

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

MARIA JÚLIA DO AMARAL ORLANDO

**APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DE MANUFATURA ENXUTA NA OTIMIZAÇÃO
DE UMA LINHA DE MONTAGEM DE LATAS METÁLICAS DE 18L QUADRADAS**

**Ilha Solteira
2023**

MARIA JÚLIA DO AMARAL ORLANDO

**APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DE MANUFATURA ENXUTA NA OTIMIZAÇÃO DE UMA
LINHA DE MONTAGEM DE LATAS METÁLICAS DE 18L QUADRADAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira –
Unesp como parte dos requisitos para
obtenção do título de Engenheira Mecânica.

Miguel Ângelo Menezes
Orientador

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

O71a Orlando, Maria Júlia do Amaral.
Aplicação dos conceitos de manufatura enxuta na otimização de uma linha de montagem de latas metálicas de 18l quadradas / Maria Júlia do Amaral
Orlando. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2023
57 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Mecânica) -
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2023

Orientador: Miguel Ângelo Menezes

Inclui bibliografia

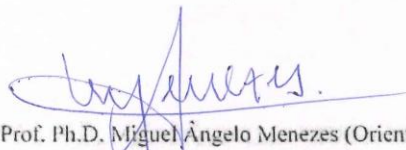
1. Manufatura enxuta. 2. Latas metálicas. 3. Otimização de processos. 4.
Produtividade. 5. Overall equipment effectiveness. 6. Refugos.

Raiane da Silva Santos
Raiane da Silva Santos
Supervisora Técnica de Seção
Setor Técnico de Referência, Atendimento ao usuário e Documentação
Centro Técnico de Biblioteca e Documentação
CEBRB - 9999

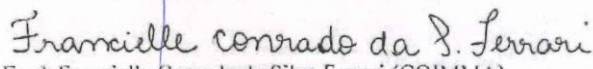
ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE GRADUAÇÃO

Ao 11 dia do mês de Maio do ano de dois mil e vinte e três, às 18h00min, por videoconferência, no Departamento de Engenharia Mecânica, do Campus da UNESP, da Faculdade de Ilha Solteira, a discente Maria Júlia do Amaral Orlando, matriculada sob o número 161052991, tendo como banca examinadora, o orientador Prof. Ph.D. Miguel Ângelo Menezes, a Engenheira Mecânica Francielle Conrado da Silva Ferrari (COIMMA) e o Prof. Dr. Vicente Afonso Ventrella, apresentou o Trabalho de Graduação intitulado: "*Aplicação dos Conceitos de Manufatura Enxuta na Otimização de uma Linha de Montagem de Latas Metálicas de 18L Quadradas*", obtendo o conceito final Aprovado.

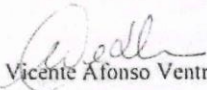
Por ser verdade, os membros da banca examinadora e a discente assinam em seguida.



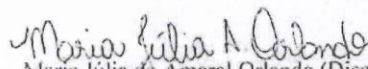
Prof. Ph.D. Miguel Ângelo Menezes (Orientador)



Eng. Francielle Conrado da Silva Ferrari (COIMMA)



Prof. Dr. Vicente Afonso Ventrella



Maria Júlia do Amaral Orlando (Discente)

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus e aos meus guias pela sustentação que me deram para perseverar, não só neste trabalho como ao longo de toda a graduação.

Aos meus pais Josie e José, que tiveram uma infinita paciência comigo e me proporcionaram a oportunidade de estudar o curso que eu escolhi com tanto carinho, na universidade que escolhi, e por estarem comigo ao longo de toda a minha trajetória. Obrigada pelos puxões de orelha, os sermões, os abraços carinhosos e por me levantarem toda vez que eu tropecei e caí, eu não seria nada sem vocês.

Aos meus irmãos, avós, tios, obrigada pelo incentivo, por me impulsionarem, por me aguentarem horas e horas falando das minhas aulas favoritas e por nunca deixarem de se orgulhar de mim.

Ao Prof. Miguel e aos demais professores da FEIS, obrigada por todo o conhecimento passado, pelas lições aprendidas, pelas oportunidades fossem palestras, fossem grupos, fossem os laboratórios e as experiências profissionais.

Aos grupos de extensão Precisão Engenharia e Tec Ilha Baja, por serem parte crucial do meu crescimento profissional e por serem o combustível que me manteve de pé, os amigos e colegas que fiz aqui tem valor inestimável.

A Brasilata Embalagens Metálicas, por ter aberto as portas para mim no estágio, ter abraçado o meu trabalho junto comigo e ter me proporcionado uma experiência incrível.

Aos meus chefes e colegas de trabalho, principalmente o Filipe e a Yasmin, obrigada por comprarem as minhas loucuras para desenvolver esse trabalho, por serem companhias incríveis, me ensinarem tanto e fazerem do trabalho um lugar bacana de estar.

Aos meus amigos e amigas, principalmente a Amanda, Raquel, Sarah, Murilo e Gabriel, que me acompanharam ao longo da graduação, que me suportaram aflita com provas e trabalhos, que me fizeram companhia para estudos, e que vibraram comigo as minhas conquistas, meu muito obrigada, a vida é melhor com vocês!

“A ciência progride melhor quando as observações nos forçam a mudar nossas ideias preconcebidas.” Vera Rubin.

RESUMO

Com o crescente aumento da demanda por produtos, cada vez mais as indústrias têm adotado a Manufatura Enxuta para que não percam competitividade no mercado. Nesse sentido a automatização de processos e a eliminação de etapas desnecessárias e desperdícios tem sido uma prática cada vez mais comum. Neste trabalho se realiza a análise de uma linha de montagem de latas metálicas de 18L quadradas, fabricadas na Brasilata Embalagens Metálicas S/A, empresa do ramo de embalagens metálicas, que são fabricadas a partir de folhas de flandres, destinadas ao armazenamento de diversos produtos como: tintas, alimentos, latas decorativas, entre outros. Utilizando alguns conceitos e ferramentas da manufatura enxuta, foram identificados sete situações/desperdícios e proposto para cada, uma solução através de algumas técnicas: 5S, 5 Porquês, Mapa de Valor e Procedimento Operacional Padrão. Foram analisados dados de setembro de 2022 que são anteriores as soluções aplicadas e de janeiro de 2023 que são posteriores; sendo observado um aumento de 44% no *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) e de 49,06% na Produtividade e uma redução de 8,5% na quantidade de refugos na linha de produção. Essas mudanças reafirmam a razão pela qual a manufatura enxuta é uma metodologia consagrada entre as maiores empresas do mundo.

Palavras-chave: Manufatura enxuta, Latas metálicas, Brasilata, Otimização de processos, OEE, produtividade, refugos, *Overall Equipment Effectiveness*.

ABSTRACT

With the increasing demand for products, more and more industries have adopted Lean Manufacturing so that they do not lose competitiveness in the market. In this sense, the automation of processes and the elimination of unnecessary steps and waste has been an increasingly frequent practice. This work analyzes an assembly line of 18L square metal cans, manufactured at Brasilata Embalagens Metálicas S/A, a company in the field of metal packaging, which they manufactured from tinplate, intended for the storage of various products. such as: paints, food, decorative cans, among others. Using some lean manufacturing concepts and tools, seven situations/waste were identified, and a solution was proposed for each one through some techniques: 5S, 5 Whys, Value Map and Standard Operating Procedure. Data from September 2022 were analyzed, which are prior to the applied solutions, and from January 2023, which are subsequent; with an increase of 44% in *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) and 49.06% in Productivity and a reduction of 8.5% in the amount of waste in the production line. These changes reaffirm why lean manufacturing is an established methodology among the world's largest companies.

Keywords: Lean manufacturing, Metal cans, Brasilata, Process optimization, OEE, Productivity, Waste, *Overall Equipment Effectiveness*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 : Descrição do 5S.....	19
Figura 2: símbolos padronizados do mapa de valor para o fluxo de material	21
Figura 3: símbolos padronizados do mapa de valor para o fluxo de informação.....	21
Figura 4: Composição de tempos na lógica utilizada pelo Software	23
Figura 5: Embalagem de 18L quadrada.....	28
Figura 6: Layout da linha de montagem das latas 18L.....	29
Figura 7: Fluxograma da linha de produção.....	29
Figura 8: Tesoura TE-021	30
Figura 9: Máquina de Solda MS-062.....	30
Figura 10: Expansora EX-010	32
Figura 11: Carimbo/Friso.....	32
Figura 12: Aplicador de verniz AP-017.....	33
Figura 13: Estufa ES-097	34
Figura 15: Virador.....	35
Figura 16: Recravadeira de fundo RE-028.....	36
Figura 17: Diagrama do corte de uma recravação	36
Figura 18: Máquina de Teste MT-088	37
Figura 19: Batocadeira	37
Figura 20: Trinco instalado na porta do cabeçote	46
Figura 21: Suporte de madeira.....	46
Figura 22: Transportador auxiliar na saída da recravadeira.....	47
Figura 23: Tabela de códigos de Refugo	48
Figura 24: “Pulmão”: espaço entre as máquinas na linha de produção	49
Figura 25: Procedimento para Posicionar o fardo	50
Figura 26: Análise da causa-raiz a partir dos 5 porquês	51
Figura 27: Came retirado da recravadeira.....	52
Figura 28: Came novo instalado na recravadeira de fundo.....	52

LISTA DE QUADROS

<i>Quadro 1: 5S e como aplicar no dia a dia</i>	<i>19</i>
<i>Quadro 2: Desperdícios encontrados.....</i>	<i>40</i>
<i>Quadro 3: Tempos de ciclo de cada máquina.....</i>	<i>41</i>
<i>Quadro 4: Tempos de referência.....</i>	<i>42</i>
<i>Quadro 5: Indicadores do mês de setembro/2022</i>	<i>43</i>
<i>Quadro 6: Ações tomadas para solucionar as situações: 1, 4 e 7.....</i>	<i>44</i>
<i>Quadro 7: Ações tomadas para solucionar as situações: 2 e 5.....</i>	<i>47</i>
<i>Quadro 8: Indicadores do mês de janeiro/2023.....</i>	<i>53</i>

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

STP	Sistema Toyota de Produção
POP	Procedimento Operacional Padrão
PCP	Planejamento e Controle da Produção
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
FTT	<i>First Time Through</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
PP	Parada Planejada

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	14
2.1	OBJETIVOS GERAIS	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3	REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1	<i>LEAN MANUFACTURING</i>	15
3.1.1	CONCEITOS BÁSCOS	15
3.1.2	TIPOS DE DESPERDÍCIOS	17
3.2	FERRAMENTAS <i>LEAN</i>	18
3.2.1	5S	18
3.2.3	PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO	22
3.2.4	5 PORQUÊS	22
3.3	EFICIÊNCIA E SUAS MEDIDAS	23
3.3.1	OEE, PRODUTIVIDADE, DISPONIBILIDADE E FTT	25
4	A EMPRESA	27
4.1	A BRASILATA	27
4.2	LINHA DE PRODUÇÃO DAS LATAS DE 18L QUADRADAS	27
4.2.1	<i>LAYOUT</i> E EQUIPE DA LINHA DE MONTAGEM	28
4.3.2	MAQUINÁRIO	30
5	METODOLOGIA	38
6	ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	40
6.1	ESTUDO ANALÍTICO INICIAL DA LINHA	40
6.1.1	DESPERDÍCIOS ENCONTRADOS	40
6.1.2	ESTUDO DE TEMPOS	41
6.1.4	ANÁLISE INICIAL DOS INDICADORES DE EFICIÊNCIA	42
6.2	SOLUÇÕES APLICADAS	44
6.3	IMPACTOS NAS MEDIDAS DE EFICIÊNCIA	53
7	CONCLUSÃO	55
7.1	SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	55
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

1 INTRODUÇÃO

O crescente aumento de demanda por produtos de uma forma geral, tem feito com que as indústrias de todos os seguimentos se empenhem em otimizar os processos de forma a atender as novas necessidades do mercado consumidor. Assim, cada vez mais, as indústrias têm adotado a manufatura enxuta, que tem seus conceitos derivados do Sistema Toyota de Produção (STP).

O STP tem origem no Japão pós segunda guerra mundial, nascendo de uma necessidade de competir pelo mercado automobilístico com as empresas americanas da época. Para isso, a filosofia adota como pilar a eliminação dos desperdícios, utilizando diversas ferramentas como: *Kanban*, *Just in time*, 5S, entre outras.

A manufatura enxuta ou também *Lean Manufacturing*, pode ser aplicada em diversas áreas tanto administrativas como operacionais, com suas particularidades em cada uma, otimizando processos, logística e organização.

Nesse trabalho o foco é propor soluções de otimização fundamentadas na filosofia da manufatura enxuta e suas ferramentas, buscando eliminar desperdícios e utilizar melhor os recursos disponibilizados em uma fábrica do ramo de embalagens metálicas.

O trabalho foi desenvolvido de setembro de 2022 a janeiro de 2023, juntamente com a equipe de produção, a equipe de manutenção e o time de gestão na Brasilata Embalagens Metálicas S/A, observando as necessidades e particularidades do seguimento industrial e da planta fabril de Rio Verde - GO. Este, tem como propósito o estudo aprofundado da linha de montagem das latas quadradas de 18L, e a busca por melhorias a serem implementadas com as ferramentas da manufatura enxuta.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAIS

Realizar um estudo sobre a linha de montagem de embalagens metálicas quadradas de 18L, na empresa Brasilata S/A Embalagens Metálicas, buscando alinhar a realidade ao conceitual teórico dos desperdícios da manufatura enxuta.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Encontrar oportunidades de melhoria e a partir delas, propor soluções para os desperdícios apontados visando: o aumento da eficiência da linha de montagem, otimização dos processos envolvidos e redução de estragos, utilizando como norteador os princípios e ferramenta da manufatura enxuta.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 *LEAN MANUFACTURING*

Em 1950, após a Segunda Guerra Mundial, Eiji Toyoda, na época presidente da Toyota Automóveis, realizou uma visita aos Estados Unidos para compreender o modelo de produção dos automóveis americanos, caracterizado pela produção em massa, com poucos modelos e alto valor agregado (conhecido como Sistema Fordista). Entretanto, no Japão, a situação era completamente diferente, com um mercado que demandava um baixo volume de veículos, porém com uma grande variedade de modelos. Diante desse desafio, a prioridade passou a ser uma produção com o mínimo de desperdícios possível, conforme explicado por Pansonato (2020).

O termo *Lean Manufacturing* se popularizou com a publicação do livro “A máquina que mudou o mundo” de Womack, Jones e Ross (2004). O *Lean Manufacturing* representa então uma grande mudança no paradigma de fabricação, com o pensamento enxuto descrito por Womack e Jones (2004), a premissa inicial de produção passa a ser: produzir mais utilizando cada vez menos recursos.

Marcos (2011), citado por (LADEIRA, 2017) define cinco principais personalidades que contribuíram para a criação (ou ainda acrescentaram ferramentas) do STP. Essas pessoas seriam: Sakichi Toyoda (fundador da Toyota Tecelagem), Kiichiro Toyoda (fundador da Toyota automóveis, filho de Sakichi), Eiji Toyoda (quinto presidente da Toyota automóveis), Taichii Ohno (engenheiro e executivo da Toyota) e Shigeo Shingo (engenheiro industrial). Cada um deles contribuindo com uma ferramenta e com parte dos conceitos fundamentais que serão apresentados.

3.1.1 CONCEITOS BÁSCOS

A teoria do STP foi construída com cinco princípios que ao serem estabelecidos funcionam como pilares que precisam ser respeitados para o sucesso do sistema:

- Valor: refere-se às características do produto (estética, por exemplo) ou serviço (rapidez, por exemplo) que o cliente está disposto a pagar, portanto, deve ser definido a partir da expectativa do cliente com requisitos necessários e esperados, Pansonato (2020) define valor numa simples equação (1);

$$Valor = \frac{percepção}{expectativa} \quad (1)$$

- Cadeia de valor: Womack e Jones (2004), propõem que o fluxo ou cadeia de valor são um conjunto de processos que ao ser realizados somam ao produto os requisitos indicados como valor pelo cliente. Sendo então esse o momento em que se analisa o processo como um todo e se apontam os desperdícios, que serão discutidos mais a frente, dividindo os processos em três tipos: processos que agregam valor, processos que não agregam valor, mas são necessários e processos que não agregam valor.
- Fluxo contínuo: mais conhecido como *just-in-time*, Ohno (1997) defende que as atividades sejam feitas, e as peças entregues apenas nos momentos em que são necessárias e nas quantidades necessárias, de tal forma que não existam estoques intermediários de produtos em processo.
- Produção puxada: conceito complementar ao anterior de modo que a dinâmica de produção deixa de ser produzir o máximo possível (modelo fordista de fabricação em massa), para se produzir apenas o que o cliente pede quando ele pede, dessa forma a produção passa a ser “puxada” pelo pedido do cliente, eliminando a necessidade de grandes áreas de estocagem de produtos acabados, como explica Fullerton (2013), citado por (MOUTINHO, 2021).
- Perfeição: Oliveira (2011) apresenta que a perfeição é além da eliminação de defeitos, um aperfeiçoamento contínuo, visando eliminar todos os desperdícios e atividades que não agreguem valor.

A todo momento percebe-se que o foco do STP é a eliminação dos desperdícios de modo que é importante saber que Taichii Ohno (1997) descreve sete deles, sendo: superprodução, espera, movimentação, transporte, processamento, produtos defeituosos e estoque. No livro “A máquina que mudou o mundo” além do termo *Lean*

Manufacturing Womack, Jones e Ross (2004), introduzem um oitavo desperdício: conhecimento.

3.1.2 TIPOS DE DESPERDÍCIOS

Quando Ohno (1997) defende que se deve acabar com os desperdícios, se refere a processos e/ou situações que fazem parte da rotina de uma linha de produção e que não agregam valor (ou seja, não contribuem para garantir os requisitos anteriormente definidos pelo cliente) ao produto acabado, dessa forma ele descreve os desperdícios como:

Desperdício do tipo superprodução: produzir além do necessário, implicando em excesso de pessoal, estoque excessivo e custos altos referentes ao transporte e a armazenagem desse material.

Desperdício do tipo espera: para além do senso comum, esse desperdício trata simplesmente do tempo que se espera: o conserto de uma máquina, o processo anterior terminar, a matéria-prima chegar até a linha de produção.

Desperdício do tipo movimentação: movimentações desnecessárias de pessoas, principalmente, ao longo do processo de fabricação que não agregam valor. Um exemplo disso são movimentações excessivas para buscar um componente que deve ser montado no produto, que podem ser evitadas.

Desperdício do tipo transporte: relacionado a logística interna ineficiente ou ainda um *layout* pouco favorável, se refere ao transporte de materiais entre o estoque a linha de produção, por exemplo.

Desperdício do tipo processamento: excesso de operações que são realizadas na linha de produção pelas quais o cliente não paga ou ainda equipamentos defeituosos que necessitam de mais uma etapa para que a operação fique completa. Recolher assinaturas, e produzir relatórios que nunca serão lidos são exemplos desse desperdício.

Desperdício do tipo produtos defeituosos: produtos que não serão aproveitados ou ainda que necessitam ser retrabalhados para que sejam enviados ao cliente, dessa forma perde-se matéria-prima, mão de obra e ainda o tempo despendido.

Desperdício do tipo estoque: estoques de produtos acabados e matéria-prima, produtos fabricados fora da “produção puxada”, que mascara problemas nas linhas de

produção, com a logística, e ainda é possível que os produtos sejam danificados no estoque ou se tornem obsoletos, perdendo então todo o investimento de fabricação.

Desperdício do tipo conhecimento: Womack, Jones e Ross (2004), discutem que o conhecimento e a criatividade dos trabalhadores quando mal gerenciada é também um desperdício, se perdem ideias e habilidades que seriam benéficas para a empresa.

Para Ohno (1997), alcançar a máxima eficiência de uma empresa, passa por eliminar completamente esses desperdícios, reduzindo custos. Assim, ele propõe alguns métodos para a eliminação, e com a disseminação e o uso do STP, outros foram adicionando mais ferramentas e construindo o que se entende hoje como manufatura enxuta.

3.2 FERRAMENTAS *LEAN*

Dentre muitas ferramentas incorporadas ao *Lean Manufacturing* ao longo dos anos, no presente trabalho foram escolhidas algumas delas para ser utilizadas em sua forma metodológica, e outras tantas que contribuíram com conceitos para a melhoria contínua.

3.2.1 5S

O 5S é uma metodologia de gestão do ambiente empresarial (operacional e/ou administrativo), surgida no Japão na década de 60, que traz consigo aspectos comportamentais que devem ser aperfeiçoados no dia a dia e na cultura organizacional da empresa, conforme mostra a Figura 1. Nessa metodologia é importante que todos os S's sejam cumpridos de forma satisfatória para o bom resultado do método, são eles:

Figura 1 : Descrição do 5S



Fonte: Turcato, 2022

Além de conhecer de forma teórica o método, é importante que se saiba como aplicá-lo corretamente, então Pansonato (2020), explora como aplicar no dia a dia industrial os sentidos do 5S, como apresentado no Quadro 1, sendo importante destacar que é um trabalho de melhoria incremental, e explora uma mudança profunda da cultura indo além dos colaboradores e alcançando gestores/ diretoria da empresa.

Quadro 1: 5S e como aplicar no dia a dia

Senso	Como aplicar
Seiton (organização)	Definir o local adequado para guardar os materiais, de forma identificada, e manter a organização após o uso.
Seiketsu (saúde)	Cuidar da saúde e higiene pessoal, observar a ergonomia do local promovendo um ambiente agradável com temperatura e ruídos adequados.

Seiri (utilização)	Deixar no local apenas o que é útil e necessário, retirar o que não tem utilidade, dividindo com outros setores ou descartando.
Seiso (limpeza)	Realizar limpezas periódicas, eliminar fontes de sujeira como vazamentos e aberturas desnecessárias, limpar os objetos após o uso, antes de guardar.
Shitsuke (autodisciplina)	Fazer a ampla utilização dos sentidos anteriores, difundir para os colegas os conceitos, criar sistemas de avaliação e motivação.

Fonte: Adaptação de texto Pansonato, 2020

3.2.2 MAPA DE VALOR

Torres (2020), conceitua o mapa de valor como uma fotografia das condições de processo de uma linha de montagem, em que são utilizados símbolos padrão para descrever as características desses processos.

O Mapa de valor, ou mapa do fluxo de valor como também é conhecido, detalha os processos que existem desde a chegada do pedido de um produto, passando por todas as etapas de transformação da matéria-prima até a entrega do produto acabado ao cliente, enxergando processos físicos de transformação como usinagem, por exemplo, e processos administrativos, como o planejamento da produção.

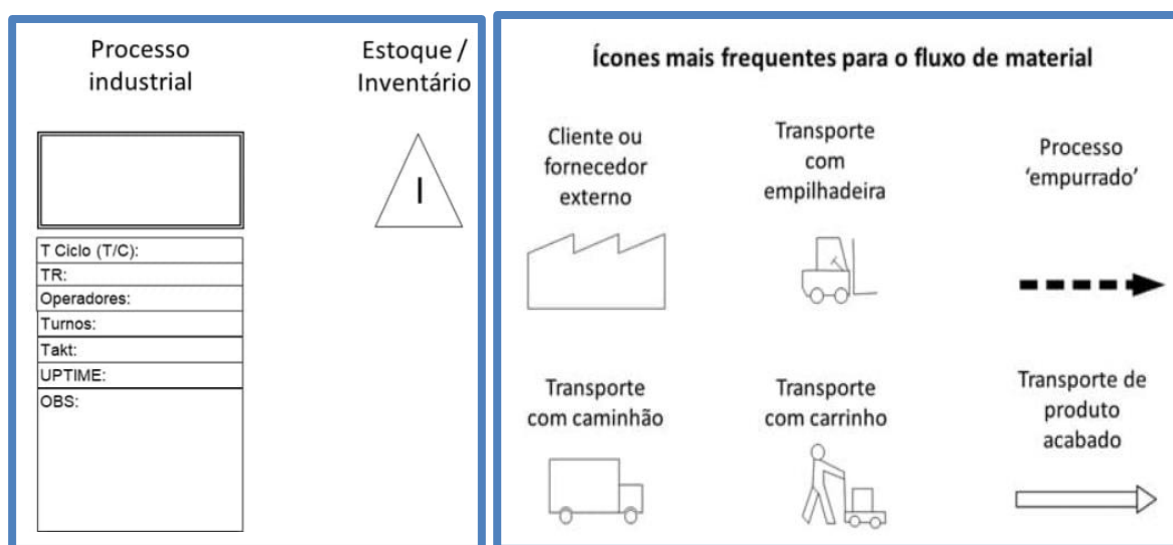
Para Rentes et al (2004) (Citado por FRIGERI, 2008), no fluxo de valor enxuto não devem existir: movimentações desnecessárias, lotes aguardando processamento e por consequência filas de espera, e nem interrupções. Sendo assim é possível afirmar que uma das finalidades da ferramenta é auxiliar no processo de identificação dos desperdícios.

Um mapa de valor do processo atual é parte fundamental do estudo dos desperdícios. Nele existem informações como a ordem dos processos, tempo de ciclo em cada equipamento, bem como a capacidade de cada equipamento, entre outras

informações. Neste trabalho se trata o problema com um mapa de valor simplificado, adaptando o método e respeitando as especificidades da linha de produção e da empresa estudada.

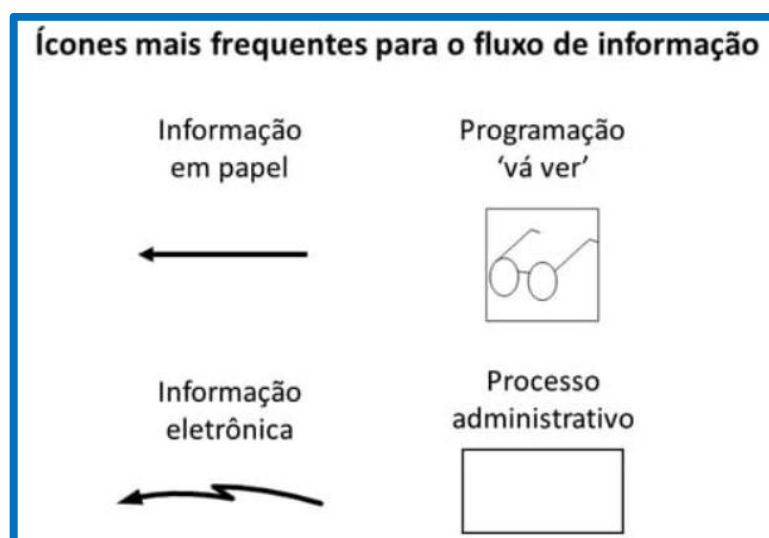
Os símbolos são padronizados de modo a tornar mais simples a compreensão pelos elaboradores e pessoas, que posteriormente, possam estar interessadas no trabalho desenvolvido, como mostrado nas Figuras 2 e 3.

Figura 2: símbolos padronizados do mapa de valor para o fluxo de material



Fonte: (SANDRINI, 2020)

Figura 3: símbolos padronizados do mapa de valor para o fluxo de informação



Fonte: (SANDRINI, 2020)

3.2.3 PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO

A padronização da execução de processos garante uma previsibilidade acerca do resultado do processo, incluindo o alto grau de repetibilidade, que torna possível um produto livre de variações de qualidade indesejáveis, como define Duarte (2005).

É possível aplicar a padronização de processos em procedimentos que consistem em etapas que são repetidas a cada ciclo. O documento sistematizado também é conhecido como instruções de trabalho e descrevem exatamente como a atividade deve ser desenvolvida, de forma clara e indicando todas as informações necessárias para a realização dela, sua periodicidade e criticidade e planos de ação em caso de erros (EGITO, 2017).

Com esse método passa a ser possível auditar o trabalho desempenhado pelo operador, garantir qualidade, e melhorar continuamente a forma de trabalho (EGITO, 2017).

Partindo dos princípios anteriores é fácil concluir que ao contratar um novo operador, se torna mais fácil treiná-lo se o trabalho for padronizado e uma vez que as informações necessárias estarão à disposição para consulta, diminui o tempo de deslocamento de outro operador mais experiente para auxiliar no processo, ou seja, ganha-se agilidade no processo de incorporação de um novo membro na equipe. O ideal é uma diagramação visual o mais simples possível, baseado na prática, o que implica em ser possível de realizar e direcionado aos usuários tanto em linguagem quanto em localização (LUCENA; ARAÚJO; SOUTO, 2006).

3.2.4 5 PORQUÊS

De acordo com a filosofia do Lean Manufacturing, é fundamental abordar os problemas pela sua origem, ou seja, identificar e resolver suas causas raiz, em vez de tratar apenas suas consequências. Conforme defendido por Ohno (1997), é essencial fazer a pergunta "por quê?" cinco vezes consecutivas para chegar à causa raiz do problema. Além disso, Ohno (1997), ressalta que a verdadeira causa do problema muitas vezes se esconde por trás de sintomas óbvios e aparentemente fáceis de resolver.

Portanto, é essencial ir além dos sintomas superficiais e buscar a compreensão profunda das causas subjacentes para implementar soluções eficazes e duradouras.

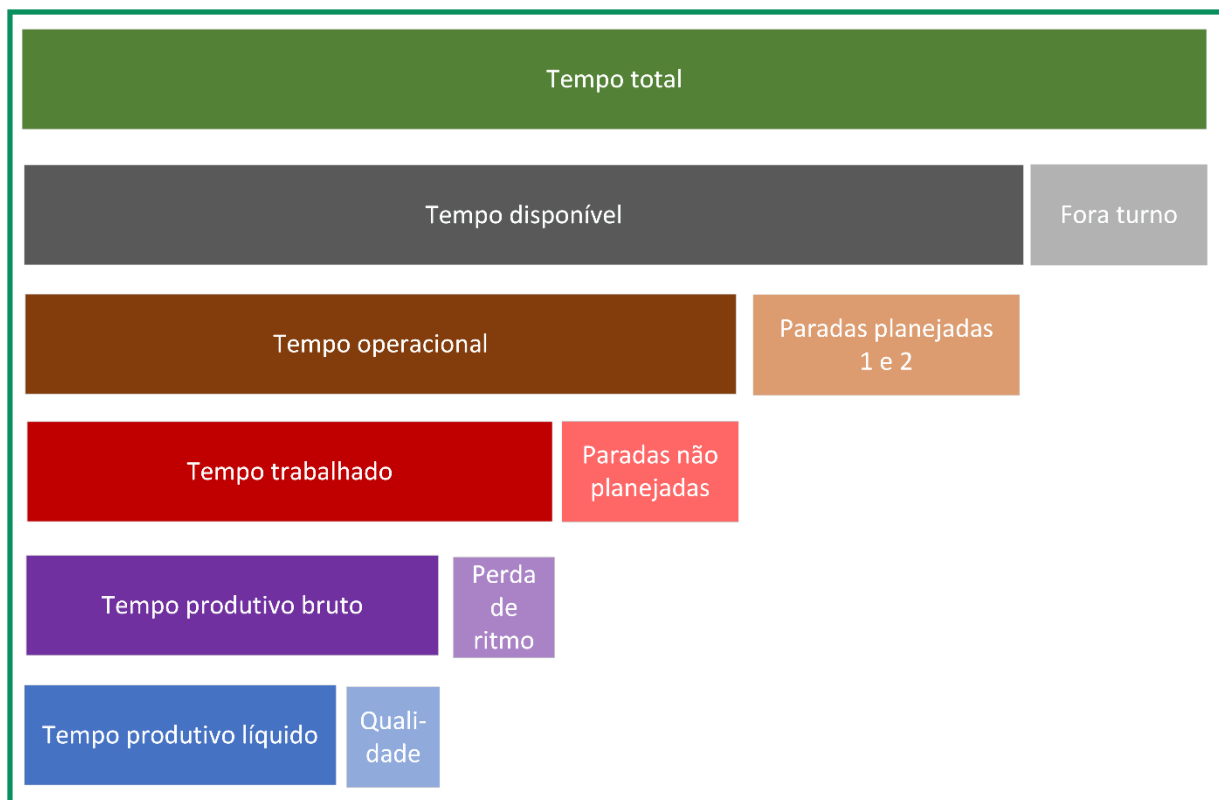
É uma ferramenta de fácil utilização e implantação incluindo baixo custo, Weiss (2011), (citada por COSTA; MENDES, 2018), define 5 passos para a aplicação da metodologia:

1. Iniciar a análise com o problema em questão, uma afirmação, que se busca entender;
2. Questionar o porquê a afirmação é verdadeira;
3. A partir da resposta obtida no passo 2, questionar por que ela é verdadeira;
4. Repetir a sequência de perguntar por que para a resposta anterior, até que não existam mais respostas, a última explicação será a sua causa raiz.

3.3 EFICIÊNCIA E SUAS MEDIDAS

Os indicadores que têm como característica ser definidos por valores em uma escala contínua, sendo representativos do estado atual de forma direta, ou seja, por si só tem significado (PALADINI *et al.*, 2012). Neste trabalho são explorados os quatro principais indicadores utilizados para avaliar as linhas de produção, na empresa de estudo: **Disponibilidade**, **Produtividade**, **FTT** e **OEE**. A definição de cálculo desses indicadores pode variar entre diferentes autores, uma vez que depende da composição de tempos utilizada como referência. Nesse sentido, foram considerados os conceitos presentes no manual de usuário do software utilizado para o gerenciamento da produção no "chão de fábrica", conforme demonstrado na Figura 4.

Figura 4: Composição de tempos na lógica utilizada pelo Software



Fonte: Elaborado pelo autor

Na composição de tempos, o tempo total indica todo o tempo disponível existente, portanto, 3 turnos de oito horas de trabalho durante os 365 dias do ano. Em cada degrau decido nessa hierarquia há o desconto de tempo por diversos motivos.

Na sequência, tem-se o tempo disponível que se refere aos turnos que podem ser programados pela equipe de PCP (tempo em que a empresa trabalha), sendo descontado o tempo que a empresa está fechada (domingos, por exemplo). O tempo operacional se refere aos turnos programados pela equipe de PCP, observando as paradas planejadas (reuniões, diálogos de segurança, treinamentos, refeição, entre outros). O *Software* faz uma diferenciação entre paradas planejadas 1 e 2 apenas para que o usuário tenha mais liberdade ao cadastrar as paradas, a influência dos dois tipos é a mesma.

Já o tempo trabalhado, se refere ao tempo em que efetivamente houve produção, nesse caso se desconta as paradas não planejadas (quebras, falta de material, entre outros). Assim o tempo produtivo bruto considera a produção em velocidade normal, descontando nesse caso as “micro” paradas, que consistem em pequenos erros na linha, que não requerem uma intervenção demorada e por isso consomem pouco tempo. E,

por último, o tempo produtivo líquido é o tempo final restante após se desconsiderar, também, a perda de tempo associada a fabricação de um produto defeituoso, que foi descartado ou retrabalhado.

3.3.1 OEE, PRODUTIVIDADE, DISPONIBILIDADE E FTT

OEE, *Overall Equipment Effectiveness*, é um indicador da eficiência global dos equipamentos, sendo um número bastante completo, uma vez que é composto por outros três. OEE é um conjunto de valores, que traduzem em números como a capacidade produção está sendo utilizada, possibilitando tomadas de decisões que interfiram diretamente na produção, definição utilizada dentro da lógica do *Software*.

Segundo Santos *et al.* (2019) as três métricas que compõe o OEE são: Performance, Disponibilidade e FTT, *First Time Through*; cada uma delas é associada a uma parte interessada no fluxo de produção (Manutenção, Qualidade e Gestão). Assim a definição matemática de OEE, torna-se um valor porcentual, resultado da multiplicação dos três percentuais, como exemplificado na Equação (2):

$$OEE = Performance \times Disponibilidade \times FTT \quad (2)$$

Performance é o indicador ligado ao tempo em que a linha de montagem produziu em quantidade igual ao padrão esperado para a linha, desconsiderando as chamadas “micro paradas”. Na contabilização dos tempos, pode-se traduzir como na Equação (3):

$$Performance = \frac{\text{Tempo Produtivo Bruto (TPB)}}{\text{Tempo trabalhado (Ttr)}} \quad (3)$$

A Disponibilidade é o índice ligado diretamente a manutenção. Para o maquinário estar disponível para produzir é essencial a adequada manutenção preventiva, de forma que o tempo trabalhado seja o maior possível, evitando paradas não planejadas relacionada a quebras. Na Equação (4), tem-se a disponibilidade em termo de tempos:

$$Disponibilidade = \frac{\text{Tempo Trabalhado (Ttr)}}{\text{Tempo disponível (TD)}} \quad (4)$$

Para a Qualidade, considera-se o índice FTT, que se refere ao percentual de boas unidades produzidas em relação ao volume total produzido, dessa forma um significado de “FTT” se torna: porcentagem de peças feitas da forma correta na primeira tentativa. A contribuição do FTT na composição dos tempos se dá da seguinte forma, como explicitado na Equação (5):

$$FTT = \frac{\text{Tempo Produtivo Líquido (TPL)}}{\text{Tempo Produtivo Bruto (TPB)}} \quad (5)$$

Por fim, é possível chegar na seguinte equação (6) para expressar o OEE, em termos de tempos:

$$OEE = \frac{TPL}{TPB} \times \frac{TPB}{Ttr} \times \frac{Ttr}{TD} \therefore \frac{\text{Tempo produtivo líquido (TPL)}}{\text{Tempo Disponível (TD)}} \quad (6)$$

A Produtividade, para além do que a própria palavra significa, nesse caso se refere ao comportamento da produção durante o turno programado pela equipe de PCP; observando como as paradas não planejadas (de causas mecânicas como quebras, ou de má gestão como falta de matéria-prima ou ainda relacionada ao ambiente: falta de energia elétrica, entre outros) interferem no desempenho da linha de produção; esclarecimento que consta na seção em que se configuram as paradas. Portanto, a Equação (7) para a produtividade, a partir da composição de tempos da Figura (4) é:

$$\text{Produtividade} = \frac{\text{Tempo produtivo Bruto}}{\text{Tempo operacional}} \quad (7)$$

4 A EMPRESA

4.1 A BRASILATA

Empresa brasileira do ramo de embalagens metálicas de aço, que está no mercado desde 1955, tem sua sede na cidade de Jundiaí-SP, e filiais em mais 4 cidades pelo Brasil: Recife- PE, Estrela- RS, Barra do Piraí-RJ e Rio Verde- GO; sendo a última a unidade objeto desse estudo. Produz embalagens metálicas, a partir de folhas de flandres, voltadas principalmente para as indústrias: química, alimentícia, higiene e cosméticos, e bebidas.

4.2 LINHA DE PRODUÇÃO DAS LATAS DE 18L QUADRADAS

As latas de 18L quadradas são uma demanda da indústria química, sendo utilizadas principalmente para a comercialização de tintas, solventes e revestimentos, como mostrado na Figura 5. Existe uma variedade de acabamentos possíveis, que devem ser escolhidos de acordo com o produto que será envazado (BRASILATA EMBALAGENS METÁLICAS, 2023).

As latas são compostas de 3 partes: corpo, anel e fundo. Além de acabamentos internos diferentes, há também modelos distintos de anéis de acordo com o fechamento desejado pelo cliente. No entanto, a linha de montagem aceita todos os tipos de anéis e acabamentos sem a necessidade de adaptações.

Figura 5: Embalagem de 18L quadrada



Fonte: (BRASILATA EMBALAGENS METÁLICAS, 2023)

A ONU, define em seu manual de ensaios e critérios os requisitos de qualidade, para embalagens de produtos perigosos em transporte terrestre, de acordo com o grau de perigo e o tipo de material da embalagem, e a forma de transporte. Incluindo testes que devem ser feitos nas latas para atestar sua qualidade, sendo essas latas denominadas homologadas.

Entre as exigências da norma está um ensaio de queda de uma altura de 1,20m, que é um ensaio crítico para latas de perfil quadrado (BRASILATA EMBALAGENS METÁLICAS, 2023).

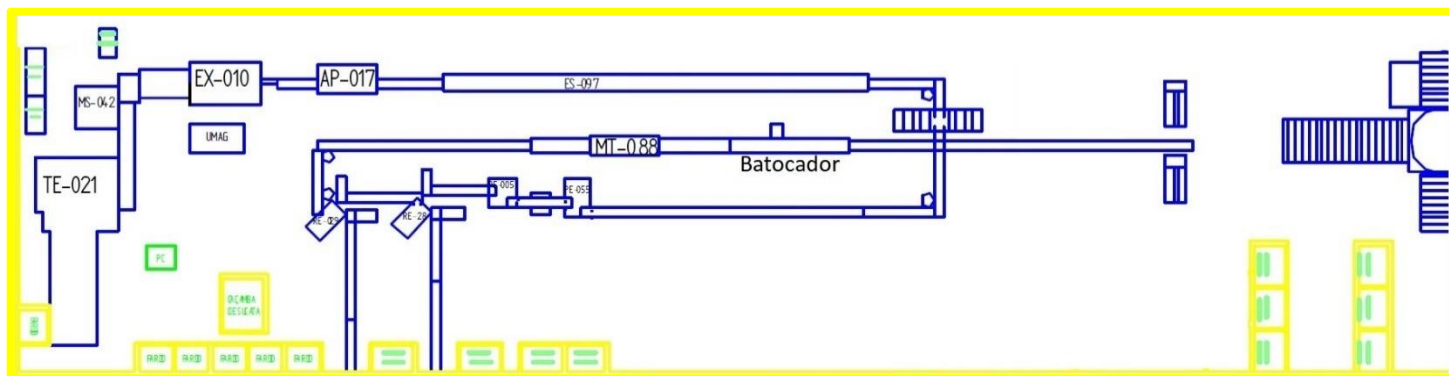
A linha de produção em estudo é preparada para a fabricação das latas homologadas.

4.2.1 LAYOUT E EQUIPE DA LINHA DE MONTAGEM

O *Layout* da linha de montagem da lata de 18L, conforme ilustra a Figura 6, comporta os equipamentos e considera o tempo de ciclo de cada máquina para definir distâncias entre elas e o melhor aproveitamento possível do espaço físico, bem como a facilidade de acesso do operador aos pontos de alimentação. É importante ressaltar que apenas a alimentação das máquinas e o empilhamento das latas em paletes, é feita de forma manual, todas as demais operações são feitas de forma automatizada.

A linha de montagem conta com 5 operadores (um operador de tesoura, um operador de recravadeira, dois operadores empilhando no palete e um amarrando o palete montado) e 2 mecânicos de linha que são responsáveis pelos pequenos ajustes nas máquinas e trocas de algumas peças em intervenções menores e rápidas.

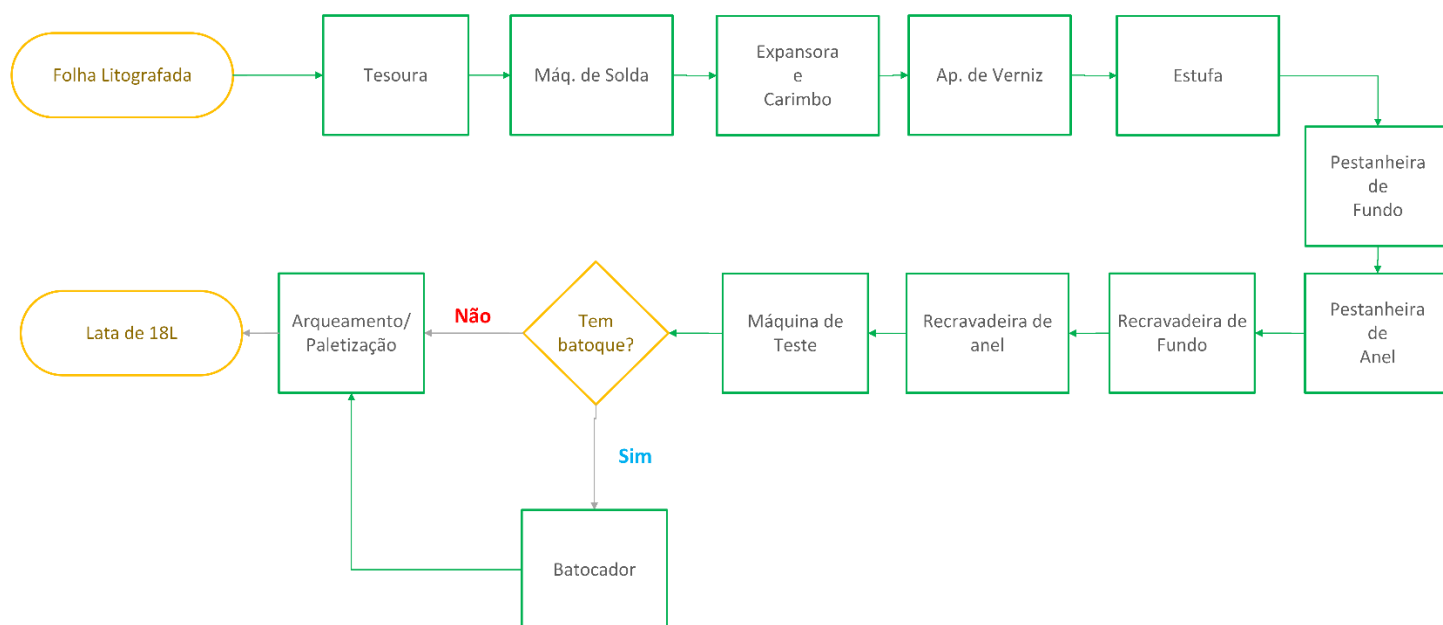
Figura 6: Layout da linha de montagem das latas 18L



Fonte: Desenho cedido pela empresa

A Figura (6) é mais bem detalhada em um fluxograma como mostrado na Figura 7, o que permite melhor entendimento do caminho percorrido pela matéria-prima em transformação, até a saída da lata pronta.

Figura 7: Fluxograma da linha de produção



Fonte: Elaborado pelo autor

4.3.2 MAQUINÁRIO

Nessa seção são mostradas as máquinas que compõe essa linha de produção. As Figuras 8 e 9 se referem a Tesoura (TE-021) e a máquina de solda (MS-062). Essas são as primeiras máquinas, na entrada da matéria-prima principal: folhas de flandres litografadas.

Figura 8: *Tesoura TE-021*



Fonte: Próprio autor

Figura 9: *Máquina de Solda MS-062*



Fonte: Próprio autor

A folha de flandres litografada entra na tesoura TE-021 e sai dela como um corpo cortado, que entra na máquina de solda MS-062 e sai como um corpo soldado. Em seguida o corpo soldado entra no molde da expansora EX-010 (Figura 10), onde quatro cilindros se afastam simultaneamente resultando no formato quadrado de cantos arredondados característico. Na próxima operação, na mesma máquina, recebe o chamado Carimbo (Figura 11) que é um friso feito com a finalidade de aumentar a resistência mecânica da parede da lata (*Embossing*).

Figura 10: Expansora EX-010



Fonte: Próprio autor

Figura 11: Carimbo/Friso



Fonte: Próprio autor

Na sequência da linha de produção, tem-se o aplicador de verniz AP-017 (Figura 12), e nessa etapa o corpo soldado recebe ou não o verniz interno e externo, ao longo do cordão de solda, com o objetivo de evitar possíveis oxidações. Nesta etapa é importante definir qual o tipo de acabamento da lata. Se o acabamento interno for do tipo

Natural (latas para solventes, principalmente) não é aplicado o verniz interno, pois ele pode reagir com o produto que será armazenado. Porém, no caso de latas com acabamento *GRISS* é aplicado o verniz *GRISS SIDE STRIPE* (latas para tintas à base d'água, principalmente).

Figura 12: Aplicador de verniz AP-017



Fonte: Próprio autor

O verniz aplicado necessita atingir uma temperatura média de 85°C por alguns segundos, de modo a permitir a secagem (cura) por completo; assim a próxima etapa na produção é a estufa ES-097 (Figura 13).

Figura 13: Estufa ES-097



Fonte: Próprio autor

Na saída da estufa, o corpo soldado é então direcionado a próxima operação, a formação do flange (ou pestana) na borda do corpo soldado já quadrado. Essa operação é o que permite o encaixe e a posterior união com o fundo e o anel, que também tem flanges em suas bordas. A operação de flangeamento nesse caso é feita em duas etapas: - a primeira etapa é a de fundo na PE 055 (Figura 14). E na sequência, o corpo flangeado (*square tubo flanged*), passa por um virador (Figura 15), que inverte sua posição para que a segunda operação, o flangeamento do anel, seja realizada (idêntica à de fundo), no lado do anel (tampa).

Figura 14: Pestanhagem de fundo PE-055



Fonte: Próprio autor

Figura 15: Virador



Fonte: Próprio autor

Depois das duas operações de flangeamento, o corpo flangeado agora pode receber os componentes que faltam, ou seja, o fundo e o anel. Primeiramente, este corpo passa pela recravadeira de fundo RE-028 (*bottom crimping press*), (Figura 16a e 16b) e, depois pela de recravadeira de anel (*top crimping press*), que são máquinas idênticas; nessas etapas há a junção (*double seam*) dos componentes (chapas adequadamente flangeadas) com o corpo da lata (*square can*), tendo como medida crítica o transpasse, que é observado corte da recravação, mostrado na Figura 17.

Figura 16: Recravadeira de fundo RE-028

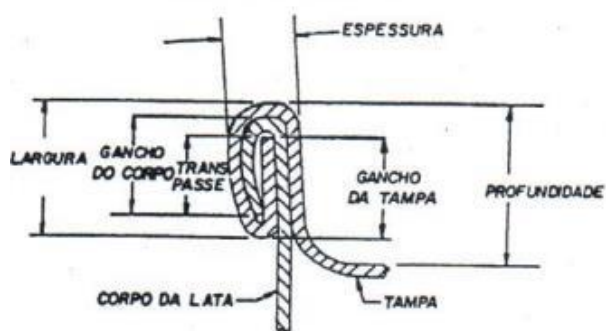


(a) Vista Frontal

(b) Vista inferior

Fonte: Próprio autor

Figura 17: Diagrama do corte de uma recravação



Fonte: Ludescher (s.d)

Após as duas operações de recravação (fundo e anel) a lata está pronta e, em seguida, passa apenas pelo teste de vazamento através da máquina de teste MT-088 (Figura 18a e 18b), que comporta 6 latas por ciclo. Além do que, existindo a necessidade de tampa batoque, a lata segue para teste na batocadeira (Figura 19), onde essa é colocada na lata, uma a uma.

Figura 18: Máquina de Teste MT-088



(a) Entrada da MT

(b) Saída da MT

Fonte: Próprio autor

Figura 19: Batocadeira



Fonte: Próprio autor

Nesse momento, as latas já estão prontas e testadas, sendo amarradas e empilhadas em paletes e enviadas ao estoque para aguardar o envio ao cliente.

5 METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido na planta de Rio Verde - GO da empresa Brasilata. A equipe de produção é composta por quarenta pessoas diretas no processo (chão de fábrica) e outras trinta pessoas indiretas em funções como vendas, almoxarifado, gestão, manutenção, T.I., RH, limpeza e jardinagem, entre outros. O trabalho foi realizado em colaboração com o coordenador e o assistente da área de produção. O foco do estudo foi a linha de montagem das embalagens de 18L feitas a partir de folhas de flandres, uma vez que essas embalagens são as mais vendidas em termos de quantidade e possuem alto valor financeiro, justificando o esforço aplicado nas melhorias.

O presente trabalho pode ser classificado como um estudo de caso de natureza aplicada e exploratória, utilizando uma abordagem qualitativa e quantitativa. A pesquisa partiu da observação e compreensão da dinâmica da linha de montagem, identificação de problemas e formulação de soluções.

O desenvolvimento do trabalho foi dividido em três principais etapas:

a. Compreensão do funcionamento da linha de produção:

Nesta etapa, buscou-se entender o funcionamento da linha de produção, a dinâmica e o trabalho dos operadores. Foram realizadas observações e levantamento de dados sobre índices de refugo, desempenho da linha, produtividade e OEE (*Overall Equipment Effectiveness*). Além disso, foram analisados pontos de desperdícios e identificadas oportunidades de melhoria.

b. Elaboração de soluções para os problemas encontrados:

Em colaboração com a coordenação de produção, foram propostas soluções para as situações de desperdícios identificadas na etapa anterior. As soluções foram avaliadas levando em consideração o grau de complexidade de implementação, custos, viabilidade e resultado esperado a longo prazo.

c. Implementação das melhorias:

Em conjunto com a coordenação de manutenção, foram requisitadas as peças necessárias para a implementação das melhorias propostas anteriormente. Também foram programadas as etapas de implementação, levando em consideração os recursos disponíveis e minimizando impactos na produção.

É importante ressaltar que muitas das mudanças sugeridas no uso da metodologia *Lean Manufacturing* envolvem mudanças culturais e comportamentais. Essas mudanças

são frequentemente os desafios mais difíceis de serem superados, pois requerem uma transformação na cultura e na forma de trabalho dos colaboradores.

O processo de implementação de um novo *Software* sempre inclui um período de adaptação tanto dos usuários ao novo programa, como do programa as máquinas já existentes, portanto os dados iniciais coletados sofreram uma distorção devido a esse período de adaptação, no entanto, a medida “Refugo” foi coletada no início e no final do estudo como um parâmetro existente a ser analisado independente ao *Software*.

6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

6.1 ESTUDO ANALÍTICO INICIAL DA LINHA

Resultante do acompanhamento e observação da linha de montagem, compreensão dos processos envolvidos, das máquinas e comum a cada operador.

6.1.1 DESPERDÍCIOS ENCONTRADOS

Após o período de acompanhamento exclusivo, foi apresentado aos gestores da unidade um estudo preliminar relacionando os aspectos observados na linha de montagem com os oito desperdícios descritos no STP. Alguns dos principais desperdícios encontrados são listados no Quadro 2.

Quadro 2: Desperdícios encontrados

Situação	Classificação
1- A porta do cabeçote das recravadeira por vezes abre devido a rotação e o sensor que detecta o componente perde sinal parando a máquina sem necessidade.	Defeitos e Espera
2- Não há um controle efetivo das perdas, sabe-se a quantidade, mas não o motivo.	Estoque
3- Abastecimento da máquina de solda é um processo que requer muito esforço do operador.	Movimentação
4- A automação do sistema de segurança das recravadeiras não desliga a máquina de solda quando a porta de segurança da recravadeira é aberta.	Movimentação
5- Falta de estoque de peças de reposição para algumas máquinas, impossibilita troca imediata.	Espera
6- Tempo de transporte entre as máquinas.	Transporte e espera
7- Na recravadeira de fundo ao final do processo a lata por vezes enrosca na saída.	Produtos defeituosos

Fonte: Elaborado pelo autor

É fundamental ressaltar que a eliminação de desperdícios é uma aplicação direta do conceito de melhoria contínua. Ao eliminar um desperdício, novos podem se tornar evidentes, exigindo uma análise contínua. Dessa forma, a busca por melhorias é um processo contínuo e dinâmico, no qual cada avanço revela novas oportunidades de aprimoramento.

6.1.2 ESTUDO DE TEMPOS

O estudo de tempos consistiu na cronometragem do tempo de ciclo de cada máquina individualmente, bem como o tempo total de montagem, a fim de determinar a quantidade de peças produzidas em cada ciclo e, assim, avaliar o impacto de cada etapa. Essas informações estão apresentadas nos Quadros 3 e 4, destacando os tempos totais. Além disso, a classificação dos tempos em valor agregado e não agregado foi embasada em literatura especializada em mapas de valor.

Quadro 3: Tempos de ciclo de cada máquina

Máquina:	Tempo de operação:
Tesoura (2 corpos por ciclo)	08.84s
Máquina de Solda	04.60s
Expansão	01.51s
Carimbo	03.41s
Aplicador de Verniz	05.59s
Estufa	53.87s
Pestanhagem de fundo	04.83s
Pestanhagem de anel	03.22s
Recravação de fundo	10.18s
Recravação de anel	10.31s
Máquina de teste de vedação (6 latas por ciclo)	10.15s
Amarração (6 latas por ciclo)	20.04s (11s manualmente)

Total	136,55s
--------------	---------

Fonte: Elaborado pelo autor

Na Amarração (“paletização”), as latas chegam na esteira e os operadores empilham a cada seis latas e a máquina prende a fita amarrando-as juntas, em seguida, eles transportam esse bloco de seis latas para o estrado (*pallet*) que será enviado para o cliente.

Quadro 4: Tempos de referência

Dados:	Valor:
Tempo total disponível no turno	27000s
Tempo de uma lata	260~280s
Quantidade média de latas boas por turno	6500
Tempo de atividades que agregam valor	127.71s
Tempo de transporte entre máquinas	152.29s

Fonte: Elaborado pelo autor

O tempo de montagem total sofre muita influência do *layout*, de forma que é preciso considerar a distância entre as máquinas e a necessidade associada a essa distância, tópicos que serão discutidos mais adiante.

6.1.4 ANÁLISE INICIAL DOS INDICADORES DE EFICIÊNCIA

Os indicadores apresentados no Quadro 5 foram coletados anteriormente as mudanças feitas na linha de montagem, com base nas propostas apresentadas. Foi incluído aqui o Refugo, pois na época da coleta desses dados o software ainda não tinha sido calibrado para calcular o FTT, portanto, o OEE foi calculado considerando um FTT de 100%.

O indicador Refugo, é a porcentagem de refugos em relação ao total produzido. Uma vez que o produto tem um valor de venda mais alto, a penalização financeira existe, e é muito maior quando um produto é fabricado com má qualidade e tendo que ser descartado, do que quando o produto simplesmente não é fabricado.

Quadro 5: Indicadores do mês de setembro/2022

Indicador	Valor
OEE (FTT = 100%)	47,5%
Produtividade	47,7%
Refugo	1,17%
Disponibilidade	54,8%
Performance	86,7%
Produção Total	89,8 tons

Fonte: Elaborado pelo autor

Em setembro houve uma grande mudança na empresa quando foi implementado o novo *Software* de gestão de chão de fábrica, e dessa maneira os dados também foram prejudicados pelo período de transição entre os sistemas, até que os sensores fossem todos ajustados ao novo programa e os operadores fossem devidamente treinados; portanto, não necessariamente esses indicadores refletem diretamente sobre problemas na linha de produção.

Os dados do Quadro 5 se referem a um período normal de produção sem grandes quebras e sem intervenções mecânicas fora da normalidade. Quando a linha de produção para por algum motivo por um tempo superior a 5 minutos, o sensor sinaliza para o *software*; e esse por sua vez, abre uma “Parada não identificada” que posteriormente é identificada e justificada pelo operador. Paradas inferiores a 5 minutos o sistema entende como uma perda de ritmo, ou seja, são “micro paradas”.

Fazendo a análise da Figura 4 e as Equações 6 e 7, é possível observar que o valor para o OEE se distancia do valor da Produtividade à medida que existem muitas paradas planejadas, o que não é observado nos dados do mês de setembro. É importante, também, ver que a Performance se mantém em um valor alto, o que significa que enquanto a linha de produção estava trabalhando, manteve o ritmo padrão, com poucas “micro paradas”.

A disponibilidade, nesse caso, evidencia que a linha teve muitas paradas planejadas (PP), sendo que estão incluídas as PP para reuniões, treinamentos e algumas outras atividades administrativas; bem como as manutenções planejadas. Além disso, o índice de refugo se encontra muito acima da meta estabelecida de 0,63%; o valor desse índice é confirmado via inventário ao final do mês, portanto, é o único indicador que não foi influenciado com a implementação do novo *software*.

6.2 SOLUÇÕES APLICADAS

As soluções aplicadas foram pensadas de acordo com os conceitos do STP apresentados na revisão teórica, sendo que nem sempre foi possível aplicar as metodologias em sua forma completa, porém a grande contribuição conceitual da melhoria contínua foi sempre respeitada. Para chegar as soluções foram consultados todos os envolvidos, operadores e mecânicos de linha, bem como a equipe de manutenção e por vezes, o time da gestão.

As soluções foram agrupadas de acordo com o setor da empresa que toma as decisões e executa as ações.

Quanto aos desperdícios encontrados e suas classificações, como mostra o Quadro 2, as situações 1, 4 e 7, referem-se ao mesmo conjunto de máquinas e, portanto, contam com o auxílio dos mecânicos de linha e da equipe de manutenção. As ações tomadas são apresentadas no Quadro 6:

Quadro 6: Ações tomadas para solucionar as situações: 1, 4 e 7

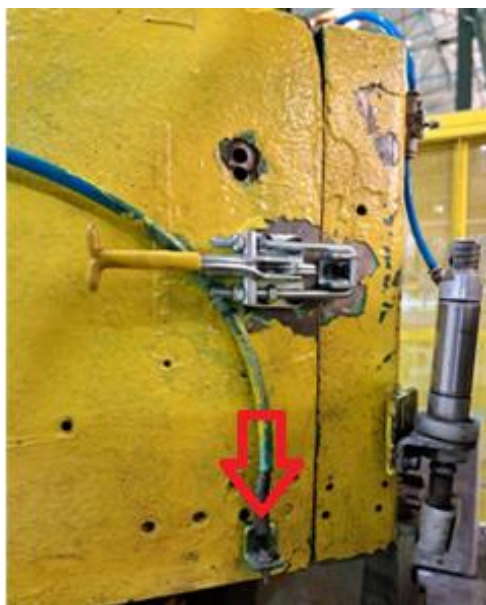
Situação	Ação
1- A porta do cabeçote das recravadeira por vezes abre devido a rotação e o sensor que detecta o componente perde sinal parando a máquina sem necessidade.	É classificado como defeito, pois se a máquina para no meio do ciclo, não sendo possível terminá-lo ao religá-la. Daí, é uma espera, pois inclui um tempo que não agrega valor parado esperando voltar à atividade. A ação tomada foi a de trocar o sistema de fechamento da porta do cabeçote.

3- Abastecimento da máquina de solda é um processo que requer muito esforço do operador.	É considerado um desperdício de movimentação, pois requer um esforço físico muito grande do operador, com um levantamento de peso desnecessário. A ação tomada foi a confecção de um novo suporte de madeira que reduziu em 14kg (de 28kg para 14kg) o peso carregado pelo operador.
4- A automação do sistema de segurança das recravadeiras não desliga a máquina de solda quando a porta de segurança da recravadeira é aberta.	A classificação de movimentação neste caso, se deve porque ao parar alguma recravadeira, o operador tinha que andar até o pulmão para retirar da esteira os próximos corpos; uma movimentação desnecessária. A ação tomada foi a de instalar um novo sistema de CLP (controlador lógico programável), que conta o tempo em que a lata fica parada na esteira e desliga a alimentação da máquina de solda, retomando por si só, quando o fluxo é normalizado.
7- Na recravadeira de fundo ao final do processo a lata por vezes enrosca na saída	Quando a lata não sai de dentro da máquina ao final da operação e a próxima lata chega, a estrela ao girar para agarrar a nova lata amassa as duas, a que saía e a nova, portanto, havendo desperdício por produto defeituoso. Para resolver esse problema, foi desenvolvido um sistema transportador auxiliar, e esse, foi fixado à saída, impulsionando a lata para a próxima esteira.

Fonte: Elaborado pelo autor

Nas Figuras 20, 21 e 22 é possível observar as melhorias que foram implementadas. Na Figura 20, o destaque em vermelho é o sensor responsável por verificar se existe um componente sobre a lata, caso não o detecte este mesmo sensor desliga a máquina, funcionando como um dispositivo anti-refugo. Essa situação acontecia nas duas recravadeiras, então o novo sistema de fechamento foi adaptado em ambas as máquinas.

Figura 20: Trinco instalado na porta do cabeçote



Fonte: Próprio autor

Já a Figura 21, apresenta a solução de redução de peso no suporte das folhas que alimentam a máquina de solda. E na Figura 22, é possível observar como foi instalado o sistema do transportador auxiliar para que as latas não mais enroscassem ali.

Figura 21: Suporte de madeira



Fonte: Próprio autor

Figura 22: Transportador auxiliar na saída da recravadeira



Fonte: Próprio autor

As situações 2 e 5, do Quadro 2, são ligadas mais diretamente a gestão, e foram solucionadas de acordo com as ações apresentadas no Quadro 7:

Quadro 7: Ações tomadas para solucionar as situações: 2 e 5

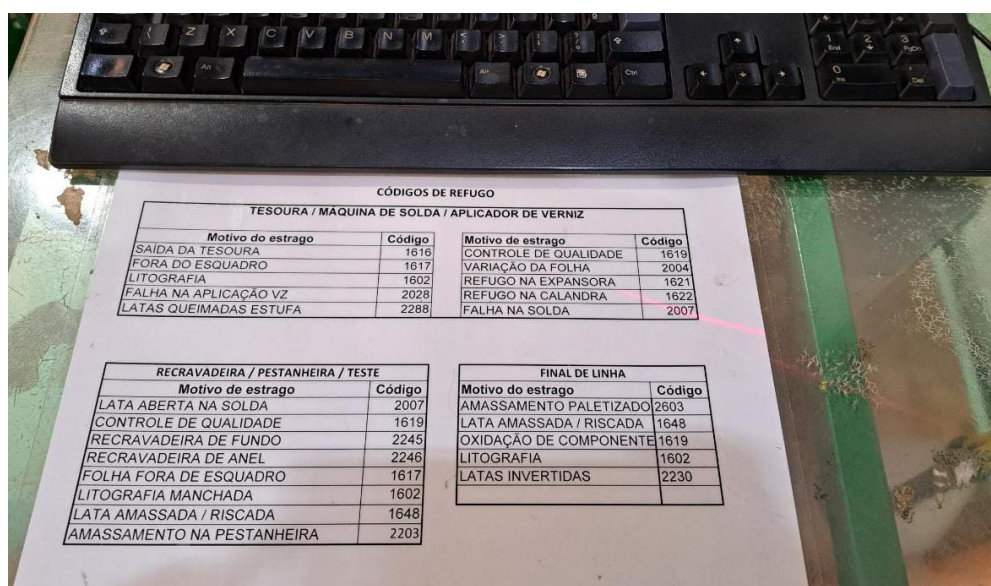
Situação	Ação
2- Não há um controle efetivo das perdas, sabe-se quanto foi perdido em refugo, mas não por qual motivo ele aconteceu	É considerado um desperdício associado ao estoque, o qual gera a necessidade constante de inventários, um processo difícil e demorado. Ao olhar o relatório de refugos havia uma divergência entre os nomes para o mesmo problema de qualidade. A ação tomada foi a unificação dos nomes a partir de códigos, agora todos os defeitos de mesma origem levam o mesmo código/nome.
5- Falta de estoque de peças de reposição para algumas máquinas, impossibilita troca imediata	Nesse caso o desperdício é na espera da nova peça para troca, fato que implica na linha de produção ficar parada por longos períodos. A ação tomada foi a criação de itens de estoque, de forma que as peças de reposição passaram a integrar o almoxarifado,

	com quantidades máximas e mínimas de estoque e com compras periódicas.
--	--

Fonte: Elaborado pelo autor

A Tabela criada na ação da situação 2 pode ser observada na Figura 23. Foi dado um treinamento aos operadores sobre como utilizar a tabela e fazer os lançamentos corretos no *software*, sendo que esta se encontra na mesa que fica o computador de apontamentos.

Figura 223: Tabela de códigos de Refugo



TESOURA / MAQUINA DE SOLDA / APLICADOR DE VERNIZ			
Motivo do estrago	Código	Motivo do estrago	Código
SAÍDA DA TESOURA	1616	CONTROLE DE QUALIDADE	1619
FORA DO ESQUADRO	1617	VARIAÇÃO DA FOLHA	2004
LITOGRAFIA	1602	REFUGO NA EXPANSORA	1621
FALHA NA APLICAÇÃO VZ	2028	REFUGO NA CALANDRA	1622
LATAS QUEIMADAS ESTUFA	2288	FALHA NA SOLDA	2007

RECRAVADEIRA / PESTANHEIRA / TESTE		FINAL DE LINHA	
Motivo do estrago	Código	Motivo do estrago	Código
LATA ABERTA NA SOLDA	2007	AMASSAMENTO PALETIZADO	2603
CONTROLE DE QUALIDADE	1619	LATA AMASSADA / RISCADA	1648
RECRAVADEIRA DE FUNDO	2245	OXIDAÇÃO DE COMPONENTE	1619
RECRAVADEIRA DE ANEL	2246	LITOGRAFIA	1602
FOLHA FORA DE ESQUADRO	1617	LATAS INVERTIDAS	2230
LITOGRAFIA MANCHADA	1602		
LATA AMASSADA / RISCADA	1648		
AMASSAMENTO NA PESTANHEIRA	2203		

Fonte: Elaborada pelo autor

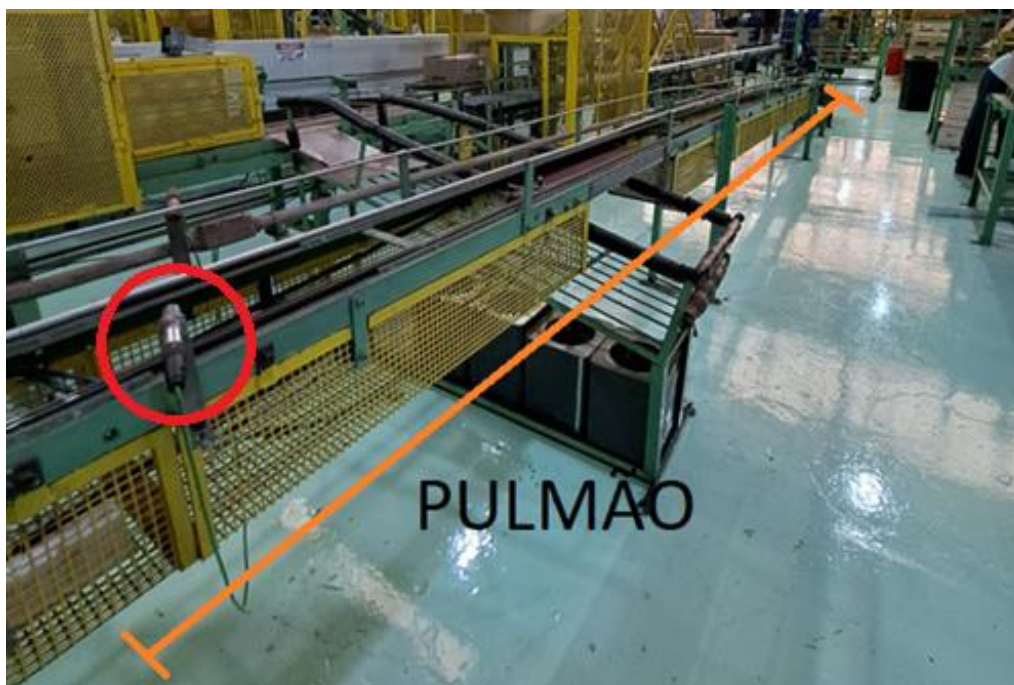
A situação de desperdício 6 listada no Quadro 2 já referido, é mais difícil de ser resolvida, uma vez ser necessário considerar a distância entre as máquinas para programar o tamanho do “pulmão”, e assim, depois de algumas análises junto a equipe da linha de produção, verificou-se que:

- Quando há a abertura da porta de segurança na pestanhagem, a esteira que leva as latas é parada, e então, a máquina de solda é desligada quando a lata fica na frente do sensor, sobre a esteira que está desligada, por um tempo determinado;
- Nesse tempo determinado a máquina de solda introduz na linha apenas a quantidade de latas necessárias para ocupar o espaço do “pulmão”;

- Quando a pestanheira religa, consome essas latas que estão no pulmão numa velocidade maior do que a velocidade da lata que percorre o caminho até lá.

Dessa forma fica evidente que apesar de demorar algum tempo entre a saída da estufa e a entrada da pestanheira, é de suma importância que se mantenha esse espaço, como mostra a Figura 24, para absorver eventuais paradas na linha de produção e diminuir o tempo de retomada. O detalhe em vermelho na Figura 24, para o sensor, que indica a parada para a máquina de solda.

Figura 24: “Pulmão”: espaço entre as máquinas na linha de produção



Fonte: Próprio autor

Uma outra medida implementada foi a confecção de procedimentos operacionais. Foi verificado que cada operador trabalhava de forma distinta nas máquinas, não existindo, portanto, um padrão. Ficando evidente a necessidade da padronização para diminuir a ocorrência de refugos e retrabalhos. Para a confecção das folhas de procedimento, foi necessário um acompanhamento próximo ao operador de cada máquina.

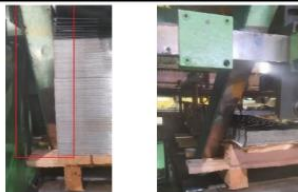
A intenção foi elaborar um documento que simplificasse ao máximo o processo, de forma que na ausência do operador de costume, fosse possível que outra pessoa assumisse o posto, assim como facilitar também o treinamento dessa nova pessoa até

que uma pessoa que não fosse familiarizada com a máquina, seguindo tal procedimento, pudesse operá-la de forma satisfatória.

Durante a elaboração é importante garantir que os requisitos de qualidade sejam atingidos e que seja viável para o operador realizar a atividade da maneira proposta e com o que ele tem de material disponível. Ao final da elaboração, fez-se uma validação do passo-a-passo descrito. As folhas são fixadas nos postos de trabalho com fácil acesso visual.

A Figura 25, mostra uma das folhas de procedimento que foram implementadas na tesoura.

Figura 25: Procedimento para Posicionar o fardo

		Posicionar o fardo		Data: 12/12/2022	
1- Alinhar o fardo com o pallet da tesoura:		2- Checar o lado do refilo, a lateral larga fica sempre a (olhando de frente para a tesoura)		3- Colocar fardo na tesoura, a grade e soltar o stretch, as fitas e a retirar a folha mala	
					
4- Observar passo 2 e checar a bula (legível pela lateral direita)		5- Alinhar com a marca interna da tesoura (1) utilizando a alavanca (2)		6- Abrir os ímãs laterais, na manivela branca	
					
7- Soltar o botão de emergência, virar a alavanca 1 para automático		8- Fechar ímãs laterais, passo 3, e incluir barra de imã na lateral esquerda		9- Para retirar o fardo em uso, caso não tenha acabado, basta girar a alavanca 1 do painel A para manual, e apertar o botão 3. Se o fardo acabar, a mesa desce automaticamente.	
				Versão: 1 Data da última alteração: 03/01/2023	

Elaborado por:

Conferido por:

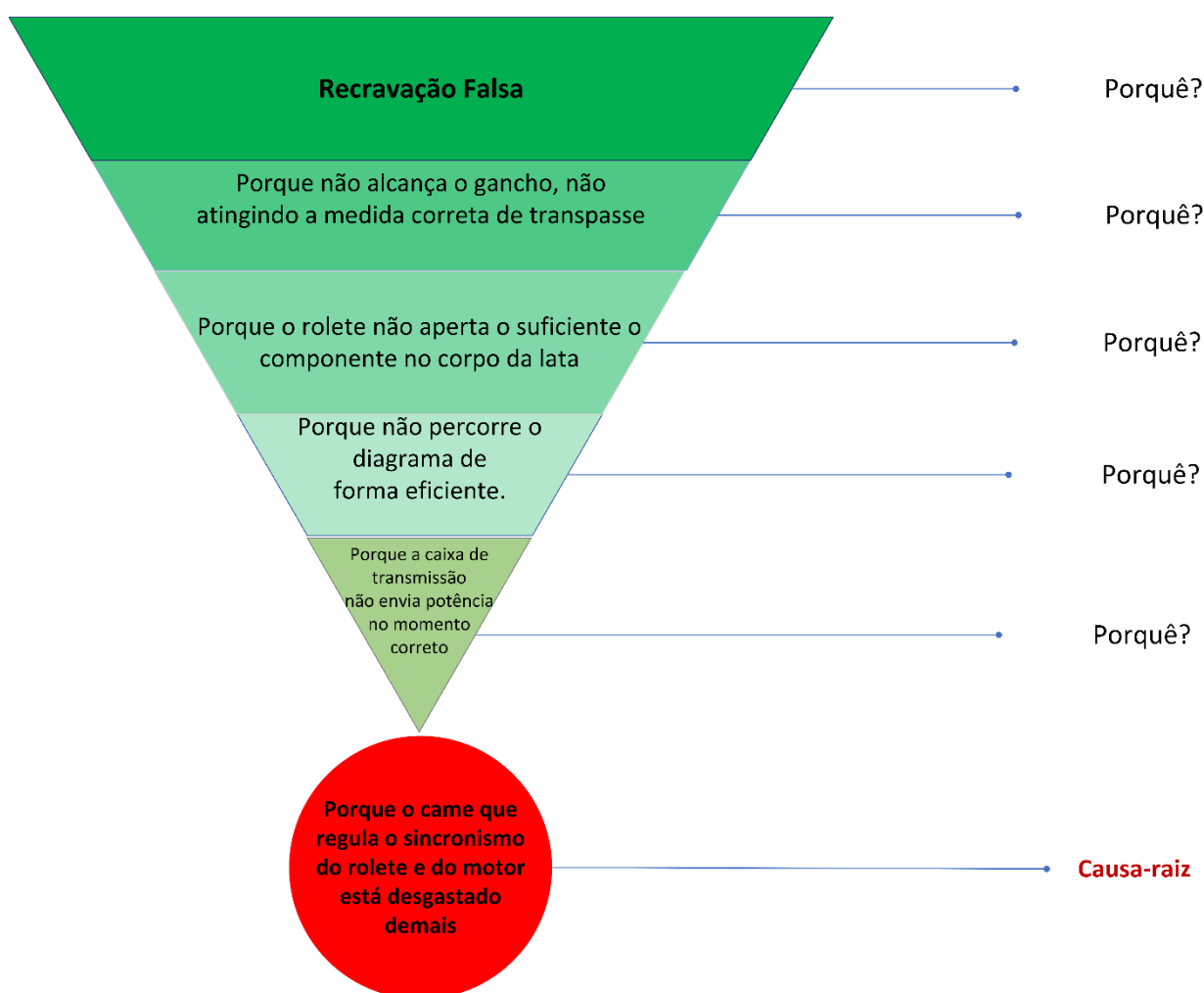
Página 1

Fonte: Elaborado pelo autor

A folha litografada possui um espaço sem nenhum tipo de tinta ou verniz (reserva de solda), pois não é possível soldar em cima. Dessa forma, a posição correta do fardo de folhas é importante porque interfere no corte do corpo, e se o corpo ficar com uma reserva de solda menor ou deslocada, pode-se gerar refugos na máquina de solda, acarretando até em quebras a depender do grau de deslocamento.

Por último, como consequência da unificação dos códigos de refugo, a ação já descrita antes, foi possível perceber que a máquina com o maior número de estragos era a recravadeira, sendo que o principal motivo era recravação sem fundo (recravação falsa). A partir dessa informação, fez-se uma análise utilizando a técnica dos 5 porquês, como mostrado na Figura 26, em busca da causa-raiz dos refugos.

Figura 236: Análise da causa-raiz a partir dos 5 porquês



Fonte: Elaborado pelo autor

Ao se tornar evidente que o problema estava no came desgastado, foi encomendada uma nova peça para a substituição. A Figura 27 mostra o came, realçando de forma clara o desgaste, evidenciando a necessidade de substituição. Essa peça possui dois cumes em posições opostas, uma vez que os roletes da recravadeira trabalham em dupla: uma dupla de roletes da primeira operação e outra dupla com os

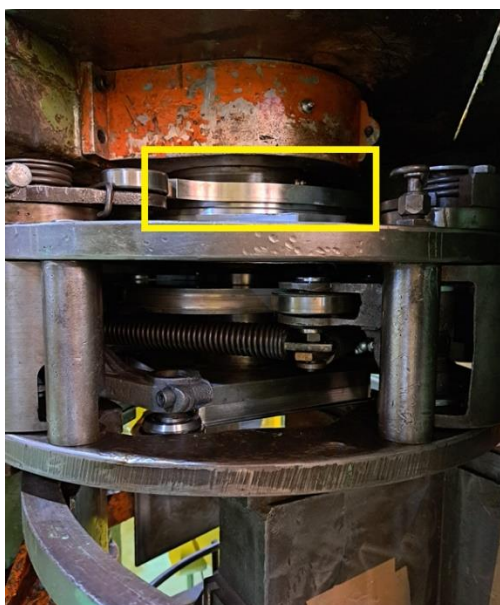
roletes de segunda operação, por isso a importância dos cumes opostos. Na Figura 28, é possível ver no destaque em amarelo, o novo came já instalado.

Figura 24: Came retirado da recravadeira



Fonte: Próprio autor

Figura 28: Came novo instalado na recravadeira de fundo



Fonte: Próprio autor

6.3 IMPACTOS NAS MEDIDAS DE EFICIÊNCIA

No Quadro 5, apresentado anteriormente, estão os dados sobre os indicadores industriais referentes a setembro de 2022. De forma a comparar a efetividade e o impacto das soluções aplicadas, e que foram descritas até aqui, obteve-se o Quadro 8, apresentando os indicadores industriais de janeiro de 2023.

Atualmente, a transição do software está parcialmente finalizada, o que permite inferir que os novos dados possam sofrer menos influência, ou que sejam relacionados ao sistema.

Quadro 8: Indicadores do mês de janeiro/2023

Indicador	Valor
OEE	68,4%
Produtividade	71,1%
Refugo	1,07%
Disponibilidade	79,5%
Performance	86,0%
FTT	99,92%
Produção Total	83,6 Tons

Fonte: Elaborado pelo autor

Comparando-se os Quadros 5 e 8, é possível ver um aumento no valor do OEE, por volta de 44%, o que aponta claramente uma melhora geral na linha de produção. Sendo esse um indicador composto e bastante completo, e a diferença entre ele e a Produtividade em termos numéricos existir, sugere que foram apontadas paradas planejadas.

A Produtividade por si só, sofreu um aumento de 49,06% em relação ao início do projeto, ou seja, nota-se uma diminuição no número de quebras e de desvios não planejados, um trabalho resultante em conjunto da gestão de manutenção e da equipe de PCP, que favoreceu o aumento desse indicador.

A Disponibilidade também subiu, 45,07%, o que está em linha com a observação sobre a diminuição no número de paradas planejadas e, considerando o ganho de produtividade, é possível inferir que as manutenções planejadas foram bem executadas e foram efetivas, aumentando não só a própria produtividade, como também aumentando a disponibilidade de máquina.

A performance se manteve aproximadamente estável, enquanto a linha trabalha, assim funcionando bem, sem muitas interrupções devido as micro paradas. O FTT, agora calculado, indica poucas perdas e retrabalhos.

A quantidade de refugos também diminuiu, o que pode ser indicado também pelo FTT. Uma diminuição é de 8,5%, porém quando se observa o processo como um todo e se considera os valores da matéria-prima, da mão de obra, o desgaste das máquinas, o valor final do produto, entre outros, é fácil perceber que essa diminuição é ainda muito representativa. Neste particular, é possível especular ainda que haja a necessidade de melhorar ou reavaliar todo o processo de fabricação das latas quadradas de 18L. Isto porque, embora as melhorias observadas no processo produtivo através do emprego de técnicas da manufatura enxuta, nota-se uma pequena diminuição na produção total de latas quadradas de 18L, equivalente a 6,90%.

7 CONCLUSÃO

O presente trabalho permitiu um entendimento maior sobre o processo de manufatura de embalagens metálicas, assim como da aplicação dos conceitos de *Lean Manufacturing*, sobretudo, pela utilização dos conceitos do Sistema Toyota de Produção, que tornou possível a identificação e a eliminação dos desperdícios apontados.

As soluções propostas para as situações de desperdícios se mostraram eficazes como foi observado com o aumento dos indicadores de OEE e Produtividade (44% e 49,06% de aumento, respectivamente) e a diminuição do índice de refugo em 8,5%. A aplicação das soluções abre espaço para a identificação de outros desperdícios que eventualmente não foram identificados ou foram mascarados.

É importante entender que a otimização de uma cadeia de processos com base na melhoria contínua se constrói de maneira gradual, sendo necessário a todo momento reavaliar os desperdícios. A melhoria no processo nem sempre é possível ser traduzida em números, mas um alívio na carga de trabalho do operador e uma melhor organização e gestão do ambiente de trabalho, também são melhorias que a longo prazo, têm seus resultados convertidos em números nos indicadores.

Nem sempre é possível aplicar uma ferramenta de manufatura enxuta de forma completa, mas sua contribuição teórica e prática, tem valor inestimável, uma vez que para solucionar um desperdício, é necessário inicialmente saber identificá-lo e observar sempre as oportunidades de melhoria; fato que a consagrou e a faz ser aplicada nas maiores empresas de todos os ramos.

7.1 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Algumas sugestões para trabalhos futuros são:

- Uma análise mais abrangente do processo de fabricação das Latas quadradas de 18L;
- Análise das mudanças nos indicadores de qualidade depois da padronização das operações e procedimentos de fabricação;
- Avaliação dos tempos entre as manutenções das máquinas relacionando com o índice de refugo em cada máquina.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASILATA EMBALAGENS METÁLICAS (Brasil). **Lata 18 Litros**. Disponível em: <https://www.brasilata.com.br/especificacoes/lata-18-litros/>. Acesso em: 26 jan. 2023.

COSTA, Taiane Barbosa da Silva; MENDES, Meirivone Alves. Análise da causa raiz: utilização do diagrama de ishikawa e método dos 5 porquês para identificação das causas da baixa produtividade em uma cacauicultura. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DE SERGIPE, 10., 2018, São Cristóvão. **Anais do X Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe**. Breu Branco: Simprod, 2018. p. 1-11.

DUARTE, R. L. **Procedimento operacional padrão: a Importância de se padronizar tarefas nas BPLC**. Curso de BPLC. Belém, PA, 2005. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5767392/mod_resource/content/2/MP%20_apostila_%205%20-%20final.pdf >. Acesso em: 26 jan. 2023.

EGITO. Coin. Oit. **Lean Manufacturing Techniques: for ready-made garments industry**. Cairo: Oit, 2017. Disponível em: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---africa/---ro-abidjan/---sro-cairo/documents/publication/wcms_621950.pdf. Acesso em: 26 jan. 2023.

FRIGERI, Mônica. **ANÁLISE SOBRE O MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR: uma ferramenta do sistema de produção enxuta**. 2008. 66 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnólogo em Produção Com Ênfase Industrial, Centro Paula Souza- Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga, Taquaritinga, 2008. Disponível em: https://geein.fclar.unesp.br/admin/dbo/upload/files/080508Monografia_Final.pdf. Acesso em: 25 jan. 2023.

LADEIRA, José Nunes. **Benefícios das Ferramentas Lean Manufacturing: análise setorial e por tamanho da empresa**. 2017. 1 v. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Gestão Industrial, Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2017. Cap. 6

LUCENA, Rosivaldo de Lima; ARAÚJO, Murilo Maciel Santos de; SOUTO, Maria do Socorro Márcia Lopes. **A padronização de processos operacionais como instrumento para a conversão do conhecimento tácito em conhecimento explícito: estudo de caso na indústria têxtil**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 26., 2006, Fortaleza- CE. Anais do ENEGEP. Fortaleza- CE: Abepro, 2006. p. 1-7. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006_TR530353_7377.pdf. Acesso em: 26 jan. 2023.

LUDESCHER, J. **Princípios de Fabricação da Lata**, 1.Ed. JWL Consultoria e Treinamento.

MOUTINHO, Patrícia Braga. **IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA LEAN MANUFACTURING NA SOLUÇÕES EM AÇO USIMINAS S.A.** 2021. 71 f. Monografia (Especialização) - Curso de Gestão Estratégica, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021. Disponível em:

<https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/39437/1/TCC%20-%20PATR%C3%8DIA%20BRAGA.pdf>. Acesso em: 25 dez. 2022.

PALADINI, Edson Pacheco *et al.* **Gestão da Qualidade: teoria e casos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

PANSONATO, Roberto. **Lean Manufacturing**. Curitiba: Contentus, 2020. 103 p.

OHNO, Taichii. **O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, Pedro Miguel da Silva. **APLICAÇÃO DO LEAN MANUFACTURING NA INDÚSTRIA DAS EMBALAGENS PLÁSTICAS** -: estudo de caso. 2011. 137 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gestão da Qualidade, Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2011. Disponível em: https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/2551/4/DM_14836.pdf. Acesso em: 25 dez. 2022.

RUBIN, Vera. **As quoted in In Quest of the Universe** (2007) <https://en.wikiquote.org/wiki/Special:BookSources/0763743879>, by Theo Koupelis and Karl F. Kuhn, p. 583

SANDRINI, Guilherme. **Como aplicar o Value Stream Mapping?** (vsm ou mapeamento de fluxo de valor). (VSM ou Mapeamento de Fluxo de Valor). 2020. Disponível em: <https://www.kimia.com.br/value-stream-mapping-vsm-como-fazer-mfv/>. Acesso em: 05 jan. 2023.

SANTOS, Ana Carla de Souza Gomes dos *et al.* Indicador OEE e ferramentas da qualidade: uma aplicação integrada no processo de destilação de uma indústria de biotecnologia. **Exacta: Engenharia de Produção**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 165-184, abr. 2019.

TORRES, Fernando da Cunha. **ESTUDO DE CASO PARA IMPLANTAÇÃO DE MAPA DE FLUXO DE VALOR NUMA LINHA DE MONTAGEM DE FUSÍVEIS**. 2020. 65 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Engenharia da Produção, Departamento Acadêmico de Gestão e Economia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2020

TURCATO, Augusto. **Metodologia 5S: o que é e como aplicar nas empresas? O que é e como aplicar nas empresas?** 2022. Disponível em: <https://crmpiperun.com/blog/metodologia-5s/>. Acesso em: 26 dez. 2022.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. 11. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; ROOS, D. **A Máquina que mudou o Mundo**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.