$)		Variação	
		Atual	Proposto	R\$	%
13322991	MOTOR 3cv 2P 100L WFF2	R\$ 392,65	R\$ 389,77	-R\$ 2,88	-0,732%

Material	Descrição	Custo Industrial (R\$)		Variação	
		Atual	Proposto	R\$	%
10662446	MOTOR 5,5cv 2P IEC56 WBA1	R\$ 352,29	R\$ 322,17	-R\$ 30,12	-8,549%

Tabela 4.7 Ganhos no processo com análise dos principais desdobramento de perdas dentro do processo, tais como dessaturação, após aplicabilidade da ferramenta NAAV – Atividades que não agregam valor, observamos ganhos importantíssimo, não apenas na redução do custo de produto, mas também eficiência no processo como todo, esse ganho por pilar representa uma redução anual.

Tabela 4.5 - Cálculo dos Ganhos no Processo.

Centro de Trabalho	Descrição do Local	Total	Afetado pelo projeto	% Distribuição dos Ganhos	Comentários
01150298	FI - Enrolamento manual	R\$ 101.301,52	Sim	50%	Em relação ao ganho real
01150299	FI- Bobinadeira manual	R\$ 48.538,24	Sim	50%	
01150298	FI - Enrolamento manual	R\$ 40.123,56	Sim	100%	Em relação ao ganho Potencial

Tabela 4.6 - Desdobramento em perdas preliminares após crono-análise dos pilares FI e WO.

Desdobramento em Perdas				
Perda Total	Perda	Pilar	CT	Ganhou (R\$)
R\$ 149.839,76	Dessaturação	FI	01150298 e 9	R\$ 67.573,80
R\$ 40.123,56	NVAA	WO	"01150298	R\$ 1.342,29

Tabela 4.7 - Resumo dos ganhos anuais por Pilar.

Resumo de ganho por Pilar	
FI	R\$ 67.573,80
WO	R\$ 1.342,29

Tabela 4.8. Identificamos que após mapeamento diretamente no processo de inserção manual, utilizando-se da carga diária atual, a média de horas necessárias por dia 1,44 com horas disponíveis de 15,83 trouxe redução de carga média 21% elevando o atendimento, dessa maneira atividades ligadas diretamente ao processo agregou aumento na produtividade zerando o percentual.

Tabela 4.8 - Programação não atendida.

Média de horas necessárias por dia	1,44
Horas disponíveis por dia	15,83
Carga média	9%
Número de dias com programação não atendida	0
Percentual de dias com programação não atendida	0%

Tabela 4.9 - Redução de 59% após implementar proposta da organização do posto de trabalho, mediante estudos e comparativos com objetivo de reduzir a dessaturação e aumentar eficiência com ganhos reais de R\$2627,93.

Engenharia industrial (Cargas de máquinas, análise do processo etc.	Pilar	Perda Atual (R\$)	Redução (R\$)	%
	Controle de Qualidade	-	-	-
Meio Ambiente (Análise de impacto ambiental, licença etc.)	Desenvolvimento pessoal	-	-	-
Infraestrutura e Utilidades	Gestão Antecipada	-	-	-
	Logística	-	-	-
Segurança e Medicina do Trabalho (PAME, Laudos etc.)	Manutenção Autônoma	-	-	-
Grupos de trabalho (Bobinagem, Ferramentas etc.)	Manutenção Profissional	-	-	-
Qualidade Metodologia (Indicadores, análises. Etc.)	Meio Ambiente e Energia	-	-	-
	Melhoria Focada	-	-	-
Manutenção (Laudos, comparativos etc.)	Org. do Posto de Trabalho	R\$ 4.435,59	R\$ 2.627,93	59%
	Segurança			

4.4 ANÁLISE DO PROBLEMA

Após uma melhor compreensão dos factores e causas que rodeiam o problema, foi desenhado um Diagrama de Espaguete com auxílio da Crono-análise, onde foi possível mapear as perdas, mostrando as causas prováveis, conforme fluxograma abaixo.

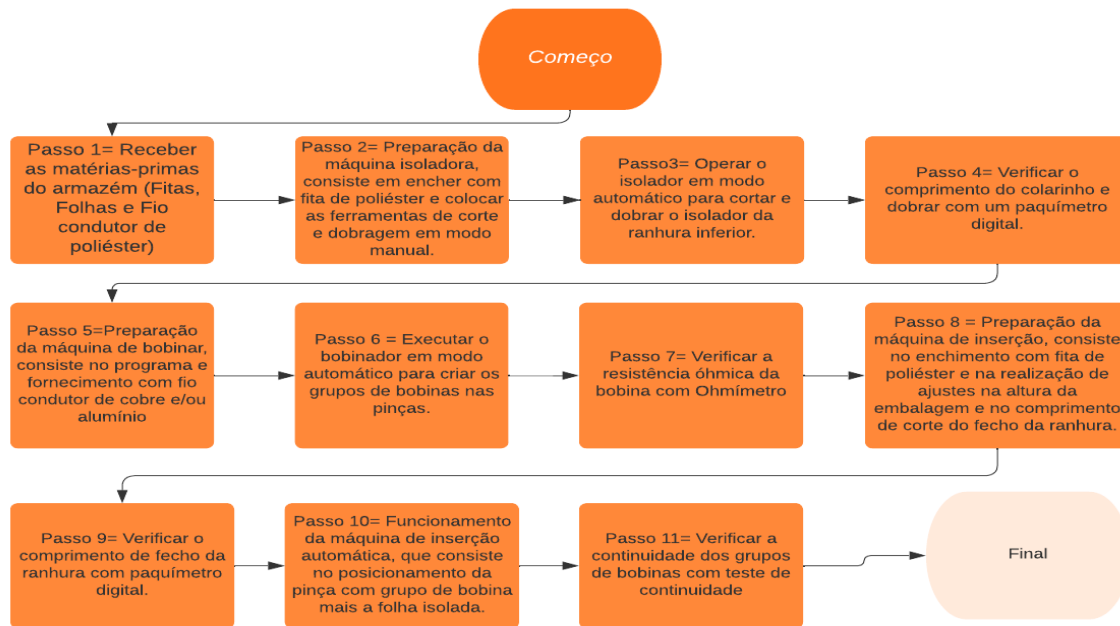


Tabela 4.9 - Representa o quadro orçado de colaboradores e sua capacidade produtiva peças/dia, na aplicação de melhorias contínuas, Kaizen foi possível reduzir 2 colaboradores de 12 mês, aumentando a capacidade de produção peças/dias de 5,79 por colaborador para 6,0 Produtiv.Pç/dia/col. dias.

Tabela 4.10 - Avaliação dos eventos com apontamento de redução de quadro de colaboradores na operação incluindo aumento na produtividade.

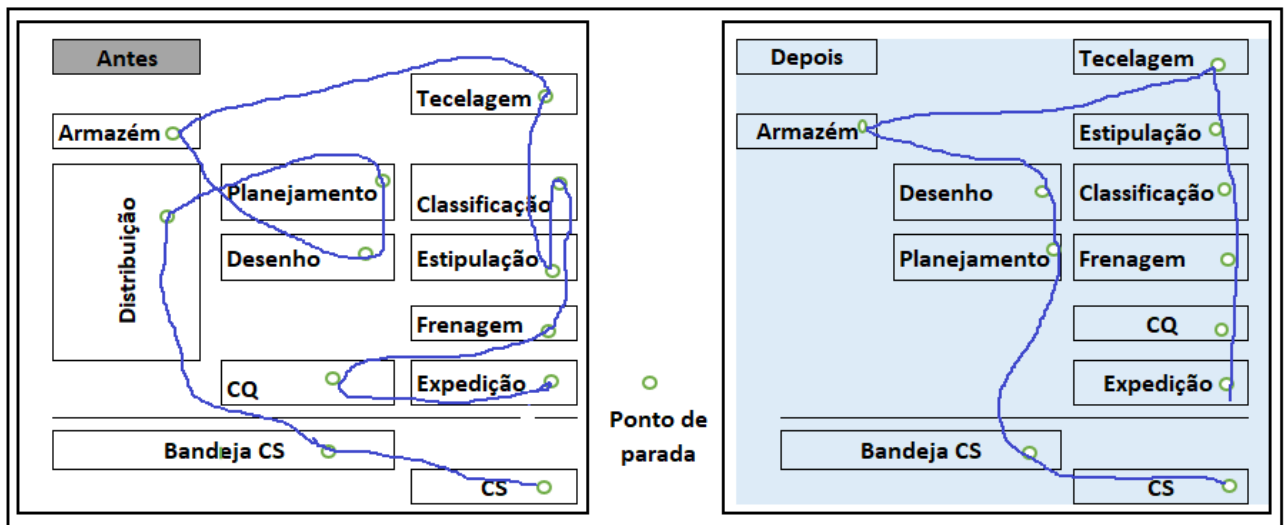
Evento	Data Implant.	Nº Colaboradores			Capacidade Pç/dia	Produtiv. Pç/dia/col.	
		Orçado	Alteração de quadro	Aprovado			Real
Orçamento Fábrica I para 2022	-	616	-	616	612	3570	5,79
Kaizen de produtividade na Bobinadeira e Enrolamento Manual	out/22		-2	616	610	3570	6,00
Quadro Final	-		- 2	616	610	3570	6,00

O estudo de layout ou arranjo físico envolve a disposição e localização física dos recursos de transformação. Trata de decidir onde colocar todas as instalações: máquinas, equipamentos e pessoal. Ele determina a forma e a aparência dos locais de trabalho e como os processos irão fluir. Mudanças no arranjo implicam em alterações no fluxo e na produtividade, afetam custos e eficiência de produção.

O objetivo de projetar um bom layout é eliminar as operações que não agregam valor (NVAA), facilitar o fluxo de materiais e informações, aumentar a eficiência da mão de obra e equipamentos e reduzir os riscos de acidentes para os trabalhadores.

Após mudanças no layout tivemos ganhos expressivos financeiros e principalmente redução tempo de execução da atividade.

Figura 4.6 – Diagrama de espaguete



Analisando as figuras 4.6 e 4.7, pode-se concluir que as principais causas dos problemas estão relacionadas com o problema de dessarturação ocasionado por falta de mapeamento das perdas, o layout não adequado ao objetivo inicial apresentado, descritos nos ramos do método e dos materiais, respectivamente. Portanto, tendo em conta a necessidade de fazer alterações no layout do processo, foi feito um pequeno brainstorming com as equipes técnicas, e foram propostas algumas soluções como mostra a Figura 4.7 e 4.8.

Figura 4.7 - Layout ATUAL – 1 operador para isolar e bobinar e 1 operador para inserar.

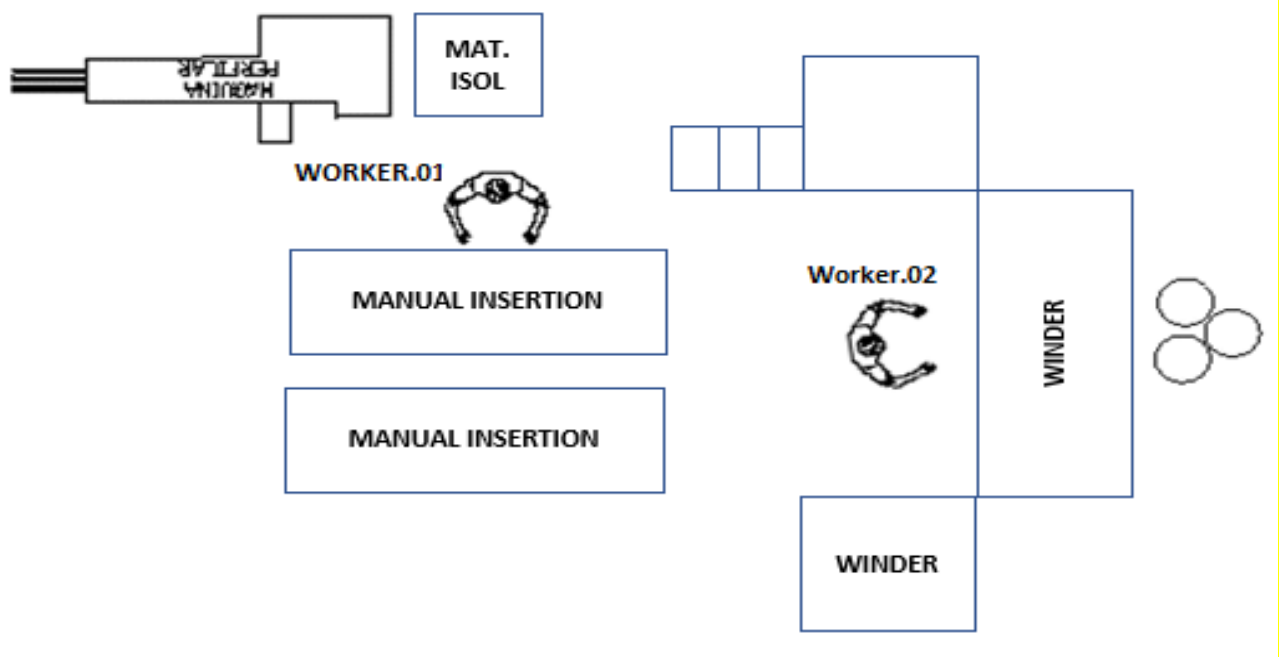
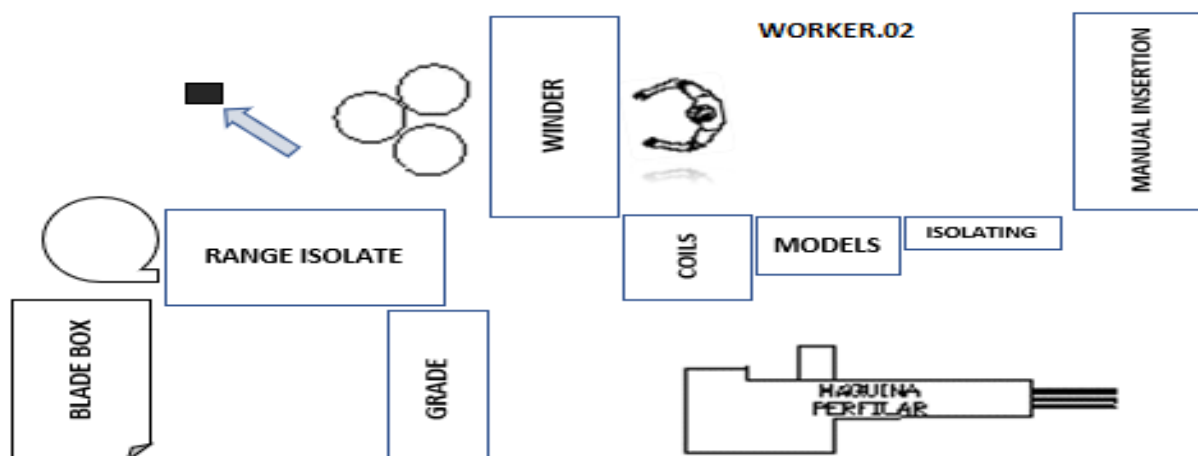


Figura 4.8 - Layout PROPOSTO – 1 operador/turno para isolar, bobinar e inseritar.



4.5 DISCUSSÕES

O método aplicado beneficia de uma combinação de três metodologias eficazes de melhoria contínua, pode e deve ser adaptado aos requisitos de uma empresa. A abordagem e o conjunto de ferramentas adaptam-se às necessidades de uma organização. O documento apresenta como o Kaizen pode melhorar os processos da inserção manual bobinadeira da fabricação I, assim como suas implementação as demais áreas da empresa e, desta forma, melhorar a satisfação do cliente. Após levantamento de dados foi possível dentro da empresa fazer uma adaptação e foi criado um esquema especial. A empresa ajustou o método Kaizen e introduziu quatro etapas, Identificação, Análise, Concepção e Implementação. O time foi motivado a utilizar muitas ferramentas adaptadas para encontrar áreas de melhoria.

Com base nos estudos e resultados apresentados é possível utilizar um sistema de gerenciamento coeso e estruturado, permitindo a familiarização com práticas enxutas, permitindo a eliminação de perdas e melhorias de produtividade nas plantas produtivas, independentemente do tamanho das mesmas, desde que exista o envolvimento e comprometimento da alta gestão da organização e planejamento para a implementação do sistema gerencial, que é fundamental para o sucesso da filosofia e da mudança da cultura organizacional.

CAPÍTULO 5

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este estudo de caso concentra-se numa organização que produz bens de consumo. A empresa é um fabricante Motores Elétricos, que produz e vende produtos de mais de 100 marcas em mais de 38 países. Esta empresa produz, Equipamentos eletrônicos e industriais

Fabricação de motores elétricos de baixa e média tensão, equipamentos de automação industrial e serviços de manutenção, Geração, transmissão e distribuição de energia. Geradores elétricos para usinas hidráulicas, térmicas, turbinas hidráulicas, aerogeradores, transformadores, subestações de painéis de controle e serviços de integração de sistemas.

O nome da empresa, nomes de cargos e nomes de programas não são divulgados para fins de confidencialidade.

A empresa implementou sub-organizações chamadas centro de operações para tratar de operações logísticas, financeiras, dados principais, e operações de compra. Há um ou mais locais para tratar de um continente. Na Europa, e possui uma filial na cidade de Manaus, Sediada no industrial de Manaus.

Algumas das operações em seu processo produtivo são:

Atuando principalmente no setor de bens de capital com soluções em máquinas elétricas, automação e tintas, para diversos setores, incluindo infraestrutura, siderurgia, papel e celulose, petróleo e gás, mineração, entre muitos outros. A Organização se destaca em inovação pelo desenvolvimento constante de soluções para atender as grandes tendências voltadas a eficiência energética, energias renováveis e mobilidade elétrica. Com operações industriais em 19 países e presença comercial em mais de 38 países.

Implementação de processos e programas de melhoria, entre outros programas de Kaizen. Dentro da empresa, o projeto Kaizen de Produtividade nos centros de bobinadeira e inserção manual da Fábrica foi desenvolvido no Centro de Trabalho de Inserção Manual no Brasil, Manaus. A empresa decidiu iniciar a implementação na redução perda de dessaturação nos centros de trabalho de bobinadeira e inserção manual da Fábrica I, propõe-se unificar os centros de trabalho da bobinadeira, inserção manual e preparação de materiais isolantes.

CAPÍTULO 6

6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Esta pesquisa tem como objetivo apresentar através da aplicação da ferramenta lean manufacturing, integrada com a simulação computacional, as várias opções de melhorias e reduções de perdas que um processo fabril pode obter. Tal resultado foi alcançado por meio da utilização de várias ferramentas que permitiram realizar a simulação positiva. A partir das ferramentas como o gráfico de espaguete, foi gerado uma simulação que permitiu ser usado como modelo para outras áreas da Organizações, com destaque Global de outros Sites da companhia, com reconhecimento pela diretoria da matriz. Perspectivas Globais para a Engenharia de Produção Manaus, AM, Brasil, os resultados alcançados garantiram redução em uma média de 30% no tempo de movimentação, esta mudança irá trazer impactos positivos como: - Ergonomia: diminuição nos percursos, proporcionando mais segurança e transições mais rápidas. - Organização: um arranjo físico planejado facilita acesso a máquinas e deixa o ambiente mais agradável visualmente. - Estoque: os estoques tanto finais como em processo podem ser reduzidos devido ao lead time da produção estar menor. Em relação ao que foi apresentado, pode-se concluir que a alteração proposta do novo layout trouxe ao de planejamento uma poderosa ferramenta que possibilitar as empresas a visualizarem os resultados antes de investir tempo e recursos nela.

6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Uma vez que esse estudo foi concluído com sucesso, propõem-se que para trabalhos futuros os seguintes temas sejam abordados: • Utilização de Diagrama de Espaguete para simular o comportamento do processo por longos períodos; • Utilização de Diagrama de Espaguete para simular o retorno do investimento necessário para aquisição de maquinário; • Utilização cronoanálise para simular aumento de capacidade produtiva; • Utilização do Takt time no qual você precisa completar um produto para suprir a demanda do consumidor. Por exemplo, se você recebe um pedido de um novo produto a cada ciclo para suprir a demanda.

REFERÊNCIAS

- [1] TEECE, David J. et al. Fundamental issues in strategy: Time to reassess. *Strategic Management Review*, v. 1, n. 1, p. 103-144, 2020.
- [2] ERNST, Dieter; LUNDVALL, Bengt-Åke. Information technology in the learning economy- challenges for developing countries. *Globalization, Economic Development and Inequality*, v. 258, 1997.
- [3] HUNT, J.; MAIR, G. M. Computers in Manufacturing. In: *Manufacturing Engineer's Reference Book*. Butterworth-Heinemann, 1993. p. 14/1-14/87.
- [4] RIVA, Angelo; PILOTTI, Luciano. Green Strategy, Lean Production and World Class Manufacturing: a comparative study of two international world-class companies. *Economia Aziendale Online-*, v. 13, n. 2, p. 245-271, 2022.
- [5] MUTHUKUMAR, N. et al. *Organizational Culture and its Impact on Continuous Improvement in Manufacturing*. Emerald Group Publishing, 2022.
- [6] WOMACK, J. P.; JONES, D. T. e ROOS, D. *A máquina que mudou o mundo*. 14. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992
- [7] SHINGO, S. *O sistema Toyota de produção*. 2 ed. São Paulo: Bookman, 1996.
- [8] HALL, Robert W. *Attaining manufacturing excellence*. McGraw-Hill, 1987.
- [9] MEREDITH, Jack R.; SHAFER, Scott M. *Administração da Produção para-MBA's*. 1 ed. Porto Alegre: Bookman, 2002. 391 p.
- [10] YAMASHINA, H. *World Class Manufacturing: Métodos e instrumentos*. Material interno de aplicação WCM da empresa em estudo, 2014.
- [11] ROTHER, M.; SHOOK, J. *Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício*. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1.Ed., 1998.
- [12] BARNES, Ralph M., *Estudo de movimentos e de tempos*. Edgard Blücher, 6ª ed, São Paulo, 1982.
- [13] TANGL, Anita; VAJNA, István. *Lean-Kaizen Tools for the Accounting System and the Decision Making Process*. 2016.
- [14] CHIARINI, Andrea; VAGNONI, Emidia. *World-class manufacturing by Fiat. Comparison with Toyota production system from a strategic management, management accounting, operations*

management and performance measurement dimension. *International Journal of Production Research*, v. 53, n. 2, p. 590-606, 2015.

[15] BYLER, Darren; FRANCESCHINI, Ivan; LOUBERE, Nicholas. *Xinjiang Year Zero*. ANU Press, 2022.

[16] JORDAN, Bill. *Collective Action: Tribes, Empires, Nations, and Protest Movements*. Taylor & Francis, 2022.

[17] [22] RUBRICH, L., WATSON, M. *Implementing World Class Manufacturing*. 2ed. Fort Wayne, Indiana, 2004.

[18] TOURIKI, Fatima Ezahra et al. *Sustainable Excellence in Small and Medium Sized Enterprises*.

[19] BRETTSCHEIDER, J.; SPITZNER, R.; BOEHM, R. Conceito flexível de produção em massa para estatores BLDC segmentados. In: 2013 3ª Conferência Internacional de Produção de Acionamentos Elétricos (EDPC) . IEEE, 2013. p. 1-8.

[20] Thomson, W.T.; Morrison, D. On-line diagnosis of stator shorted turns in mains and inverter fed low voltage induction motors. In *Proceedings of the 2002 International Conference on Power Electronics, Machines and Drives (Conf. Publ. No. 487)*, Santa Fe, NM, USA, 4–7 June 2002; pp. 122–127.

[26] HYER, Nancy; WEMMERLOV, Urban. *Reorganizing the factory: Competing through cellular manufacturing*. CRC Press, 2001.

[27] LOMBARDI, Franco; BRUNO, Eng Giulia; LUZZATI, Andrea. *Application of Lean Manufacturing Methodology in Telescopic Fork Assembly Line*. 2022.

[28] AVANCINI, Paulo Roberto. *Proposta de um método de gestão de manufatura sustentável por meio da integração de práticas Lean e Green Manufacturing*. Editora Dialética, 2022.

[29] ROSA, Elana; TAVARES, Larissa Beatriz Fonseca. *Proposta de implementação do Lean Manufacturing em uma multinacional de bioenergia: um estudo de caso*. 2022.

[30] SHENSHINOV, Yuri; AL-ALI, Abdulsattar. The tools of increasing efficiency of human resource in the lean production environment: Conceptual study. *International Journal of Core Engineering & Management*, v. 6, n. 7, p. 1-18, 2020.

[31] RUSSELL, Roberta S.; TAYLOR, Bernard W. *Operations and supply chain management*. John Wiley & Sons, 2019.

[32] Emiliani, M. & Stec, D. (2004). *Utilização de mapas de fluxo de valor para melhorar a liderança*.

- [33] POSWA, Fikile; ADENUGA, Olukorede Tijani; MPOFU, Khumbulani. Productivity Improvement Using Simulated Value Stream Mapping: A Case Study of the Truck Manufacturing Industry. *Processes*, v. 10, n. 9, p. 1884, 2022.
- [34] FARRUKH, Amna; MATHRANI, Sanjay; SAJJAD, Aymen. A natural resource and institutional theory-based view of green-lean-six sigma drivers for environmental management. *Business Strategy and the Environment*, v. 31, n. 3, p. 1074-1090, 2022.
- [35] FLETCHER, Amber J. Applying critical realism in qualitative research: methodology meets method. *International journal of social research methodology*, v. 20, n. 2, p. 181-194, 2017.
- [36] SMITH, Peter H. **Labyrinths of power: political recruitment in twentieth-century Mexico**. Princeton University Press, 2015.
- [37] ROTHER, M.; SHOOK, J. *Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício*. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1.Ed., 1998.
- [38] PIENKOWSKI, Maciej. Waste measurement techniques for lean companies. *Int J Lean Thinking*, v. 5, n. 1, 2014.
- [39].NETO, Celso Camarano Monteiro et al. *Eliminação de desperdícios e implementação dos conceitos do lean manufacturing para aumento de produtividade em uma empresa do setor automotivo*. 2020.
-

APÊNDICES

- Artigo “Optimization of the Manual Insertion Process of Electric Motor Winders Using Lean Manufacturing Techniques”, **aceito pela revista** “IOSR Journal of Business and Management (IOSR-JBM)”, ISSN: 2319-7668, fator de impacto 7.012 - Qualis CAPES A2.
- [https://www.iosrjournals.org/iosr-jbm/pages/25\(3\)Series-2.html](https://www.iosrjournals.org/iosr-jbm/pages/25(3)Series-2.html)