

## BALANCEAMENTO DE LINHA: ANÁLISE DO PROCESSO DE MONTAGEM DE UMA EMPRESA DO SETOR AUTOMOBILÍSTICO

Fernando de Araújo, UFCAT, [faraujo@ufg.br](mailto:faraujo@ufg.br)

Anderson Clayton Lima Alencar, UFCAT, [anderson\\_claytonlima@outlook.com](mailto:anderson_claytonlima@outlook.com)

Karen Samua Cantanhede de Souza, UFCAT, [karensamua@gmail.com](mailto:karensamua@gmail.com)

Karina Peixoto de Oliveira, UFCAT, [karina\\_peixoto@hotmail.com](mailto:karina_peixoto@hotmail.com)

Nilmar Natanael Alves Rodovalho, UFCAT, [nilmarrodov@gmail.com](mailto:nilmarrodov@gmail.com)

**Resumo:** No cenário globalizado atual, as indústrias cada vez mais têm buscado se encaixar no conceito da indústria 4.0. A chamada Quarta Revolução Industrial traz consigo a notoriedade do uso de tecnologias para fazer a interface entre as máquinas e os seres humanos, descentralizando as decisões e criando cópias virtuais do que acontece no plano real. Tendo em vista essa realidade, o balanceamento de linhas, deve ser feito de forma controlada, física e sistematicamente, e se dá em nivelar uma linha de montagem dando a mesma carga de trabalho às pessoas e máquinas em um fluxo de produção. Na empresa estudada, podem ser de dois tipos: abastecimento por chamada-cartão e de peças sequenciadas. Diante disso, os objetivos deste trabalho são os de analisar as atividades que acarretam em desperdícios no abastecimento da linha de montagem de um determinado veículo em uma indústria do ramo automobilístico e propor melhorias que eliminem esse gargalo através de técnicas de balanceamento de linha.

**Palavras-chave:** Balanceamento de Linha, Linha de Montagem, Indústria Automobilística

### 1. INTRODUÇÃO

As atividades das primeiras empresas da indústria automobilística brasileira consistiam apenas na montagem de veículos, o que as caracterizava como montadoras. Segundo Correia (2008), em 1908, a empresa Grassi, até então apenas fabricante de carrocerias, começou a montar ônibus. Em 1919, a empresa Ford começou a montar o conhecido modelo Ford T. Já em 1925, a *General Motors* estabeleceu uma linha de montagem no Brasil, e no ano seguinte a *International Harvester* se instalou no país.

Conforme Correia (2008), por meio da criação do órgão governamental GEIA em junho de 1956, o Governo de Juscelino Kubitschek incentivou a fabricação local dos veículos automotores. Um parque industrial foi criado, sendo constituído por fábricas, redes de fornecedores de autopeças e serviços periféricos de infraestrutura. Na década de 1980, começaram a ocorrer mudanças significativas no setor automobilístico brasileiro, pois deu-se início a um novo modelo de produção, com os chamados carros mundiais, tendo veículos e peças fabricadas a partir de um mesmo desenho em diversos países.

Na década de 1990, houve uma reestruturação do setor brasileiro, com a consolidação do Brasil no comércio internacional, tornando-se um mercado propício, o atraindo investidores internacionais. Com 12 marcas distribuídas em seu território: Agrale, Ford, Volkswagen, Engesa, Fiat, General Motors, Gurgel, Karmann Ghia, Mercedes Benz, Scania, SR Veículos Especiais, Toyota e Volvo (PIMENTA, 2002).

No início do século XXI, em 2000, o país detinha a produção de 20 modelos de veículos. No mundo a quantidade de veículos produzidos era 57.540 milhões de unidades de veículos em 2000. A indústria automobilística brasileira produzia o equivalente a 2,9% da produção mundial – equivalente a produção de 1.671 milhões de veículos (ANFAVEA, 2010).

De acordo com Anfavea (2020), o setor automotivo brasileiro enfrentou seu momento de maior crise ao longo da década iniciada em 2010, apesar da recuperação verificada nos últimos três anos. A média de crescimento anual do PIB nesses 10 anos foi de meros 1,39%. Crescimento ínfimo considerando o aumento populacional. O Brasil viveu uma década de estagnação no setor da indústria automobilística brasileira.

Já nos dias atuais, tem-se ouvido falar sobre os conceitos da Indústria 4.0, em que conforme é dito por Cavalcanti e Nogueira (2017) se caracteriza como uma revolução na qual se utilizam máquinas gerenciadas por inteligência computacional, sendo assim considerada uma revolução digital que visa modernizar os processos existentes nas empresas. Diante desse fato, nota-se que o uso das tecnologias, bem como de diversos softwares de planejamento e controle, dentro das organizações tem sido uma importante ferramenta de auxílio no controle mais eficiente das atividades, reduzindo desperdícios de tempo, movimentação e recursos.

A montagem de um produto ou item que componha o produto final consiste de um conjunto de atividades que agregam valor ao produto, caracterizando a necessidade de uma linha de montagem. As atividades executadas na linha de montagem de um produto são determinadas na sua qualidade final do produto, e na sua produção em si, como tempo de mercado e de entrega.

A maneira como a linha será projetada definirá seu grau de eficiência, bem como a qualidade dos itens ali produzidos/montados. Fernandes e Godinho (2010) consideram o balanceamento da linha como o problema fundamental de uma linha de montagem, sendo este problema conhecido na literatura como *Assembly Line Balancing Problem* (ALBP), no qual a tarefa do balanceamento de linha é atribuir as tarefas aos postos de trabalho a um determinado número de estações de trabalho, respeitando a ordem de precedência e de forma que alguma medida de eficiência seja otimizada.

No ambiente competitivo no qual as organizações se encontram atualmente, onde qualquer desperdício, seja ele de tempo, material, movimentação desnecessária, ou retrabalho, pode colocar em risco o bom funcionamento de um sistema de produção, gerando custos e impactando na satisfação do cliente, todo desperdício deve ser eliminado de forma a garantir que os recursos estejam disponíveis para entregar o produto dentro do prazo estabelecido, desta forma, realizar o balanceamento da linha de produção de forma adequada assegurando a intermitência do fluxo de produção é uma tarefa essencial.

Portanto para ter processos produtivos enxutos, é imprescindível que organizações se concentrem em garantir o fluxo contínuo de seus produtos através de uma linha sem interrupções, dando ênfase somente nas atividades que agregam valor, além de buscar a promoção de uma cultura em que todos busquem a melhoria dos processos de forma contínua. O sistema deve ser puxado pelo cliente e o reabastecimento deve ocorrer em pequenos intervalos, somente referente ao que a etapa seguinte irá consumir. (LIKER, 2005).

Na empresa utilizada como objeto de estudo para este trabalho, o processo de abastecimento da linha de montagem é dividido em dois tipos: o abastecimento por chamada-cartão e de peças sequenciadas. O primeiro é regido por um sistema *kanban*, onde cada item enviado para a linha de montagem possui seu respectivo cartão associado, e desta forma diariamente, ou assim que o estoque da linha estiver com um volume baixo de peças, um operador retira os cartões e os leva de volta ao estoque, onde ele realiza uma operação denominada *repack*, na qual são realizadas compras utilizando um dispositivo portátil conectado à rede intranet da empresa, que realiza a leitura das etiquetas dos itens e deduz a quantidade a ser enviada para a linha do saldo sistêmico do estoque. Essa operação é realizada para cada cartão coletado na linha. Já o abastecimento do tipo sequenciado é realizado para as peças que são designadas a serem montadas em uma certa ordem, de acordo com o que é definido na ordem de produção do veículo.

Tendo em vista os fatores aqui apresentados, o objetivo deste trabalho é analisar as atividades que acarretam em desperdícios da linha de montagem de um determinado veículo da empresa em questão

e propor melhorias que eliminem esse gargalo com técnicas de balanceamento de linha a fim de colaborar com o aumento da produtividade e redução dos custos.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Indústria Automobilística**

Tendo em vista a realidade atual do mundo globalizado em que os conceitos da indústria 4.0 têm sido cada vez mais abordados e adotados pelas empresas, no qual o intuito é o de fazer a interface entre máquina e homem, o balanceamento de linhas, deve ser feito de forma controlada, física e sistematicamente, e se dá em nivelar uma linha de montagem dando a mesma carga de trabalho às pessoas e máquinas em um fluxo de produção. O abastecimento de linhas por sua vez, se baseia em alimentar a linha no momento certo, evitando movimentações desnecessárias e o desperdício de tempo e materiais.

De acordo com Lima *et al* (2004), as indústrias se deparam por diversas vezes com mudanças relacionadas aos seus processos produtivos. Entretanto, fatores como qualidade, confiabilidade, flexibilidade e velocidade de entrega aos clientes, não devem ser alterados, a não ser que sejam aprimorados. Ainda de acordo com os autores, a incessante busca pela fidelização e conquista de novos clientes, bem como a busca pela continuidade, faz com que as organizações busquem pela melhoria de sua produtividade.

Para Silva (2001), a indústria automobilística brasileira se modifica gradualmente, para acompanhar mudanças e exigências econômicas de um mercado muito competitivo. É imperativo fazer investimentos para modernizar o parque industrial, há crescente cobrança por qualidade de seus produtos e as estratégias locais são apontadas pelas mundiais. Assim, as perspectivas do mercado automobilístico brasileiro são apoiadas nessas transformações, as estratégias das empresas do setor direcionam o mercado, o que impacta a competitividade setorial.

Segundo Andrade (2015), o contexto atual da indústria automobilística, apesar de ainda preservar características da revolução produtiva concebida por Ford nos primeiros anos do século XX, tem grandes distinções. Sendo que, na atualidade diversos processos são controlados via computadores, tendo a presença de mão de obra robotizada operando de modo autônomo, ou por meio da interação com trabalhadores.

Para Daudt e Willcox (2018), existem diversos indícios de que a indústria automobilística irá sofrer importantes modificações nas próximas décadas, por conta de fatores como a mudança climática e o pacto pela redução da emissão de gases do chamado efeito estufa. Já que as emissões geradas pelo setor automotivo é alvo de crescente preocupação de órgãos governamentais. Ainda pode ser citado a questão de se encontrar uma alternativa aos combustíveis fósseis, que não são de fontes renováveis.

### **2.2. Balanceamento de Linha**

O balanceamento de linha consiste nos processos que visam entender o nível da empresa em relação a sua produtividade, como a atual situação da distribuição de tarefas e demandas dentro da empresa, tendo como objetivo diminuir os gargalos de produção. Para Kumar (2013), o balanceamento de linha é o nivelamento da carga de trabalho ao longo do fluxo de valor para remover gargalos e excesso de capacidade. A meta do balanceamento de linha é empregar eficientemente os recursos produtivos (HAZIR; DOLGUI, 2014).

De acordo com Sivasankaran e Shahabudeen (2014), a eficácia de uma alternativa é avaliada e levada em conta quanto ocioso, ela gera. Para se iniciar um balanceamento é necessário definir os

limites técnicos da capacidade de produção, bem como o tempo do ciclo que é disponível em cada posto de trabalho de uma linha de produção. Na atribuição de tarefas às estações de trabalho possui papel fundamental para cada setor que formam a linha de montagem, assim o principal fator considerado é o TC ou tempo de ciclo, que é o tempo máximo que cada processo deve levar para ser concluído. Logo, as estações demandem aproximadamente o mesmo tempo para a execução das tarefas a elas destinadas. Isto minimiza o tempo ocioso de mão-de-obra e de equipamentos.

Os trabalhos ou tarefas devem ser analisados separados e cronometrados individualmente, e depois de um determinado número de repetições, serão calculadas as medidas dos tempos e então coletadas Kumar (2013). A análise do balanceamento de linhas de produção define quantas estações de trabalho a linha terá e quais tarefas atribuir a cada uma a fim de que o número mínimo de trabalhadores e a quantidade mínima de máquinas sejam usados para fornecer a quantidade necessária de capacidade.

O objetivo é reduzir o número de estações de trabalho dado um tempo de ciclo ou diminuindo o tempo de ciclo dado o número de estações de trabalho (MAKE; RASHID; RAZALI, 2016).

Para Rocha (2005), balancear uma linha de produção é ajustá-la às necessidades da demanda, maximizando a utilização dos seus postos ou estações, buscando unificar o tempo unitário de execução do produto em suas sucessivas operações. Davis (2001) define as etapas do balanceamento de linha de produção da seguinte forma:

- a) Especificar a relação sequencial entre as tarefas, utilizando um diagrama de precedência;
- b) Determinar o tempo de ciclo necessário;
- c) Determinar o número mínimo teórico de estações de trabalho;
- d) Selecionar uma regra básica na qual as tarefas têm de ser alocadas às estações de trabalho e uma regra secundária para desempatar;
- e) Delegar tarefas, uma de cada vez, à primeira estação, até que a soma dos tempos seja igual ao tempo de ciclo. Repetir o processo nas estações seguintes e avaliar a eficiência da linha.

Conforme é dito por Escarabelin (2016), as empresas têm buscado cada vez mais aprimorar seus processos produtivos com o intuito de reduzir custos operacionais e melhorar sua eficiência. A escassez de recursos financeiros acarreta em uma busca por parte das empresas de buscarem garantir um fluxo saudável, reduzindo seus estoques e procurando não interferir nos seus processos produtivos. Em sua pesquisa Escarabelin (2016) objetivou aprimorar o processo de abastecimento de uma empresa que adota um sistema de produção sob encomenda, reduzindo a quantidade de horas de parada na linha, com o auxílio de ferramentas relacionadas ao pensamento enxuto aplicado na logística, sistema kanban, dentre outros.

Almeida (2015) relata em sua pesquisa que Taiichi Ohno observou que nos supermercados dos Estados Unidos da América existem vários produtos expostos, os quais são retirados das prateleiras pelos clientes e colocados em seus carrinhos. Simultaneamente, um funcionário realiza a reposição desses produtos a fim de que não haja furos. Almeida (2015) relata ainda que nas organizações funciona da mesma forma, se acompanharmos o raciocínio. O operador atuante na linha de produção vai até o estoque e retira os insumos necessários, os quais são geralmente indicados nos cartões kanbans, e colocados em um transportador. Em seguida outro operador realiza a reposição do estoque.

### 3. METODOLOGIA

Do ponto de vista dos objetivos, este trabalho pode ser classificado como uma pesquisa exploratória de caráter quantitativo, já em relação aos procedimentos técnicos, ele pode ser considerado um estudo de caso, que de acordo com Gil (2008), consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento.

Para a elaboração deste trabalho, foram feitas visitas à empresa, onde foram realizadas entrevistas semiestruturadas junto aos supervisores e colaboradores responsáveis pela parte do processo que seria utilizada como objeto de estudo, desta forma, inicialmente foram levantadas algumas informações necessárias para se desenvolver uma visão macro acerca do processo e buscar saber a relação entre as atividades, bem como a importância de cada uma delas. Também foram solicitados dados referentes aos tempos de execução de cada tarefa, a demanda e também o número de colaboradores e sua função em cada posto de trabalho, afim de se ter informações suficientes para descrever como é feito o processo de balanceamento de linha de produção na empresa.

Por fim, com o objetivo de sugerir soluções ou levantar oportunidades de melhoria para o cenário observado, foi utilizada técnica de brainstorming não estruturado, que de acordo com Brassard (2004), é utilizado como forma de estimular o surgimento de ideias de forma espontânea, conforme o domínio que cada participante possui do assunto.

### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo foi realizado em uma montadora de veículos de grande porte, que emprega mais de 2000 funcionários direta e indiretamente e possui capacidade instalada capaz de produzir mais de 28.000 unidades por ano, com flexibilidade para montar até 30 versões diferentes de veículos simultaneamente. Atualmente a produção de veículos nacionais acomoda 4 modelos diferentes e suas variações e para a realização deste estudo foi escolhido um modelo cuja produção média mensal é de 220 unidades.

Vale ressaltar que o volume produzido do modelo em questão no mês utilizado como base de cálculo para este estudo é referente a um mês atípico, onde a produção de um dos outros modelos foi consideravelmente aumentada para atender demandas mais urgentes, logo é esperado que a eficiência da linha do modelo utilizado no estudo seja menor do que a eficiência referente a um mês com um volume de produção considerado normal.

Para a realização do trabalho, inicialmente foi realizado o cálculo do *Takt Time*. Primeiramente foram coletados os dados referentes ao tempo disponível de trabalho por turno. Sabendo que a empresa opera 8 horas por dia de segunda a quinta e 7 horas às sextas-feiras (subtraindo intervalo para refeição), e que a mesma possui dois intervalos de 15 minutos por dia, e possui 21 dias de trabalho em um mês considerado típico, o tempo disponível de trabalho será igual a 152,5 horas por mês que equivalem a 9.150 minutos por mês. Desta forma, o *Takt Time* será dado conforme Eq.(1).

$$Takt\ Time = \frac{9150\ min}{220\ unidades} = 41,59\ min/unidade \quad (1)$$

O processo de montagem utilizado como objeto de estudo deste trabalho é o assoalho da carroceria do veículo, montado no setor de *body shop*. A estrutura metálica do assoalho é composta por três partes pré-montadas. A parte frontal, que é produzida em uma estação de sub-montagem paralela à linha de produção principal, e as partes traseira e dianteira, as quais foram utilizadas para realização do balanceamento da linha de produção. Após definir o escopo do trabalho, foram coletadas a duração de cada atividade e foi estruturado o diagrama de precedência, como mostra a Figura 1.

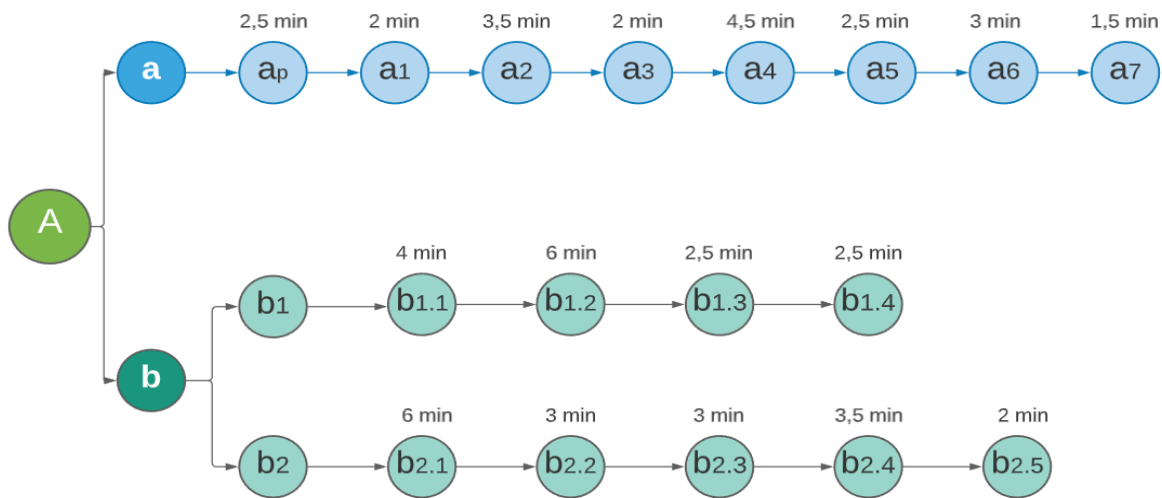


Figura 1: Diagrama de Precedência (Fonte: Elaborado pelos autores)

Sabendo que o tempo de ciclo é calculado como o quociente do tempo disponível de trabalho por dia pela demanda diária, e tendo em vista que a empresa opera com 39 horas semanais, foi considerado um tempo disponível de trabalho de 7,8 horas por dia, que equivalem a 468 minutos. Visto que a demanda diária real varia de acordo com fatores internos e externos à empresa, foi considerado a demanda média por dia, que é de 11 unidades. Sendo assim, o tempo de ciclo foi calculado da seguinte conforme Eq.(2).

$$C = \frac{468 \text{ min/dia}}{11 \text{ unidades/dia}} = 42,54 \frac{\text{min}}{\text{unidade}} \quad (2)$$

O conteúdo de trabalho por unidade equivale a soma da duração das atividades. Portanto o cálculo do número mínimo de postos de trabalho é obtido conforme Eq.(3).

$$N = \frac{54}{42,54} = 1,26 \cong 2 \quad (3)$$

Portanto é necessário ter no mínimo dois postos de trabalho. O próximo passo foi o cálculo da eficiência atual da linha conforme consta na Tabela 1.

Tabela 1: Eficiência da linha – cenário atual (Fonte: Elaborado pelos autores).

	Posto 1	Posto 2	Posto 3	Total
Tarefas	ap, a1, a2, a3, a4, a5, a6, a7	b1.1, b1.2, b1.3, b1.4	b2.1, b2.2, b2.3, b2.4, b2.5	
Tempo Consumido	21,5	15,0	17,5	54,0
Tempo Disponível	42,5	42,50	42,50	127,5
Eficiência	50,59%	35,29%	41,18%	42,35%

Utilizando o número ideal de postos de trabalho, calculado anteriormente, e alocando os processos de montagem b1.1 até b1.4 no posto de trabalho 1, foi possível aumentar a eficiência total da linha em cerca de 50%, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2: Eficiência da linha – cenário com 2 postos de trabalho (Fonte: Elaborado pelos autores).

	Posto 1	Posto 2	Total
Tarefas	ap, a1, a2, a3, a4, a5, a6, a7, b1.1, b1.2, b1.3, b1.4	b2.1, b2.2, b2.3, b2.4, b2.5	
Tempo Consumido	36,5	17,5	54,0
Tempo Disponível	42,5	42,50	85,0
Eficiência	85,88%	41,18%	63,53%

Como apresentado na Tabela 2, a eficiência total da linha resultou em um valor considerado baixo, este resultado já era esperado, visto que as atividades utilizadas como base do cálculo representam apenas uma parte do processo, e o volume de produção é referente a um mês atípico. Na rotina de trabalho real, os colaboradores são flexíveis e acompanham a montagem de outras partes do veículo, sendo realocados em outros postos de trabalho de forma alternada a fim de manter a cadência da produção de acordo com o *Takt Time*. Desta forma para trabalhos futuros é sugerido que seja feito um estudo mais aprofundado, englobando todo o processo de montagem da carroceria.

## 5. CONCLUSÃO

Diante de todo o conteúdo apresentado, nota-se que o uso das tecnologias, bem como de diversas ferramentas de planejamento e controle, dentro das organizações tem sido uma importante ferramenta de auxílio no controle mais eficiente das atividades, reduzindo desperdícios de tempo, movimentação e recursos.

No decorrer do trabalho pôde-se observar como a utilização do balanceamento de linha pode funcionar como um importante aparato na configuração de uma linha de produção mais eficiente. Com o auxílio das técnicas de balanceamento de linha, foi possível aumentar em cerca de 50% a eficiência da sub-montagem da carroceria do veículo em estudo. Para trabalhos futuros, pretende-se avaliar toda a linha de montagem da carroceria de modo a buscar a melhor distribuição de postos de trabalho bem como a redução da movimentação e da ociosidade, trazendo mais ganho à organização.

## 6. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D. A. P. de. Aplicação de Técnicas de Melhoria Contínua ao Abastecimento de Linhas de Montagem. 2015. Disponível em: <<https://repositorioaberto.up.pt/bitstream/10216/79414/2/35557.pdf>>. Acesso em 16 out 2020. Acesso em 15 out 2020.
- ANDRADE, L. J. de. Análise da movimentação de materiais em uma montadora de veículos pesados. 2015.
- ANFAVEA (2010). Anuário da indústria automobilística brasileira 2010. São Paulo: Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea).
- ANFAVEA (2020). Anuário da indústria automobilística brasileira 2020. São Paulo: Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea).

- BRASSARD, M. Qualidade: ferramentas para uma melhoria contínua. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 1994.
- CAVALCANTI, L. L.; NOGUEIRA, M. S. Futurismo, Inovação e Logística 4.0: desafios e oportunidades. VII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, 2017. Disponível em: <[https://scholar.google.com.br/citations?user=GhC2xlQAAAAJ&hl=pt-BR#d=gs\\_md\\_cita-d&u=%2Fcitations%3Fview\\_op%3Dview\\_citation%26hl%3Dpt-BR%26user%3DGhC2xlQAAAAJ%26citation\\_for\\_view%3DGhC2xlQAAAAJ%3Au-x6o8ySG0sC%26tzom%3D180](https://scholar.google.com.br/citations?user=GhC2xlQAAAAJ&hl=pt-BR#d=gs_md_cita-d&u=%2Fcitations%3Fview_op%3Dview_citation%26hl%3Dpt-BR%26user%3DGhC2xlQAAAAJ%26citation_for_view%3DGhC2xlQAAAAJ%3Au-x6o8ySG0sC%26tzom%3D180)>. Acesso em 15 out 2020.
- CORREIA, J. C. Impactos da indústria automobilística nas cidades do Estado de São Paulo e suas transformações em função do processo industrial. 2008. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo.
- DAUDT, G.; WILLCOX, L. D. Indústria automotiva. In: PUGA, F.; CASTRO, L.B. (orgs). Visão 2035: Brasil, país desenvolvido: agendas setoriais para alcance da meta. 1 ed. Rio de Janeiro, BNDES, 2018.
- DAVIS, M; AQUILANO, N; CHASE R. Fundamentos da Administração da Produção. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- ESCARABELIN, C. M. F. Melhorias no processo de abastecimento de linhas de produção sob encomenda. 2016. Disponível em: <[http://alt.fec.unicamp.br/tcc/T18\\_MELHORIAS%20NO%20PROCESSO%20DE%20ABASTECIMENTO%20DE%20LINHAS%20DE%20PRODU%3%87%3%83O%20SOB%20ENCOMENDA.pdf](http://alt.fec.unicamp.br/tcc/T18_MELHORIAS%20NO%20PROCESSO%20DE%20ABASTECIMENTO%20DE%20LINHAS%20DE%20PRODU%3%87%3%83O%20SOB%20ENCOMENDA.pdf)>. Acesso em 16 out 2020.
- FERNANDES, F. C. F. & GODINHO, F. M. Planejamento e controle da produção: dos fundamentos ao essencial, Editora Atlas. 2010.
- GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- HAZIR, O., & DOLGUI, A. (2014). Robust assembly line balancing: state of the art and new research perspectives. (Cap. 9, pp. 211-223). Hauppauge, NY: Nova Science Publishers.
- KUMAR, D. M. (2013). Assembly line balancing: a review of developments and trends in approach to industrial application. Global Journal of Research In Engineering, 13/2.
- LIKER, J.K. (2005) O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre: Bookman.
- LIMA, E. O; SILVA, E. M. da; LUCAS, D. R; JÚNIOR, V. U. Logística aplicada ao abastecimento de uma linha de montagem. XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, 2004. Disponível em: <[http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2009/anais/arquivos/RE\\_0078\\_0008\\_01.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2009/anais/arquivos/RE_0078_0008_01.pdf)>. Acesso em 15 out 2020.
- MAKE, M. R. A., RASHID, M. F. F. A., RAZALI, M. M. (2016). A review of two-sided assembly line balancing problem. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 1-21.
- PIMENTA, L. J. A crise na rede concessionárias de automóvel no Brasil. 157f. Dissertação (Mestrado), Universidade Salvador, Salvador, BA, Brasil, 2002.
- ROCHA, D. R. Balanceamento de linha: Um enfoque simplificado. 2005. Disponível em <<http://www.fa7.edu.br/rea7/artigos/volume2/artigos/read3.doc>>. Acesso em 16 out 2020.
- SILVA, C. L. da. Competitividade e estratégia empresarial: um estudo de caso da indústria automobilística brasileira na década de 1990. Revista da FAE, v. 4, n. 1, 2001.
- 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.





Simpósio de Engenharia de Produção  
Universidade Federal de Catalão  
24 a 26 de agosto de 2021, Catalão, Goiás, Brasil

## **7. DIREITOS AUTORAIS**

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.