
Aplicação de MFV (Mapeamento de Fluxo de Valor) num processo de unidade interna de ar condicionado: Estudo de caso

Application of VSM (Value Stream Mapping) in a process the internal unit o fair conditioner: Case Study

Liliane da Silva Lima

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5155-180X>

Universidade Federal do Amazonas, Brasil

E-mail: lilianelia@gmail.com

Marcelo Albuquerque de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2496-646X>

Universidade Federal do Amazonas, Brasil

E-mail: marcelooliveira@ufam.edu.br

Gabriela de Mattos Veroneze

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1978-9190>

Universidade Federal do Amazonas, Brasil

E-mail: gveroneze@ufam.edu.br

Ricardo Jorge da Cunha Costa Nogueira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8090-2220>

Universidade Federal do Amazonas, Brasil

E-mail: ricardo.nogueira4001@gmail.com

Sara Raquel Gomes de Sousa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8996-7514>

Faculdade Estácio de Sá, Brasil

E-mail: r.saragbr@gmail.com

RESUMO

O presente estudo refere-se ao uso da abordagem *Lean* (Manufatura Enxuta), com a aplicação da ferramenta de Mapa de Fluxo de Valor (MFV). Procurou desenvolver e apresentar oportunidades de melhoria que permitam um novo balanceamento de linha da perspectiva de diminuição de desperdícios e otimização de produtividade. Para tal, foram construídos o Mapa do Fluxo de Valor (MFV) do estado atual e futuro, além de elencado alguns resultados. Trata-se de um estudo de caso com abordagem qualitativa de objetivo exploratório. Tendo sido feita pesquisa bibliográfica de artigos científicos, dissertações, consultas à sites da Internet e do prisma do chão de fábrica.

Palavra-chave: Balanceamento de Linha; Manufatura Enxuta; MFV;

ABSTRACT

The present study refers to the use of the Lean approach (Lean Manufacturing), with the application of the Value Stream Mapping (VSM) tool. It sought to develop and present improvement opportunities that allow a new line balancing from the perspective of waste reduction and productivity optimization. To do this, the Value Stream Map (VSM) of the current and future state was built, and some results were listed. This is a case study with a qualitative approach and an exploratory objective. A bibliographic research of scientific articles, dissertations, consultation of Internet sites and the prism of the factory floor was carried out.

Keywords: Line Balancing; Lean Manufacturing; VSM.

INTRODUÇÃO

Não diferente de todos os setores, as fábricas vivem em constante variação de demanda, o que requer rápida adequação as necessidades exigidas. Para tanto faz-se necessária a realização estratégica de uma gestão de produção que permita um maior grau de competitividade. Parafraseando FONSECA (2017), que essa, a competitividade, determina mudança de comportamento e melhoramento no desempenho da produção. Deste modo é imprescindível considerar meios que emanem esforços a fim de diminuir desperdícios e otimizar produtividade.

Este artigo visa apresentar a aplicação de um estudo de caso realizado no Polo Industrial de Manaus, em uma empresa de Eletroeletrônico que produz Ar Condicionado, onde foi escolhida o processo que produz a Unidade Interna.

Com base nessas premissas foi levantado o estado atual do processo, apresentado através, de: *Layout* da linha, Descrição das atividades realizadas em cada posto, Gráficos de Produção dos 6 primeiros meses do ano, Diagrama de Precedência e Síntese de Processos de Produção da Unidade Interna (Figura 4). Que permitiram uma melhor visualização de pontos que requeiram melhor observação pontual e proporcionarão um norte para um ponto de partida.

Considerando o 2º semestre, que é o período de Maior Demanda (*High Season*) para este produto em questão foi necessário desenvolver uma proposta de adequação/melhoramento do processo visando atender essa nova expectativa para tanto foi realizada como ideia inicial do cenário atual enriquecido por alguma referência bibliográfica a fim de permitir levantar uma proposta, possibilidade que responda a essa questão.

Por se tratar de um contexto comparativo, foram estudadas operações de balanceamento de linha para melhor distribuir as atividades em paralelo foi escolhida a ferramenta Lean (VSM) para desenhar e comparar os 2 períodos, pois é possível vislumbrar todas as etapas do processo com o objetivo de eliminar resíduos que serão visíveis nos 2 cenários (SILVA, 2021). Portanto como resultado deste artigo teremos a aplicação das propostas selecionadas.

REVISÃO DA LITERATURA

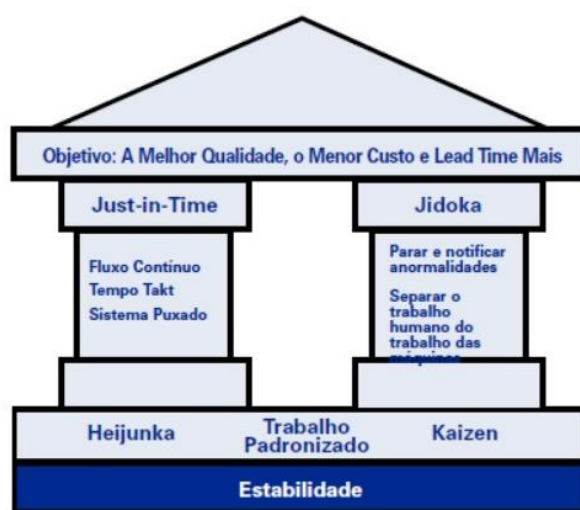
LEAN MANUFACTURING

Partindo dessa denotação, o *Lean Manufacturing* surgiu na Toyota na década de 1950, a fim de enfrentar os desafios necessários para atender mercados menores com uma maior variedade de veículos, o que exigia maior flexibilidade de produção. Ou seja, este modelo de gestão foi desenvolvido por Taiichi Ohno, engenheiro da montadora Toyota, por isso o sistema ser amplamente conhecido por *Toyota Production System* (Sistema Toyota de Produção) (BAI; SATIR; SARKIS, 2019; DOMBROWSKI; EBENTREICH; KRENKEL, 2016; G. L. D. WICKRAMASINGHE). Esta abordagem sistemática foca-se em fazer mais com menos recursos, eliminando atividades sem valor acrescentado e desperdícios (WOMACK et al., 1990).

Pode-se entender como principais objetivos desta filosofia: Redução de Custos, Melhoria Contínua, Agilidade de Produção, Maior Capacidade de Produção e Melhoria do ambiente de Trabalho. Para tantos são necessários conhecer, entender e aplicar os princípios de redução de desperdício e que resíduos, são processos que não agregam valor o objetivo desse princípio é enxugar e minimizar seu impacto na produção (SOUSA, 2017). Desta forma, os resíduos estão divididos, em: Transporte; Estoque; Movimentação; Espera; Superprodução; Super Processamento; Retrabalho; e intelectual.

Assim como fundamentar este artigo com conceitos de *Lean Manufacturing*: os princípios do pensamento *Lean* (Figura 1), algumas de suas principais ferramentas usadas para alteração do negócio (bem ou serviço).

Figura 1. Princípios do Pensamento *Lean*.



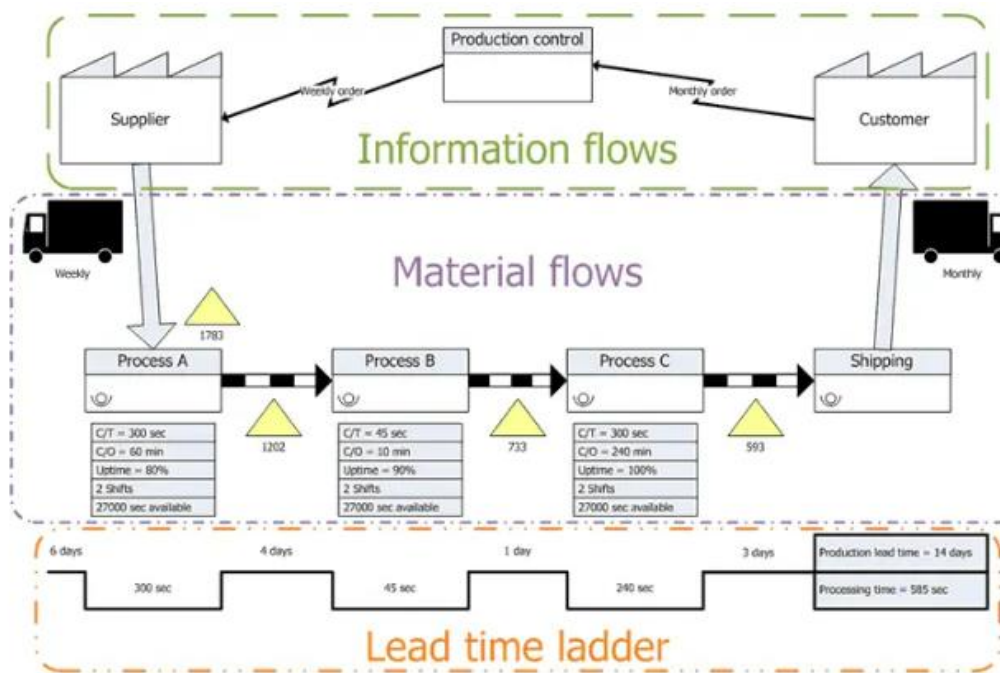
Fonte: *Lean Institute* Brasil, (2022).

VSM (VALUE STREAM MAPPING)

O Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM) é uma técnica de produção enxuta que, desde a sua criação, se estendeu a muitos setores da indústria e emergiu como a forma preferida de apoiar e implementar a abordagem enxuta (GREWAL, 2008).

Um estudo de caso em uma indústria têxtil de moda praia, descreve a *Value Stream Mapping (VSM)* como uma das ferramentas mais utilizadas para implementar a Manufatura Enxuta, por permitir uma visualização do processo do início ao fim com riqueza de detalhes, ou seja, permite um controle visual fácil de interpretar, possibilita visualizar estoque e auxilia na implementação de melhorias, como apresentado no exemplo Figura 2.

Figura 2. Exemplo de visualização cenário VSM.



Fonte: Grupo Voitto, (2017).

Relativamente ao uso de ferramentas para análise com o uso do VSM, Silva et al., (2012) ratificam que se trata de uma importante ferramenta na implementação da manufatura enxuta. Na literatura há muitas aplicações do VSM nos mais variados processos, sejam produtivos ou administrativos, demonstrando a importância da utilização da ferramenta na busca de oportunidades de melhoria de desempenho (ALMEIDA et al., 2021; ASHIF; GOYAL; SHASTRI, 2015; DA SILVA et al., 2021; LACERDA; XAMBRE; ALVELOS, 2016; MELIN; BARTH, 2020).

METODOLOGIA

Nesta seção, são apresentadas as técnicas, procedimentos e abordagens que nortearão as atividades relacionadas a esta pesquisa, para que se consiga assim, cumprir com o objetivo de apresentar um novo cenário pós ações propostas executadas.

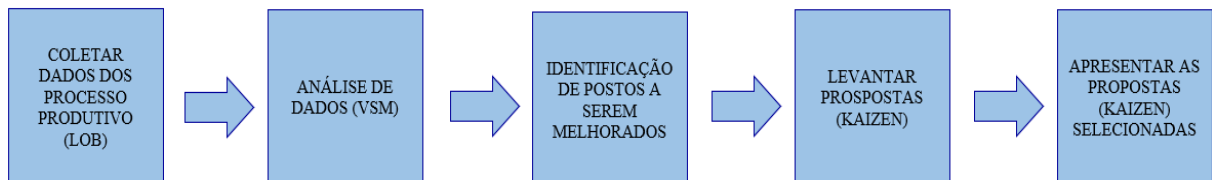
Relativamente às etapas da pesquisa temos:

- **Natureza da Pesquisa:** pode ser classificada como aplicada, pois tem como objetivo desenvolver uma solução para ser introduzida em uma linha de produção para melhorar seus processos e contribuir para a eficiência na execução das atividades produção.
- **Forma de Abordagem do Problema:** esta pesquisa classifica-se como sendo qualitativa e quantitativa, pois busca compreender os processos da organização incorporando interpretações e avaliações das atividades relacionadas ao processo de produção.
- **Classificação da Pesquisa quanto aos Objetivos:** a mesma terá caráter exploratório-descritiva, pois é estruturada em assuntos teóricos em detrimento das práticas e realidade organizacional.
- **Classificação da Pesquisa quanto aos Procedimentos:** classifica-se como sendo: bibliográfica, documental e estudo de caso. Bibliográfica, pois foram realizadas leitura de trabalhos acadêmicos, dos quais várias citações foram utilizadas com o objetivo de enriquecer a pesquisa. O procedimento documental foi caracterizado pela investigação de dados, informações e relatórios, ou seja, documentos que suportam as interpretações e definições dispostas. Nessa pesquisa foi realizada uma análise profunda dos processos e atividades para entender as peculiaridades da empresa de maneira mais hipotética e dedutiva em alguns quesitos procedimento compatível com o estudo de caso.
- **Universo e Amostra da Pesquisa:** o estudo será aplicado em uma empresa que atua no setor de fabricação de ar-condicionado situada no Polo Industrial de Manaus.
- **Procedimentos para a Coleta de Dados:** dados de produção, tais como tempos de ciclo, demanda de produção, definição de atividades e os tempos associados à elas, quantidade de equipamentos, equipes diretas e indiretas serão utilizadas no estudo.

- Procedimentos para a Análise de Dados: os dados serão analisados análise exploratória relacionados aos tempos de execução dos serviços operacionais executados, através de uma abordagem exploratória, com a finalidade de investigar os tempos utilizados nas diversas etapas dos processos estudados, de modo que subsidiem o plano de ação a ser desenvolvido.
- Identificação de postos a serem melhorados: todos os postos de trabalho são analisados a partir do prisma da Coleta de Dados, supracitado.
- Levantar Propostas (*Kaizen*): as propostas de melhoria surgem a partir de ideias levantadas em reunião com responsáveis imediatos pela linha de produção estudada.
- Apresentar Propostas (*Kaizen*) selecionadas: após levantadas as propostas, fez-se uma “peneira” e definiu-se as selecionadas a partir de sua aplicabilidade.

O artigo será dividido conforme a sequência a ser seguida para apresentar as propostas de melhoria como mostrado na Figura 3.

Figura 3. Fluxograma de atividades.



Legenda:

LOB: Line Of Balance (Temos dos Postos para verificação de Balanceamento de Linha).

VSM: Value Stream Mapping (Mapeamento do Fluxo de Valor).

Kaizen: Melhoria Contínua.

DESENVOLVIMENTO

FASE COLETA DE DADOS

Nessa primeira etapa trata-se a apresentação dos dados coletados, como descrição do cenário atual. Ou seja, localização da empresa no Mundo e afunilando para o campo de estudo mais específico.

A empresa estudada está no mercado desde 1938, inicialmente no ramo de venda de alimentos. Com o passar do tempo, a empresa foi expandindo a ponto de 1969 adentrar no ramo de eletrônicos e logo se tornou um destaque mundial na área. Chegando ao Brasil em 1986 e conta com duas unidades fabris: uma localizado no estado de São Paulo e outra

em Manaus (AM). Considerando que o produto foco desse estudo é o ar condicionado do tipo split, mas especificamente a unidade interna.

O principal alvo desse artigo é mostrar a relação (impacto) da utilização e aplicação das ferramentas *Lean Manufacturing* para alcançar a nova meta de produção de 2450 produtos/dia, com ciclo de tempo de 12,44 segundos e na aplicação de melhorias nos gargalos dos processos produtivos, com proposta reduzir e eliminar algumas movimentações manuais dos produtos ao longo do fluxo de fabricação do produto estudado.

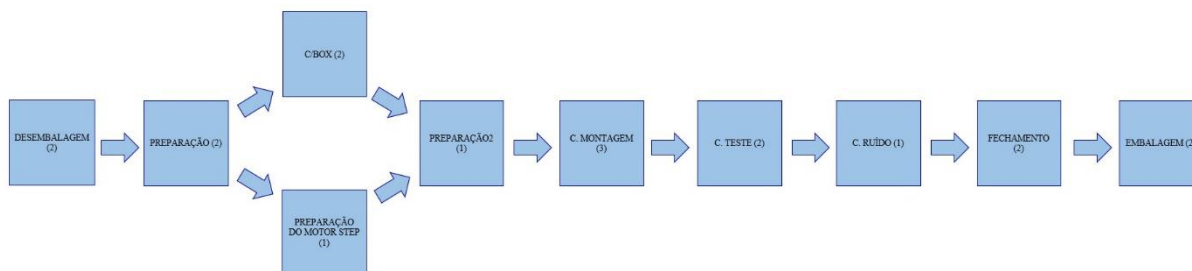
Para melhor atender o cenário atual para posteriormente apresentar as propostas de melhoria foram coletados dados referentes ao tempo de realização das atividades desenvolvidas ao longo do processo produtivo, assim como analisados alguns pontos que demonstram necessidade de melhoria visando atendimento de novo cenário (demanda). Ou seja, os tempos de cada processo no estado atual foram coletados e descritos no diagrama de precedência e no *VSM*, para melhor visualizar tanto cada ponto individualmente como a linha como um todo. Esses dados foram devidamente compilados a fim de fornecer recursos que proporcionem uma melhor análise do estado atual. Onde foi possível observar que já no estado atual fazia-se necessária uma intervenção, pois o tempo padrão não era devidamente alcançado pela maioria dos processos.

Como primeiro passo para análise, foram realizadas revisões bibliográficas a respeito de Sistema de Produção e *Lean Manufacturing* durante o primeiro semestre (período de baixa de produção) do produto (ar condicionado, unidade interna) que é o alvo deste estudo.

A partir daí partiu-se para a aplicação a apresentação gráfica (Diagrama de Precedência) desenhado a partir da divisão do processo por blocos (processos que se enquadram no mesmo tipo de atividade).

Assim os 17 postos foram representados por 10 processos, conforme Figura 4.

Figura 4. Síntese de Processos de Produção da Unidade Interna.

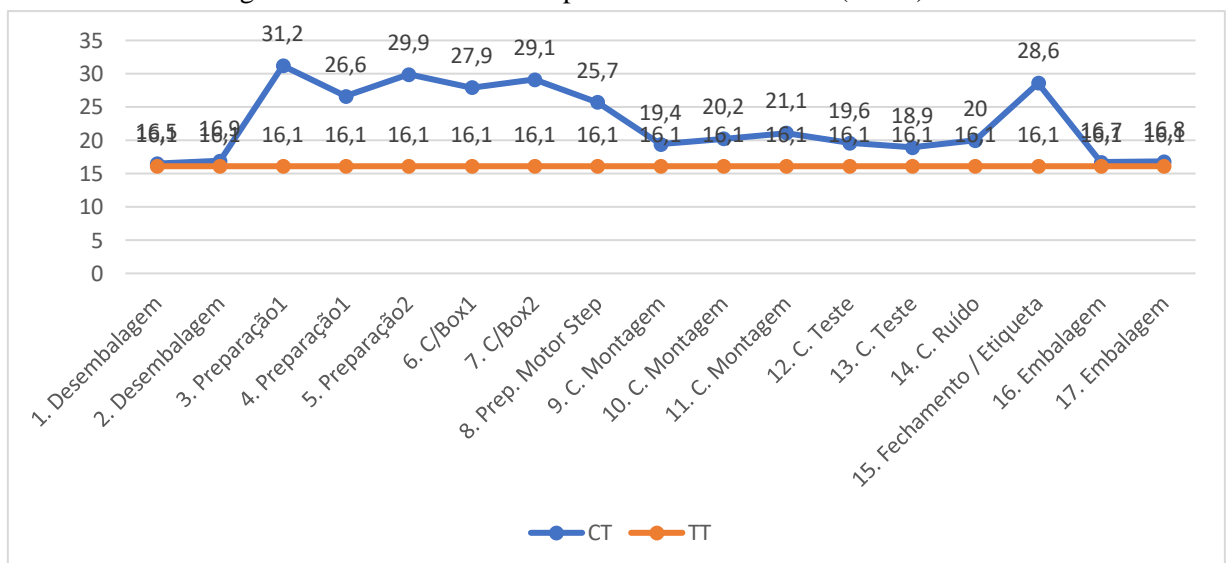


Fonte: A Autora (2022).

Em seguida partimos para o uso da ferramenta *VSM*. As fases de aplicação da ferramenta *VSM*, foram:

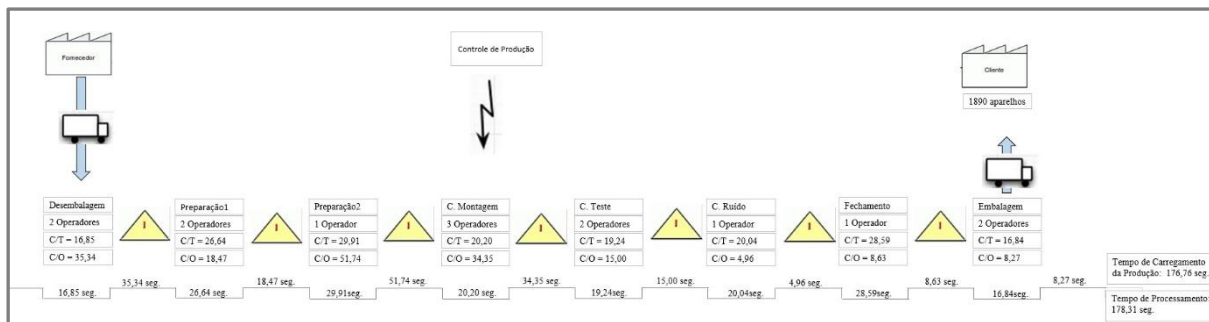
1. Identificar o produto a ser analisado: Selecionado a partir da necessidade de aumento de demanda com “restrição” de grandes alterações em função de espaço
2. Criação do Mapa do Estado Atual: A partir do levantamento de tempos (*LOB*, Figura 5) e nomeação dos postos para melhor identificar cada ponto. Atentando que restringimos análise a linha principal da Unidade Interna. Gerando a representação na Figura 6.
3. Avaliação e análise do estado atual: Identificação das atividades que agregam e das que não agregam valor, como as perdas por movimentação, espera ente outras atividades na linha final.
4. Criação do Estado Futuro: Através de *brainstorming* com os suportes técnicos envolvidos (Engenharia, Manutenção, Sistema e Produção) levantar possíveis melhorias para redução ou eliminação das perdas detectadas.
5. Elaboração do plano de ação: A partir das propostas levantadas e com os itens aprovados pela gestão e direção do departamento geral uma conexão do estado atual com estado futuro de forma concisa.
6. Análise de Resultados: se limita a apresentação das propostas selecionadas.

Figura 5. *LOB* da linha Principal da Unidade Interna (Antes).



Fonte: A Autora (2022).

Figura 6. VSM da linha Principal da Unidade Interna (Atual)



Fonte: A Autora (2022).

FASE LEVANTAR PROPOSTAS (KAIZEN)

Nessa etapa do desenvolvimento do trabalho as propostas levantadas são apresentadas de formas muito amplas, ou seja, muito genéricas.

Dessa forma, considerando os dados supracitados é possível afirmar que todos os processos devem ser modificados de alguma maneira, a fim de atingir a nova meta de produção, 2450 produtos/dia, com ciclo de tempo de 12,44 segundos, em mente, fazem-se necessárias ações. Para tanto, foram levantadas:

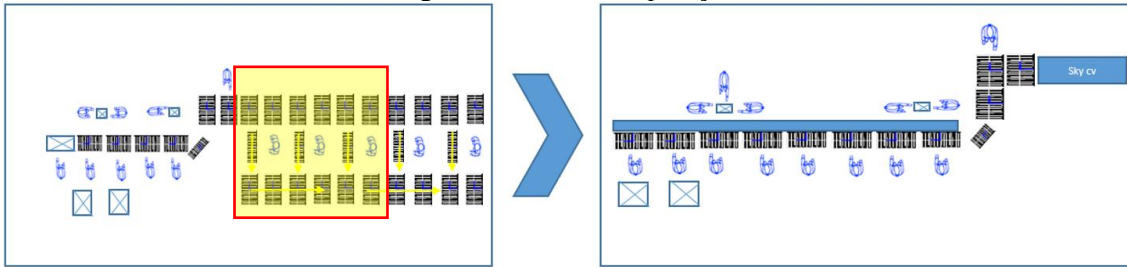
- Aumentar quantidade de Células.
- Redistribuir atividades (Balanceamento de Linha).
- Reavaliar postos de trabalho que necessitem aumento ou redução de espaço (estrutura).
- Automatizar alguma (s) atividades manuais.

FASE APRESENTAR PROPOSTAS (KAIZEN) SELECIONADAS

Nessa fase, buscou-se descrever mais detalhadamente as propostas, e as selecionando considerando aplicabilidade. Assim, as propostas selecionadas, foram:

- Aumentar quantidade de Células de Montagem: 3 → 7 (reduzindo o tempo dessa atividade)
- Aumentar quantidade de Células de Teste de Performance: 2 → 4 (reduzindo o tempo dessa atividade)
- Aumentar quantidade de Células de Teste de Ruído: 1 → 2 (reduzindo o tempo dessa atividade)
- Aumentar área usado para Preparação (para aumentar número de operadores e melhor distribuir as atividades) como mostrado na Figura 7.

Figura 7. Área de Preparação.



Fonte: A Autora (2022).

- Automatizar transporte dos aparelhos montados (antes: transporte manual (Figura 8), conforme foto abaixo. Depois aparelho se movimenta automaticamente via esteira aérea).

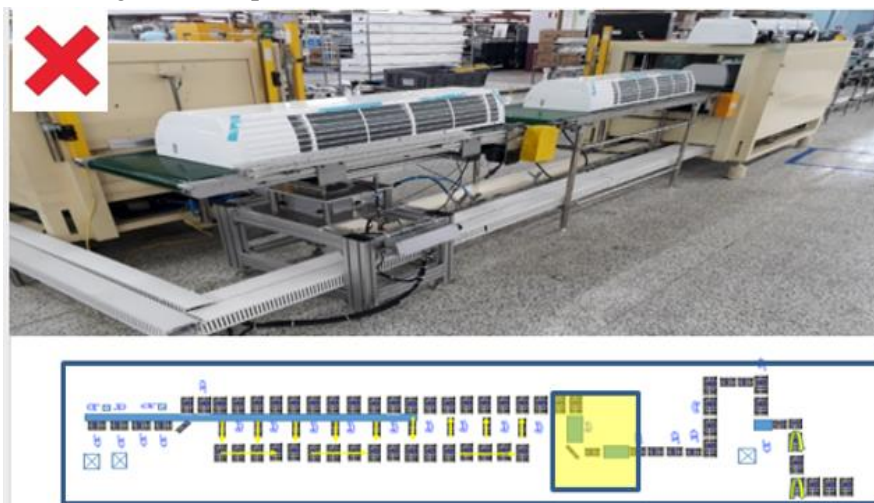
Figura 8. Automação de Transporte.



Fonte: A Autora (2022).

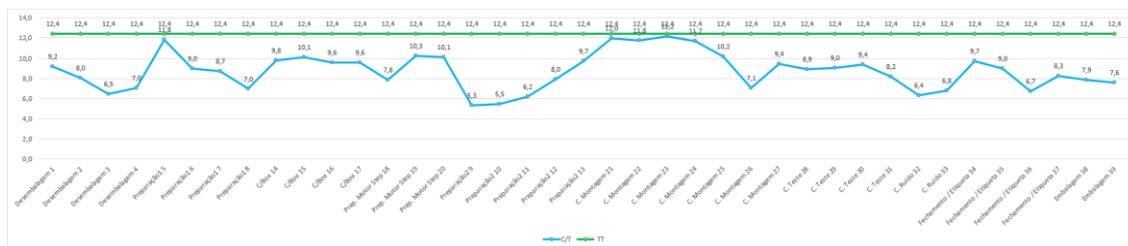
- Alterar o formato da célula de Teste de Ruído de Linear para Paralelo (Antes corria risco de reteste e ocorria perda de tempo, pois o aparelho obrigatoriamente passava pela célula 2 (Figura 9), mesmo já tendo sido testado. Depois aparelhos passam por Células independentes)

Figura 91. Reposicionamento da Cabine 2 de teste de Ruído.



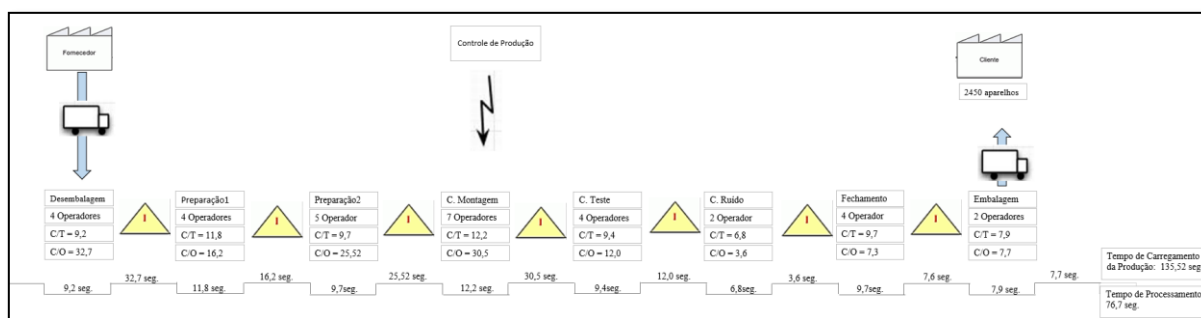
Fonte: A Autora (2022).

Figura 10. LOB da linha Principal da Unidade Interna (Depois)



Fonte: A Autora (2022).

Figura 11. VSM da linha Principal da Unidade Interna (Futuro).



Fonte: A Autora (2022).

CONCLUSÃO

Ao longo da análise, foi possível observar que foram necessárias diversas ações para que se alcançasse o aumento de capacidade desejado de 29,6% (1890 peças → 2450 peças).

Dessa forma, esse estudo foi de grande valia, para o desenvolvimento deste artigo, assim como visa corroborar para futuros estudos a serem realizados a fim de melhor apresentar o cenário inicial, e a partir desse visualizar, mas adequadamente os pontos onde podem ser melhorados e assim desenvolver propostas para um cenário futuro mais viável, ou que gere maior valor.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao Programa de Mestrado em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas, pelo suporte especial de seus docentes.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Polyana *et al.* Management Proposal for Consumable Item Control in an Electronic Company Using Concept of Human Reliability and Quality Tools. [*s. l.*], v. 6, n. 6, p. 145–153, 2021.
- ASHIF, Mohammad; GOYAL, Sanjay; SHASTRI, Ashish. Implementation of Lean Tools-Value Stream Mapping & SMED for Lead Time Reduction in Industrial Valve Manufacturing Company. **Applied Mechanics and Materials**, [*s. l.*], v. 813–814, p. 1170–1175, 2015.
- BAI, Chunguang; SATIR, Ahmet; SARKIS, Joseph. Investing in lean manufacturing practices: an environmental and operational perspective. **International Journal of Production Research**, [*s. l.*], v. 57, n. 4, p. 1037–1051, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1498986>.
- FONSECA, Bruna Grassetti, VALENTE, Carlos Magno de Oliveira. Estudo sobre as adaptações do Lean Manufacturing utilizando a ferramenta do Mapeamento de fluxo de valor em uma indústria de alimentos. 2017. 280 p. **Coletânea Nacional Sobre Engenharia de Produção 3: Gestão da Produção**. Editora Atena. 2017.
- GREWAL, C. (2008). An initiative to implement lean manufacturing using value stream mapping. **International Journal of Manufacturing Technology and Management**, 15(3), 404-417.
- LACERDA, António Pedro; XAMBRE, Ana Raquel; ALVELOS, Helena Maria. Applying Value Stream Mapping to eliminate waste: A case study of an original equipment manufacturer for the automotive industry. **International Journal of Production Research**, [*s. l.*], v. 54, n. 6, p. 1708–1720, 2016.
- Lean Institute Basil. Sistema Toyota de Produção (Toyota Production System - TPS), 2022. Disponível em: <<https://www.lean.org.br/conceitos/117/sistema-toyota-de-producao-%28toyota-production-system--tps%29.aspx>> Acesso em 12.03.2022.
- MELIN, Martin; BARTH, Henrik. **Value stream mapping for sustainable change at a Swedish dairy farm** *Int. J. Environment and Waste Management*. [*S. l.: s. n.*], 2020. Disponível em: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.
- SILVA, Camila Maria Costa da, et al. Application of VSM to Improve a Television Productive Process of a Company in the Manaus Industrial Pole. **European Journal of Engineering and Technology Research**, Vol. 6, Issue 6, October. 2021. P. 132 – 138. 2021.
- SOUSA, Jordana Ramalho de et al. A efetividade de um novo sistema de Produção baseado no sistema Toyota de Produção: Um estudo de caso em uma indústria de eletrodomésticos. 27 p. **Coletânea Nacional Sobre Engenharia de Produção 3: Gestão da Produção**. Editora Atena. 2017.
- WOMACK, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *Machine that changed the world*. Simon and Schuster.