



Campus São Mateus
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO



INVESTIGAÇÃO DO IMPACTO DO TEMPO DE SETUP NA PRODUTIVIDADE: UM ESTUDO DE CASO NUMA EMPRESA DE EMBALAGENS

INVESTIGATION OF THE IMPACT OF SETUP TIME ON PRODUCTIVITY: A CASE STUDY IN A PACKAGING COMPANY

INVESTIGACIÓN DEL IMPACTO DEL TIEMPO DE PREPARACIÓN EN LA PRODUCTIVIDAD: ESTUDIO DE CASO EN UNA EMPRESA DE ENVASADO

**Carine Moreira Gonçalves^{1*}, Andressa Clara Barbosa de Araujo²,
& Luís Oscar Silva Martins³**

¹³ Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências e Tecnologias em Energia e Sustentabilidade

² Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica

^{1*} carinemoireira@aluno.ufrb.edu.br ² andressaaraujo@ufba.br ³ luisoscar@ufrb.edu.br

ARTIGO INFO.

Recebido: 29.05.2024

Aprovado: 11.07.2024

Disponibilizado: 16.07.2024

PALAVRAS-CHAVE: Indústria; Embalagem; Produtividade.

KEYWORDS: Industry; Packaging; Productivity.

PALABRAS CLAVE: Industria; Embalaje; Productividad.

*Autor Correspondente: Gonçalves, C. M.

RESUMO

A necessidade por maiores lucros e maior produtividade levam as indústrias a buscarem novas tecnologias e melhorias em seus processos. A demanda por competitividade num mercado tão dinâmico e exigente faz com que o rastreamento por ferramentas e métodos que possam agregar valor à marca, e que elimine os desperdícios, sejam cada vez mais intensos. O processo produtivo das Indústrias de Embalagens de Papelão Ondulado tem uma cadeia complexa, o que chama atenção de estudiosos da área de otimização, possibilitando assim a identificação de problemas e gargalos de produção, sendo um deles a geração de refil. Portanto, o presente trabalho discute a hipótese de como a redução do tempo de setup na conversora Flexo pode impactar na produtividade da máquina, uma vez que a limpeza do refil que cai ao redor da máquina aumenta o tempo de setup. Utiliza-se como método o estudo de caso numa empresa de embalagens de papelão, utilizando como parâmetro dados de sua produtividade e estimativas após sugestão de melhoria para redução do tempo de setup.

ABSTRACT

The need for greater profits and greater productivity leads industries to seek new technologies and improvements in their processes. The demand for competitiveness in such a dynamic and demanding market means that the search for tools and methods that can add value to the brand, and eliminate waste, is increasingly intense. The production process of the Corrugated Cardboard Packaging Industries has a complex chain, which draws the attention of scholars in the field of optimization, thus enabling the identification of problems and production bottlenecks, one of which is the generation of refills. Therefore, the present work discusses the hypothesis of how reducing setup time in the Flexo converter can impact the machine's productivity, since cleaning the trim that falls around the machine increases setup time. The method used is a case study in a cardboard packaging company, using productivity data and estimates as a parameter after suggesting improvements to reduce setup time.

RESUMEN

La necesidad de mayores ganancias y mayor productividad lleva a las industrias a buscar nuevas tecnologías y mejoras en sus procesos. La exigencia de competitividad en un mercado tan dinámico y exigente hace que la búsqueda de herramientas y métodos que puedan añadir valor a la marca, y eliminar desperdicios, sea cada vez más intensa. El proceso productivo de las Industrias de Envases de Cartón Corrugado tiene una cadena compleja, que llama la atención de los estudiosos en el campo de la optimización, permitiendo así identificar problemas y cuellos de botella en la producción, uno de los cuales es la generación de recargas. Por lo tanto, el presente trabajo discute la hipótesis de cómo la reducción del tiempo de preparación en el convertidor Flexo puede impactar la productividad de la máquina, ya que limpiar el recorte que cae alrededor de la máquina aumenta el tiempo de preparación. El método utilizado es un estudio de caso en una empresa de embalaje de cartón, utilizando como parámetro datos y estimaciones de productividad luego de sugerir mejoras para reducir el tiempo de preparación.

INTRODUÇÃO

A indústria de embalagens apresentou um crescimento de 2,6% em relação ao ano de 2022, alcançando 2,22 milhões de toneladas produzidas. No mesmo período, a produção de papelão ondulado apresentou um crescimento moderado de 2,3% em relação a 2022, com um volume de produção de 4.026.317 toneladas. Ainda que o percentual tenha ficado abaixo das projeções para o ano, o comércio de eletrônicos e as exportações impulsionaram a demanda por embalagens de papelão, obtendo um crescimento positivo em 2023, com faturamento estimado em torno de R\$100 bilhões (ABRE, 2023).

O processo produtivo das Indústrias de Embalagens de Papelão Ondulado tem uma cadeia complexa, o que chama atenção de estudiosos da área de otimização, possibilitando assim a identificação de problemas e gargalos de produção. O mais comum deles é a perda lateral, também chamada de refile (*Trim Loss Problem*), que surge ao transformar as chapas de papelão em embalagens distintas, algo recorrente na indústria de papelão ondulado. Sendo assim, busca-se as melhores combinações de embalagens e dimensões contidas no pedido do cliente de modo a minimizar as perdas laterais, gerando menos refile ao redor do setor e melhor aproveitamento da matéria prima, da máquina e do operador (Ferreira & De Araujo, 2021).

Atualmente, as organizações têm buscado estratégias que as tornem competitivas diante do mercado. Para isso, além de entregar um produto de qualidade e que atenda às necessidades do cliente, também devem buscar processos e ferramentas que aumentem sua produtividade e diminuam seus custos e desperdícios operacionais (Sá Ribeiro et al., 2019). A tendência também evidencia a necessidade de produzir no tempo certo e, nesse sentido, a capacidade de uma empresa fazer a transição rápida de um produto para o outro é essencial. Uma maneira de conseguir isso, é através da redução do tempo de setup da máquina, por meio da eliminação de ajustes necessários durante o tempo entre a produção da última parte boa do lote anterior e a produção da primeira parte boa do próximo lote (De Menezes & Santiago, 2023).

Portanto, a adoção de sistemas a prova de falhas (*poka yoke*) podem representar uma forma de estratégia de gestão, ocasionando o aumento da eficiência da organização e preservação da sua posição no mercado. O objetivo do *Poka Yoke* é eliminar ou minimizar erros humanos nos processos de fabricação e gestão, garantindo ao processo maior qualidade, e contribuindo para a eficácia e economia da empresa (Rodrigues & Daher, 2019). Neste sentido, o presente trabalho é motivado por um problema real numa empresa de embalagens de papelão ondulado, destacando a necessidade de paradas e aumento da movimentação dos colaboradores devido ao processo de remoção dos refis espalhados ao redor da esteira da conversora Flexo, após o processo de impressão. Portanto, busca-se investigar se o tempo destinado para a remoção do refile tem impacto negativo (perda) na produtividade total da conversora Flexo.

Deste modo, o objetivo do presente estudo é investigar o impacto que o tempo destinado à retirada de refile da máquina Flexo possui no índice de produtividade total desta. Para tanto, é realizado um estudo de tempos e produtividade numa empresa de embalagens de papelão localizada em Feira de Santana, Bahia, durante o mês de março de 2023; bem como, sugerido uma alternativa de melhoria através de um instrumento a prova de falhas baseado na ferramenta *poka-yoke*.

METODOLOGIA

O presente trabalho se caracteriza como um estudo de caso, no qual se analisam dados da produtividade e tempos de setup da máquina Flexo, para identificar a hipótese de que a redução do tempo de retirada do refugo possui impacto na produtividade. A necessidade diferenciada da pesquisa de estudos de caso surge do desejo do pesquisador de entender fenômenos sociais complexos. O uso do método é adequado quando se pretende investigar o “como” e o “por que” um evento contemporâneo ocorre. Trata-se, portanto, de uma investigação empírica que permite o estudo em profundidade de um fenômeno dentro de seu contexto de vida real (Bunder & Barros, 2019). A metodologia escolhida segue os seguintes passos: Caracterização do processo e da máquina, processo de coleta de dados e informações, cálculo da produtividade, investigação da hipótese e sugestão de melhorias.

O estudo limita-se a coleta de dados e sugestão de melhoria, pois a implementação prática requer a adoção de um projeto de melhoria detalhado, incluindo maior volume de dados coletados, detalhamento dos recursos necessários e investimentos, além da autorização da diretoria da empresa em reuniões. Fato que impactaria em mais tempo destinado a pesquisa e mudanças no processo real. A adoção do projeto de melhoria na linha implica em estudos mais profundos dos dados a fim de comparar a veracidade e impacto do problema, bem como avaliação de viabilidade e custo-benefício da melhoria sugerida, com inserção de técnicas da engenharia econômica e de projetos, como a matriz de esforço impacto. Além disso, implica também no envolvimento de outros setores da empresa estudada, bem como reuniões entre diretores e líderes de outras matrizes os quais possuem controle na tomada de decisão que impactam no início, orçamento, duração e continuidade do projeto de melhoria.

CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO

Todo o processo de produção das chapas de papelão ondulado ocorre na mesma máquina. A Onduladeira (Figura 1) recebe as bobinas de papel que formam as capas interna e externa, de superfície lisa. O papel do miolo, fabricado a partir de aparas de papelão, possui gramaturas entre 105 g/m² e 180 g/m², formadas quando o papelão é submetido ao vapor e prensa do corrugador. A máquina também recebe a cola produzida pela própria empresa para fixação das partes com capa interna, miolo e capa externa formando as chapas de papelão ondulado. Estas chapas têm dimensões e espessuras (alturas das ondas) de acordo com a especificação de cada cliente.

Figura 1. Onduladeira



Fonte: (www.dctech.net.com.br)

As chapas prontas são armazenadas com o sistema FIFO (*“first in, first out”*), sistema de armazenagem que trabalha conforme a sequência da entrada das mercadorias ao estoque, sempre priorizando o despacho daqueles lotes que chegaram antes (Virgens et al., 2019). De acordo com o Planejamento e Controle da Produção (PCP), os pedidos são direcionados para as conversoras (impressoras). Nesta etapa, a conversora alimentada com as chapas de papelão ondulado produzidas na onduladeira, com as dimensões especificadas do pedido, ocorrendo a conversão de chapa para caixa. É nesse processo que os refis cortados são arremessados a esteira direcionada ao sugador, mas devido à alta velocidade da conversora os refis são espalhados pelo chão chegando a uma distância de 1,5 a 2 metros e outros acumulam na frente e na lateral da esteira, fazendo com os operadores realizem a limpeza do local frequentemente.

COLETA DE DADOS

Para a coleta de dados foi utilizada inicialmente a entrevista informal com os operadores da conversora. A escolha do método se deu por sua flexibilidade na obtenção de informações qualitativas sobre um projeto, por meio de uma conversa informal coletamos as informações necessárias. A entrevista pode fornecer uma quantidade de informações muito maior do que o questionário. Um dos requisitos para aplicação desta técnica é que o entrevistador possua as habilidades para conduzir o processo (Gil, 2008).

De acordo com Gil (2008), a entrevista informal é a menos estruturada e só se distingue da simples conversação porque tem como objetivo básico a coleta de dados. É recomendado nos estudos exploratórios, que visam abordar realidades pouco conhecidas pelo pesquisador, ou oferecer uma visão aproximativa do problema pesquisado. Por meio da entrevista, foi possível entender as principais necessidades e problemas citados pelos operadores e o impacto destes no cotidiano do trabalho.

Em seguida, com ajuda do analista de processos, educador técnico e os operadores da conversora Flexo foi possível verificar produtividade, disponibilidade, o tempo de setups e o tempo de limpeza dos refiles, além de buscar mais informações sobre o processo da conversora. Os dados numéricos foram coletados diariamente e agrupados por semana do banco de dados desenvolvido internamente pela empresa, com autorização do analista de processo, referente a todo o mês de março de 2023 da conversora Flexo. Os dados obtidos da quantidade de caixas produzidas e ajustes em função dos dias trabalhados estão detalhados na tabela 1. Os dados coletados foram: total de caixas produzidas, total de entradas de chapas (alimentação/batidas), total da área produzida (m²), o valor do custo caixa (R\$/m²), valor diária dos operadores, número de ajustes/setups, o tempo de limpeza dos refiles e horas por dia trabalhadas de cada turno A, B e C.

Tabela 1. Dados coletados (março/2023)

Intervalo de dias	Quantidade de caixas produzidas (m ²)	Número de ajustes
01 a 08/03/2023	1.035.358	52
09 a 15/03/2024	1.244.527	59
16 a 22/03/2024	1.002.365	54
23 a 31/03/2024	1.347.791	48

Fonte: Autores, 2024.

CÁLCULO DE PRODUTIVIDADE E INVESTIGAÇÃO DAS HIPÓTESES

A produtividade é a relação entre o que foi produzido e os recursos utilizados para sua execução. Para calcular a produtividade, foram utilizados os dados coletados em relação a quantidade de chapas utilizadas e o número de caixas produzidas referente ao mês de estudo. Em seguida, quantidade total de caixas produzidas foi dividida pela quantidade total de chapas usadas para alimentação da conversora Flexo. O valor obtido é base para a verificação da hipótese, onde foi observado a situação atual da conversora Flexo em relação da produtividade, disponibilidade, o tempo de setups e o tempo de limpeza dos refiles, ambos obtidos com auxílio do cronômetro.

O cálculo de produtividade toma como parâmetros a quantidade de caixas produzidas, o valor em reais equivalente a quantidade produzida por metro quadrado de papelão e a quantidade que está deixando de ser produzida no tempo de setup. Em seguida, é feita uma sugestão de melhoria com base na ferramenta *Poka yoke*. No entanto, como não foi feita a implementação do dispositivo e a aferição de novas medidas, os dados serão obtidos por aproximação matemática, investigando assim se houve redução no tempo de setup e teve impacto positivo na produtividade total da conversora Flexo.

Para a aproximação matemática, foi levado em consideração o tempo de limpeza do refile. Calculando a porcentagem correspondente das horas paradas em relação a quantidade de hora trabalhada. Em seguida, esta porcentagem foi usada para apresentar a correspondência desse tempo em metros de chapas de papel ondulado e o valor em reais desses metros que não são produzidos. Portanto, foi considerado a hipótese de que a inserção da melhoria com a ferramenta *Poka yoke* o tempo de limpeza de refile seria reduzido completamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através dos dados coletados em entrevista informal, foi possível obter o tempo total gasto com a limpeza dos refis, o total número de setups realizado durante o mês nos três turnos chegando, o somatório da produção diária obtermos o total de caixas produzidas referente ao mês de estudo, além do número de chapas (alimentação da máquina/batidas) e a quantidade de horas diárias trabalhadas pelos operadores, em três turnos (Tabela 2).

Tabela 2. Dados coletados (março/2023)

INFORMAÇÕES				
Total de caixas produzidas (milhões)				4.630.041
Total de entradas de chapas (alimentação/batidas) (milhões)				1.510.988
Total da área produzida (m ²)				1.654.322
Valor custo caixa (R\$/ m ²)				R\$ 3.523
Valor diário por turno (R\$)				R\$ 65,35
Diária total dos três turnos (R\$)				R\$ 196,05
TURNOS	A	B	C	Total
Tempo de limpeza dos refis	17:32	22:16	13:30	53,3 h
Número de ajustes/setups	83	77	53	213
Horas por dia trabalhadas (turnos)	7,94	7,81	7,5	23,25 h

Fonte: Autoras, 2024.

Para calcular a produtividade, foi dividido a quantidade total de caixas produzidas pela quantidade total de entradas de chapas para alimentação da conversora Flexo, como descrito na equação de produtividade. Os dados usados são referentes ao mês de março de 2023:

$$\text{Índice de Produtividade da Flexo} = \frac{\text{output}}{\text{input}}$$

$$\text{Produtividade} = \frac{4.630.042}{1.510.988}$$

$$\text{Índice de produtividade da Flexo} = 3,06 \text{ caixas por chapa}$$

O cálculo mostra que, a cada chapa inserida na conversora Flexo são produzidas 3 caixas, vale ressaltar que essa quantidade é referente apenas o mês de estudo. Outra observação importante é a quantidade produzida por m² de 1.654.322 milhões e o valor em R\$ por m² R\$3.523,00 (custo caixa). É possível também calcular a quantidade de horas trabalhadas por mês nos três turnos, através da multiplicação da quantidade de horas pela quantidade de dias trabalhados, obtendo assim um total de 627,75 horas trabalhadas.

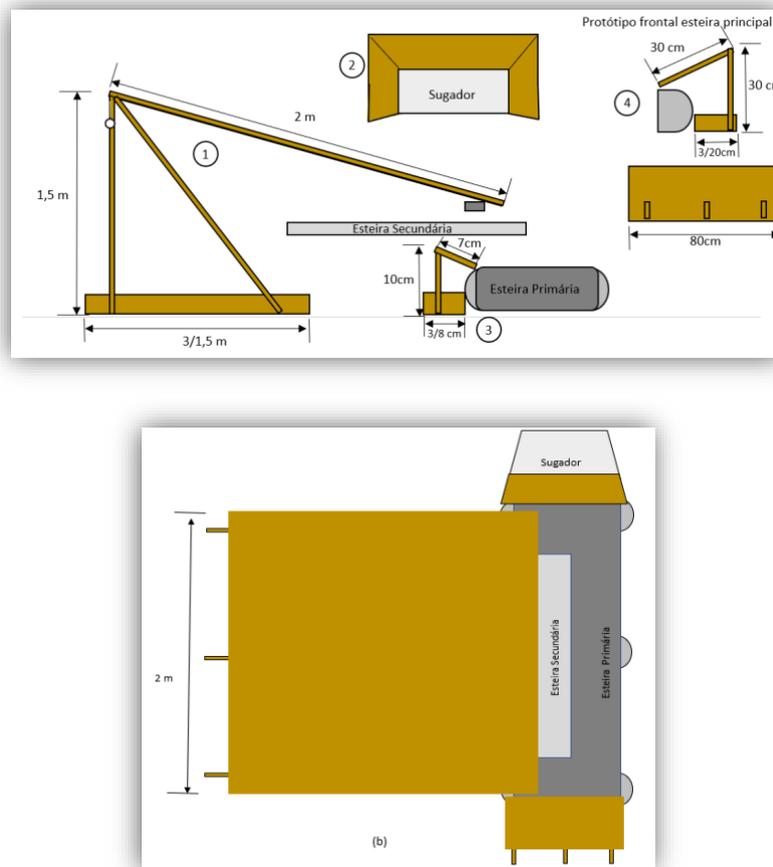
O total de metro quadrado produzido por hora é de 2.635,32, caso seja considerado como parâmetro, levando-se em consideração que são dados acumulados dos três turnos de trabalho, é possível calcular a quantidade de metro quadrado de caixa que é deixado de produzir quando há a parada de 53,3 horas para realizar a limpeza ao redor da máquina, que corresponde a 8,49% da quantidade de horas trabalhadas. Quando comparado a quantidade total produzida a porcentagem equivale a um total de 140.462,56 m².

Este valor representa a quantidade a menos de papelão na produtividade, lembrando que esse cálculo é referente a um único mês. Considerando-se que R\$3.523,00 o valor do custo de converter as chapas em caixas (R\$/m²), a quantidade não produzida é o equivalente em reais de R\$39.870,16. Um montante significativo, que poderia ser utilizado em melhorias das áreas ou equipamentos, por exemplo.

Através dos dados colhidos, foi possível verificar que os operadores levam o equivalente de mais de 2 dias de trabalho para a remoção dos refis. Usando como referência a carga horária de trabalho correspondente multiplicado pelo valor do homem-hora, o montante equivale R\$449,44 ao mês, chegando ao valor de R\$5.393,27 ao ano. Este número representa o subaproveitamento da mão de obra que opera a máquina estudada, que ao invés de dedicar seu tempo ao processo produtivo, está limpando a área de trabalho.

Com base nas informações supracitadas e nas observações em campo, foi possível verificar uma grande oportunidade de melhoria na região da esteira da conversora Flexo. A ideia é desenvolver um protótipo, tendo como base a ferramenta *Poka yoke*, para eliminar ou reduzir a quantidade de refis que são lançados fora da esteira. Com a utilização do próprio papelão, mede-se a região da máquina (vertical e horizontal), comprimento e largura da esteira e a entrada do sugador em seguida desenhar e cortar uma espécie de molde (Figura 2 (a) e (b)) para utilizar como teste.

Figura 2. Desenho dos protótipos (molde), vista lateral (a) e vista superior (b)



Fonte: Autoras, 2024.

A função da esteira secundária é direcionar os refis que vão grudados nas laterais das caixas e com a movimentação da mesma, caem após a esteira principal sendo arremessados de 1,5 a 2 metros de distância. Na Figura 6 (a) é apresentado os protótipos e moldes de vista lateral e vista superior, que servirão para direcionar os refis para esteira principal reduzindo os espaços que acumulam grandes quantidades de sujeira ao redor da esteira. Sendo necessário o desenvolvimento de quatros moldes:

- a. Molde principal: acompanha todo comprimento da esteira principal e é responsável por coletar todos os refiles que mesmo após o corte vão grudados na lateral da caixa e devido a velocidade da conversora são arremessados fora da esteira principal.
- b. Limitador do sugador: responsável por criar uma barreira direcionando os refiles, evitando o seu escape.
- c. Barreira entre as esteiras: evita que os refiles caiam e acumulem entre a esteira secundária e a lateral da esteira principal.
- d. Barreira frontal: bloqueia o escape dos refiles para a parte frontal da esteira principal.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do presente estudo foi possível perceber o impacto que o tempo de setup possui na produção total da máquina Flexo tanto na quantidade de metro quadrado de papelão produzido, podendo aumentar em até 140 mil metros quadrados na produção total, possibilitando um maior aproveitamento da matéria prima de entrada. Além disso, também foi possível mensurar a perda financeira de R\$39.870,16 por mês por tempo destinado a limpeza dos refiles, referente a quantidade de caixas que estão deixando de ser produzidas. A iniciativa sugerida é simples e de baixo custo, a qual o valor de ganho com a eliminação do tempo gasto para a limpeza do refile certamente cobrirá o investimento na melhoria.

Visto ser um processo comum as empresas do setor de embalagem, bem como uma máquina comercialmente utilizada, este estudo de caso e projeto de melhoria pode ser replicado em outras empresas do mesmo setor. Deste modo, a falha não se perpetuará em outras empresas filiais a estudada ou não, e a melhoria pode se tornar, inclusive, sugestão de adequação para os fabricantes da máquina em questão.

Como trabalho futuro, para melhorar a visualização dos resultados e melhor investigação da hipótese, sugere-se a inserção da simulação no presente estudo de caso, para a construção do ambiente virtual do processo, antes e após a inserção da melhoria através da simulação dos cenários.

REFERÊNCIAS

- ABRE. (2023) *Consumo per capita de embalagens plásticas flexíveis cresce no Brasil em 2023*. Recuperado de <https://www.abre.org.br/inovacao/comunicacao/cons-umo-per-capita-de-embalagens-plasticas-flexiveis-cresce-no-brasil-em-2023/>
- Bunder, J. & Barros, G. G. (2019). *O estudo de caso e a pesquisa-ação: compreensão teórica e evidências empíricas*. 1561-1565. <https://doi.org/10.14393/sbqp19140>
- De Menezes, M. L. & Santiago, S. B. (2023). Aplicação da metodologia SMED para redução do tempo total de setup em uma indústria de fabricação de pneus: estudo de caso para implementação em extrusora de borracha. *Revista de Gestão e Secretariado (Management and Administrative Professional Review)*, 14(5), 8378-8391. <https://doi.org/10.7769/gesec.v14i5.2217>
- Ferreira, M. & De Araujo, S. A. (2021). O Problema da Minimização de Troca de Gramaturas e Rolos Corrugadores em uma Indústria de Embalagens de Papelão Ondulado. *Trends in Computational and Applied Mathematics*, 22(3), 369-391. <https://doi.org/10.5540/tcam.2021.022.03.00369>
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. Atlas.
- Medeiros das V., A., Augusto, J., Moraes, G., Novaes, G. F., De, C. & Pires, O. (2019). *Os benefícios do controle de estoque através do sistema fifo para o gerenciamento da qualidade the benefits of stock control through the fifo system for quality management*. recuperado de https://aprepro.org.br/contbrepro/2019/anais/arquivos/09302019_220938_5d92b30a79a6e.pdf
- Sá R., D. R., Bonfante, M. C., Frazzon, E. M., & Forcellini, F. A. (2019). Mapeamento do fluxo de valor e uso da simulação integrada lean com sistemas ciber-físicos em uma indústria de embalagens flexíveis. *Revista Produção Online*, 19(1), 346-374. <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v19i1.3363>
- Rodrigues, A. P. & Daher, R. (2019). Aplicação do dispositivo poka yoke para melhoria de qualidade na segurança do trabalho: um estudo de caso Application of the poka yoke device for quality improvement in work safety: a case study. *Journal of Lean Systems*, 4(2). Recuperado de <http://leansystem.ufsc.br/>