



LEAN MANUFACTURING NA INDÚSTRIA TÊXTIL: UM RECORTE TEÓRICO DA FERRAMENTA TAKT TIME

Paula Malburg Rebelo (UFSC campus Blumenau) paularebelo@hotmail.com
Ana Julia Dal Forno (UFSC campus Blumenau) ana.forno@ufsc.com.br

Resumo

Diante de um mercado globalizado e a busca por melhoria contínua, empresas de todos os setores buscam cada vez mais implementar o conceito *lean manufacturing* a fim de aprimorar os processos, identificar as oportunidades, reduzir os desperdícios e atividades sem valor agregado. Por sua vez, este conceito é desdobrado em diversas iniciativas, sendo uma delas o *takt time*. *Takt time* é uma das primeiras ferramentas que deve ser utilizada para mapeamento dos processos e por consequência, melhoria da produção como um todo. Este conceito ainda é pouco aplicado na indústria têxtil, porém este trabalho busca, através de exemplos práticos, demonstrar de forma descritiva, exploratória e qualitativa, a aplicação do *takt time* e resultados encontrados através da utilização do mesmo. O presente estudo irá abordar a análise de onze casos práticos encontrados na literatura, dentro do segmento têxtil ao redor do mundo e, também apresentar com dados os reais resultados e oportunidades encontrados com a utilização do conceito. Deste modo, os resultados apontaram que é possível a aplicação da ferramenta *takt time* dentro da indústria têxtil e que a mesma pode trazer diversos ganhos, como redução do tempo de ciclo e *lead time*, além da melhoria dos números dos processos que agregam valor.

Palavras-Chaves: *Takt time*; *Lean Manufacturing*; Indústria Têxtil; Mapa de fluxo de valor.

1. Introdução

Atualmente, devido à globalização e a incansável busca por melhoria contínua, as empresas buscam cada vez mais por ferramentas e iniciativas que as ajudem promover melhores resultados. Desta forma, diversas empresas buscam adotar alguns conceitos da metodologia *Lean manufacturing*, a qual apesar de bastante conhecida hoje em dia, tem um processo de aplicação complicado (NUNESCA e AILE, 2015).

Esta metodologia, segundo Nasser (2021) surgiu em um período após a segunda guerra mundial, onde houveram problemas na cadeia de suprimentos e suas demandas, alto índice de

desperdícios e necessidade de melhoria na produtividade, tendo em vista a inviabilidade de uma produção em larga escala sem controle de matéria prima e recursos.

Com base no Sistema Toyota de Produção, que tinha como fundamento a produção enxuta, as empresas que almejavam por uma maior competitividade no mercado passaram a buscar a introdução desta metodologia, visando minimizar as perdas e custos e maximizar a produção, focando em melhores resultados. Por sua vez, Simãozinho et al. (2015) apontam a necessidade da utilização deste sistema, levando em consideração que o mesmo auxilia a organização na melhoria da eficiência e da produtividade da empresa que o implementa.

Uma das ferramentas mais utilizadas é o *takt time*, que na explicação de Liker (2013) é um termo alemão para “compasso” ou ritmo. Por sua vez, o *takt* é definido como uma medida da taxa média de demanda do cliente, ou seja, um *takt time* de 60 segundos significa que um processo, operação ou produto deve sair no fim da linha a cada 60 segundos. A fórmula 1 mostra o cálculo do *takt time*.

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tempo de trabalho disponível (1)}}{\text{Demanda}}$$

Por sua vez, o *takt time* pode ser aplicado em todos os segmentos industriais, incluindo o setor têxtil, a qual abrange diversos processos. Desta maneira, é possível encontrar diversas aplicações para a ferramenta em questão em base de dados para melhor entendimento sobre o tema e sua devida função de forma prática.

O objetivo geral deste artigo é revisar a literatura focada em aplicações da ferramenta *takt time* e o conceito *lean manufacturing* dentro das indústrias têxteis. Além disto, o artigo buscará explicar de forma clara os temas propostos a fim de disponibilizar ao leitor melhor entendimento sobre o assunto. Por fim, busca responder a seguinte pergunta de pesquisa: como é e quais são as aplicações da ferramenta *takt time* dentro do segmento industrial têxtil?

Este artigo está estruturado da seguinte forma: a seção um e dois abordam uma contextualização dos fatos e objetivo do trabalho, respectivamente. No item três é mencionado a metodologia empregada ao trabalho que descreverá os onze trabalhos encontrados ao longo da revisão sistemática da literatura, ano e o local de publicação e nome do periódico que registrou os estudos. O item quatro busca de forma breve fundamentar tópicos relevantes e a quinta demonstra os resultados e de que maneira ele foi alcançado, os

quais focarão na aplicação da ferramenta dentro da indústria têxtil. Por fim, lista-se as considerações finais e referências utilizadas para construção do artigo.

2. Metodologia

Através da busca em base de dados *Google Scholar*, *Science Direct* e *Web of Science*, utilizando as palavras-chave *takt time*, *textile industry*, *garment*, *clothing*, *apparel industry*, *lean manufacturing* e suas combinações, obteve-se onze trabalhos para serem analisados. A partir da revisão sistemática da literatura sobre os temas já mencionados, foi executada uma análise dos estudos já realizados dentro das indústrias têxteis que propõe o uso da ferramenta *takt time* e conceitos *lean manufacturing*, possibilitando a apresentação da sua aplicação neste segmento industrial.

3. Fundamentação teórica sobre *Lean manufacturing* e *Takt time*

De forma sucinta, a fundamentação teórica deste trabalho busca trazer, de forma rápida e clara, as definições e conceitos sobre *lean manufacturing* e a ferramenta *takt time* focados na indústria têxtil.

Este conceito teve origem no Japão, em torno de 1950 e segundo Moncayo (2009) esta filosofia busca encurtar o tempo entre a demanda do cliente e o produto final, gerando diversos benefícios durante este processo, como melhor qualidade e redução de desperdícios.

A Manufatura Enxuta ou também conhecida como *Lean Production* ou *Lean manufacturing*, segundo Womack e Jones (1996) é capaz de diversificar os produtos e produzir quantidades menores, focando na eliminação de desperdícios e a fabricação com qualidade. Além disso reforçam que este termo está ligado ao fato de a produção utilizar menos recursos humanos, em um espaço menor, com menos investimentos, horas, inventário e defeitos.

Além disto, Bandeira (2021) aponta a efetividade da aplicação desta metodologia focada em aumentar processos que agregam valor, reduzir processos desnecessários, utilizar menos recursos e aumentar margem de lucro em cima dos produtos.

Para reforçar o embasamento, é válida a citação de Ohno, o qual disse *lean manufacturing* é sobre a visualização do tempo do processo como um todo, desde a demanda do cliente até o faturamento do valor da venda e por sua vez reduzir este tempo, removendo os desperdícios e processos que não agregam valor” (OHNO, 1999).

Para consolidar sua fala, Bandeira (2021) ainda cita alguns grandes nomes do mercado como empresas que tiveram bons resultados adotando os conceitos lean, tais como: Ford, Nike, Toyota e Caterpillar.

O conceito takt é originado de uma palavra alemã taktzeit, onde takt significa compasso e zeit, tempo. O cálculo, de acordo com Mansur (2021), é baseado na divisão do tempo disponível por turno de trabalho pela quantidade produtos a serem produzidos dentro do tempo considerado, resultando no ritmo em que operação deve seguir.

Desta maneira Callefi e Chiroli (2016) dizem que o objetivo principal do takt time é a combinação da produção com a demanda, tendo em vista que o mesmo é quem dita o ritmo da produção.

Muitos confundem o tempo *takt* e o tempo de ciclo, porém há diferença entre os dois. Como já mencionado, o *takt* é a frequência em que a linha deve rodar e o tempo de ciclo é o tempo de execução do posto de trabalho. Portanto, nesta linha de pensamento, Mansur (2021) diz que no caso do tempo de ciclo ser maior que tempo *takt*, significa que o posto com este tempo de ciclo elevado é o gargalo da produção. O ideal é que os dois tempos mencionados estejam próximos, o que garante de certa forma que não haja ociosidade e nem gargalos operacionais, garantindo assim uma melhor eficiência e produtividade do processo.

4. Resultados

O presente artigo traz o contexto sobre *lean manufacturing* e embasamento sobre o tempo *takt* e como a metodologia propõe, neste item, serão apresentados os artigos selecionados e suas respectivas aplicações do *takt time* dentro da indústria têxtil (vide Tabela 1).

Tabela 1 – Análise dos artigos sobre takt time na indústria têxtil

Nº artigo	Autores	Aplicação
1	Maralcan e Ilhan (2017)	Demonstram a importância do cálculo do tempo takt e como a pesquisa sugere, os autores tentam demonstrar seis ferramentas que seriam eficazes e de fácil e rápida aplicação dentro do segmento têxtil
2	Leyva et al. (2018)	Retratam uma melhora drástica nos números referentes a tempo de ciclo e capacidade de produção de acordo com a demanda do cliente, através do cálculo do <i>takt time</i> .

3	İnce (2018)	Comprova uma melhoria de 43% no processo e o <i>lead time</i> melhorou em 500%. O autor ainda apoia a continuidade do trabalho para aplicação de mais iniciativas com foco em <i>lean manufacturing</i> .
4	Eryürük (2012)	Utiliza o sistema de modelagem Arena para simulação, que trouxe ótimas consequências, tendo em vista que foi possível a redução de cinco postos de trabalho dentro da linha de produção estudada.
5	Kumar e Thavaraj (2015)	Realizaram um mapeamento de fluxo de valor com base no cálculo do <i>takt time</i> de uma linha de produtos. Este cálculo foi baseado nas oito horas produção diárias, divididas pela demanda de mil e quinhentas peças por dia. O estudo comprova a eficácia do mapa de fluxo de valor e todos os desdobramentos que foram realizados a partir do mesmo para melhor identificar e entender os gaps da produção.
6	Nunesca e Amorado (2015)	Fizeram um mapa de fluxo de valor na empresa BY Garments e foi visto que os processos não são padronizados e que os operadores de produção não têm uma meta estabelecida. Assim, demonstra a necessidade do cálculo do <i>takt time</i> para controlar os desperdícios e horas de trabalho sem valor agregado. Foi evidenciado a possibilidade de redução de um posto de trabalho para cumprimento da demanda, que com o auxílio de outras ferramentas, a delimitação de uma meta de produção foi definida.
7	Kumar et al. (2017)	Em uma empresa com foco na fabricação de camisas de tecido social e seus componentes como manga, gola, punho, frente e costas, as quais são todas produzidas separadamente teve um aumento de volume. O cliente que compra este produto requer mais peças do que a linha tinha capacidade de produzir e por sua vez, se fez necessário a atuação em cima do gargalo operacional para cumprimento da demanda total, através de um novo balanceamento com base no <i>takt time</i> .
8	Delgado e Castillo (2020)	Obtiveram uma melhora de 26% no tempo de ciclo e a possibilidade de mensuração deste tempo e de todas as oportunidades de melhoria se deram através da equação e aplicação do <i>takt time</i> .
9	Chiminelli et al. (2017)	Utilizam o <i>software</i> Flexsim, que como é apresentado por Chiminelli et al. (2012) é um programa o qual é possível simular de forma 3D, através de dados de modelagem e tecnologia de inteligência artificial. O <i>software</i> em si não dispensa o cálculo do takt e inclusive necessita do mesmo como input para melhoria dos resultados fornecidos.
10	Silva (2011)	Busca responder o questionamento da possibilidade de aplicação do <i>value stream mapping</i> dentro do setor têxtil. Ao desenhar o mapa do estado corrente, foi calculado o <i>takt time</i> a fim de identificar o <i>lead time</i> das peças e assim, foi possível visualizar que dos sessenta e três processos mapeados, somente onze deles tinham valor agregado. Com esta análise e ações implementadas, conclui-se que o tempo

		lead reduziu em mais de 50%.
11	Morshed e Palash (2014)	Calcularam o <i>takt time</i> para definição do tempo necessário para produção das peças e por consequência a viabilidade de balancear os processos. O cálculo realizado pelos autores foi com base no tempo de ciclo médio multiplicado por um fator de “tolerância”, garantindo um balanceamento eficaz e que por sua vez fez com que o trabalho alcançasse o resultado esperado, redução de três postos de trabalho e aumento de 10% na produtividade.

O trabalho de Silva (2011) aborda a aplicação de um mapeamento de fluxo de valor dentro de uma das maiores indústrias têxteis no Sri Lanka, com foco na melhoria do processo, redução dos desperdícios e do *lead time* e aumento da produtividade. Ao desenhar o mapa do estado atual, foi necessário calcular o *takt time* a fim de identificar o *lead time* das peças. A partir disto, foi possível visualizar que dos 63 processos mapeados, somente 11 deles tinham valor agregado. Esta diferença era referente a processos como inspeção e transporte. Com esta análise e ações implementadas, conclui-se que o tempo total reduziu em mais de 50%.

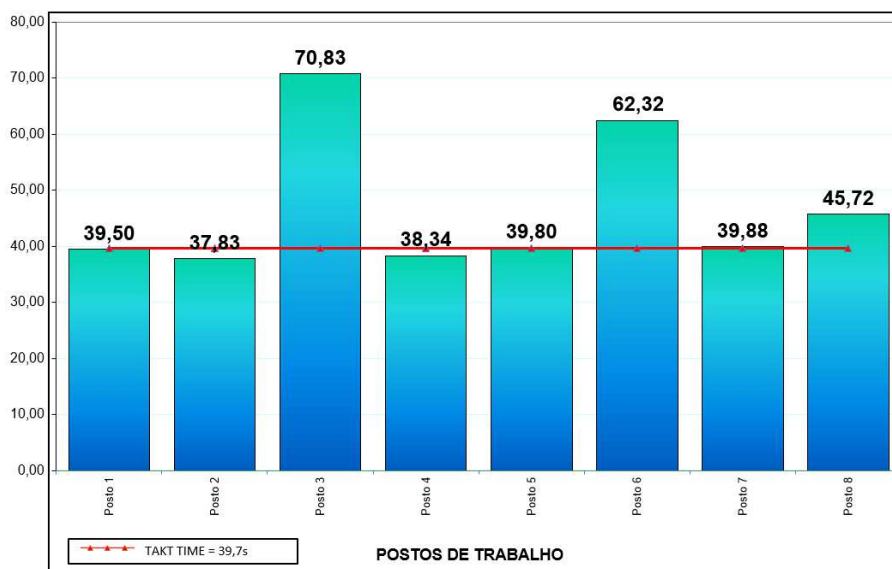
Além deste, outros dois artigos, publicados na França e Turquia, abordando os conceitos *lean* com foco na indústria têxtil foram selecionados. Ambos os trabalhos concentraram seus estudos na aplicação do mapeamento de fluxo de valor, os quais só tiveram sentido e diretriz através do *takt time* calculado, de acordo com demanda e tempo operacional disponível.

O trabalho realizado pelos turcos İnce et al. (2018) também comprovou uma melhoria de 43% no processo e o *lead time* melhorou consideravelmente. O autor ainda apoia a continuidade do trabalho para aplicação de mais iniciativas com foco em *lean manufacturing*. O outro estudo, agora realizado pelos franceses Levya et al. (2018) retratam uma melhora drástica nos números referentes a tempo de ciclo e capacidade de produção de acordo com a demanda do cliente.

A pesquisa realizada na Índia por Kumar e Thavaraj (2015) abordou o mapeamento de fluxo de valor, com o cálculo do *takt time* de uma linha de produtos. Este cálculo foi baseado nas oito horas produção diárias, divididas pela demanda 1500 peças por dia. Para a conclusão deste estudo, foram implementadas diversas outras ferramentas ao longo do processo, porém deu-se início através do tempo *takt* para melhor entendimento das oportunidades. Portanto, o estudo comprova a eficácia do mapa de fluxo de valor e todos os desdobramentos que foram realizados a partir do mesmo para melhor identificar e entender os *gaps* da produção.

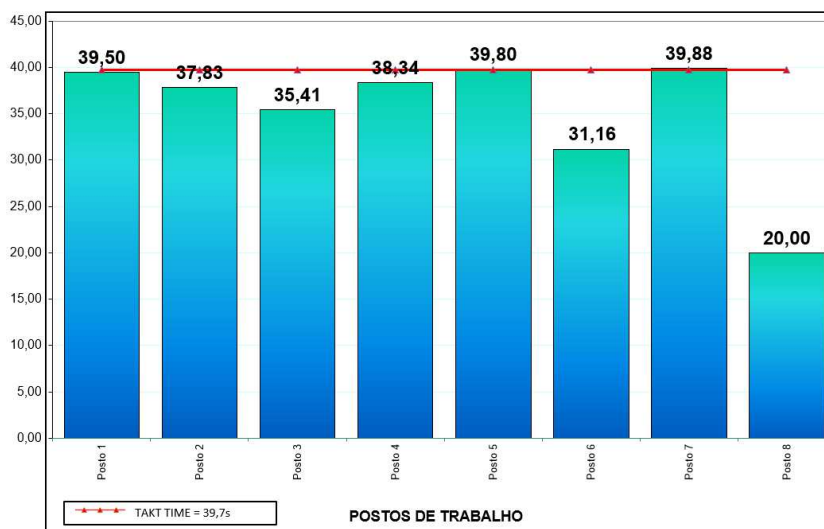
Com sequência no mesmo local de estudo, mais um trabalho realizado na Índia por Kumar et al. (2017) foi selecionado para apresentação. Isto foi realizado em uma empresa com foco na fabricação de camisas de tecido social e seus componentes como manga, gola, punho, frente e costas, as quais são todas produzidas separadamente.

Figura 1 – Tempos de ciclo e Takt (gargalos antes do rebalanceamento)



Fonte: adaptado de Kumar et al. (2017)

Figura 2 – Tempos de ciclo e Takt (depois do rebalanceamento)



Fonte: adaptado de Kumar et al. (2017)

O cliente que compra este produto requer mais peças do que a linha tinha capacidade de produzir e por sua vez, se fez necessário a atuação em cima do gargalo operacional para

cumprimento da demanda total. Como consideração final do trabalho em questão é pontuado que o mapeamento dos processos fez sentido para identificar o gargalo e implementar melhorias no balanceamento da linha de montagem, conforme exemplificado na Figura 1 e 2.

Em um trabalho realizado nas Filipinas por Nunesca e Amorado (2015) também foi possível a aplicação do mapeamento de fluxo de valor para melhor entendimento dos processos e oportunidades dentro da empresa BY Garments. Nesta ocasião a autora enfatiza que os processos dentro deste segmento industrial não são padronizados e também pontua que o operador de produção não tem uma meta estabelecida de quantas peças são necessárias produzir e então, demonstra a necessidade do cálculo do *takt time* para controlar os desperdícios e horas de trabalho sem valor agregado.

Com base nesta necessidade, o cálculo foi realizado e os resultados apareceram. Foi evidenciado a possibilidade de redução de um posto de trabalho para cumprimento da demanda, que com o auxílio de outras ferramentas, a delimitação de uma meta de produção foi definida.

Com foco em balanceamento de linha de produção, foi selecionado um trabalho de Bangladesh, o qual trouxe como metodologia primeiramente o cálculo do *takt time* para definição do tempo necessário para produção das peças e por consequência a viabilidade de balancear os processos.

O cálculo realizado por Moshed e Palash (2014) foi com base no tempo de ciclo médio multiplicado por um fator de “tolerância”. Esta atividade fez com que o balanceamento tenha sido eficaz e que por sua vez fez com que o trabalho alcançasse o resultado esperado, redução de três postos de trabalho e aumento de 10% na produtividade.

Um trabalho realizado no Peru, sobre o diagnóstico e proposta de uma melhoria com base no conceito *lean manufacturing* dentro de uma empresa do setor têxtil, evidenciou também a aplicação e efetividade do uso da ferramenta *takt time*.

No documento em questão, escrito por Delgado e Castillo (2020), é evidenciado uma melhora de 26% no tempo de ciclo e a possibilidade de mensuração deste tempo e de todas as oportunidades de melhoria se deram através da equação e aplicação do *takt time*.

Com base no trabalho realizado por Maralcan e Ilhan (2017) as empresas devem fazer um planejamento operacional, com focos nos recursos necessários, reduzindo custos e melhorando o aproveitamento da mão de obra. E com isto, demonstram a importância do

cálculo do tempo *takt*. Portanto, como a pesquisa sugere, os autores tentam demonstrar seis ferramentas que seriam eficazes e de fácil e rápida aplicação dentro do segmento têxtil.

Por fim, os últimos dois trabalhos trazem sistemas de simulação para a aplicação da manufatura enxuta. O artigo de Chimineli et al. (2012) apresenta a utilização do *software* Flexsim, que é um programa o qual é possível simular de forma 3D, através de dados de modelagem e tecnologia de inteligência artificial. O *software* em si não dispensa o cálculo do *takt* e inclusive necessita do mesmo como *input* para melhoria dos resultados fornecidos.

Já o trabalho escrito por Eryürük (2012) utiliza o sistema de modelagem Arena para simulação, o qual também trouxe ótimas consequências, tendo em vista que foi possível a redução de cinco postos de trabalho dentro da linha de produção estudada.

4. Considerações finais

Mais uma vez observou-se a relevância do conceito *lean manufacturing* e suas ferramentas, além da fácil aplicabilidade do mesmo. De certa forma, este artigo mostrou de forma breve, toda a parte teórica sobre o tema abordado e além disto, apresentou exemplos práticos, que fazem toda a diferença para o entendimento do tema.

Outrossim, o presente artigo trouxe informações e dados de como o *takt time* e o *lean manufacturing* podem ser utilizados no segmento têxtil e por sua vez, através deste estudo, é possível visualizar não só em relação a aplicabilidade em si, mas os resultados que estas iniciativas podem trazer para dentro de uma indústria.

Outro ponto relevante é que ainda não há muitos estudos e pesquisas que abordam a implementação dos conceitos *lean manufacturing* no setor têxtil. Este estudo considerou onze artigos, os quais foram selecionados de acordo com suas relevâncias e resultados individuais.

Como sequência, sugere-se mais pesquisas sobre o tema em outras bases de dados e possíveis trabalhos de aplicação no segmento manufatureiro têxtil. Também, indica-se a produção de um trabalho que traga essa revisão sistemática da literatura, porém abordando todas as ferramentas enxutas, como *Kaizen*, *Jidoka* e *Poka Yoke*, por exemplo.

REFERÊNCIAS

BANDEIRA, C. C. P. **Aplicação de conceitos do *lean manufacturing* em uma linha de produção de uma indústria química**. 2021. 90 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2021.

CALLEFI, J. S., CHIROLI, D. M. de G. Definição de capacidade de produção pelo conceito de tempo-takt. In: **Simpósio de Engenharia de Produção**, 2016.

- CHIMINELLI, C., PEREIRA, R., HATAKEYAMA, K., Implementação de melhorias no setor têxtil empregando Metodologia *Lean manufacturing* e simulação no *software* Flexsim. **Revista Espacios**, v. 38, n. 19, p. 36, 2017.
- DELGADO, C. S. T., CASTILLO, A. C. *Diagnóstico y propuesta de mejora en una empresa de servicios de decoración y producción de textiles utilitarios aplicando herramientas de leansix sigma y gestión de inventarios*. Tesis por el Título de Ingeniero Industrial – Pontificia Universidad Católica Del Peru, Lima, 2020.
- DENNIS, P. Produção *Lean Simplificada: Um guia para Entender o Sistema de Produção mais Poderoso do Mundo*. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- ERYURUK, S. Clothing assembly line design using simulation and heuristic line balancing techniques. **Tekstil ve Konfeksiyon**. 22. 360-368, 2012.
- İNCE, U., AYVAZ, B., ÖZTURK, F., KUSAKCI, A. (2018). *Value stream mapping in lean production and an application in the textile sector*. Journal of International Trade, Logistics and Law, Vol. 4, Num. 1, 111-125, 2018.
- KUMAR, T. S. et al. Implementation of *lean manufacturing* tools in garment industry. **International Journal of Latest Technology in Engineering, Management & Applied Science (IJLTEMAS)**, VI (iii), p. 39-43, 2017.
- KUMAR, T. S., THAVARAJ, S., Impact of *Lean manufacturing* Practices on Clothing Industry Performance (December 15, 2015). **International Journal of Textile and Fashion Technology (IJTFT)**, Vol. 5, Issue 2, pp. 1-14. 2015.
- LEVYA, L. L. L., PERUGACHI, E. P. C., PIARPUEZA, R. V. S., ORGES, C. A. M., MONTENEGRO, E. P. O., *Lean manufacturing Application in Textile Industry*. Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Paris, France, July 26-27, 2018.
- MANSUR, T. G. **Aplicação de mapa de fluxo de valor: estudo de caso em indústria química**. 2021. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, 2021.
- MARALCAN, A., ILHAN, I. Operations management tools to be applied for textile. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, Volume 254, Issue 20. 2017.
- NASSER, M. O método de gestão *Lean manufacturing* e a Indústria 4.0. Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2021.
- NUNESCA, R. M., AILE, T. A. Application of *Lean manufacturing* Tools in a Garment Industry as a Strategy for Productivity Improvement. **Asia Pacific Journal of Multidisciplinary Research**, 3: 46-53. 2015.
- OHNO, T. O Sistema Toyota de Produção . Porto Alegre: Bookman, 1999.
- SILVA, S.K.D.U. de. Applicability of *Value stream mapping* (VSM) in the Apparel industry in Sri Lanka. **International Journal of LeanThinking**, 3: 36-41. 2011.
- SIMÃOZINHO, S. de M.; OYADOMARI, J. C. T.; BARROS, H. M.; AKAMINE, C.; ANTUNES, M. T. P. Modelo SECI e “BA” de Nonaka e Takeuchi aplicado à área de controladoria. **Revista Eletrônica de Administração e Turismo-ReAT**, v. 6, n. 3, p. 557-576, 2015.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T. A Mentalidade Enxuta das Empresas: elimine o desperdício e crie riqueza. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.