

Melhoria no processo de movimentação dos veículos da linha final de montagem de uma indústria automobilística

Gabriel Zappa
zappael@gmail.com
UERJ

Henrique Martins Rocha
prof.henrique_rocha@yahoo.com.br
UERJ/UFF

Resumo: O presente estudo foi conduzido na seção de linha final de montagem de uma fábrica de veículos comerciais, com o propósito de resolver as interrupções na sequência do processo, que têm sido responsáveis pela redução no desempenho dessa área. Com esse objetivo, por meio da aplicação de métodos de análise em conjunto com uma equipe multidisciplinar, foi possível identificar as principais causas das interrupções na linha. Além disso, a utilização de ferramentas de qualidade, como o Diagrama de Ishikawa e o Brainstorming, contribuiu para a implementação de ações de melhoria que resultaram na diminuição das paradas. Para assegurar a sustentabilidade das melhorias implementadas, foi identificada a necessidade de estabelecer procedimentos que garantam a execução consistente do novo padrão como parte do processo, com o intuito de estabilizar o tempo de operação na linha final de montagem.

Palavras Chave: Veículos comerciais - Linha de montagem - Qualidade - Takt time - Retrabalho

1. INTRODUÇÃO

Em um cenário mundial cada vez mais globalizado e a competição entre empresas mais acirrada, é fundamental a definição de estratégias eficazes para alcançar posições de vantagem competitiva no mercado. As empresas têm buscado a otimização dos seus recursos e o aprimoramento dos processos produtivos, visando atender as expectativas dos consumidores, por isso, melhorias em fatores como flexibilidade de entrega, baixo custo e qualidade do produto são determinantes para garantir um negócio sustentável.

A indústria automobilista enfrenta tal cenário, sendo necessário garantir um bom gerenciamento dos processos de produção dos seus produtos de alta complexidade e produzidos em alto volume. Para que isso aconteça é necessário que exista melhoria contínua e padronização dos processos produtivos, reduzindo perdas e buscando o desempenho máximo em cada atividade. A ausência de protocolos/padrões pode resultar em falhas, aumento do tempo necessário e, conseqüentemente, desperdício (CANTIDIO, 2009).

No segmento de veículos comerciais, veículos de portes diversos, impulsionados pelo agronegócio, pela construção civil e transportes intermunicipais, bem como o crescente mercado de entregas expressas, beneficiado pelo crescimento do e-commerce (FERREIRA FILHO et al., 2022; KUTNEY, 2022), caracterizam a diversidade de modelos e o conseqüente aumento na complexidade dos sistemas produtivos do setor (NASCIMENTO et al., 2017).

A fábrica de veículos comerciais que é foco do presente estudo vem enfrentando um grande desafio de falta de peças. Essa escassez tem como causa fatores diversos, em especial, ainda a consequência da pandemia de COVID-19 e a interrupção de suprimentos globais. Dentro desse contexto, a linha final de montagem dessa indústria passa por dificuldades na entrega de seu volume planejado. Nessa estação é realizada a verificação do status de cada veículo: de acordo com o status registrado na ficha do veículo, como por exemplo a falta de algum componente ou a necessidade de algum reparo elétrico, o mesmo precisa ser movimentado para a área externa à linha de montagem, para aguardar o retrabalho.

Tais movimentações, que em condições normais seriam atípicas, se avolumam pelas dificuldades de continuidade da cadeia de suprimentos e geram um gargalo na linha, pois os veículos em sequência cadenciada ficam aguardando os operadores retornarem dos reboques realizados nos veículos da frente, gerando paradas de linha que comprometem a entrega do volume planejado, justificando, desta forma, a realização da presente pesquisa, a qual tem como objetivo geral minimizar as paradas de linha que ocorrem no fluxo de veículos do posto final dessa indústria e evitar que tal área continue impactando negativamente nos indicadores de performance da empresa. Como objetivos específicos, temos: (i) Processo da linha final mapeado; (ii) Causas raízes de deficiência no processo identificadas; (iii) Plano de ação para corrigir o problema desenvolvido e implementado; e (iv) Efetividade da implementação do plano de ação para melhoria do processo validada.

O presente artigo está estruturado da seguinte forma: na Seção 1 é apresentada a introdução do estudo, discutindo o contexto, a situação problema, os objetivos da pesquisa e a sua justificativa. Na Seção 2 são discutidos os fundamentos teóricos que estão diretamente à pesquisa, a fim de abranger teorias que ajudem a explicar e resolver o problema. Em seguida, na Seção 3, são descritos o método de pesquisa e o caminho para atingir os objetivos do trabalho. A Seção 4 apresenta e discute os resultados da implementação das ações e a Seção 5 traz as conclusões do trabalho, seguida das referências bibliográficas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O presente artigo teve como pilares teóricos a análise de processos produtivos, o balanceamento e eficiente uso dos recursos produtivos e o uso de ferramentas da qualidade para melhoria dos citados processos.

O balanceamento de linha tem como foco o aumento dos índices de produtividade e a adequação da distribuição de tarefas e demandas, tendo como foco a eliminação ou diminuição de gargalos na produção. De acordo com Kumar (2013) e Sivasankaran e Shahabudeen (2014), ao distribuir-se a carga de trabalho ao longo de um processo produtivo, i.e., entre as estações de trabalho, reduz-se gargalos e excesso de capacidade, que são causas de esperas e aumento de custo fixo. Por conta disso, os autores citam que a eficiência de uma alternativa de balanceamento é avaliada levando-se em conta quanto tempo ocioso ela gera.

Para se iniciar um balanceamento é necessário definir os limites técnicos da produção, bem como o tempo de ciclo em cada posto de trabalho, que é o tempo máximo de execução de um determinado processo. Para Breginski (2013), é necessário primeiramente modelar o processo, para, em seguida, determinar os tempos de cada atividade, identificar a capacidade das estações, estabelecendo a quantidade máxima de unidades ou ciclos que uma estação pode realizar em determinado período de tempo. Segundo Vernadat (1996), a modelagem de processos possibilita o entendimento da forma de trabalho, além de facilitar as análises e melhoria no fluxo de informações. Após a modelagem, determinação de tempos e capacidade, deve-se calcular a demanda de volume, distribuir as atividades de maneira equilibrada e fazer ajustes no processo quando necessário.

Para Gonçalves (2000), não existe produto ou serviço que seja realizado sem ter feito parte de algum processo, pois todo trabalho relevante executado nas organizações, faz parte de um. O mapeamento de processos é uma técnica em que é representado graficamente e de forma padronizada cada atividade de um processo, respeitando a ordem cronológica de execução, além de ser claro e passível de interpretação, e que evidencie os fatores que afetam o desempenho do processo (CHEUNG; BAL, 1998; COSTA; POLITANO, 2008; PRADELLA, 2012). Seu objetivo é compreender os processos pela análise das partes interessadas, e a partir disso, aplicar melhorias, permitindo uma rápida adaptação em todos os níveis da empresa frente as expectativas dos clientes e da concorrência (PAVANI; SCUCUGLIA, 2011).

De acordo com Gomes (2009), o mapeamento de processos é um processo sistemático que envolve várias etapas: 1) identificar o objetivo, 2) escolher o processo, 3) coletar informações, 4) criar um diagrama, 5) documentar detalhes, 6) analisar e implementar melhorias, 7) monitorar os resultados e 8) atualizar o processo. Essas etapas visam melhorar a eficiência, identificar ineficiências e simplificar os fluxos de trabalho. Segundo Pradella (2012), como os processos não são totalmente visíveis dentro das organizações, o mapeamento dos mesmos funciona como uma ferramenta onde torna-se possível fazer análises críticas para cada processo, sendo possível proporcionar melhorias e otimizações, identificando ações para eliminação de defeitos, redução de custos e redução de tempo de ciclo de produção, também contribuindo para garantir a satisfação dos clientes.

Os estudos dos tempos esclarecem meios para se obter dados reais, e com isso, obter indicadores confiáveis. A importância da variável “tempo” para a gestão dos sistemas industriais é percebida quando pretende-se sincronizar o fluxo de materiais e processos ao longo de um determinado período de tempo, sendo a cronoanálise a base para o controle de diferentes etapas de um processo produtivo, fornecendo o tempo padrão para análises de produtividade e definindo parâmetros para auxiliar no planejamento industrial (TAKASHINA, 1999; TOLEDO, 2004). Como a análise de balanceamento de linha visa

determinar o número de postos de trabalho necessários para atender às demandas da linha de produção, assim como definir as atividades a serem atribuídas a cada posto, com o objetivo de minimizar o número de operadores e a quantidade de máquinas necessárias para alcançar a capacidade desejada, Kumar (2013) destaca que as tarefas devem ser analisadas separadamente e cronometradas de forma individual e dentro de uma amostra de repetições, as medidas de tempo devem ser calculadas.

Ao realizar uma cronoanálise, é necessário seguir um conjunto de etapas. Primeiramente, é preciso selecionar a atividade específica que será analisada, identificando claramente o escopo do estudo. Em seguida, é feita a observação direta da atividade em tempo real, registrando os tempos gastos em cada etapa e levando em consideração todos os movimentos, deslocamentos ou esperas relevantes. Para garantir a precisão dos dados, são utilizadas ferramentas apropriadas, como cronômetros ou softwares de medição de tempo, a fim de registrar de forma precisa os tempos de execução de cada etapa. Com base nos dados coletados, é preciso uma análise minuciosa, identificando padrões, tempos médios de execução, variações e possíveis atrasos ou gargalos que possam impactar negativamente a eficiência do processo.

A partir da análise dos tempos, é possível identificar oportunidades de melhoria. Isso inclui a eliminação de atividades desnecessárias, a simplificação de tarefas, a realocação de recursos ou a adoção de técnicas de melhoria contínua. Com base nessas descobertas, as melhorias são implementadas, por meio de treinamentos, mudanças de processo ou adoção de novas tecnologias, visando reduzir o tempo de execução da atividade e otimizar a eficiência geral do processo.

O estudo dos métodos e tempos permite o cálculo do *takt time*, uma variável definida a partir da demanda do mercado e do tempo disponível para produção. Matematicamente, resume-se entre a razão do tempo disponível para a produção e o número de unidades a serem produzidas (demanda) e o seu significado é o tempo determinado para a produção de uma peça ou produto em uma linha de produção. Conforme definido por Iwayama (1997) e por Blati, Kelence e Cordeiro (2010), o *takt time* é o ritmo de produção que deve ser seguido para atender a demanda do mercado, sendo necessário o compromisso de todos os setores para o cumprimento desse ritmo.

Importante destacar que problemas de qualidade e retrabalho são aspectos impactantes na indústria automotiva, pois podem aumentar os custos e prazos de entrega, além de impactar negativamente a imagem da empresa. E ainda, o retrabalho pode causar desmotivação e desgaste nos colaboradores, levando a uma queda na eficiência e produtividade dos mesmos (SILVA, 2020). Com o passar do tempo, inúmeras foram as ferramentas de qualidade desenvolvidas com o objetivo de auxiliar, definir, analisar e indicar soluções para os eventuais problemas que interferem no resultado final de um produto ou serviço. O uso dessas ferramentas tem sido fundamental para o sistema de gestão da qualidade, podendo-se utilizar de diagramas e até mesmo com a finalidade de organização de ideias, sendo o uso consagrado para a melhoria contínua de um processo.

Uma das ferramentas utilizadas nessa pesquisa foi o diagrama de Causa e Efeito, também denominado diagrama espinha de peixe, pelo seu formato, e diagrama de Ishikawa, referência ao engenheiro japonês Kaoru Ishikawa (1915 - 1989) que criou a ferramenta em 1943 (PALADINI; CARVALHO, 2012). Trata-se de uma ferramenta analítica que expõe a potencial relação existente entre um conjunto de causas resultantes em diversos tipos de defeitos. Para tanto, o primeiro passo na sua elaboração é definir qual será o problema a ser analisado, após o que se desenha o diagrama, traçando uma seta horizontal e a partir dela traçar linhas para cima e para baixo. A “cabeça” do peixe representa o problema a ser

solucionado, enquanto as linhas traçadas são utilizadas para acomodar as possíveis causas do problema, divididas em categorias, usualmente as denominadas 6Ms: máquina, matéria-prima, método, mão de obra, medição e meio ambiente.

Outra técnica, o Brainstorming, conhecida também como “tempestade de ideias”, é utilizado constantemente para explorar e incitar pensamentos criativos nas pessoas, explorando o conhecimento das principais partes envolvidas no processo, buscando desenvolver possíveis soluções que contribuam de forma efetiva para a mitigação do problema (COUTINHO; BOTTENTUIT, 2007). Harris (2002) aponta que essa técnica é eficiente quando tem seu foco direcionado a solução de problemas específicos, cenários onde se faz necessário a visualização de diferentes pontos de vistas, diferentes ideias, incentivando a reflexão acerca das possíveis causas do problema, com o intuito de esclarecer dúvidas e fortalecer os laços interpessoais. Após analisar as diversas causas levantadas, os participantes devem avaliar a relevância dos resultados obtidos e, então, elaborar um plano de ação sólido e eficaz.

3. MÉTODOS DE PESQUISA

A natureza da pesquisa proposta classifica-se como mista, pois tem características tanto quantitativa quanto qualitativa. Quantitativa pois faz uso de dados numéricos para interpretar e validar análises e qualitativa pois faz uso de ferramentas da qualidade para auxiliar nas tomadas de decisões. O método da pesquisa englobou as seguintes etapas: (i) Identificação do problema; (ii) Mapeamento do processo de movimentação; (iii) Levantamento de dados; (iv) Investigação do problema; (v) Proposta do plano de ação; (vi) Validação dos resultados; e (vii) Atualização do processo.

Identificação do problema: O objetivo de entrega no final da linha de montagem é de 12 veículos por hora e para alcançar tal objetivo é necessário que a linha opere dentro de um processo estável. No entanto, em algumas ocasiões, o objetivo não é alcançado devido às movimentações de veículos para a área de retrabalho: como mostrado na Figura 1, há uma proporção significativa de paradas devido às movimentações na linha final. Como os atrasos na produção impactam nas entregas para o cliente, justificam-se os esforços para diminuir tais paradas.

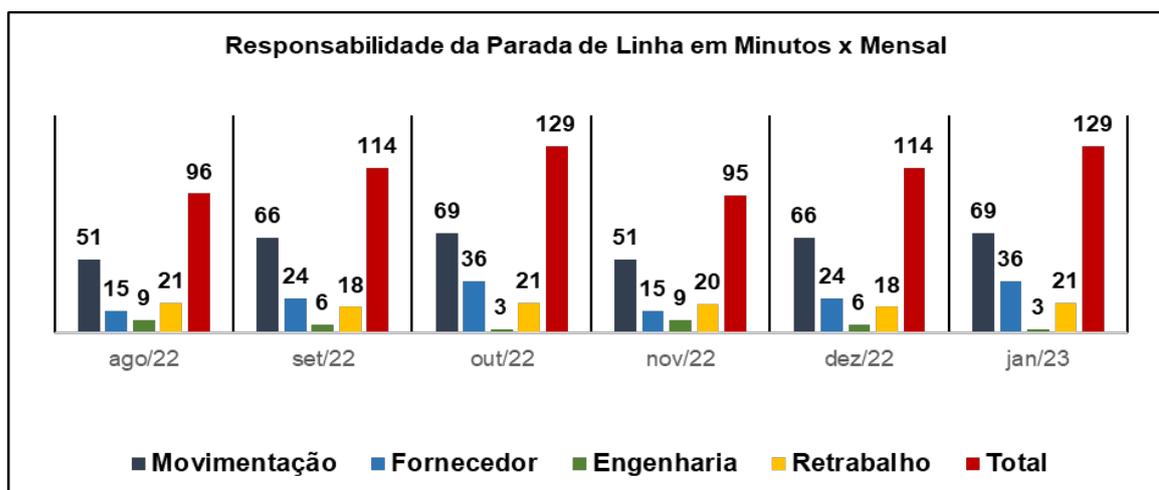


Figura 1: Responsabilidade da parada de linha.

Fonte: Autoria própria.

A jornada de trabalho se inicia às 6 horas da manhã e a saída é às 15h24, totalizando 9,4 horas no trabalho. Desse total, subtraiu-se o tempo para almoço (uma hora) e, também, das

atividades dos operadores fora da linha de produção, no início do turno: ginástica laboral, leitura do diálogo de segurança (DDS) e organização da área de trabalho (5S), que totalizam 15 minutos, resultando em um tempo efetivo no posto de trabalho de 8,15 horas. Aplicou-se, então, o percentual padrão de engajamento (considerando necessidades pessoais) utilizado na fábrica, que é de 98% por operador, o que resultou em 7,99 horas de operação.

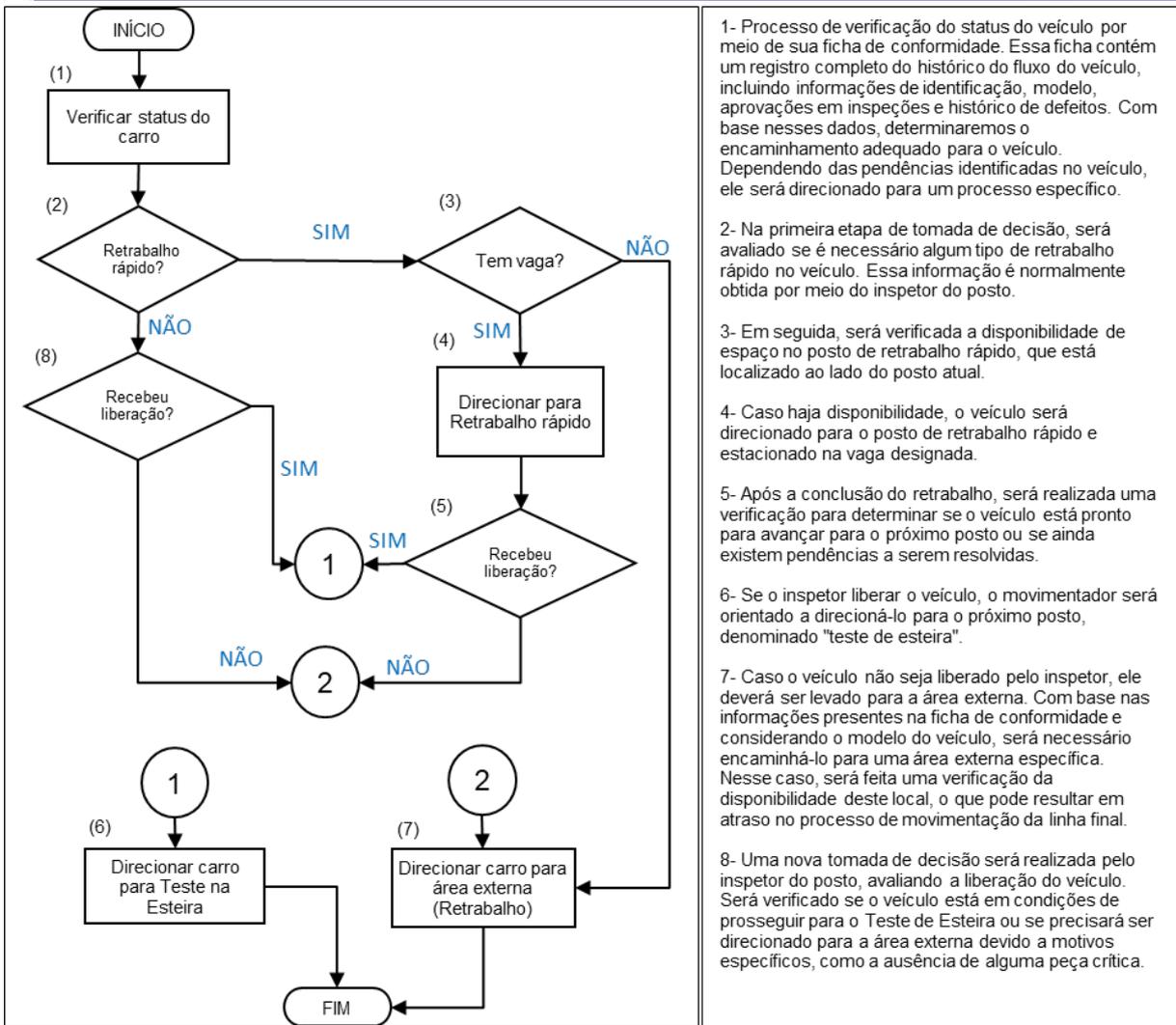
O mapeamento de processo foi realizado pelos engenheiros de qualidade em conjunto com os supervisores de processo, de uma maneira que, ao se desenhar os processos, ocorria a eliminação das atividades que não agregam valor do ponto de vista do cliente (por exemplo, mover peças de um lugar para outro sem nenhuma transformação envolvida), além de corrigir desvios no processo, além de abordar desempenhos que prejudicavam a qualidade (ALBUQUERQUE; ROCHA, 2006). Com isso, tornou-se possível identificar todos os movimentos de valor agregado (atividades que geram valor ao produto, como por exemplo a instalação de um motor que é uma das principais etapas para o funcionamento do veículo) e identificando onde a equipe poderia realizar as análises para a melhoria do processo, como, por exemplo, nos gargalos.

O estudo de cronoanálise foi realizado em uma amostra de cinco veículos (conforme diretrizes da empresa estudada), medindo o tempo de ciclo da operação de movimentação na linha final e, ato contínuo, foi calculada a capacidade de produção do posto e se a operação obedecia ou não o *takt time* da linha. Em seguida, em reuniões entre os times de qualidade e produção foram pontuadas todas as oportunidades de melhoria identificadas tanto no mapeamento do processo quanto dos resultados dos estudos sobre a capacidade de produção da linha. Nesse momento foram usadas as ferramentas de brainstorming e diagrama de Ishikawa para colaborar na identificação de causa raiz. Além disso, diversas oportunidades de melhoria foram levantadas e as ações foram priorizadas de acordo com critérios de relevância.

Foi então, elaborado o cronograma para implementação das ações propostas, como a criação de novas instruções de trabalho, visando melhorar a padronização das operações e evitar a execução de atividades que não estejam de acordo com as especificações. Além disso, o time de engenharia ficou responsável pelo balanceamento da linha, a fim de equilibrar as atividades de cada posto e diminuir as atividades de não valor agregado. Uma vez que tais ações foram implementadas, iniciou-se a validação dos resultados, por meio de novo estudo de cronoanálise, em nova mostra de cinco veículos, após o que os procedimentos foram atualizados pelas equipes de processo, os colaboradores treinados e um novo padrão para a linha final da montagem foi apresentado para a diretoria da empresa.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Mapeado o processo, o fluxograma exibido na Figura 2 mostra os diferentes estágios pelos quais o veículo passa desde o momento em que é entregue ao operador até o instante em que ele se prepara para receber o próximo veículo.



- 1- Processo de verificação do status do veículo por meio de sua ficha de conformidade. Essa ficha contém um registro completo do histórico do fluxo do veículo, incluindo informações de identificação, modelo, aprovações em inspeções e histórico de defeitos. Com base nesses dados, determinaremos o encaminhamento adequado para o veículo. Dependendo das pendências identificadas no veículo, ele será direcionado para um processo específico.
- 2- Na primeira etapa de tomada de decisão, será avaliado se é necessário algum tipo de retrabalho rápido no veículo. Essa informação é normalmente obtida por meio do inspetor do posto.
- 3- Em seguida, será verificada a disponibilidade de espaço no posto de retrabalho rápido, que está localizado ao lado do posto atual.
- 4- Caso haja disponibilidade, o veículo será direcionado para o posto de retrabalho rápido e estacionado na vaga designada.
- 5- Após a conclusão do retrabalho, será realizada uma verificação para determinar se o veículo está pronto para avançar para o próximo posto ou se ainda existem pendências a serem resolvidas.
- 6- Se o inspetor liberar o veículo, o movimentador será orientado a direcioná-lo para o próximo posto, denominado "teste de esteira".
- 7- Caso o veículo não seja liberado pelo inspetor, ele deverá ser levado para a área externa. Com base nas informações presentes na ficha de conformidade e considerando o modelo do veículo, será necessário encaminhá-lo para uma área externa específica. Nesse caso, será feita uma verificação da disponibilidade deste local, o que pode resultar em atraso no processo de movimentação da linha final.
- 8- Uma nova tomada de decisão será realizada pelo inspetor do posto, avaliando a liberação do veículo. Será verificado se o veículo está em condições de prosseguir para o Teste de Esteira ou se precisará ser direcionado para a área externa devido a motivos específicos, como a ausência de alguma peça crítica.

Figura 2: Fluxograma de movimentação da linha final.
Fonte: Autoria própria.

As análises baseadas no mapeamento do processo são exibidas nas Tabelas 1 a 5, constando as informações das atividades numeradas de acordo com o mapeamento fornecido na Figura 2. É possível identificar a descrição de cada atividade, o tempo de execução em segundos e se atividade é VA ou NVA. Nesse sentido, destaca-se que 100% do processo de movimentação na linha final era de atividades de não valor agregado, uma vez que os processos não envolviam qualquer alteração do veículo, tratando-se tão-somente de processos de verificações de informações e movimentação.

Tabela 1: Análise das operações que agregam a linha final da 1ª amostra.

Atividade	Descrição	Tempo (s)	VA/NVA
1	Verificar status do veículo	45	NVA
2	Retrabalho rápido?	40	NVA
3	Tem vaga?	5	NVA
4	Direcionar para retrabalho rápido	180	NVA
5	Recebeu liberação?	20	NVA
6	Direcionar veículo para teste na esteira	15	NVA
Total		305	NVA

Fonte: Autoria própria.

Tabela 2: Análise das operações que agregam a linha final da 2ª amostra.

Atividade	Descrição	Tempo (s)	VA/NVA
1	Verificar status do veículo	45	NVA
2	Retrabalho rápido?	40	NVA
5	Recebeu liberação?	15	NVA
6	Direcionar veículo para teste na esteira	30	NVA
Total		130	NVA

Fonte: Autoria própria.

Observa-se na Tabela 1 que a primeira amostra recebeu o retrabalho rápido, em seguida recebeu liberação e, após isso, foi direcionado para o teste de esteira, ao passo que, na segunda amostra (Tabela 2), o veículo não possuía retrabalho e com isso já recebeu liberação para prosseguir ao teste de esteira.

Já na terceira, quarta e quinta amostras (Tabelas 3, 4 e 5), todos os veículos possuíam retrabalho pesado, não havendo liberação para o teste de esteira, e foram direcionados para uma área externa dedicada a esses retrabalhos. Há de se observar nessas três amostras, mesmo cumprindo o mesmo fluxo, os tempos são diferentes, em especial na Atividade 7 (direcionar carro para a área externa), indicando a falta de padronização na realização de tal atividade.

Tabela 3: Análise das operações que agregam a linha final da 3ª amostra.

Atividade	Descrição	Tempo (s)	VA/NVA
1	Verificar status do veículo	32	NVA
2	Retrabalho rápido?	20	NVA
5	Recebeu liberação?	15	NVA
7	Direcionar veículo para a área externa (retrabalho)	620	NVA
Total		687	NVA

Fonte: Autoria própria.

Tabela 4: Análise das operações que agregam a linha final da 4ª amostra.

Atividade	Descrição	Tempo (s)	VA/NVA
1	Verificar status do veículo	31	NVA
2	Retrabalho rápido?	15	NVA
5	Recebeu liberação?	15	NVA
7	Direcionar veículo para a área externa (retrabalho)	560	NVA
Total		621	NVA

Fonte: Autoria própria.

Tabela 5: Análise das operações que agregam a linha final da 5ª amostra.

Atividade	Descrição	Tempo (s)	VA/NVA
1	Verificar status do veículo	25	NVA
2	Retrabalho rápido?	10	NVA
5	Recebeu liberação?	15	NVA
7	Direcionar veículo para a área externa (retrabalho)	700	NVA
Total		750	NVA

Fonte: Autoria própria.

Para encontrar o *takt time*, tomou-se por base o objetivo estabelecido de uma produção de 12 veículos por hora. Desta forma, ao dividirmos o tempo disponível de 3.600 segundos (equivalente a uma hora) pela demanda de 12 unidades/hora, chegamos ao resultado do *takt time* da linha que é de 300 segundos. A partir da análise do tempo total gasto para executar toda movimentação dos veículos dentro do posto de linha final (com base nos tempos das amostras analisadas), o time de engenharia comparou esse valor com o *takt time*, para apurar

se o posto atua acima ou abaixo da capacidade, como mostrado na Tabela 6.

Tabela 6: Capacidade do posto por amostra.

Amostra	Tempo de operação (s)	Capacidade x Takt time	Análise
1	305	101,67%	Tempo acima do takt time
2	130	43,33%	ok
3	687	229,00%	Tempo acima do takt time
4	621	207,00%	Tempo acima do takt time
5	750	250,00%	Tempo acima do takt time

Fonte: Autoria própria.

A Amostra 1 indica que o tempo está marginalmente acima do *takt time* (somente cinco segundos), enquanto as Amostras 3, 4 e 5, nas quais o veículo era direcionado para a área externa para retrabalho, revelam severo problema, pois o ritmo a ser mantido na produção é mais do dobro da capacidade do posto, gerando gargalo na operação. Buscando identificar as possíveis causas que resultam no alto tempo de operação ao se direcionar o veículo para o retrabalho externo, foi montada uma equipe multidisciplinar composta por membros da engenharia de processo, qualidade e produção, a qual desenvolveu um Diagrama de Ishikawa (Figura 3) para identificar as potenciais causas raiz do gargalo.

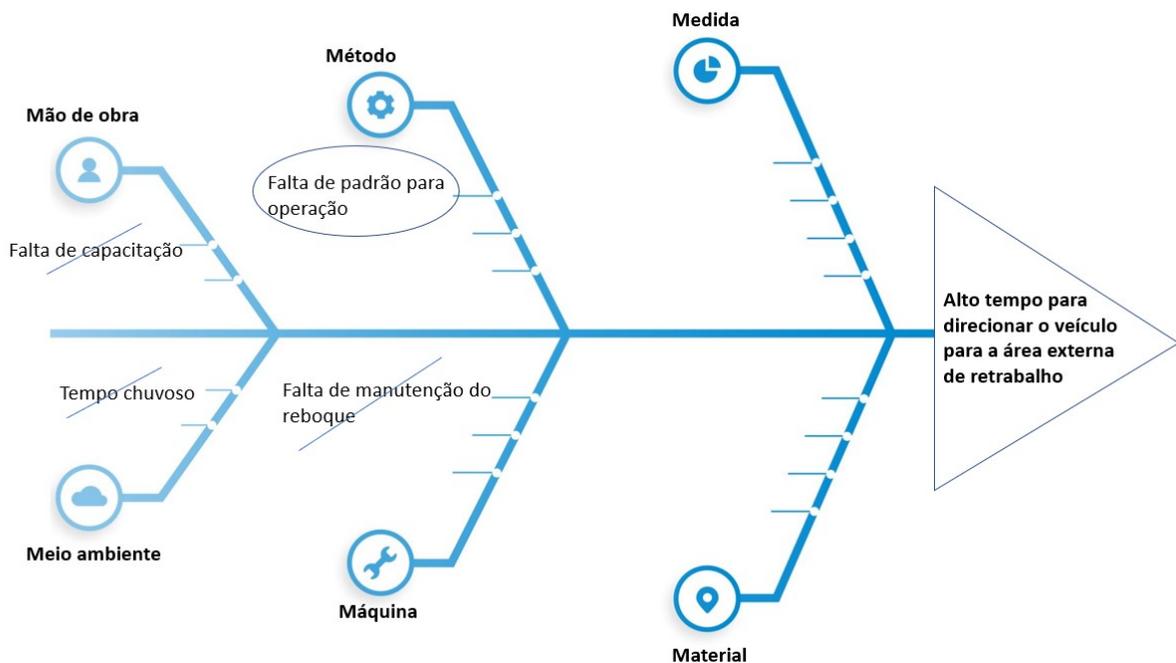


Figura 3: Diagrama de Ishikawa.

Fonte: Autoria própria.

Analisando as potenciais causas apresentadas, descartaram-se o fator mão de obra, uma vez que o operador era capacitado, bem como o fator máquina, pois foram verificados os documentos de manutenção dos reboques e todos estavam em dia. Para o fator meio ambiente, como o processo não consegue assegurar a questão das chuvas, i.e., não há qualquer ação prevista e o processo deve ser robusto o suficiente para garantir o pleno andamento do sistema produtivo independentemente das condições climáticas, o mesmo foi, também, descartado. Desta forma, a falta de padrão para a operação foi identificada como a mais pertinente, tornando-se o foco de atenção da equipe para identificar ações mitigadoras para o efeito de alto tempo para direcionar o veículo para a área externa de retrabalho.

Foi desenvolvido um brainstorming pela equipe para levantar ações que poderiam mitigar a causa apontada no diagrama de Ishikawa e, desta forma, contribuir para a diminuição do tempo ao direcionar o veículo para a área externa (Figura 4).



Figura 4: Brainstorming.

Fonte: Autoria própria.

Dentro das possibilidades levantadas, de acordo com a experiência da equipe, algumas ações foram consideradas mais tangíveis para se alcançar o resultado esperado. Foram elas: Acrescentar uma identificação dentro do veículo para que operador saiba com precisão qual o local que deve estacionar o veículo, inserir mão de obra dedicada à movimentação do veículo até a área externa e elaborar um procedimento para a movimentação do veículo.

A fábrica possui um *mix* de produção com 32 variações de modelos de veículos comerciais (por exemplo, um modelo poder ter janelas elétricas ou com janelas de acionamento manual, etc.), implicando em certa complexidade para um retrabalho específico, com possível perda de tempo e erros nas atividades. Desta forma, em uma reunião envolvendo gerentes e supervisores, foi decidido dividir a área externa de retrabalho em três partes, como mostrado na Figura 5, de acordo com o tipo de retrabalho: na Área 1 ocorreriam retrabalhos envolvendo carroceria e chassis; a Área 2 para montagens em geral (envolvendo peças internas e externas dos veículos); e a Área 3 com a parte elétrica de módulos.

A partir dessa divisão, foi elaborado um mapa de registro a ser utilizado no posto que antecede a linha final, onde cada veículo é avaliado pelo inspetor e onde ele define qual o tipo de retrabalho a ser realizado, bem como identificar para onde esse veículo irá caso necessite de um retrabalho pesado na área externa. Para tanto, um formulário específico, mostrado na Figura 6, e uma caneta *Pilot* estão disponibilizados no posto para o inspetor identificar o local do retrabalho sempre no painel frontal do veículo, para o que o colaborador do posto da linha final já identifique imediatamente para onde levará o veículo. Importante destacar que, como anteriormente não existia um direcionamento para onde o veículo deveria ir, bem como não existiam áreas específicas para cada tipo de retrabalho, o colaborador procurava por vagas disponíveis na área externa para estacionar o veículo próximo à área de retrabalho.

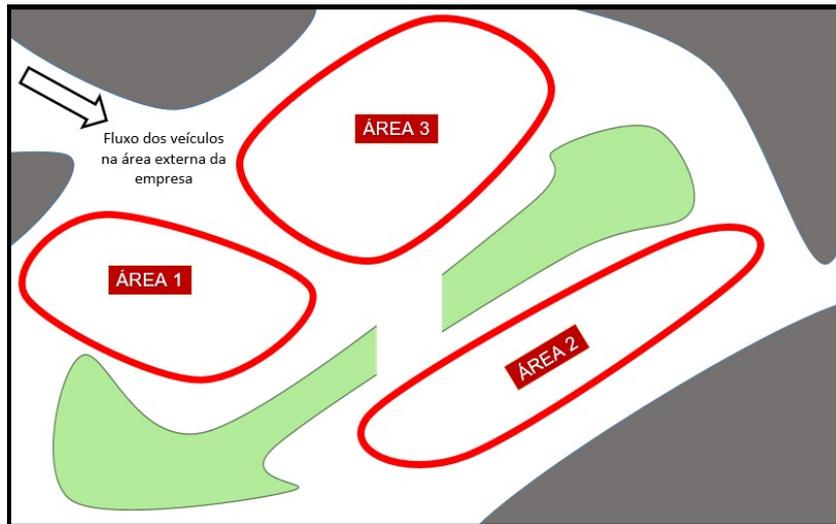


Figura 5: Representação esquemática das três áreas de retrabalho externo.

Fonte: Autoria própria.

MOVIMENTAÇÃO ÁREA EXTERNA

Deverá ser estacionado o veículo na:



ÁREA 1



ÁREA 2



ÁREA 3

Figura 6: Folha de identificação para área de retrabalho externo a depositada no painel frontal do veículo.

Fonte: Autoria própria.

Um procedimento para o teste foi elaborado para auxiliar e assegurar que todo o processo será cumprido conforme o especificado pela equipe responsável pelas ações de melhoria, constando os seguintes passos: (1) Verificar na ficha do veículo qual é o seu modelo; (2) Consultar no registro a qual área é destinado; (3) Preencher a folha de identificação da área de retrabalho externo; e (4) Posicionar a folha no painel frontal do veículo. Além disso, foi adicionado um segundo operador no posto final, para auxiliar na movimentação dos veículos para a área externa: enquanto um direciona o veículo para fora do posto, o outro adianta os veículos da sequência, evitando assim, uma parada de linha pelo fato do posto estar vazio.

Ainda que a adição de mão de obra em atividades sem valor agregado possa parecer contraditório, o fato é que o time avaliou que em dias que existissem mais retrabalhos pesados, o operador da linha final ficaria muito tempo fazendo a movimentação externa e isso deixaria os veículos que estavam em sequência, em espera na linha, gerando o gargalo da linha final. Desta forma, a adição de recursos no ponto do processo que é gargalo se justifica, de acordo com os preceitos da Teoria das Restrições e seus passos, em especial, o de “explorar a restrição”, i.e., acrescentar mão de obra e ter foco na qualidade, para maximizar o desempenho do sistema produtivo (COX; SCHLEIER, 2010).

Com a implementação das ações no posto de linha final, o time validou os resultados, medindo novamente o tempo da operação de uma amostra de cinco veículos, conforme

mostrado nas Tabelas 7 a 11. De acordo com a análise das amostras, no passo 7, notamos uma diminuição no tempo de movimentação dos veículos para a área externa de retrabalho ao compararmos com as mesmas atividades desenvolvidas antes das melhorias (Tabelas 1 a 5).

Tabela 7: Análise da 1ª amostra após melhorias.

Atividade	Descrição	Tempo (s)	VA/NVA
1	Verificar status do veículo	5	NVA
2	Retrabalho rápido?	20	NVA
5	Recebeu liberação?	30	NVA
7	Direcionar veículo para área externa (retrabalho)	244	NVA
Total		299	NVA

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8: Análise da 2ª amostra após melhorias.

Atividade	Descrição	Tempo (s)	VA/NVA
1	Verificar status do veículo	5	NVA
2	Retrabalho rápido?	20	NVA
5	Recebeu liberação?	30	NVA
7	Direcionar veículo para área externa (retrabalho)	239	NVA
Total		294	NVA

Fonte: Autoria própria.

Tabela 9: Análise da 3ª amostra após melhorias.

Atividade	Descrição	Tempo (s)	VA/NVA
1	Verificar status do veículo	20	NVA
2	Retrabalho rápido?	10	NVA
5	Recebeu liberação?	5	NVA
6	Direcionar veículo para teste na esteira	60	NVA
Total		95	NVA

Fonte: Autoria própria.

Tabela 10: Análise da 4ª amostra após melhorias.

Atividade	Descrição	Tempo (s)	VA/NVA
1	Verificar status do veículo	15	NVA
2	Retrabalho rápido?	20	NVA
5	Recebeu liberação?	18	NVA
7	Direcionar veículo para área externa (retrabalho)	252	NVA
Total		305	NVA

Fonte: Autoria própria.

Tabela 11: Análise 5ª amostra após melhorias.

Atividade	Descrição	Tempo (s)	VA/NVA
1	Verificar status do veículo	16	NVA
2	Retrabalho rápido?	10	NVA
5	Recebeu liberação?	20	NVA
7	Direcionar veículo para área externa (retrabalho)	250	NVA
Total		296	NVA

Fonte: Autoria própria.

O posto agora atua dentro da sua capacidade e, mesmo que haja algum contratempo na movimentação de um veículo, e que o tempo exceda a capacidade, como aconteceu na Amostra 4 mostrada na Tabela 10, o posto não ficará sozinho pelo fato de agora haver dois operadores atuando em revezamento. Nesse sentido, ao avaliar a capacidade nesse novo

cenário, conforme mostrado na Tabela 12, constata-se que as ações de melhoria foram efetivas e agora o posto atua basicamente dentro da capacidade preconizada pelo time da engenharia.

Tabela 12: Capacidade do posto por amostra após melhorias.

Amostra	Tempo atual de operação (s)	Capacidade x takt time	Análise
1	299	99,67%	ok
2	294	98,00%	ok
3	95	31,67%	ok
4	305	101,67%	Tempo acima do takt time
5	296	98,67%	ok

Fonte: Autoria própria.

Com isso, o novo processo para movimentação dos veículos foi implementado, todos os envolvidos treinados e os indicadores foram monitorados por três meses, março, abril e maio, conforme pode ser visualizado na Figura 7.

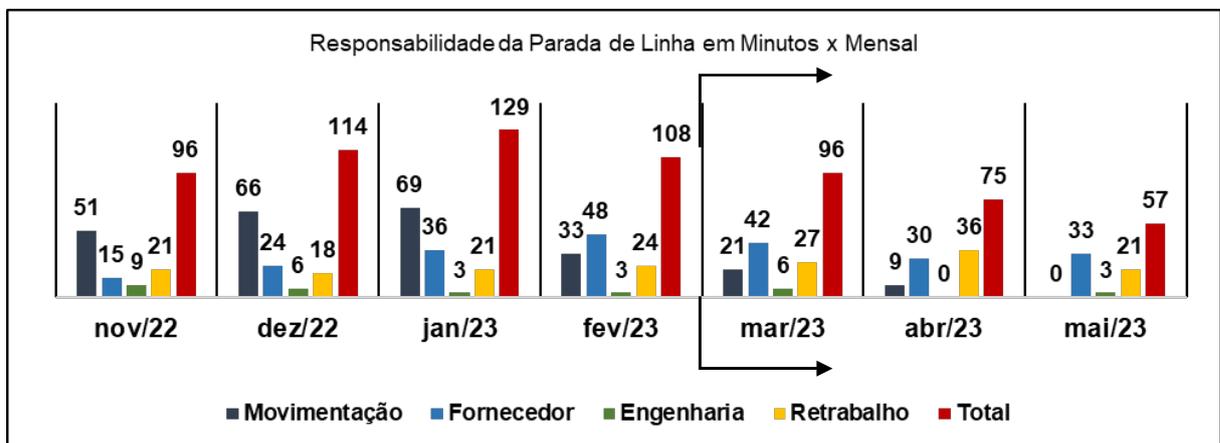


Figura 7: Indicador de parada de linha pós melhorias.

Fonte: Autoria própria.

É possível observar na Figura 7 que, a partir da implementação das ações de melhoria (demarcado a partir das setas), houve redução das paradas de linha por movimentação. Desta forma, após as evidências de que as melhorias foram eficazes e trouxeram para zero a quantidade de parada de linha sob responsabilidade das movimentações, a melhoria foi apresentada, bem recebida e aprovada pela Direção da fábrica.

5. CONCLUSÃO

O objetivo deste estudo foi a implementação de ações para o aprimoramento no setor final de uma linha de montagem em uma indústria de veículos comerciais, visando resolver o problema de interrupção da produção. Para alcançar esse objetivo, foi realizada uma análise detalhada do processo atual, além do envolvimento ativo das equipes envolvidas, aproveitando seus conhecimentos técnicos e experiência.

O setor de montagem é de extrema importância para a entrega de volume de uma indústria. Ele desempenha um papel crucial na integração de componentes, garantia de qualidade, eficiência de produção e cumprimento de prazos de entrega. Através de uma montagem eficiente e precisa, esse setor permite que a indústria atenda à demanda do mercado e entregue um maior volume de produtos aos clientes.

Durante o desenvolvimento do trabalho, ficou evidente a necessidade de empregar ferramentas de estudo de tempos e movimentos. Através da aplicação do método de mapeamento do processo em conjunto com a cronoanálise, foi possível identificar o principal ponto de maior impacto na interrupção da linha de produção. Além disso, a utilização de ferramentas de qualidade, como o diagrama de Ishikawa e a técnica de brainstorming, revelaram-se fundamentais na investigação das causas raiz e na implementação de ações de melhoria.

A equipe envolvida também identificou a necessidade de padronizar as operações por meio da implementação de procedimentos para garantir a qualidade dos processos. Foi constatado o impacto positivo das ações de melhoria, com a diminuição das paradas de linha, evidenciando assim que os objetivos da pesquisa foram atingidos.

O método utilizado na presente pesquisa pode ser aplicado para investigar problemas relacionados a gargalos em diferentes áreas da linha de produção, como montagem, soldagem e pintura. Além disso, outras montadoras e fábricas de diferentes setores podem se beneficiar desse estudo, tornando-o uma ferramenta compatível para aumentar a eficiência da produção.

6. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A. & ROCHA, P. Sincronismo Organizacional. São Paulo: Saraiva, 2012.

BLATI, A. C.; CORDEIRO, W. L. & KELENCY, L. G. Balanceamento de operações: aplicação da ferramenta de balanceamento de operações em uma linha de produção de bombas de combustíveis, 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2010.

BREGINSKI, R. Balanceamento e sequenciamento de linhas de montagem de modelo misto, 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

CANTIDIO, S. Padronização do Processo. Disponível em:
<http://www.administradores.com.br/artigos/padronizacao-do-processo>. Acesso em: 4 jun. 2023.

CHEUNG, Y.; BAL, J. Process analysis techniques and tools for business improvements. Business Process Management Journal, v. 4, n. 4, 1998.

COSTA E. P. & POLITANO P. R. Modelagem e mapeamento: técnicas imprescindíveis na gestão de processos de negócios In: XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Rio de Janeiro. 2008. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_tn_sto_069_496_11484.pdf. Acesso em: 15 fev. 2023.

COUTINHO, C. P. & BOTTENTUIT JUNIOR, J. B. Utilização da técnica do brainstorming na introdução de um modelo de e/b-learning numa escola profissional portuguesa: a perspectiva de professores e alunos. Artigo em ata de conferência, 2007, p. 1-17. Disponível em:
<https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/7351/1/Discurso,metodologia%20e%20tecnologia.pdf.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2022.

COX, J. F. & SCHLEIER, J. G. Theory of Constraints Handbook. New York: McGraw-Hill, 2010.

FERREIRA FILHO, V. S.; DELAMARO, M. C.; MARINS, F. A. S. & ROCHA, H. M. The Government as an inducer of the automotive industry: propositions for Brazilian automotive sector. PRODUCTION (ABEPRO), v. 32, p. e20220055, 2022.

GOMES, D. Mapeamento de processos como ferramenta de avaliação de processo produtivo, 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, 2009.

GONÇALVES, J. E. As empresas são grandes coleções de processo. Revista de Administração de Empresas, v. 40, n. 1, p. 6-19, Mar. 2000.

HARRIS, R. Técnicas para o Pensamento Criativo. 2002. Disponível em:
<https://fddocuments.net/document/creative-thinking-by-robert-harris.html?page=1> . Acesso em: 12 nov. 2022.

IWAYAMA, H. Basic Concept of Just-in-time System, mimeo, IBQP-PR, Curitiba, PR, 1997.

KUMAR, D. M. Assembly line balancing: a review of developments and trends in approach to industrial application. Global Journal of Research in Engineering, 2013. Disponível em: https://globaljournals.org/GJRE_Volume13/4-Assembly-Line-Balancing-A-Review-of.pdf. Acesso em: 04 jan. 2023.

KUTNEY, P. Mercado de caminhões deve seguir crescendo em 2022. Automotive business, São Paulo, nov. 2022. Disponível em: <https://encr.pw/aaXWu>. Acesso em: 05 dez. 2022.

NASCIMENTO, L. O.; MUNIZ JUNIOR, J.; ROCHA, H. M. & RANGEL, L. A. D. Flexibility assessment to mitigate complexity: trucks production analysis. International Journal of the Analytic Hierarchy Process, v. 9, p. 48-63, 2017.

PALADINI, E. & CARVALHO, M. Gestão da Qualidade: Teorias e casos. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2012.

PAVANI O. J. & SCUCUGLIA R. Mapeamento e Gestão por Processos – BPM (Business Process Management) São Paulo: M. Books, 2011.

PRADELLA, S. Gestão de processos da teoria à prática – Aplicando a Metodologia de Simulação para a Otimização do Redesenho de processos. São Paulo: Atlas, 2012.

SILVA, R. Impactos do retrabalho na produção automotiva, 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

SIVASANKARAN, P. & SHAHABUDEEN, P. Literature review of assembly line balancing problems. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, v. 73, n. 9-12, p. 1665- 1694, 2014.

TAKASHINA, N. T. Indicadores da qualidade e do desempenho: como estabelecer metas e medir resultados. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.

TOLEDO, I. F. B. Cronoanálise. 2004. São Paulo: Assessoria Escola Editora, 2004. 206 p.

VERNADAT, F. B. Enterprise Modeling and Integration: principles and applications, Chapman & Hall, London, 1996.