

APLICAÇÃO DAS TÉCNICAS DE CRONOANÁLISE E MAPA DE FLUXO DE VALOR PARA A MELHORIA DA CAPACIDADE DE PRODUÇÃO DE UMA FÁBRICA DO SETOR AUTOMOTIVO NA ZONA FRANCA DE MANAUS

APPLICATION OF CHRONOANALYSIS AND VALUE STREAM MAP TECHNIQUES TO IMPROVE THE PRODUCTION CAPACITY OF AN AUTOMOTIVE PLANT IN THE MANAUS FREE TRADE ZONE

Marcelo Augusto Oliveira da Justa*^{ID} e-mail: marcelo.justa@gmail.com

João Caldas do Lago Neto*^{ID} e-mail: jcaldas@ufam.edu.br

Ronison Oliveira da Silva**^{ID} e-mail: ronison.msc@gmail.com

*Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus, AM, Brasil.

**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), Manaus, AM, Brasil.

Resumo: As indústrias em geral se veem desafiadas a produzir mais e melhor, ainda que o ambiente empresarial no qual elas atuam seja incerto e turbulento. Isto demanda a redução de custos e aprimoramento dos processos, o que pode ser alcançado com as ferramentas do *Lean Manufacturing*. O estudo tem por objetivo geral elucidar a aplicação do cronoanálise e Mapa de Fluxo de Valor para a melhoria da capacidade produtiva de uma fábrica do setor automotivo na Zona Franca de Manaus. É um estudo bibliográfico, exploratório, de natureza quantitativa e apoiado num estudo de caso. A prática investigativa englobou a execução de cronoanálises e a criação de um Mapa de Fluxo de Valor nos setores de produção e logística. Após a realização destes procedimentos, procedeu-se com o balanceamento das atividades nos departamentos mencionados. Por meio das melhorias implementadas, foi possível obter o aumento da capacidade e meta anterior de 52 produtos por dia para uma nova meta de 58 produtos por dia, com um aumento efetivo de 06 produtos por dia e representando um ganho de 11,54% na capacidade instalada. Além disso, foram obtidos ganhos financeiros de R\$ 988.00,00 por ano com a otimização de 10 mão de obra direta na logística e R\$ 1.679.600,00 por ano com a otimização de 17 mão de obra direta na produção. O estudo conclui que tanto a cronoanálise como o Mapa de Fluxo de Valor são efetivos métodos no que concerne a busca pela excelência em processos aliada com a redução de desperdícios em processos produtivos.

Palavras-chave: Cronoanálise. *Lean Manufacturing*. *Kaizen*. Processos. MFV.

Abstract: Industries in general are challenged to produce more and better, even though the business environment in which they operate is uncertain and turbulent. This requires cost reduction and process improvement, which can be achieved with the tools of *Lean Manufacturing*. The general objective of the study is to clarify the application of chronoanalysis and Value Stream Mapping for improving the production capacity of an automotive factory in the Free Trade Zone of Manaus. It is a bibliographic, exploratory study of a quantitative nature, supported by a case study. The investigative practice included the execution of time studies and the creation of a Value Stream Map in the production and logistics sectors. After carrying out these procedures, it was possible to obtain an increase in capacity and a previous target of 52 products per day to a new target of 58 products per day, with an effective increase of 6 products per day, representing an 11.54% of gain in installed capacity. In addition, financial gains of R\$ 988,000.00 per year were achieved through the optimization of 10 direct labor staff in logistics and R\$ 1,679,600.00 per year through the optimization of 17 direct labor in production. The study concludes that both chronoanalysis and the Value

Stream Map are effective methods, especially regarding the pursuit of excellence in processes combined with the reduction of waste in production processes.

Keywords: Chronoanalysis. Lean Manufacturing. Kaizen. Processes. VSM.

1 INTRODUÇÃO

É correto dizer que no contexto atual, as indústrias convivem com o constante desafio da manutenção de suas atividades em meio a um mercado incerto e deveras concorrido (Santos; Ferraz; Silva, 2024). Isto demanda a busca por diferenciais competitivos, bem como meios que permitam a estas companhias a obtenção de ganhos financeiros acompanhada da redução de desperdícios (Andrade, 2020). Neste sentido, as ferramentas conexas ao *Lean Manufacturing* são vistas como resposta para estas demandas, de maneira que se torne possível a consecução da excelência em processos (Damayanti, 2024).

Dentre as ferramentas atinentes ao *Lean*, pode-se destacar o Mapa de Fluxo de Valor, a qual se caracteriza por ser um instrumento do tipo visual, semelhantemente ao que acontece com o PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) e o Relatório A3 (Silva *et al.*, 2019; Silva *et al.*, 2021). A sua representação imagética ajuda na visualização dos pontos em que há desperdícios e gargalos em processos, os quais impedem a companhia de obter melhores performances produtivas (Hedlund; Forcelini, 2018).

Outra situação a ser observada neste contexto da melhoria de processos é a cronoanálise, também conhecida como análise dos tempos e movimentos (Costa; Teixeira, 2023). Sua utilização permite que os desperdícios em processos sejam identificados por meio de um procedimento denominado balanceamento de atividades (Vale *et al.*, 2023). A construção correta da cronoanálise permite que os pontos deficitários de um processo sejam resolvidos, o que corrobora com a elevação da produtividade nas organizações (Rezende; Martins; Rocha, 2016).

Estas soluções aqui descritas ao serem utilizadas corretamente podem auxiliar as organizações no que concerne a obtenção de melhores performances produtivas à luz do que o *Lean Manufacturing* e seu ideário de aprimoramento constante de processos determina (Damayanti, 2024). A prática assertiva dos princípios de *Lean* não somente coopera para a consecução de melhores resultados nos sistemas produtivos como também pode incrementar o aspecto financeiro das companhias, uma vez que a

eliminação de desperdícios corrobora para esta finalidade (Bandeira, 2021; Liker, 2016; Slack, 2018).

O estudo se justifica por dois motivos. O primeiro deles se notabiliza por ser de fulcro teórico. Visa representar um esforço no sentido de colaborar com o robustecimento do estado da arte, tanto no campo da cronoanálise como também da utilização do Mapa de Fluxo de Valor (Ceroni *et al.*, 2023; Vale *et al.*, 2023).

Embora na literatura já existam estudos que versam sobre estas duas temáticas, tais como: 1) MFV aplicado na operação logística de distribuição (Coelho; Gonçalves, 2025) e 2) MFV aplicado na identificação de desperdícios em processos produtivos (Santos; Ferraz; Silva, 2024). Ainda assim, é oportuno que mais pesquisas sejam feitas no sentido de desvelar cenários ainda não estudados no contexto dos estudos científicos.

O segundo tópico que ampara a realização do estudo é prático. Tem a ver com a exposição dos resultados atinentes a um estudo de caso onde foi possível aplicar de maneira conciliada o Mapa de Fluxo de Valor (MFV) e a cronoanálise (Ceroni *et al.*, 2023; Vale *et al.*, 2023). Por meio deste estudo, espera-se que mais pesquisas sejam realizadas, tendo a combinação entre o MFV e as cronoanálises como pilares da prática investigativa.

Conforme explanado por Zanella (2013), os problemas de pesquisa são representados geralmente na forma de indagação, o que pressupõe o esforço do pesquisador em responder a esta questão. Assim, o estudo apresenta como problema de pesquisa o seguinte item: De que maneira o uso conciliado do Mapa de Fluxo de Valor (MFV) juntamente com as cronoanálises podem colaborar com vistas a redução de desperdícios nos fluxos de processos produtivos?

O estudo apresenta como objetivo geral elucidar sobre a aplicação das técnicas de cronoanálise e Mapa de Fluxo de Valor para a melhoria da capacidade produtiva de uma fábrica do setor automotivo na Zona Franca de Manaus. Os resultados alcançados foram profícuos, de maneira que não abarcaram apenas a questão da eliminação de desperdícios, mas também gerou ganhos financeiros para a companhia em questão, por meio da redução dos custos alcançados com as melhorias implementadas.

2 PRINCÍPIOS DO *LEAN MANUFACTURING* ALIADOS COM A IDEIA DE *KAIZEN*

Para a compreensão do arcabouço teórico do estudo, faz-se necessário primeiramente pontuar sobre os principais aspectos do chamado *Lean Manufacturing*. Numa tradução literal, o termo *Lean* quer dizer enxuto, verbete este utilizado para se referir a dois dos princípios básicos no ideário do *Lean*. O primeiro deles é a redução dos desperdícios e o segundo é a busca incessante pela excelência em processos (Graban, 2013; Liker, 2016).

O nascedouro do *Lean* como uma cultura voltada para a melhoria em processos se deu nas dependências da fábrica da empresa Toyota no Japão (Andrade, 2020). É conveniente mencionar que o *Lean* representa uma abordagem a qual pode ser aplicada tanto para aprimorar os processos na fabricação de um bem, como também no desenvolvimento de serviços (Bandeira, 2021).

O nome *Lean Manufacturing* ou Produção Enxuta é uma das nomenclaturas mais difundidas para se referir a esta abordagem (Andrade, 2020). Para o cumprimento de seus principais propósitos, o *Lean* demanda que determinados requisitos sejam atendidos. Um destes elementos diz respeito ao vivenciamento de uma cultura voltada para a melhoria contínua (Liker, 2016). Isto significa dizer que o *Lean Manufacturing* não pode ser confundido como um modismo ou uma ação pontual, pois o seu sucesso depende que todos na organização sintam-se responsáveis pela promoção da melhoria contínua (Bandeira, 2021).

Dentre os esteios estruturantes do *Lean*, destaca-se o ideário referente ao termo japonês denominado *Kaizen*. Este verbete é comumente vinculado a uma linha de pensamento focalizada na melhoria contínua (Damayanti, 2024). Num prisma etimológico, a palavra *Kaizen* é formada pelos termos *Kai*, que significa mudar, e *zen*, que quer dizer melhor (Castanheira, 2023). A prática do *Kaizen* engloba a participação de todos os colaboradores da firma, de maneira que todos eles estejam comprometidos em propor melhorias de processo, cuja implementação se reflete em ganhos para a organização (Amaral, 2023; Shah; Patel; Patel., 2018).

A prática diária do *Kaizen* permite não apenas a melhoria de processos, mas a possibilidade da obtenção de incrementos por meio de boas mudanças que não demandam muitos investimentos (Castanheira, 2023). Depreende-se que o exercício diário do *Kaizen* nas organizações representa um dos requisitos necessários para que

não somente seja possível alcançar a excelência em processos, mas também manter os bons padrões obtidos por meio de melhorias anteriormente implementadas, de maneira que o padrão das atividades executadas seja sempre assertivo e consentâneo com os objetivos organizacionais (Gaspar, 2023).

2.1 Mapa do Fluxo de Valor (MFV)

Primeiramente, faz-se necessário destacar que o MFV foi criado por Rother e Shook (Rother; Shook, 1999). Nesse contexto, um dos elementos que constituem o seu respectivo sucesso é a gestão visual. Isto abrange o uso de ferramentas que se bem utilizadas facilitam o gerenciamento dos processos produtivos, tornando-os mais eficientes e eficazes, podendo, em alguns casos, contar com o auxílio de sinalizações sonoras (Tezel; Koskela; Tzortzopoulos, 2016). A prática da gestão visual permite identificar o status de atividades em curso, bem como a detecção de gargalos ou anomalias que impedem uma fábrica de obter melhor rendimento produtivo (Amaral, 2023).

Uma das ferramentas utilizadas no campo da gestão visual correlata ao *Lean Manufacturing* é denominado na literatura como Mapa de Fluxo de Valor, também conhecido pela sua sigla MFV (Oliveira; Galo; Costa Júnior, 2024). De maneira sintetizada, o uso desta ferramenta consiste em fazer a análise de um dado conjunto de atividades, subdividindo-as em categorias conforme o seu respectivo status (Amaral, 2023).

Na utilização do Mapa de Fluxo de Valor, as atividades são observadas e classificadas conforme seu grau de utilidade para o processo. Assim, tem-se as seguintes possibilidades com relação a estas atividades: a) aquelas que acrescentam valor; b) aquelas que não agregam valor, mas são necessárias, e; c) aquelas tidas como desnecessárias (Amaral, 2023). Feita esta identificação, o passo seguinte quanto ao uso do Mapa de Fluxo de Valor consiste na implementação de melhorias que tornem os processos menos propensos a ocorrência de desperdícios (Vale *et al.*, 2023). Para fins de comparabilidade, recomenda-se a elaboração de um novo mapa, o qual estima o estado futuro das operações após a implementação das melhorias idealizada aos problemas anteriormente identificados (Santos; Ferraz; Silva, 2024).

Pode-se considerar que o Mapa de Fluxo de Valor é uma das muitas ferramentas que integram o arcabouço de melhorias do *Lean Manufacturing* (Gbededo; Farayibi; Mohammed, 2018; Liker, 2016). A utilização deste mapa no contexto da gestão visual se mostra condizente com o ideário do *Lean*, o qual considera como fator preponderante ao sucesso das organizações a eliminação dos desperdícios existentes (Nandakumar; Saleeshya; Harikumar, 2020).

Além disso, a utilização do Mapa de Fluxo de Valor se mostra perfeitamente alinhada com os princípios do *Lean Manufacturing* (Bandeira, 2021). Estes princípios são: a) especificação do valor; b) fluxo de valor; c) produção puxada, e; d) busca pela perfeição. Especificar o valor tem a ver com o que o cliente entende como valor num dado produto, de maneira que este valor se reflete tanto no atendimento de suas necessidades como no preço justo. O fluxo de valor é outra ideia conexas ao seu respectivo mapeamento, de maneira que as atividades que não agregam valor aos processos produtivos sejam detectadas e extirpadas para fins de alcance de resultados mais prodigiosos (Santos; Ferraz; Silva, 2024).

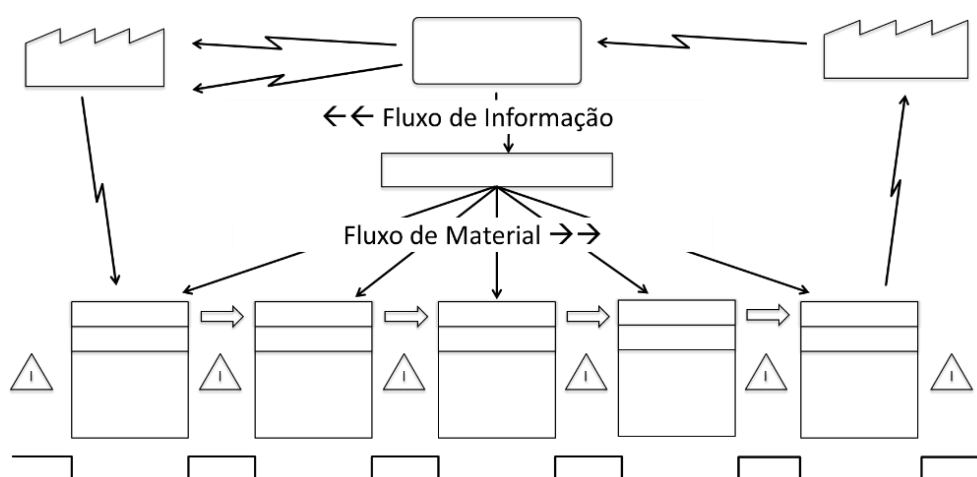
No que tange a produção puxada, isto implica reconhecer que não há porque empreender esforços sem que haja uma demanda produtiva que justifique a execução dos trabalhos. A ausência desta lógica faz com que a fábrica produza mais que o necessário e abarrote seus estoques, o que representa perdas financeiras para a companhia. A incessante busca pela perfeição representa um elemento basilar no contexto do *Lean*, de maneira que sempre haja um esforço por parte dos colaboradores em detectar oportunidades de melhoria contínua (Amaral, 2023).

Uma das vantagens do uso do Mapa de Fluxo de Valor é a possibilidade de identificação de atividades que não agregam valor aos processos, sendo, portanto, vistas como desperdícios (Vale *et al.*, 2023). Há também aquelas atividades conhecidas como gargalos, as quais recebem este nome porque são os postos ou atividades com menor capacidade produtiva, o que representa um empecilho para o alcance das metas de produção (Hanauer; Cecconello, 2023).

Isto permite que outro objetivo resultante da prática dos princípios do *Lean* seja alcançado: os ganhos financeiros (Andrade, 2020). Isto demanda uma postura proativa das companhias, no sentido de reconhecer quais atividades que integram seus fluxos produtivos não agregam valor, gerando custos e desperdícios para a organização (Vale *et al.*, 2023).

Assim, o Mapa de Fluxo de Valor (Figura 1) pode propiciar para as companhias uma condição mais adequada dos processos produtivos aliada com a redução de custos à luz das diretrizes do *Lean Manufacturing* (Graban, 2013; Liker, 2016).

Figura 1 - Representação gráfica do Mapa do Fluxo de Valor (MFV)



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

2.2 Cronoanálise e balanceamento de atividades

A pertinência das cronoanálises no contexto do *Lean Manufacturing* e do Mapa de Fluxo de Valor (MFV) condiz com a identificação das atividades que num determinado processo não agregam valor a ele, prejudicando assim o alcance dos objetivos organizacionais (Tsaples; Papathanasiou; Manou, 2024). Infere-se que, ao se realizar uma cronoanálise, está se pleiteando conhecer com maior precisão em quanto tempo as atividades de um dado processo são realizadas, com vistas a perceber quais tarefas agregam, bem como as que não agregam valor (Vale *et al.*, 2023).

A adoção da cronoanálise para fins de aprimoramento de processo representa uma postura proativa das companhias no sentido de cumprir com um dos principais propósitos do *Lean Manufacturing*: identificar e resolver desperdícios existentes (Amaral, 2023). De maneira sintetizada, o principal instrumento utilizado para realizar as cronoanálises é o cronômetro, além da folha de observação e da prancheta (Sanchez, 2022).

Há casos em que além destes materiais já mencionados, faz-se também o uso de uma filmadora para registro das atividades que se deseja analisar (Vale *et al.*, 2023). Depreende-se que o uso dos instrumentos mais adequados está vinculado com o tipo de atividade que se pleiteia verificar. A cronoanálise está englobada no que a literatura denomina como estudo dos tempos e métodos. Isto consiste numa abordagem onde não somente há a identificação de desperdícios, como também existe a adoção de melhores métodos para o desenvolvimento dos trabalhos necessários (Rezende; Martins; Rocha, 2016).

Dentre as vantagens de se utilizar as cronoanálises no contexto dos estudos de tempos e métodos são: a) desenvolver métodos mais adequados; b) padronização das atividades; c) redução de custos; d) orientação dos trabalhadores quanto as novas instruções de trabalho (Fernandes; Araújo, 2020). Esta adequação dos métodos é necessária não apenas para fins de obtenção de melhores resultados, seja em ergonomia, seja em redução de desperdícios. Abarca também a questão dos ganhos financeiros por meio da eliminação de atividades que não agregam valor aos processos produtivos (Graban, 2013; Liker, 2016).

Enfatiza-se que a adoção de cronoanálises em processos produtivos possui vínculo com outro tópico igualmente relevante no combate aos desperdícios que é o balanceamento de atividades. A aplicabilidade das cronoanálises em linhas de produção permite que se alcance um equilíbrio entre os postos de trabalho, além de propiciar a determinação de um padrão produtivo que seja satisfatório e possa suprir as necessidades da companhia (Peinado: Graeml, 2007).

O termo balanceamento aplicado ao contexto produtivo é utilizado com vistas a denominar uma distribuição de tarefas adequada, de maneira que os operadores de produção desenvolvam seu trabalho sem maiores dificuldades e num ritmo que atenda as metas a serem alcançadas (Medeiros; Tarrento; Pierre, 2020). Infere-se que por meio deste balanceamento feito de forma assertiva, diversas anomalias num processo produtivo podem ser resolvidas, a saber: a) redução no desequilíbrio de tempo; b) eliminação dos desvios no padrão de produção (Corrêa; Corrêa, 2010).

Além destes resultados, o balanceamento de atividades em processos produtivos pode gerar outras benesses que justificam a sua relevância. Por meio deste instrumento, torna-se possível alcançar um patamar de qualidade satisfatório a um menor custo possível, de maneira que as necessidades dos clientes sejam atendidas (Slack *et al.*,

2009). Além disso, as distribuições de tarefas à luz do balanceamento de atividades se tornam menos disfuncionais, o que corrobora para que haja um fluxo produtivo contínuo e consistente, reduzindo as ociosidades e o trabalho operacional que não agrega valor ao processo produtivo (Gori, 2012; Medeiros; Tarrento; Pierre, 2020).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Conforme Severino (2014), as pesquisas científicas devem fazer uso de métodos confiáveis que possam conferir a estes estudos aspectos positivos, como, por exemplo, fidedignidade, qualidade e transparência (Capocasa; Volpi, 2019). Nos subtópicos a seguir, são descritos os aspectos gerais e específicos do estudo aqui destacado em tela.

3.1 Aspectos gerais da pesquisa

Um dos pilares desta construção textual é a utilização de pesquisa bibliográfica. Este método consiste na consultas de materiais que em épocas passadas já versaram sobre as temáticas pesquisadas (Gil, 2019). Tanto Nascimento-e-Silva (2020) como Silva (2019) relatam que as bases de dados são os locais recomendados pela ciência com vistas a localização de trabalhos que possam suprir adequadamente às questões de pesquisa. Neste sentido, fez-se uso das bases de dados *Google Acadêmico* Biblioteca Digital de Teses e Dissertações para a busca pelos trabalhos que fundamentam esta produção científica.

É também um estudo do tipo exploratório, onde a finalidade do pesquisador é gerar mais conhecimentos a respeito de um dado assunto, o que resulta no seu respectivo aprofundamento em seu transcurso de pesquisa (Vergara, 2016). A natureza do estudo é qualitativa, uma vez que os resultados oriundos da prática investigativa foram compilados em quadros e são representados numericamente (Zanella, 2013).

Pode-se considerar também como instrumento metodológico deste estudo a utilização do estudo de caso. Para Yin (2015), nesta vertente metodológica o pesquisador se depara com fenômenos atuais, com vistas a perceber aspectos e características a ele vinculados. O estudo ocorreu em uma fábrica do ramo automotivo, a qual possui instalações na Zona Franca de Manaus (Chaar, 2023). Cumpre registrar que a prática investigativa não abrangeu a aplicação de questionários ou entrevistas,

mas sim, a aplicação de cronoanálises e do Mapa de Fluxo de Valor em determinados setores da empresa estudada, com vistas a não somente reduzir desperdícios, mas também criar as condições para que esta fábrica pudesse elevar a sua respectiva capacidade produtiva. As situações expostas nos resultados do estudo aconteceram entre 2022 e 2023.

Os trabalhos foram desenvolvidos nas áreas de logística e de produção da empresa onde ocorreu a prática investigativa. À luz dos princípios do *Lean Manufacturing*, procedeu-se com a cronoanálise das atividades dos respectivos setores e, após a detecção dos desperdícios, ocorreu um balanceamento das tarefas no sentido de remover as situações que não agregavam valor ao processo produtivo analisado (Santos; Ferraz; Silva, 2024).

3.2 Aspectos específicos da pesquisa: etapas do trabalho desenvolvido

As atividades de cronoanálise e construção do Mapa do Fluxo de Valor (MFV) surgiram com a necessidade de avaliar os atuais processos das áreas da logística e produção em uma indústria do ramo automotivo da Zona Franca de Manaus, com o objetivo de aumentar a capacidade e meta anterior de 52 produtos por dia para uma nova meta de 58 produtos/dia.

Além disso, estes procedimentos foram adotados com o intuito de confirmar as quantidades de mão de obra direta (MOD) que a empresa já havia planejado contratar. Com esses objetivos, iniciou-se primeiramente com o cálculo do *takt time* da fábrica, que antes era de 9 minutos e 38 segundos. Portanto, para chegar a nova meta de 58 produtos por dia, seria necessário reduzir *takt time* anterior para um novo cenário de 8 minutos e 41 segundos.

O *takt time* é um termo derivado de uma palavra em alemão: *taktzeit*, onde *takt* remete a ritmo e *Zeit* remete a tempo ou período. O tempo do *takt time* é calculado pela divisão entre o tempo efetivo disponível de produção e a quantidade da demanda que se deseja alcançar. Portanto, é um valor que demonstra qual o tempo ideal (ritmo) que deve ser empregado em um processo para que um produto seja produzido (Gomes; Corrêa, 2018; Luciano *et al.* 2023; Santos; Ferraz; Silva, 2024).

Vale destacar que o tempo disponível citado é o período de produção descontando os tempos de paradas previstas. Sendo assim, é o período em que o

processo está ativamente produzindo o produto. Ou seja, os tempos de manutenção planejada, intervalos, descanso, trocas de turno e feriados devem ser descontados (Vale *et al.*, 2023).

No caso da empresa onde ocorreu a prática investigativa, os tempos considerados para o cálculo foram os demonstrados na Tabela 01.

Tabela 1 - Dados considerados para o cálculo do tempo disponível final

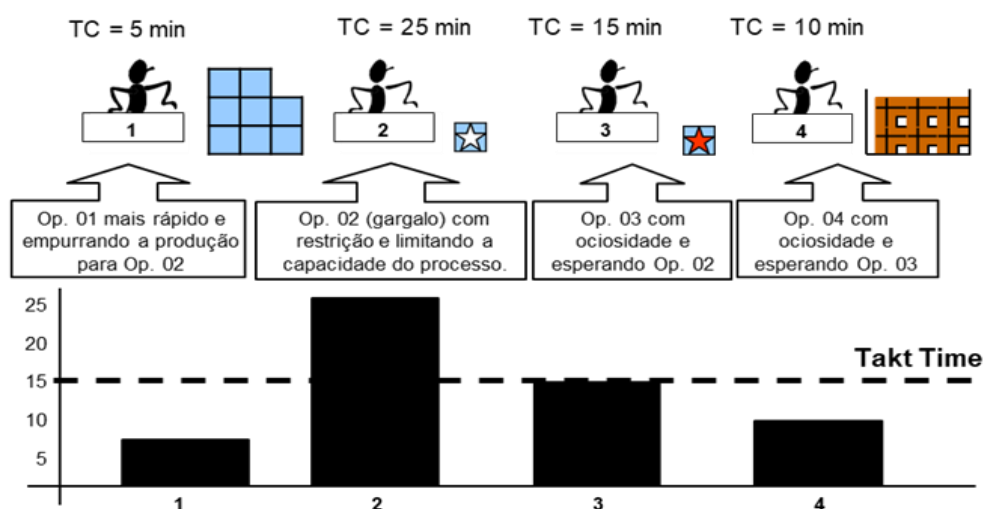
Hora de entrada: 7:30	Hora de saída: 17:18	Tempo disponível inicial: 09:48	Parada para refeição: 01:00
Para para intervalo: 00:20	Parada para reunião e ginástica: 00:15	Parada para limpeza: 00:05	Tempo disponível final: 08:08 (488 min)

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Nesse contexto, o *takt time* inicial calculado foi de: 488 minutos / 52 produtos = 9,38. Já o novo *takt time* que se pleiteou alcançar foi de: 488 / 58 = 8,41. Sendo assim, com o *takt time* atual identificado, meta definida e as cronoanálises iniciadas, foi possível entender os motivos geradores das divergências nos tempos TC, possibilitando os ajustes nas atividades de operação para o ritmo ideal da meta *takt*.

A partir dessas análises, pôde-se verificar a necessidade de reformulação e balanceamento dos processos, realizados como está exemplificado graficamente na Figura 2.

Figura 2 - Representação gráfica de como ocorre a análise das atividades operacionais



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Seguindo após as primeiras análises e cálculo do *takt time*, realizou-se as coletas dos tempos de ciclo (TC) da produção e da logística (cronoanálises). O TC citado é o tempo necessário para a execução de uma peça ou o tempo de uma etapa do processo de fabricação. Nessa etapa, foi possível verificar ineficiências no processo, avaliar quais os tempos precisavam ser ajustados e entender os motivos por trás dos tempos de ciclo, além de analisar as causas dos tempos discrepantes (Vale *et al.*, 2023).

4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Para a descrição dos resultados alcançados por meio da aplicabilidade da cronoanálise e do mapa de fluxo de valor no local onde se deu a prática investigativa, optou-se por narrar os fatos acontecidos conforme os seus respectivos subtópicos abaixo em destaque.

Durante a cronoanálise, realizou-se também um mapeamento de processos para cada área, a fim de identificar quais as atividades existentes no fluxo de valor onde a cronoanálise seria aplicada. Nessa etapa, foi aplicada uma ferramenta chamada de *Value Stream Mapping* (VSM) ou Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV).

Na sequência, os macro processos foram analisados e divididos em sub processos e tarefas, a fim de identificar os pontos de separação (início e fim) entre uma atividade e outra. Com os elementos definidos, iniciou-se a cronoanálise do TC que os postos de trabalho levavam para realizar cada um dos elementos das tarefas mapeadas.

Esta divisão de um processo em subitens menores remete ao que diz Nascimento-e-Silva (2020) e Silva (2019) com relação ao ato de analisar processos, de maneira que o caminho mais eficiente com vistas a sua compreensão é dividindo os macro processos em partes menores com o intuito de entender a interrelação existente entre elas.

Vale ressaltar que a análise do TC depende totalmente do ritmo da mão de obra, onde a velocidade de realização de uma determinada tarefa pode aumentar ou diminuir o TC, de acordo com o ritmo do operador. Nesses casos, os seguintes fatores foram considerados:

- 1) Operador possui uma experiência que poucos possuem, realizando a tarefa mais rápido que o normal;
- 2) Operador possui pouca experiência, realizando a tarefa mais lento que o normal e;

3) A fadiga que é inerente a atividade produtiva.

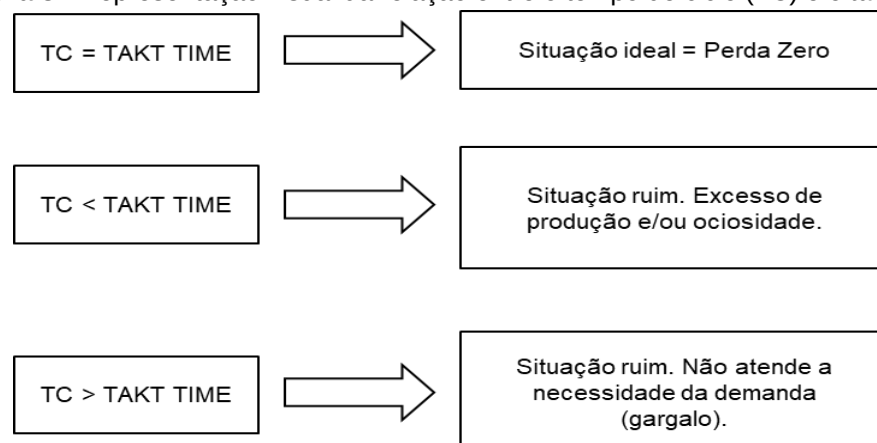
A avaliação desses fatores é realizada *in loco* (no local) em cada posto de montagem, pois depende do julgamento profissional e experiência do analista que faz o estudo de tempos das atividades. Este diagnóstico é necessário para que se saiba exatamente o que fazer com vistas a solução dos problemas existentes (Justa; Coelho; Silva, 2022).

Moreira (2011) recomenda entre 5 a 7 amostras para efetuar o estudo de cronoanálise. Krause (2019), em seu estudo sobre a cronoanálise na gestão da produção, concluiu que apenas 3 amostras é suficiente para se obter um resultado confiável, considerando um erro relativo de 5% e uma confiabilidade de 95%

Mesmo assim, para minimizar os efeitos dos fatores citados, foram realizadas 10 tomadas de tempos de ciclos e retirada uma média destes como valor final para o cálculo da capacidade de cada posto de trabalho e processo. A partir dessa cronoanálise, identificou-se quais TC estavam acima ou abaixo do *takt time* para assim promover um melhor balanceamento entre os postos de trabalho dos processos mapeados (Rockenbach *et al.*, 2018; Vale *et al.*, 2023).

O balanceamento tem como objetivo subordinar os tempos de ciclo ao *takt time*, da seguinte forma (Figura 3): TC igual ao *takt Time*, situação ideal e perda zero; TC menor que o *takt time*, situação ruim e causando excesso de produção e/ou ociosidade. Porém, aceitável como uma oportunidade para melhoria de rebalanceamento; TC maior que *takt time*, situação ruim e não atendendo necessidade da nova demanda. Portanto, situação gargalo a ser otimizada. (Hanauer; Cecconello, 2023).

Figura 3 - Representação visual da relação entre o tempo de ciclo (TC) e o *takt time*

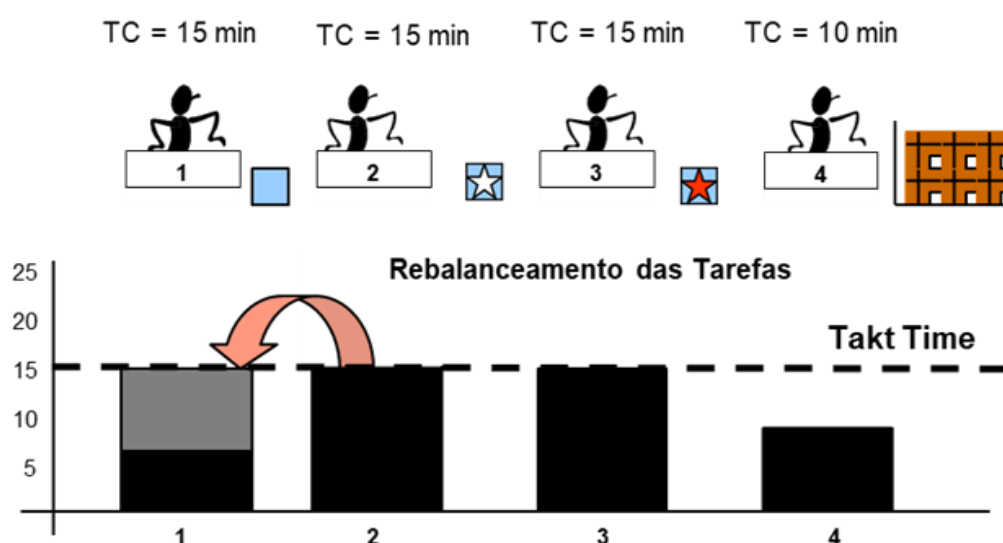


Fonte: Adaptado de Hanauer e Cecconello (2023).

A Figura 3 apresenta o parâmetro adotado para a detecção das perdas nos processos produtivos, bem como aquelas situações onde não há desperdícios, o que foi considerado na análise realizada como cenário ideal (Slack, 2018). Para os casos identificados como $TC < takt\ time$ e $TC > takt\ time$, realizou-se o remanejamento de alguns elementos dos tempos de ciclos entre as operações.

Isto foi necessário para fins de obtenção do melhor balanceamento e otimização dos tempos entre os postos de trabalho e a subordinação destes em relação ao *takt time*, realizados como está exemplificado graficamente na Figura 4.

Figura 4 - Representação gráfica de como ocorre o rebalanceamento das atividades operacionais



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Durante as atividades de cronoanálise e balanceamento, foram identificadas oportunidades e melhorias que proporcionaram a redução dos tempos de ciclo e, posteriormente, o aumento da capacidade de produção dos atuais 52 produtos por dia para os desejados 58 produtos por dia. Portanto, um aumento de 06 produtos por dia, representando um ganho de 11,54%.

Inclusive, identificou-se também oportunidades de otimizar até a quantidade de mão de obra direta (MOD) aplicada nas áreas da produção e logística. Essas oportunidades identificadas proporcionaram ganhos na redução da MOD que antes estavam previstas para contratação, com base na nova demanda programada nas áreas da produção e logística.

O alcance desses resultados se mostram conexo com o ideário do *Lean Manufacturing* e a sua respectiva busca incessante pela detecção de melhorias de processos (Ceroni *et al.*, 2020; Graban, 2013; Slack, 2018).

Esta possibilidade de otimização na mão de obra direta (MOD) não somente se mostrou como um fator positivo na aplicabilidade do MFV aliado a cronoanálise como também reiterou o que é presente em Ceroni *et al.* (2020), no sentido de as organizações estarem constantemente atentas aos seus processos produtivos, numa dimensão proativa de solução de problemas com vistas a alcançar as metas de produção estabelecidas (Sotsek; Bonduelle, 2017).

4.1 Resultados da cronoanálise na área de produção

Para a área da produção, a situação encontrada apresentava processos que não atendiam à demanda de 52 produtos por dia, inclusive exigindo a necessidade da intervenção do líder de produção para executar atividades operacionais. Conforme Silva (2019), dentre os muitos papéis que fazem parte do rol de responsabilidades dos líderes, destacam-se a liderança, a motivação e a comunicação junto aos seus liderados.

Entretanto, o que se via na realidade observada é que nem sempre os operadores faziam o que era necessário, o que é um desperdício à luz dos princípios do *Lean Manufacturing*, o qual tem na prática diária de sua cultura e filosofia um de seus principais pilares (Andrade 2020; Bandeira, 2021; Liker, 2016).

Na situação posterior, com as melhorias do rebalanceamento de alguns processos e o remanejamento de mão de obra direta (MOD), a capacidade pôde ser atingida com o atendimento de 58 produtos/dia. Na área de produção do motor, para atendimento da demanda de 58 produtos por dia, houve a necessidade de um acréscimo de 02 MOD. Sendo 01 MOD na pré-montagem e 01 MOD na montagem final do motor.

A montagem final foi melhorada (kaizen) com o rebalanceamento dos postos para a entrada do 11º posto, com as operações dos sensores e bomba de óleo no posto 2, filtro de óleo e aperto no posto 3, bujões no posto 4, caixa de transmissão no posto 5, preparação de cabeçote no posto 6, montagem do cabeçote no posto 7 e bujões no posto 8.

Da mesma forma, a pré-montagem foi rebalanceada para aliviar as restrições dos postos quando no setup de 03 modelos, os K67, K51 e K82. No Quadro 1 é demonstrado

o cenário da MOD e capacidades de produção, antes e depois das melhorias implementadas. Na área de produção da pré-montagem, foi detectado 01 posto gargalo que não atendia à demanda proposta e ainda o líder executando atividades de montagem.

Na situação proposta, foi feito uma melhoria de balanceamento com o acréscimo de 01 MOD para eliminar as atividades de montagem realizadas pelo líder, a fim de atender a capacidade de 58 produtos/dia, de maneira consentânea com os propósitos pretendidos (Tsaples; Papathanasiou; Manou, 2024). O Quadro 1 exibe o antes e depois das melhorias de balanceamento.

Quadro 1 - Cenário do antes e depois das melhorias de balanceamento

Quadro 1 - Cenário do antes e depois das melhorias de balanceamento							
ITENS	ÁREAS E PROCESSOS DA PRODUÇÃO		QTD MOD ANTES 52 PROD/DIA	CAPA ANTES	QTD MOD DEPOIS 58 PROD/DIA	CAPA DEPOIS	DIFERENÇA DA MOD
1	MOTOR	Inspeção e limpeza	2	59	2	59	0
		Pré Montagem	2	56	3	77	1
		Montagem Final (gargalo antes)	10	51	11	61	1
		Teste de Estanqueidade	1	60	1	60	0
		Hot test, Abastecimento de Óleo e Injeção	2	62	2	62	0
		Líder	2		2		0
2	PRÉ MONTAGEM	Montagem	9	47	10	58	1
		Líder	1		1		0
3	SUB MONTAGEM DO CHASSI	Montagem	9	56	9	58	0
		Líder	1		1		0
4	MONTAGEM DO CHASSI	Montagem	19	55	19	59	0
		Líder	1		1		
5	ACABAMENTO / TESTE / INSPEÇÃO / EMBALAGEM / RETRABALHO	Abastecimento de fluidos	1	60	1	60	0
		Sub Montagem Carenagem	3	57	2	58	-1
		Montagem das Carenagens	3	58	3	58	0
		Teste Dinamômetro	1	64	1	64	0
		Inspeção Final	2	59	2	59	0
		Embalagem (gargalo antes)	3	33	4	59	1
		Líder	1		1		0
		Retrabalho	1		1		0
Total de MOD Operadores			68		71		3
Total de MOD Líderes			6		6		
Total Geral MOD na Fábrica			74		77		
Total MOD antes planejado para contratação para atender a nova demanda de 58 prod/dia					94	Ganho em R\$	
Total MOD da diferença entre o Planejado e o Real Analisado pelo Estudo (ganho quantidade de MOD)					17	R\$ 1.679.600,00	

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

O acréscimo de 01 MOD eliminou as atividades de montagem do líder para a operação de prensagem de 2 buchas do suporte das pedaleiras, a prensagem dos rolamentos do pedal de câmbio e freio e a preparação das pedaleiras do piloto. Foi

também rebalanceada a atividade de pegar o pedal do câmbio, posicionar no dispositivo e fixar haste com parafuso, mudando do posto 4 para o posto 2.

Foi duplicado o alojamento do berço das buchas e dos rolamentos para prensar o lado direito e esquerdo simultaneamente. Todas estas situações foram melhorias percebidas e implementadas com o intuito de redução dos desperdícios nos processos produtivos (Liker, 2016; Slack, 2018)

Na área de produção da submontagem do chassi, com 8 postos de trabalho, as atividades principais eram: montagem do suporte do tanque, caixa da bateria, chassi principal, chassi traseiro, chicote de fiação, guidão, balança da suspensão, radiador e painel frontal.

Para manter as 8 MOD e atender a demanda de 58 produtos por dia, foi feita uma melhoria (kaizen) de balanceamento com a transferência do radiador esquerdo para linha de montagem final, a transferência do radiador direito e válvula termostática para o posto 4, a transferência do escapamento para o posto 7. Com isso, à luz dos princípios do *Lean Manufacturing*, foi possível o providenciamento de ganhos de tempo e redução de desperdícios com vistas a prover maior patamar de eficiência ao processo produtivo (Bandeira, 2021).

Na área de produção do Chassi, o processo era executado em 19 postos de trabalho. Nesse processo eram executadas atividades principais como: conclusão da montagem do escapamento, montagem dos conjuntos roda dianteira e traseira, acoplamento do conjunto motor, amortecedores dianteiro e traseiro, caixa de transmissão, cavaletes, radiador, protetores, conclusão do conjunto guidão, teste e inspeção. Inicialmente, fez-se esta detecção de tarefas para em seguida propor as melhorias necessárias (Justa; Coelho; Silva, 2022).

Para se atender a demanda de 58 produtos por dia, com 19 MOD, foi feita a seguinte melhoria de balanceamento: transferir do posto 10 para o posto 9 a operação de preparação do protetor do carter com 5 coxins e 5 buchas, transferir do posto 11 para o posto 14 a operação de fixação do conector da ECU com 2 Parafusos, transferir do posto 16 para o posto 15 a operação de colar 2 etiquetas na área do bagageiro. Conforme sugerido por Vale *et al.* (2023), se uma linha de produção ou um layout não se mostram adequados, o recomendável é proceder com melhorias que possam suplantar o cenário de improdutividade outrora existente.

Para as áreas de acabamento, teste, inspeção e embalagem, a situação foi a seguinte: no processo de abastecimento de combustível, fluído de freio e líquido de arrefecimento, o atual verificado já estava balanceado para atender ao proposto de 58 produtos por dia. Portanto, já se havia feita a verificação neste processo com vistas a identificação de gargalos e, por conseguinte, o provimento de suas respectivas soluções.

No processo da sub carenagem, a situação encontrada foi com 3 MOD. Sendo que apenas 2 MOD eram necessários para atender a demanda proposta. Desta forma, foi feita uma melhoria (kaizen) de rebalanceamento com 1 MOD a menos para a nova meta de 58 produtos por dia. Nesse contexto, foi feito também uma mudança de layout para adequar a nova situação com apenas 02 postos de trabalho.

Nos processos de montagem das carenagens, teste de dinamômetro, inspeção final e embalagem, as capacidades já estavam adequadas para a nova demanda de 58 produtos por dia, o que não demandou rebalanceamento.

Em resumo, em todas as áreas da produção, do total de 94 MOD que a empresa havia previsto para atender a nova demanda de 58 produto por dia, apenas 77 MOD realmente eram necessários. Esta redução de 17 MOD corroborou para que a meta de 58 produtos por dia se tornasse mais fácil de ser alcançada, corroborando também para a sustentabilidade financeira da companhia.

Portanto, o novo estudo demonstrou um excesso de 17 MOD no planejamento original. Sendo assim, com o estudo de cronoanálise e melhorias de balanceamento, foi possível economizar um total de R\$ 1.679.600,00 por ano com a MOD, considerando que o custo total de 01 MOD, por ano, é de R\$ 98.800,00.

Este resultado comprovado em números reitera o grau de assertividade do trabalho desenvolvido sob a égide dos princípios de *Lean Manufacturing* conciliados com a cronoanálise e o mapa de fluxo de valor (Bandeira, 2021; Ceroni *et al*, 2020; Graban, 2013; Liker, 2016; Medeiros; Tarrento; Pierre, 2020; Vale *et al.*, 2023)

4.2 Resultados da cronoanálise na área de Logística

Para a área da logística, a situação encontrada apresentava processos que não atendiam à demanda de 52 produtos/dia e outros com excessos. Assim, o que se percebeu foi que: a) nem todos os processos se mostravam eficientes para a meta de produção estabelecida, o que demandou melhorias, e; b) outros processos

apresentavam gargalos, o que comprometia ainda mais a consecução do intento de 58 produtos/dia. Diante destas situações detectadas, optou-se por um rebalanceamento das atividades existentes à luz do Kaizen (Liker, 2016; Sotsek; Bonduelle, 2017; Vale *et al.*, 2023).

Na situação posterior, com as melhorias do rebalanceamento de alguns processos e o remanejamento de mão de obra direta (MOD), a capacidade pôde ser atingida com o atendimento de 58 produtos/dia. Como havia tempo sobrando no processo de pagamento de estoque nacional e importado, foi determinado que esse operador desse suporte ao processo de recebimento nacional e importado.

A eliminação dos desperdícios por meio de balanceamento de atividades não somente corrobora para o fluxo mais assertivo dos processos como também se reflete no aspecto financeiro das organizações, sendo a redução de custos um dos objetivos alcançados (Andrade, 2020; Graban, 2013; Santos *et al.* 2019; Vale *et al.*, 2023).

No processo de setup EV *kitting*, foi abatido do TC anterior uma atividade com o tempo de 1,45 minutos. Essa atividade foi transferida para a MOD excedente do recebimento importado, que compreende o pagamento das abraçadeiras para os processos da produção sub chassi e chassi. Além da atividade de pagamento de materiais faltante que foi transferido para o processo de preparação de bandejas do EV *Kitting*.

No processo de recebimento e estoque importado, foi reduzido 01 MOD que estava excedente. Essa MOD foi utilizada para assimilar as atividades antes executadas para a preparação motor *engine set*, nos modelos K0 e K6. No processo do pagamento de estoque nacional e importado, foi designado que este colaborador realizasse o suporte ao processo de recebimento nacional e importado.

No processo do setup motor *engine set*, foi designado o aumento de 01 MOD. No processo de preparação e pagamento do dress /embalagem, foi adicionado 01 MOD, transferido da redução realizada no processo de recebimento de importados. No processo de movimentação, foi adicionado 01 MOD para amenizar questões ergonômicas identificadas pela rotina de empurrar carrinhos de transporte de materiais.

No processo da expedição, foi adicionado 0,15 minutos de atividade no tempo do TC atual para o transporte de material da preparação de itens da embalagem. Considerando que a empresa considera uma regra de 01 líder para cada 10 operadores, foi adicionado 01 MOD líder na logística.

No Quadro 2 é demonstrado o cenário da MOD e capacidades de produção, antes e depois das melhorias implementadas.

Quadro 2 - Cenários do antes e depois das melhorias de balanceamento

ITENS	PROCESSOS DA LOGÍSTICA	QTD MOD ANTES 52 PROD/DIA	CAPA ANTES	QTD DEPOIS 58 PROD/DIA	CAPA DEPOIS	DIFERENÇA DA MOD
1	Recebimento / Estoque Nacional	1	59	1	59	0
2	Pagamento Nacional e Importado	1	75	1	75	0
3	Set up EV kitting	1	51	1	60	0
4	Set up Importado / EV Kitting	4	68	4	68	0
5	Preparação de Bandejas EV kitting	4	65	4	65	0
6	Set up LC - Bikeset	1	69	1	69	0
7	Preparação de Bike set	4	58	4	58	0
8	Recebimento / Estoque Importado	3	89	2	60	-1
9	Pagamento Importado / Pneus	1	75	1	75	0
10	Set up Motor Engine Set	1	38	2	58	1
11	Preparação do Motor Enginer Set	3	45	4	60	1
12	Preparação e pagamento do Dress/Embalagem	1	57	1	58	0
13	Movimentação	2	69	3	96	1
14	Expedição	1	90	1	88	0
15	Inventário	1	59	1	59	0
16	Suporte / Absenteísmo / Jumper	1		1		0
17	Líderes	2		3		1
Total Geral MOD		30		32		2
Total MOD Líderes		2		3		1
Total Geral da MOD		32		35		3
Total MOD anteriormente planejado contratação				45	Ganho em R\$	
Total MOD diferença entre o planejado e o estudo				10	R\$ 988.000,00	

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

O destaque com esta última melhoria relacionada ao líder de logística é pertinente por um motivo: o desenvolvimento de balanceamentos de atividades não é algo focalizado somente em reduzir postos de trabalho. Esta adição de 01 MOD de liderança na logística se mostrou necessário não apenas por uma questão de norma interna da companhia, mas também para viabilizar um patamar melhor de supervisão sobre as atividades desenvolvidas (Silva, 2019).

Embora a principal recomendação seja reduzir custos, cada processo possui suas especificidades e, havendo necessidade, sugestiona-se a adição de mão de obra, mas diante de critérios definidos para evitar possíveis desperdícios e prover a adequação dos processos (Ceroni *et al.*, 2020; Vale *et al.*, 2023).

Em resumo, em todos os processos da logística, do total de 45 MOD que a empresa havia previsto para atender a nova demanda de 58 produto por dia, apenas 35 MOD realmente eram necessários. Portanto, o novo estudo demonstrou um excesso de 10 MOD no planejamento original. Sendo assim, com o estudo de cronoanálise e melhorias (kaizen) de balanceamento, foi possível economizar um total de R\$ 988.000,00 por ano com a MOD, considerando que o custo total de 01 MOD, por ano, é de R\$ 98.800,00, o que reiterou a pertinência dos trabalhos realizados à luz do *Lean Manufacturing* (Graban, 2013).

4.3 Demonstração comparativa dos resultados nas áreas de logística e produção

Em relação ao cenário antes, os dados apurados no MFV estão apresentados na Tabela 2.

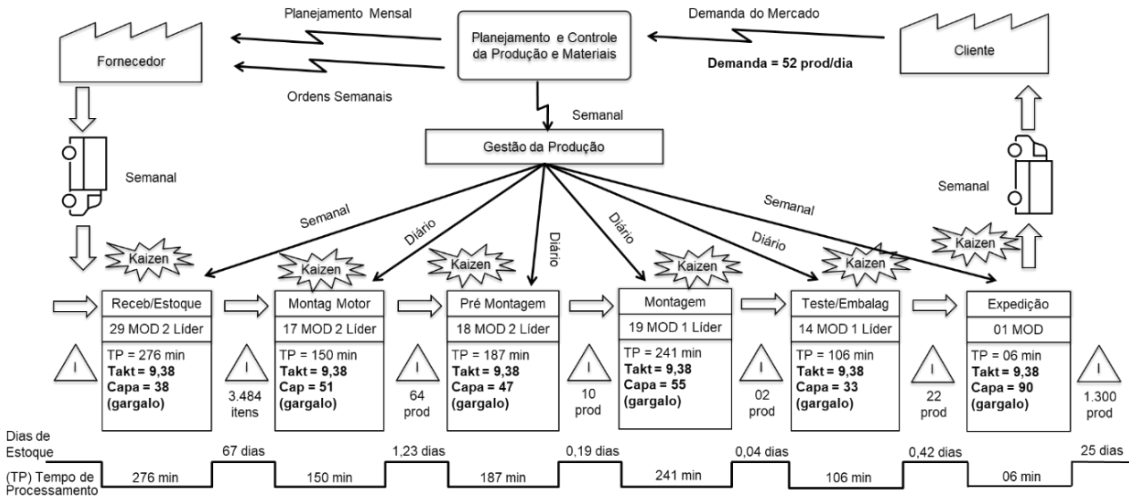
Tabela 2 - Dados relativo ao cenário anterior

Tempo total de processamento da produção (<i>lead time</i>): 684 min	Tempo total de processamento da logística (<i>lead time</i>): 282 min	Tempo total geral de processamento: 966 min
Total de mão de obra direta logística: 32	Total de mão de obra direta produção: 74	Total geral de mão de obra: 106
Capacidade gargalo do recebimento/estoque: 38 produtos / dia	Capacidade gargalo da montagem do motor: 51 produtos/dia	Capacidade gargalo da pré-montagem do chassi: 47 produtos/dia
Capacidade gargalo da montagem do chassi: 55 produtos/dia	Capacidade gargalo dos testes e embalagem: 33 produtos/dia	Capacidade gargalo da expedição: 90 produtos/dia

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Para efeito de contextualização e visibilidade dos resultados, a Figura 4 exhibe o cenário antes das melhorias implementadas nos setores de Logística e Produção.

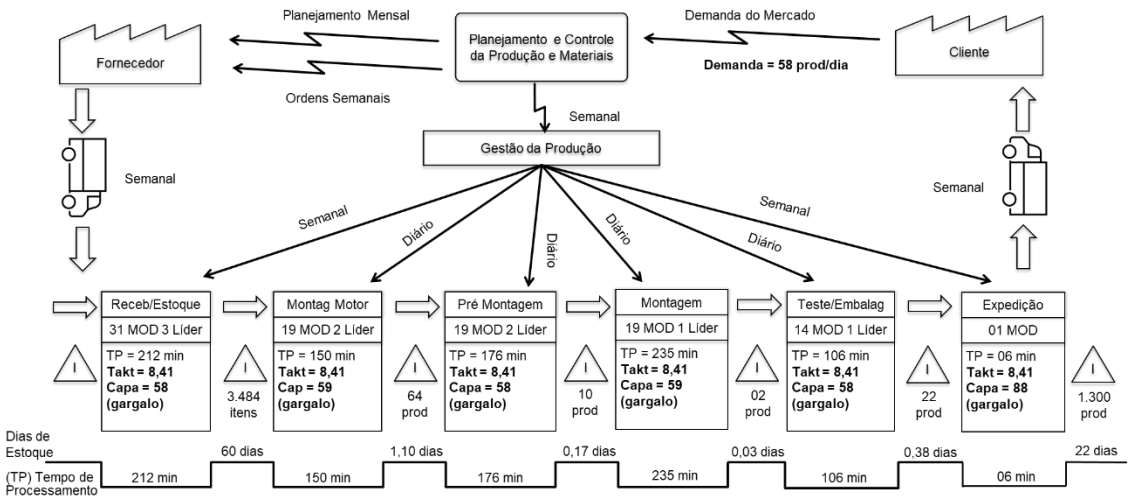
Figura 4 - MFV do cenário antes das melhorias



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Por sua vez, para fins de comparabilidade, a Figura 5 exibe o cenário que se apresentou depois das melhorias providenciadas nos setores de Logística e Produção.

Figura 5 - MFV do cenário depois das melhorias



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Em relação ao cenário depois, os dados apurados no MFV estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Dados relativo ao cenário depois

Tempo total de processamento da produção (<i>lead time</i>): 667 min	Tempo total de processamento da logística (<i>lead time</i>): 218 min	Tempo total geral de processamento: 885 min
Total de mão de obra direta logística: 35	Total de mão de obra direta produção: 77	Total geral de mão de obra: 112
Capacidade gargalo do recebimento/estoque: 58 produtos / dia	Capacidade gargalo da montagem do motor: 59 produtos/dia	Capacidade gargalo da pré-montagem do chassi: 58 produtos/dia
Capacidade gargalo da montagem do chassi: 59 produtos/dia	Capacidade gargalo dos testes e embalagem: 58 produtos/dia	Capacidade gargalo da expedição: 88 produtos/dia

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Infere-se que num cenário de comparação entre os panoramas anteriores e posteriores das melhorias geradas, tanto o MFV como as cronoanálises foram exitosas no cumprimento de um dos princípios basilares do *Lean*: a otimização dos processos e a redução dos desperdícios (Liker, 2016; Slack, 2018; Santos; Ferraz; Silva, 2024).

É oportuno destacar que a empresa do ramo automotivo onde ocorreram as melhorias em nenhum momento se opôs a qualquer sugestão feita, inclusive considerando que os ganhos advindos destas mudanças seriam alcançados desde que cada melhoria sugestionado fosse implementada.

Sendo assim, o objetivo principal de aumentar a capacidade e meta anterior de 52 produtos por dia para uma nova meta de 58 produtos/dia foi alcançado com êxito, proporcionado um aumento de 06 produtos por dia, o que representa um aumento de 11,54% na capacidade instalada.

Vale resaltar que esse aumento na capacidade instalada só foi possível face a melhoria dos tempos de *leadtime*. Tais como: 1) redução do tempo total de processamento da produção (*leadtime*) de 684 min para 667 min e 2) redução tempo total de processamento da logística (*leadtime*) de 282 min para 218 min. Portanto, uma redução no tempo total de geral de processamento (*leadtime*) de 966 min para 885 min.

Além disso, foram obtidos ganhos financeiros com uma economia de R\$ 988.000,00 por ano devido a otimização de 10 mão de obra direta na logística e de R\$ 1.679.600,00 por ano com devido a otimização de 17 mão de obra direta na produção. Portanto, uma economia total de R\$ 2.667.600,00 com a otimização de 27 pessoas na mão de obra direta.

5 CONSIDERAÇÕES

O estudo teve como bases a aplicação das técnicas de cronoanálise e o Mapa de Fluxo de Valor para a melhoria da capacidade produtiva de uma fábrica do setor automotivo na Zona Franca de Manaus. Por meio da prática investigativa, constatou-se que as modificações geradas com as melhorias nos processos analisados à luz do *Lean Manufacturing* foram preponderantes para que houvesse a viabilização dos ganhos desejados.

Os ganhos obtidos foram o aumento da capacidade e meta anterior de 52 produtos por dia para uma nova meta de 58 produtos/dia, representando um aumento de 11,54% na capacidade instalada. Além disso, consequência das melhorias implementadas, foram obtidos ganhos financeiros com uma economia de R\$ 988.000,00 por ano com a otimização de 10 mão de obra direta na logística e de R\$ 1.679.600,00 por ano com a otimização de 17 mão de obra direta na produção.

Nesse contexto, vale destacar a postura proativa e colaborativa da organização onde ocorreu esta investigação científica. Por resistência ou por medo das mudanças, nem todas as organizações se dispõem a reconhecer que na sua estrutura de trabalho existem tarefas desnecessárias e que pouco ou nada agregam em termos de valor aos processos produtivos. Não somente os ganhos em produtividade, mas também os ganhos econômicos com a eliminação das atividades desnecessárias foram alcançados por meio da visão proficiente da empresa em conseguir fazer com que seus processos se tornassem melhor.

Tanto a cronoanálise como o Mapa de Fluxo de Valor são ferramentas eficazes e eficientes no sentido de tornar os processos produtivos melhores e mais enxutos. Convém destacar que as vantagens alcançadas com a prática das ferramentas já mencionadas foram conquistadas ao longo do tempo, pois não seria produtivo efetuar o balanceamento de atividades e depois fazer com que todo o diferencial competitivo se perdesse. As mudanças feitas nos processos da organização onde ocorreu o estudo perduram até o presente e colaboram para o alcance dos intentos organizacionais.

Vale ressaltar que no momento que foi desenvolvido o MFV, o portfólio de modelos da empresa contava com uma quantidade definida de produtos. Desta forma, caso ocorram a inserção de novos produtos nesse portfólio e o consequente aumento da

demanda, torna-se imprescindível atualizar o MFV para que a nova realidade seja estudada.

Sendo assim, sugestiona-se como trabalhos futuros a sistematização das atualizações contínuas do MFV, pois o mapeamento dos processos produtivos não deve ser encarada como uma atividade de melhoria momentânea, mas sim uma ação contínua e essencial para garantir a fluidez dos processos, a padronização de novas atividades e o realinhamento entre as capacidades das áreas da manufatura.

Portanto, a atualização cíclica do MFV deixa de ser uma boa prática pontual e passa a se configurar como uma necessidade estratégica contínua, pois é por meio dessa atualização cíclica que se assegura a coerência entre o planejamento e a execução operacional, otimizando recursos e mantendo a competitividade em um cenário cada vez mais complexo.

REFERÊNCIAS

AMARAL, M.A. **Aplicação de ferramentas *Lean* para impulsionar melhorias no *setup* em empresas de cuidados pessoais.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2023. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/9840>. Acesso em: 20 jun. 2024.

ANDRADE, R.B. **Design de serviços e o pensamento enxuto: inovação na atenção primária do serviço público de saúde.** Dissertação (Mestrado em Design). Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://www.bdt.d.uerj.br:8443/bitstream/1/16371/2/Disserta%20a7%20a3o%20-%20Renato%20Braga%20de%20Andrade%20-%202020%20-%20Completa.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2024.

BANDEIRA, R.C.S. **Avaliação da produtividade do Centro Cirúrgico do Hospital Universitário Getúlio Vargas.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2021. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/8358>. Acesso em: 13 jun. 2024.

CAPOCASA, M.; VOLPI, L. The ethics of investigating cultural and genetic diversity of minority groups. **J. Comp. Hum. Biol.**, v. 70, n.3, p.233-244, nov. 2019. Disponível em: https://www.isita-org.com/isita/Research/2019/Capocasa_Volpi_2019_Post_Print.pdf. Acesso em: 01 mai. 2024.

CASTANHEIRA, A.I.S. **Implementação da metodologia *Kaizen* no Hospital de Dia de Oncologia do Centro Hospitalar de Trás-os-Montes e Alto Douro.** Dissertação (Mestrado em Gestão de Serviços de Saúde). Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real 2023. Disponível em: <https://repositorio.utad.pt/server/api/core/bitstreams/134293ed-a4c0-40a2-9c51-4cf97a2051c3/content>. Acesso em: 5 mar. 2024.

CERONI, M.A.I. *et al.* Análise do tempo de atividades de uma doceria de Pelotas- RS utilizando a cronoanálise. In: XL ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. **Anais...**Foz do Iguaçu, Paraná, 20 a 23 de outubro de 2020. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/99667179/TN_STO_349_1793_40897-libre.pdf?1678446688=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DAnalise+Do+Tempo+De+Atividades+De+Uma+Do.pdf&Expires=1744222322&Signature=Ca4IEFeAr15kSSAzi175I5boKRINEKNe5B8GanAJCMOiRnGXp5wPu61PUH0kOvjXcQHKzyUETHC3o3F77QJhI94vNN0zaL1kaR7SZ3wncl4n0IXmuwuAazR6hIfi~9TFUoj2k0AQYsRAzr-2oXSMBNq3-TUplYXs1efyf6EH~eKCmjp~DUWSYDj7sKXbLsxvzrw8jzo~OVAerbkl6TgzDJh56y2XviE-3JG2Z17IA5MeefaFSKMuWSFI3Sdk-D1GbUNwt2H540Xa73UMDxgSBz~gkuxp4~Zq-ixPIMR02bf84Kryo19DEN1V7oSH9~KqlyYur4ELofOteuTRSeHaYA_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA. Acesso em: 20 mar. 2024.

CHAAR, D.F.S. **Os incentivos da Zona Franca de Manaus e a Reforma Tributária com a instituição da Contribuição sobre bens e serviços e do imposto sobre bens e serviços.** Dissertação (Mestrado em Direito). Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2023. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/9985>. Acesso em: 20 abr. 2024.

Coelho, L. L., & Gonçalves, A. T. P. (2025). Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) aplicado à operação logística de uma distribuidora do Agreste Pernambucano. **Revista Produção Online**, v. 25, n. 1, p. 5284. Disponível em: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v25i1.5284> Acesso em: 20 abr. 2024.

CORRÊA, H.L.; CÔRREA, C.A. **Administração da produção e operações:** manufatura e serviços, uma abordagem estratégica. São Paulo: Atlas, 2010.

COSTA, E.L.; TEIXEIRA, E.C. Cronoanálise: estudo de caso na construção civil para controle de produção. In: XLIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. **Anais [...]**, Fortaleza, Ceará, 17 a 20 de outubro de 2023. Disponível em: https://www.abepro.org.br/biblioteca/TCE_399_1956_46180.pdf. Acesso em: 14 mar. 2024.

DAMAYANTI, A. Perum Dari Managerial Performance: the role of customer focus and continuous improvement. **Public Management and Accounting Review**, v. 5, n.1, p. 47 – 60, 2024. Disponível em: <https://dhsjournal.id/index.php/PMAR/article/view/124>. Acesso em: 20 fev. 2024. DOI: <https://doi.org/10.61656/pmar.v5i1.124>

FERNANDES, P.R.; ARAÚJO, M.F.N. Estudo de tempos e métodos em uma empresa potiguar de alimentos embutidos. **Revista latino-americana de Inovação e Engenharia de Produção**, v. 8, n. 1, p. 6 – 26, 2020. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/relainep/article/view/74139>. Acesso em: 26 mar. 2024. DOI: <https://doi.org/10.5380/relainep.v8i14.74139>

GASPAR, F.C.A. **Revisão sistemática da literatura sobre o impacto da aplicação da filosofia Lean na consulta externa hospitalar.** Dissertação (Mestrado em Gestão de Unidades de Saúde). Universidade da Beira Anterior, Covilhã, 2023. Disponível em: <https://www.proquest.com/openview/f2d81d05a44966658723afb332f50bf8/1?cbl=2026366&diss=y&pq-origsite=gscholar>. Acesso em: 26 mar. 2024.

GBEDED, M.; FARAYIBI, P.; MOHAMMED, T. Evaluation of the application of value stream mapping in the manufacture of pasta: a case study of the Golden Pasta Company. **Lagos AJTEM**, v. 3, n. 1, p. 1 - 22, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/323551737_Evaluation_of_Value_Stream_Mapping_in_Pasta_Manufacturing_a_Case_Study_of_Golden_Pasta_Company_Lagos. Acesso em: 20 fev. 2024. DOI: <https://doi.org/10.11648/j.ajtem.20180301.11>

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GOMES, L. G.; CORRÊA, R. G. F. Utilização do Overall Equipment Effectiveness (OEE) em células de manufatura considerando o takt time. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, v. 13, n. 3, p. 276-276, 2018. Disponível em: <https://gepros.emnuvens.com.br/gepros/article/view/1960>. Acesso em: 20 jan. 2024.

GORI, R.M. O balanceamento de uma linha de montagem segundo a abordagem *lean manufacturing*. In: XXXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. **Anais [...]**, Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul, 15 a 18 de outubro de 2012. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2012_TN_STO_157_919_19757.pdf. Acesso em: 15 mar. 2024.

GRABAN M. **Hospitais Lean**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

HANAUER, A.; CECCONELLO, I. Sensoriamento para automatização em processo industrial de tratamento térmico. **Revista Produção Online**, v. 23, n. 2, p. 4846-4846, 2023. Disponível em: <https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/4846>. Acesso em: 5 jun. 2024. DOI: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v23i2.4846>

JUSTA, M.A.O.; COELHO, M.I.B.A.; SILVA, R.O. Ganho de eficiência e eficácia em processos administrativos por meio do Lean Office e do gráfico de Yamazumi: estudo de caso em uma empresa comercial da Região Norte do Brasil. **Research, Society and Development**, v. 11, n.11, p.1 – 20, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/33647>. Acesso em: 25 mai. 2024. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i11.33647>

KRAUSE, Andrielle Regina. Importância da cronoanálise na gestão da produção: uma análise em um setor de fabricação de perfil de alumínio. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 7., 2019. **Anais [...]**. Montes Claros - MG: Faculdade Santo Agostinho - FASA, 2019. ISSN: 2318-9258. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/32107> Acesso em: 25 mai. 2024.

LIKER, J. K; **O modelo Toyota**: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Bookman Editora, 2016.

LUCIANO, E. L L. *et al.* Mapeamento do fluxo de valor para caracterização do takt time como indicador de performance aplicado ao setor cafeeiro. **Revista Univap**, v. 29, n. 63, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/373609319_MAPEAMENTO_DO_FLUXO_DE_VALOR_PARA_CARACTERIZACAO_DO_TAKT_TIME_COMO_INDICADOR_DE_PE

[RFORMANCE APLICADO AO SETOR CAFEEIRO](https://doi.org/10.18066/revistaunivap.v29i63.4380). Acesso em: 02 jun. 2024. DOI: [https://doi.org/ 10.18066/revistaunivap.v29i63.4380](https://doi.org/10.18066/revistaunivap.v29i63.4380)

MEDEIROS, A.P.; TARRENTO, G.E.; PIERRE, F.C. Balanceamento de linha de produção em um setor de montagem. **Tekhne e Logos**, v. 11, n. 1, p. 97 – 109, 2020. Disponível em: <http://www.revista.fatecbt.edu.br/index.php/tl/article/view/678>. Acesso em: 02 jun. 2024.

MOREIRA, Daniel Augusto. Administração da produção e operações. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

NANDAKUMAR, N.; SAALEESHYA, P.G.; HARIKUMAR, P. Bottleneck identification and process improvement by Lean Six Sigma DMAIC Methodology. **Mate. Tod: Proc.**, v. 24, p. 1217 – 1224, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785320330583>. Acesso em: 4 mai. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.436>

NASCIMENTO-E-SILVA, D. **Manual do método científico-tecnológico**: versão sintética. Florianópolis: DNS Editor, 2020.

OLIVEIRA, A.M.; GALO, N.R.; COSTA JÚNIOR, N.D. Mapeamento de fluxo de valor no setor de suprimentos de uma indústria de aço. **Produção Online**, v. 23, n. 3, p. 1 – 26, 2024. Disponível em: <https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/4978/2331>. Acesso em: 5 abr. 2024. DOI: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v23i3.4978>

PEINADO, J.; GRAEML, R.A. **Administração da produção**: operações industriais e de serviços. Curitiba: UnicenP, 2007.

REZENDE, P.A.; MARTINS, T.L.R.; ROCHA, M.F. Aplicação do estudo de tempos e movimentos no setor administrativo: estudo de caso em uma empresa mineradora. **Produção & Engenharia**, v. 8, n. 1, p. 653 – 665, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/producaoeeengenharia/article/view/28766>. Acesso em: 05 mai. 2024. DOI: <https://doi.org/10.18407/issn.1983-9952.2016.v8.n1.p653-665>

SANCHEZ, T.R. **Análise do estudo de tempos e movimentos em uma confecção industrial**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Têxtil). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, 2022. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/31124>. Acesso em: 01 jun. 2024.

SANTOS, P.V. S.; FERRAZ, A.de V. ; CASTRO SILVA, A.C.G. Utilização da ferramenta Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) para identificação de desperdícios no processo produtivo de uma empresa fabricante de gesso. **Produção Online**, v. 19, n. 4, p. 1 – 34, 2019. Disponível em: <https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/3310>. Acesso em: 5 mai. 2024. DOI: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v19i4.3310>

SEVERINO, A.J. Dimensão ética da investigação científica. **Práxis Educativa**, v. 9, n.1, p. 199 – 208, 2014. Disponível em: <http://educa.fcc.org.br/pdf/praxeduc/v09n01/v09n01a11.pdf>. Acesso em: 09 mai. 2024. DOI: <https://doi.org/10.5212/PraxEduc.v.9i1.0009>

SHAH, D.; PATEL, R.; PATEL, P. Productivity improvement by implementing Lean Manufacturing tools in manufacturing continuous improvement in SME view project Water Jet Machining View Project Productivity improvement by implementing Lean Manufacturing Tools Industry. **International Journal of Engineering and Technology**, v. 5, n. 3, p. 3 – 7, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/348730261_Productivity_Improvement_by_Implementing_Lean_Manufacturing_Tools_In_Manufacturing_Industry. Acesso em: 01 fev 2024.

SILVA, R.O. **Proposta de autocapacitação para coordenadores de graduação**. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica). Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Amazonas, Manaus, 2019. Disponível em: <http://repositorio.ifam.edu.br/jspui/handle/4321/380?mode=simple>. Acesso em: 20 mar. 2024.

SILVA, R.O. *et al.* O ciclo PDCA como proposta para uma gestão escolar eficiente. **Revista de Gestão e Avaliação Educacional**, v. 8, n. 19, p. 1 -13, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Daniel-Nascimento-E-Silva/publication/330334034_O_ciclo_PDCA_como_proposta_para_uma_gestao_escolar_eficiente/links/5cbe186e92851c8d22fe9ae1/O-ciclo-PDCA-como-proposta-para-uma-gestao-escolar-eficiente.pdf. Acesso em: 27 mar. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/2318133836102>

SILVA, R.O. *et al.* A aplicabilidade do método A3 no gerenciamento de riscos de instituições universitárias. In: IV SIMPÓSIO SUL-MATOGROSSENSE DE ADMINISTRAÇÃO. **Anais [...]**, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus Parnaíba, 17 a 21 de maio de 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/SIMSAD/article/view/13402>. Acesso em: 28 mar. 2024.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SOTSEK, N.C.; BONDUELLE, G.M. Melhorias em uma empresa de embalagens de madeira através da utilização da cronoanálise e rearranjo de layout. **Floresta**, v. 46, n.4, p. 519 – 530, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Nicolle-Sotsek/publication/312444638_MELHORIAS_EM_UMA_EMPRESA_DE_EMBALAGENS_DE_MADEIRA_ATRAVES_DA_UTILIZACAO_DA_CRONOANALISE_E_REARRANJO_DE_LAYOUT/links/6764954e00aa3770e0ac0e44/MELHORIAS-EM-UMA-EMPRESA-DE-EMBALAGENS-DE-MADEIRA-ATRAVES-DA-UTILIZACAO-DA-CRONOANALISE-E-REARRANJO-DE-LAYOUT.pdf. Acesso em: 20 mai. 2024.

TEZEL, A.; KOSKELA, L. TZORTZOPOULOS, P. Visual management in production management: a literature review. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 27, n. 6, p. 766 – 799, 2016. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/jmtm-08-2015-0071/full/html>. Acesso em: 24 mar. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2015-0071>

TSAPLES, G.; PAPATHANASIOU, J.; MANOU, D. Synergies and Challenges: Exploring Organizational Perspectives on Digital Transformation and Sustainable

Development in the Context of Skills and Education. **Buildings**, v. 14, n. 2, p. 395, 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2075-5309/14/2/395>. Acesso em: 24 mar. 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings14020395>

VALE, B. *et al.* Balanceamento de processo do setor de montagem de matriz de borracha em uma empresa de joias brasileiras. **Produção Online**, v. 23, n. 4, p. 1 – 28, 2023. Disponível em: <https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/4925>. Acesso em: 25 fev. 2024. DOI: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v23i4.4925>

VERGARA, S.C. **Projetos e relatórios de pesquisa em Administração**. 16 ed. São Paulo: Atlas, 2016.

YIN, R.K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ZANELLA, L.C.H. **Metodologia de pesquisa**. 2 ed. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração da UFSC, 2013.

Biografia do(s) autor(es)

Marcelo Augusto Oliveira da Justa

Mestre em Engenharia de Produção (UFAM) e Professor Adjunto da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), na Faculdade de Tecnologia (FT), atuando como professor e pesquisador para as disciplinas da Engenharia Industrial. É autor de livro e vários artigos científicos publicados em revistas indexadas. Anteriormente, atuou como profissional na gestão industrial de empresas nacionais e multinacionais.

João Caldas do Lago Neto

Graduado em Engenharia Mecânica e Estatística. Possui mestrado em Pesquisa Operacional e Doutorado em Sistemas de Energia. Professor Adjunto no Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Amazonas. Exerce a função de Diretor da Faculdade de Tecnologia. Tem experiência nas áreas de Inovação e Avaliação Tecnológica, Probabilidade e Estatística, Sistemas Energéticos. Atuando nos seguintes temas: Pesquisa Operacional, Monitoramento e Controle Estatístico da Qualidade, Teoria dos Conjuntos Difusos, Planejamento Energético, Modelos de Previsão para o Mercado de Energia, Engenharia Térmica e Aproveitamento de Energia.

Ronison Oliveira da Silva

Mestre em Educação Profissional e Tecnológica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM. Possui artigos publicados nas áreas de Gestão e Educação, dedicando-se recentemente a trabalhos que versam sobre a Engenharia.



Artigo recebido em: 22/07/2024 e aceito para publicação em: 28/05/2025

DOI: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v25i3.5353>