



# REVISTA Gestão & Produção

INCENTIVANDO SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS  
DISSEMINANDO CONHECIMENTO



ISSN 2594-7281

Vol. 05 (Nº 01) Ano 2021. Págs. 02-14

## PROPOSTA DE MELHORIA NO LAYOUT EM UMA INDÚSTRIA DE PEÇAS AUTOMOTIVAS

LAYOUT IMPROVEMENT PROPOSAL TO AN AUTOMOTIVE PARTS INDUSTRY

André Guilherme MAY<sup>1</sup>, Caio Cesar MARQUES<sup>1</sup>, Elvis RECH<sup>1</sup>, Maria Eduarda OLINGER<sup>1</sup>, Victor de CASTRO<sup>1</sup>, Sebastiam Johann Batista PERINI<sup>1</sup>, Ana Carolina Braga KODUM<sup>1</sup>, Paulo de Oliveira Junior<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Faculdade de Tecnologia SENAI Joinville, Rua Arno Waldemar Döhler, 957 – Santo Antônio - 89219-510, Joinville

Recebido: xx/xx/xxxx – Aprovado: xx/xx/xxxx

### RESUMO

O presente artigo tem como objetivo a realização de uma proposta de melhoria do layout em uma célula de usinagem de peças fundidas para indústria automotiva. . Nas condições atuais, a célula trabalha com a usinagem seriada de um modelo específico de disco de freio de alta demanda de fornecimento, com diferentes máquinas (total de 8 equipamentos na célula), além de seus periféricos. O novo layout proposto utilizou-se dos conceitos e ferramentas do Lean Manufacturing e do balanceamento de linha para ganhos de produtividade e de espaço físico, além da redução de recursos utilizados na célula estudada particular. Os resultados da pesquisa demonstraram que, as propostas de modificação de layout, caso implementadas com sucesso, trarão impactos positivos significativos ao processo de usinagem do estudo de caso realizado. Isto é verificado através dos dados como a drástica redução dos recursos utilizados (colaboradores); a redução do espaço físico da célula; além do ganho de produtividade relacionado a redução do lead time de produção; caracterizam referências suficientes para justificar as modificações projetadas e sua imediata implementação.

**Palavras-chave:** Layout; Lean Manufacturing; Balanceamento de linha; Eficiência produtiva.

### ABSTRACT

The main goal of the current paper is to make an improvement proposal in a machining cell of casting parts to an automotive industry, regarding the layout of this cell. In the current conditions, the cell works with the serial machining of a specific brake wheel model of high supplying demand, with different machines (total of 8 equipment in the cell), besides its fixtures. The new proposal layout uses concepts and tools from the Lean Manufacturing and from the production line balancing to achieve production and physical space gains, in addition to the used resources reduction on the particular studied cell. The research results shows that, through a closer look on the analyzed environment, within the application of simple means of production engineering, it is possible to eliminate wastes and obtain favorable results through interventions on the physical arrangement of this environment study object.

**Keywords:** Layout; Lean Manufacturing; Production line balancing; Productive efficiency.

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com a filosofia do Lean Manufacturing, nenhum processo é isento de oportunidades para serem desenvolvidas melhorias. Apesar do conceito de célula de produção apontar para um layout otimizado, com uma ordem sequencial de operações pelas quais percorrem um produto exclusivo (ou um grupo de produtos exclusivos), este tipo de arranjo físico também está sujeito a possibilidades de melhorias contínuas, sendo necessária apenas uma análise mais criteriosa e detalhada de uma célula produtiva específica e de seus recursos integrantes para que essas oportunidades sejam descobertas e identificadas (PINHEIRO, 2021).

Há diversos caminhos possíveis na condução do processo cíclico das melhorias contínuas. No presente trabalho de pesquisa, conservaremos ao Lean Manufacturing dado à familiaridade dos integrantes do grupo neste tema e aos inúmeros benefícios associados à essas soluções, tais como a diminuição dos desperdícios nos processos; a redução do Lead-Time; a redução do retrabalho; a redução de custos; e ao aumento do entendimento do processo (MELTON, 2005).

Ainda alinhado com os benefícios oferecidos pela aplicação adequada do Lean Manufacturing no que diz respeito aos incrementos de produtividade e eficiência dos processos produtivos, o balanceamento de linha é uma ferramenta amplamente utilizada para uma distribuição mais uniforme das operações de um ambiente produtivo (de acordo com o que sugere o próprio nome da ferramenta). Apesar de ter grande parte de sua aplicação voltada à montagem de componentes, sua versatilidade também permite sua aplicação em máquinas de usinagem, voltado ao balanceamento das operações entre os recursos para fabricação de produtos particulares (RODRIGUES et al., 2013).

Dessa forma, o presente artigo tem como objetivo a apresentação de uma proposta de modificação de layout e balanceamento de recursos em célula de usinagem de uma indústria de fundição de peças automotivas, a fim de realizar incrementos significativos nos índices de produtividade e qualidade desta indústria, utilizando-se para isso, sobretudo dos conceitos e ferramentas do Lean Manufacturing.

Com essa finalidade, serão aplicados direta e indiretamente, diferentes conceitos visitados ao longo das aulas da disciplina de Projeto de Fábrica e Layout do nono semestre de Engenharia de Produção, tais quais a análise da capacidade e da demanda para definir o arranjo físico; o estudo do trabalho-estudo de métodos e de tempos; o balanceamento de linha de produção e a importância

dos processos e dos métodos nos projetos de arranjo físico; e o sistema MAM (movimentação, manuseio e armazenagem de materiais) e a sua interação com o arranjo físico.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. PROJETO DE FÁBRICA E LAYOUT**

Segundo Júnior (2019), com o avanço tecnológico observado atualmente, o projeto de fábrica e layout tornou-se um desafio onde é preciso envolver diversas aplicações e conceitos de tomadas de decisão que precisam ser sistemáticas. Devido a isso, a utilização de metodologias é algo fundamental para contribuir decisivamente para o êxito das atividades durante o ciclo do projeto.

O layout de uma fábrica tem grande influência no desempenho da organização em virtude da definição do fluxo de atividades dentro de um arranjo físico. Conforme for disposto o layout de uma organização, poderá haver fluxos desorganizados e ineficientes, onde poderiam afetar a produtividade e colocar em risco a sobrevivência de uma divisão produtiva.

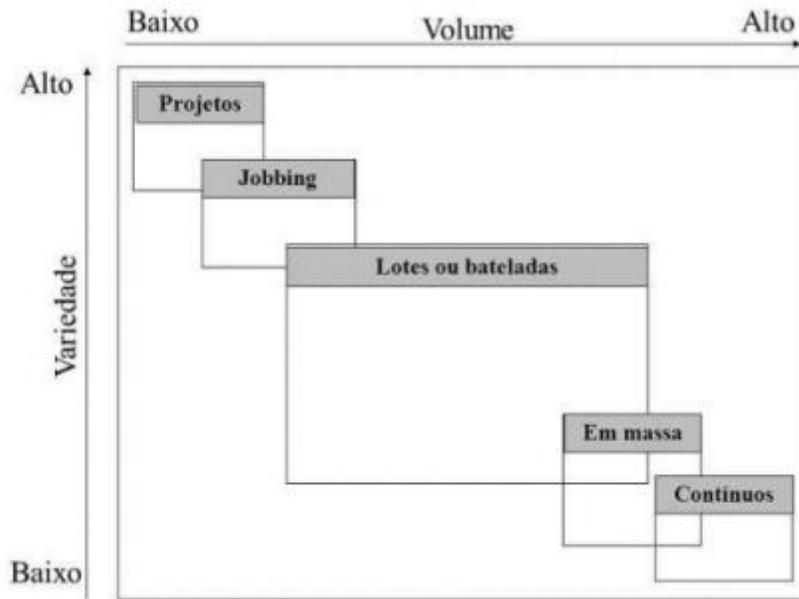
Para Slack et al. (2002) operações de bens e serviços tem associação direta com o volume e a variedade de serviços e produtos produzidos. As operações de baixo volume têm uma alta variedade e vice-versa. Os tipos de processos de bens ou serviços implicam diretamente na forma como as atividades são organizadas, tendo em consideração seu volume e variedade.

Segundo Corrêa (2012) cada sistema de manufatura tem o seu tipo específico de processo de produção e podem ser classificados em cinco tipos de processos que são:

- Processo por projeto;
- Processo por tarefa/jobbing;
- Processo em lotes/bateladas;
- Produção em linha;
- Produção em massa e processos contínuos.

Para Slack et al. (2002), a relação de volume e variedade em processos de produção podem ser demonstrados pela figura abaixo:

Figura 1 - Relação de volume e variedade em processos de produção.



Fonte: Slack et al. (2002)

Sendo assim, o Layout de fábrica é sobretudo de que maneira as máquinas e equipamentos são distribuídos na empresa. Por meio de cálculos e informações pode ser elaborado o melhor projeto possível para o processo produtivo.

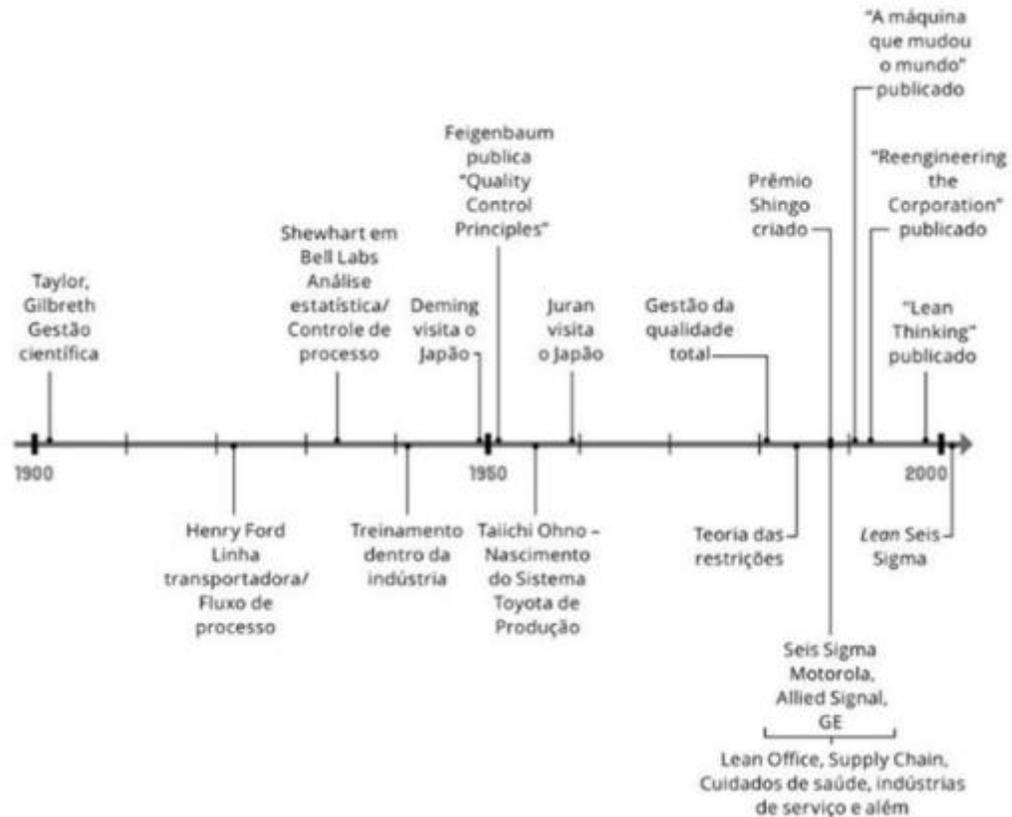
## 2.2. LEAN MANUFACTURING

Segundo Briaies (2022), em 1911, no ocidente, antes mesmo de que o termo Lean fosse utilizado, era possível observar parte da filosofia Lean (enxuto) sendo gerada. Foi quando Frederick Taylor (1856-1915), engenheiro mecânico e economista, lançou seu livro Princípios de administração científica e após isso o Taylorismo começou a se difundir. O método Lean de Taylor consiste em implementar na indústria um sistema de organização desenvolvido, onde um dos principais objetivos dessa metodologia é otimizar as atividades realizadas pelas pessoas envolvidas na empresa, mediante a organização e divisão de funções. A otimização escrita por Taylor, se assemelha à busca pela produtividade com a redução de tempos, que é um dos grandes desperdícios da filosofia Lean.

Logo após o lançamento do livro, foi observado outro sistema que teve aproveitamento na comunidade Lean, refere-se ao método de produção em massa, também conhecido por fordismo e

desenvolvido por Henry Ford (1913-1947), hoje identificado como Sistema de Produção de Henry Ford. Esse sistema tem como característica a competência de fluxo contínuo, processos repetitivos e padronizados. Após esse marco para a filosofia Lean, foram aparecendo outras metodologias que hoje contribuem para as produções dos dias de hoje. Na Figura 2 é apresentada uma linha do tempo referente às contribuições da metodologia Lean.

Figura 2 - Linha do tempo metodologia Lean



Fonte : Briaes (2022)

Para Guimarães (2019), “o desperdício é qualquer gasto ou esforço que não transforma matérias-primas em um item pelo qual o cliente não está disposto a pagar.”. O maior inimigo para os negócios de uma empresa é o desperdício, onde afeta diretamente na lucratividade do negócio.

Taiichi Ohno, também conhecido como “Pai do Lean Manufacturing”, caracterizou 7 desperdícios (hoje são 8 ) que estão diretamente relacionados ao sistema de processo e produção de uma organização. Os desperdícios listados são demonstrados abaixo como:

1. Transporte;

2. Estoque ou inventário;
3. Movimentação;
4. Espera;
5. Superprodução;
6. Excesso de processamento;
7. Defeitos;
8. Capital intelectual.

Sendo assim, a manufatura enxuta desenvolvida pelos executivos Toyota e Taiichi Ohno é baseada em cinco pilares indispensáveis, sendo eles: valor, fluxo de valor, fluxo contínuo, produção puxada e perfeição.

### **2.3. BALANCEAMENTO DE LINHA**

Para Lamarre (2021), “O balanceamento de linha é uma estratégia de produção que envolve o balanceamento do operador e do tempo da máquina para combinar o ritmo de produção com o Takt Time (produtividade).”

O Takt Time é o ritmo no qual uma empresa precisa completar a produção de um produto para suprir a demanda do consumidor.

Para qualquer linha de produção, se o tempo de processamento for justamente igual ao Takt time, a linha está perfeitamente balanceada. Caso essa situação não for possível, os recursos precisam ser realocados e reorganizados com a função de remover gargalos ou excesso de capacidade. Resumidamente, a quantidade de operadores e máquinas empregado a cada tarefa na linha devem ser reequilibrados para satisfazer o melhor ritmo de produção.

Segundo Lamarre (2021) para realizar o balanceamento de uma linha de produção é necessário realizar 5 etapas fundamentais. As etapas são listadas a seguir:

1. Calcular o Takt time: Dado que o objetivo do balanceamento de linha é nivelar/igualar o ritmo de produção ao Takt time, calcular e conhecer o Takt time do processo é muito importante.

2. Realizar estudos de tempo: Tem como objetivo estabelecer o tempo necessário para concluir cada tarefa ao longo de uma produção. Resumidamente, deseja-se descobrir quanto tempo os colaboradores e máquinas gastam em cada parte do processo.

3. Identificar os gargalos e o excesso de capacidade: trata-se da etapa referente à análise dos dados do estudo de tempos. Deve-se observar quais partes do processo tem tempo superior ao

Takt time da linha de produção. Exceder o Takt time vai significar atraso nas entregas, elevados custos de envio e clientes insatisfeitos. Tempos muito inferiores ao Takt time significam excesso de capacidade.

4. Realocar recursos: Para realizar a etapa de realocação de recursos deve-se iniciar considerando a precedência das tarefas. Em seguida, deve-se reorganizar as tarefas para reduzir o excesso de capacidade e gargalos. Essa etapa ajudará a reduzir desperdício de espera onde há excesso de capacidade e deve melhorar o fluxo de produção onde a produção apresenta gargalos.

5. Realizar outras melhorias: Essa etapa consiste em analisar os dados quantitativos da linha de produção e verificar outras oportunidades de melhoria que poderão melhorar a linha de produção. Muitas práticas Lean poderão ajudar nessa etapa. O 5S e a gestão visual poderão ajudar no espaço de trabalho, tempo perdido e eficiência dos processos. Poka-yoke é um processo que poderá ajudar a detectar defeitos antecipadamente e conseqüentemente aumentar o volume de produção.

Sendo assim, o balanceamento de linha é um problema de otimização com grande importância nas indústrias, visando melhorar a eficiência de suas linhas de produção, reduzir desperdícios de manufatura e liberar mais valor.

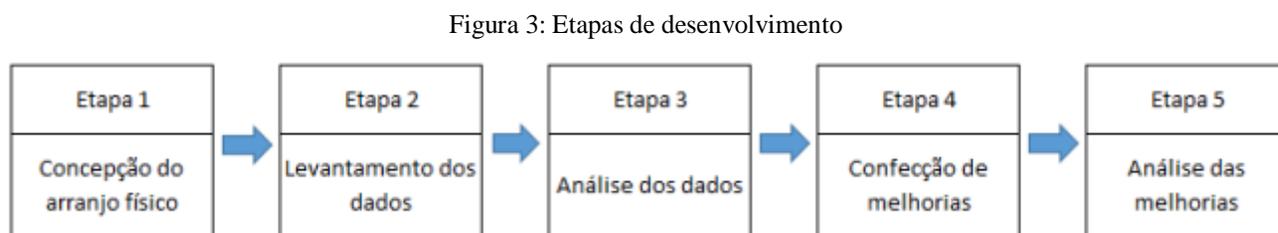
### **3. METODOLOGIA**

A empresa analisada é do ramo automotivo, localizada em Joinville no estado de Santa Catarina, Brasil. Com uma vasta experiência no mercado automobilístico, ela conta com um portfólio amplo tanto para peças on-road como off-road, produzindo dispositivos de segurança, sistemas de freios e desenvolvendo tecnologia de segurança. Dentro de sua estrutura temos diferentes setores para que ocorra o funcionamento pleno de todo processo, iniciado desde a transformação de matéria prima em produto fundido até a montagem e expedição das peças usinadas.

O setor selecionado para atuação deste trabalho foi a Usinagem, contando com toda uma estrutura de 97 máquinas para usinagem, de diferentes funcionalidades como tornos, centros de usinagem, fresadoras, brochadeiras, entre outros. No período da análise, dentro deste setor da empresa, eram acomodados 16 diferentes células dispostas entre montagem e usinagem dos produtos, após observação da equipe dos postos de trabalho foi identificado alguns pontos para

análise de layout dentro da fábrica, sendo assim, selecionado entre elas um foco para que a equipe pudesse aplicar as ferramentas estratégicas e estruturais de layout para realizar a melhoria da mesma, a célula a ser pesquisada foi uma das células de usinagem de discos de freio para o mercado nacional e reposição.

O motivo do estudo de alteração desta célula ocorreu pela necessidade de mudança de layout para melhor acomodar outros maquinários dentro da mesma no setor de usinagem, sendo assim, a alteração visa o melhor enquadramento do layout para otimizar a produção e simultaneamente maximizar a utilização de todo espaço disponível da melhor forma. Para organização e conferência de andamento das atividades foram definidas cinco etapas de desenvolvimento, sendo elas:



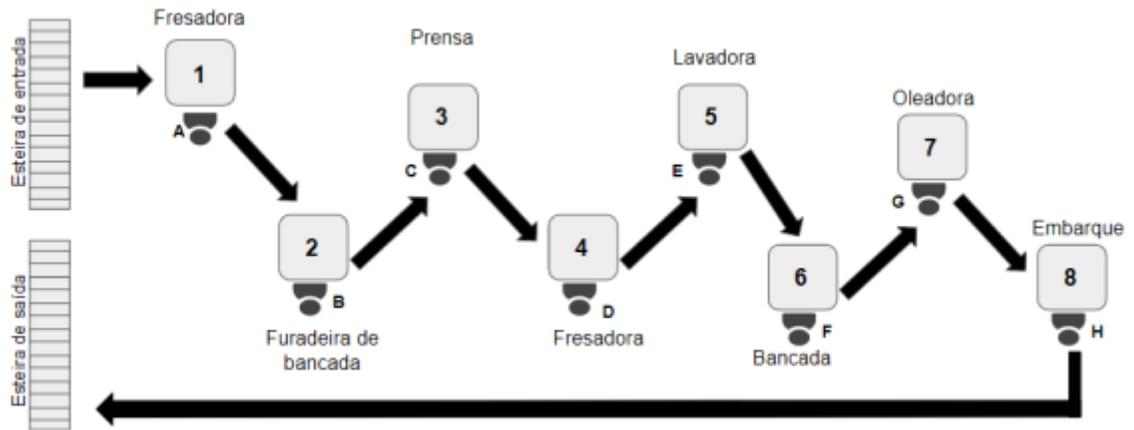
Fonte: Os autores (2022).

Sendo definida as etapas da figura 3, o grupo de desenvolvimento selecionado para análise da célula iniciou os trabalhos determinados.

### 3.1. CAMPO DE ESTUDO

Primeiramente, para concepção deste projeto foi realizado um desenho que fosse capaz de mostrar o arranjo físico da célula de forma a identificar os principais pontos de melhoria do layout.

Figura 4: Arranjo físico inicial



Fonte: Os autores (2022).

Na figura 4, observa-se que a linha de manufatura é dividida no total de oito etapas com diferentes processos, iniciando a partir da movimentação da matéria bruta da esteira de entrada para o primeiro maquinário, sendo ele a fresadora primária e tendo sequência conforme apontado na figura para os demais segmentos até que retorna para esteira de saída próxima ao começo da linha e parte para as demais seções da empresa.

Logo em seguida, após ter bem definido o arranjo físico da linha dentro da célula a ser trabalhada, foi feito um levantamento dos tempos de cada operação da linha, conforme exibida na tabela 1 abaixo, com o objetivo de identificar os principais gargalos e posteriormente aplicar o balanceamento das mesmas.

Tabela 1: Cronometragens

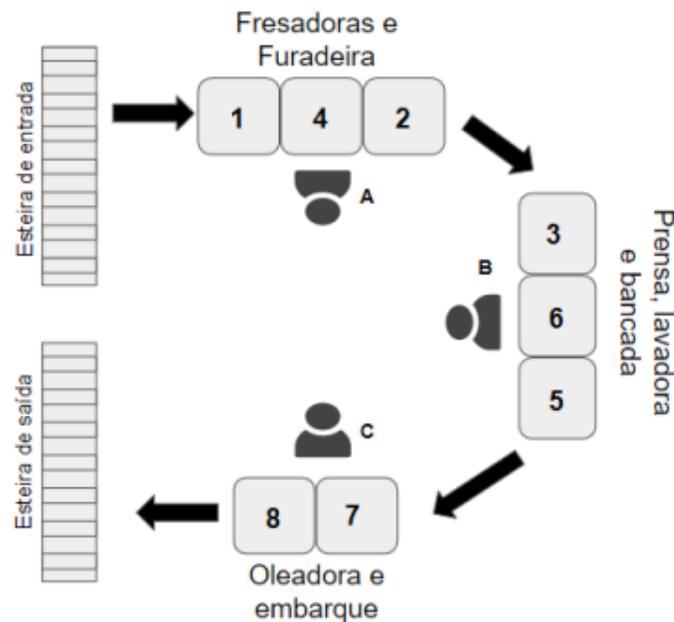
Etapas	Leituras								Média
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1°	48	51	49	50	47	49	48	49	48,875
2°	58	54	56	58	57	52	57	55	55,875
3°	62	58	59	63	58	64	56	58	59,75
4°	54	51	54	53	49	52	53	51	52,125
5°	50	52	48	47	49	51	53	49	49,875
6°	53	55	49	51	50	52	54	53	52,125
7°	78	81	77	76	80	78	76	78	78
8°	85	82	83	86	88	86	85	84	84,875

Fonte: Os autores (2022).

Para a cronoanálise apresentada na tabela 1, foram realizadas oito medições de tempo de ciclo para cada etapa de processamento da linha, sendo possível assim identificar o tempo médio de manipulação do produto em cada fase de manufatura e posteriormente o tempo total de confecção de um produto totalmente acabado.

Com a alteração do layout das células o número de equipamentos foi reduzido para três máquinas, passando a exercer duas ou mais operações de usinagem em conjunto. O layout atual visa um sistema em formato agrupado, onde os operadores trabalham próximos e recebem o material bruto em uma esteira única, observado quando o material usinado pelo operador “A” é passado adiante para os próximos passos de execução. Após a conclusão das atividades, a esteira de saída é montada no mesmo alinhamento da esteira de entrada, para compactar a célula e diminuir o percurso de caminho do operador. Nota-se que as operações foram divididas através de balanceamento de linha entre 3 colaboradores, de maneira que levem o tempo mais próximo o possível para executar as operações. O colaborador “A” ficou responsável pelas operações 1, 4 e 2. O colaborador “B” ficou responsável pelas operações 3, 6 e 5, e o colaborador “C” ficou responsável pelas operações 7 e 8, conforme figura 5:

Figura 5: Arranjo físico com as melhorias propostas



Fonte: O autor (2022).

Para facilitar a visualização dos tempos obtidos com relação ao Takt Time da empresa de 170 segundos por produto, optou-se por criar um gráfico de balanceamento de operações (GBO). Como pode-se observar na figura 6, todos os tempos estão dentro do estipulado, logo, será possível atender a demanda do cliente.

Figura 6: Gráfico de balanceamento de linha



Fonte: O autor (2022).

Podemos observar com o gráfico, (figura 6) que todos os tempos de ciclo ficaram abaixo da linha vermelha do takt time do produto, sendo 164,5 segundos para a etapa de fresamento e furação, 164,125 segundos para a prensagem, inspeção de bancada e lavagem e finalizando com a oleação e embarque do produto com 163,875 segundos. Dessa maneira, pode-se identificar que é possível atender a produção do item dentro dos prazos estipulados, fator esse de extrema importância para a empresa relatada.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Em virtude do exposto, é bastante intuitivo concluir que as propostas de modificação de layout, caso implementadas com sucesso, trarão impactos positivos significativos ao processo de usinagem do estudo de caso realizado. Isto é verificado através dos dados como a drástica redução dos recursos utilizados (colaboradores); a redução do espaço físico da célula; além do ganho de produtividade relacionado a redução do lead time de produção; caracterizam referências suficientes para justificar as modificações projetadas e sua imediata implementação.

Vale ressaltar que, no estudo de caso realizado, um único produto foi considerado para produção nessa célula, e, portanto, é provável que o novo arranjo físico proposto não seja tão flexível quanto o anterior, principalmente devido ao fato de que o espaço físico ocupado pela célula e a quantidade de colaboradores tenha sido reduzido, o que pode representar uma dificuldade para inclusão de produtos que dependem de estoques intermediários por exemplo, ou que exijam uma quantidade maior de colaboradores ocupando um posto de trabalho projetado para um único colaborador.

O próximo passo do trabalho de pesquisa realizado seria a confecção de um plano detalhado de retorno de investimento (payback), considerando os investimentos necessários para a movimentação e reorganização dos equipamentos e periféricos da célula, versus os ganhos financeiros relacionados aos benefícios atingidos, e preparar uma apresentação, a fim de demonstrar aos gestores responsáveis pela célula, todas as vantagens provenientes da aplicação do projeto elaborado

## 5. REFERÊNCIAS.

BRIALES, Julio Aragon. Lean business: melhoria contínua e transformação cultural nas organizações. Curitiba: Editora Intersaberes, 2022. 12 de 14 CORRÊA, H. L.;

CORRÊA, C. A. Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

GUIMARÃES, Gleison. LEAN MANUFACTURING, MELHORIA CONTÍNUA: quais são os 8 desperdícios, como identificar e como eliminar. Quais são os 8 desperdícios, Como Identificar e Como Eliminar. 2019. Disponível em: <https://foconaproducao.com.br/quais-sao-os-8-desperdicios/>. Acesso em: 06 jun. 2022.

LAMARRE, Claire. Manufatura Enxuta: o que é balanceamento de linha e como alcança-lo. O que é balanceamento de linha e como alcança-lo. 2021. Disponível em: <https://www.konitech.com.br/o-que-e-balanceamento-de-linha-e-como-alcanca-lo/>. Acesso em: 07 jun. 2022. MELTON, T.. The Benefits of Lean Manufacturing. Chemical Engineering Research And Design, [S.L.], v. 83, n. 6, p. 662-673, jun. 2005. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1205/cherd.04351>.

PINHEIRO, Ivo dos Santos. Melhoria de uma célula de produção com a aplicação de conceitos Lean Manufacturing. 2021. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Braga, 2021. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/72123/1/Disserta%c3%a7%c3%a3o%20Ivo%20dos%20Santos%20Pinheiro.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2022.

RODRIGUES, Luiz Carlos de Abreu et al. BALANCEAMENTO DA PRODUÇÃO DE UMA LINHA DE USINAGEM EM UMA EMPRESA DE AUTOPEÇAS DE CURITIBA. Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional: A Pesquisa Operacional na busca de eficiência nos serviços públicos e/ou privados, Natal, v. 45, n. 1, p. 16-19, set. 2013. Disponível em: <http://www.din.uem.br/~ademir/sbpo/sbpo2013/pdf/arq0363.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2022. 13 de 14

SLACK, N; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R. Administração da produção. São Paulo: Atlas, 2002.

SQUILLANTE JÚNIOR, Reinaldo. Projeto de Fábrica e Instalações Industriais. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2019.