

Mapeamento de Processos e Sustentabilidade: Uma Revisão da Literatura

Maria Júlia Xavier Belém (Universidade Metodista de Piracicaba)
mjuliaxb@gmail.com

Everton Dias de Oliveira (Universidade Metodista de Piracicaba)
everton_deoliveira20@hotmail.com

Mayra Oliveira Ramos (Universidade Metodista de Piracicaba)
mayraolira@gmail.com

Milton Vieira Junior (Universidade Metodista de Piracicaba)
buda.milton@gmail.com



A sustentabilidade industrial está relacionada com uma produção mais limpa, que reduza os impactos ambientais, sociais e econômicos envolvidos nos processos. Para tanto, é importante que as empresas conheçam e dominem todos os processos envolvidos na fabricação do seu produto a fim de identificar ações que acarretem menores impactos ambientais, e o mapeamento de processos é uma ferramenta utilizada para esse fim visando a implementação de sistemas de gerenciamento ambiental. O objetivo deste trabalho é apresentar uma visão geral dos últimos cinco anos sobre como são realizados os mapeamentos de processos em um conceito sustentável. Para identificar, conhecer e acompanhar o desenvolvimento da pesquisa na área estudada, foi realizada uma revisão sistemática da literatura (RSL) do período entre 2014 e 2019 com o auxílio do software StArt (State of Art). De um total de 91 artigos, foram selecionados nove estudos utilizados para a revisão final sobre o tema estudado que relacionam ao menos duas das três dimensões da sustentabilidade. A maioria dos trabalhos analisados realizou estudos de caso utilizando o mapeamentos de processos a fim de coletar informações, dados e etapas envolvidas na manufatura para melhorar seus processos em relação principalmente ao desperdício de recursos e redução de custos. Em outros textos foi analisado o mapeamento de resíduos, com o objetivo de diminuir os impactos ambientais provenientes do processos de manufatura. Por fim, nota-se que o mapeamento de processos é uma ferramenta que deve ser utilizada por qualquer setor industrial que visa conhecer todo o processo envolvido de fabricação ou serviço e entender os principais impactos ambientais envolvidos, visando sua redução, com foco em maior sustentabilidade.

Palavras-chave: Mapeamento de Processos, Sustentabilidade, Impacto ambiental.

1. Introdução

Diante do crescimento populacional global e das mudanças nos padrões de consumo, diferentes setores industriais encontram desafios relacionados com a utilização dos seus recursos de produção. Nessa perspectiva, encontra-se o conceito de desenvolvimento sustentável, que se refere a uma produção com menores emissões de resíduos e com maior responsabilidade social quanto à saúde e bem-estar das pessoas (MEO et al., 2017).

As indústrias entendem a necessidade de relacionar os seus processos com a sustentabilidade, analisando-os nas dimensões econômica, social e ambiental, o que ainda pode ser considerado como um fator competitivo diante o mercado atual (REBOUILLAT et al. 2016).

Morelli (2011) descreve sustentabilidade como o atendimento às gerações atuais e futuras quanto às suas necessidades de recursos e serviços sem que comprometa a saúde dos ecossistemas que as fornecem. Ainda, o autor complementa que é uma condição de equilíbrio, resiliência e interconectividade, permitindo que a sociedade satisfaça suas necessidades sem ultrapassar a capacidade dos ecossistemas, garantindo a permanência da diversidade biológica.

No contexto industrial a sustentabilidade está relacionada com uma produção mais limpa, com o objetivo de reduzir os impactos ambientais, utilizando processos com menores emissões de resíduos e menor uso de água e energia, por exemplo (HENS et al., 2018).

Para Jovane et al. (2008), o desenvolvimento sustentável é apresentado como uma visão estratégica que todo e qual setor industrial deve abordar, a fim de enfrentar os desafios econômicos, sociais e ambientais. Tal pensamento direciona ao campo da manufatura sustentável, uma vez que a manufatura é a espinha dorsal do crescimento social e econômico de toda sociedade, e a sustentabilidade está direcionada para melhorar a disponibilidade de recursos naturais e de ecossistemas para as gerações atuais e futuras.

Nesse contexto, é importante que as empresas conheçam todos os processos envolvidos na fabricação do seu produto, a fim de identificar ações para a redução do ciclo de produção, eliminação de defeitos e de atividades que não agregam valor, redução de custos e avaliações de emissões de gases e, conseqüentemente, menores impactos ambientais.

Com isso, o mapeamento facilita as análises dos processos, incluindo todo fluxo de trabalho envolvido para compreender um processo ou uma série destes que podem estar paralelos, como processos de manufatura e processos de avaliação de impactos sustentáveis. De acordo com a ISO 14001: 2015, o mapeamento de processos é uma ferramenta essencial utilizada

para a implementação de sistemas de gerenciamento ambiental, permitindo que a organização planeje seus processos bem como suas interações, conhecendo todas as etapas envolvidas e seus possíveis impactos econômicos, ambientais e sociais.

São utilizadas diversas técnicas para realizar o mapeamento de processos, como: fluxograma, na qual os processos são representados por meio de símbolos padronizados para os processos analisados; diagrama de raia ou diagrama funcional, que consiste em um fluxograma do processo, porém fornece informações sobre quem faz o que, dispostos em raias e iniciando de cima para baixo; *UML (Unified Modeling Language)*, que permite mapear o processo ao longo do tempo; entre outros (DAMELIO, 2011).

As técnicas e ferramentas ligadas ao mapeamento de processos devem ser consideradas uma opção para as organizações preocupadas e interessadas em coletar informações e identificar as atividades que podem levar a aspectos ambientais significativos a fim de implementar soluções para redução de riscos e aumento dos aspectos sustentáveis.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é apresentar uma visão geral de cinco anos recentes (2014 a 2019) sobre como são realizados os mapeamentos de processos em um conceito sustentável, buscando entender como pesquisadores e profissionais da indústria mapeiam os seus processos mediante o pensamento de maior consciência da sociedade para com a preservação do planeta. As próximas seções apresentam a metodologia utilizada para o desenvolvimento da pesquisa, seguida da análise e discussão dos artigos encontrados na literatura a fim de identificar como é feito o mapeamento para relacionar a sustentabilidade aos processos industriais.

2. Metodologia

Para identificar, conhecer e acompanhar o desenvolvimento da pesquisa na área estudada, foi realizada uma revisão sistemática da literatura (RSL) dos últimos cinco anos (2014 a 2019). Para isso, foram consultadas diversas publicações que abordam o tema **mapeamento de processos com cunho sustentável**. A finalidade deste levantamento bibliográfico foi a obtenção de maior conhecimento acerca de como as organizações discutem e relacionam o mapeamento de processo no aspecto das três dimensões (econômica, social e ambiental) que envolvem a sustentabilidade.

Utilizou-se o *software StArt (State of the Art by Systematic Review)* para organizar, analisar e extrair de maneira formal os dados necessários para a revisão. Esse *software* possibilita

aplicar etapas bem definidas por meio de um protocolo previamente elaborado, contendo os filtros utilizados para seleção dos artigos, como mostrado no Quadro 1.

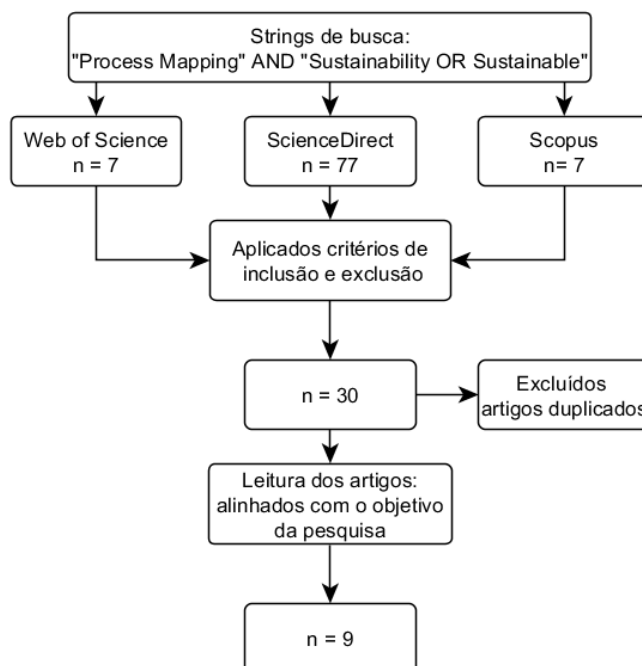
Quadro 1 - Protocolo de pesquisa utilizado para RSL

Aspectos para seleção dos artigos	
Palavras-chave	<i>Process Mapping, Sustainability, Sustainable</i>
Strings de busca utilizados	(“ <i>Process Mapping</i> ”) AND (“ <i>Sustainability</i> ” OR “ <i>Sustainable</i> ”) Artigos que não se encontram no eixo dos últimos 5 anos;
Critérios de Exclusão (E)	Não se encontra no escopo das palavras-chave (em título, resumo); Artigos duplicados; Acesso restrito.
Critérios de Inclusão (I)	Artigos publicados nos últimos 5 anos (2014 a 2019); Somente artigos de revisão e de pesquisa; Idioma inglês e Português.

As fontes de informações utilizadas para identificar os estudos científicos relevantes para esta revisão foram as bases de dados acadêmica *Scopus*, *ScienceDirect* e *Web of Science*.

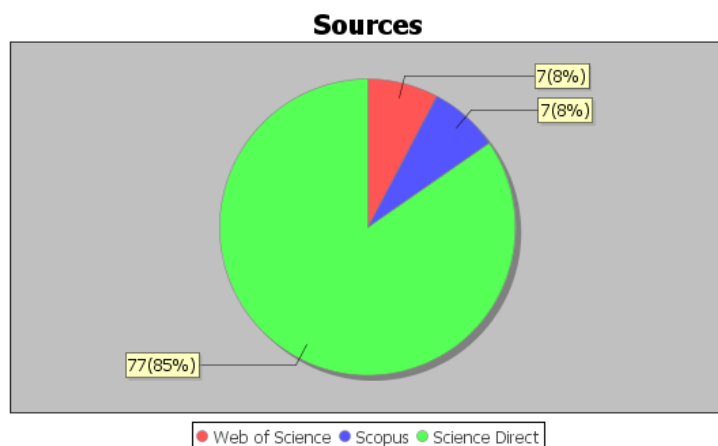
Para a busca inicial nas bases de dados selecionadas, foram utilizadas como palavras-chave “*Process Mapping*” e “*sustainability* ou *sustainable*”. O fluxograma da Figura 1 apresenta as etapas para seleção dos artigos. Foram selecionados inicialmente 91 artigos.

Figura 1 – Esquema das etapas realizadas para seleção dos artigos



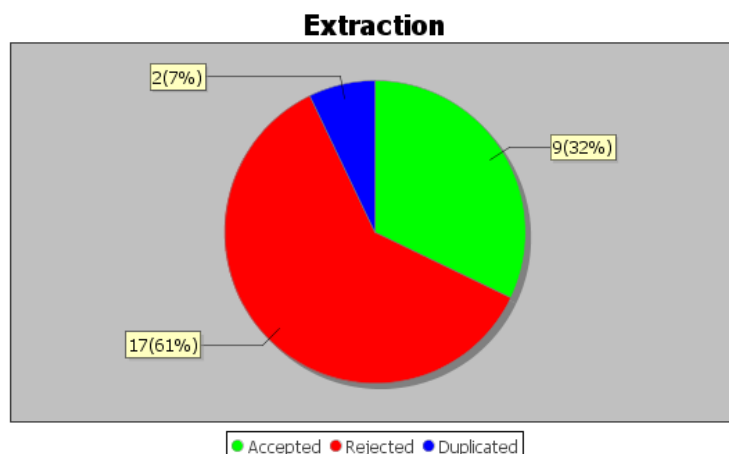
Na primeira etapa de seleção dos artigos foi observado que 85% dos artigos foram selecionados da *ScienceDirect*, como mostra a Figura 2, originada no *software StArt*. Isso pode indicar que um maior número de periódicos sobre o tema pesquisado, esteja indexado nessa base dados.

Figura 2 - Percentual de artigos para as bases *Scopus*, *ScienceDirect* e *Web of Science*



Primeiramente fez-se a leitura dos títulos, palavras-chave e resumos e foram extraídos 28 artigos. A segunda fase da extração consistiu na leitura completa dos artigos, sendo considerados relevantes apenas os que estavam alinhados com o objetivo da pesquisa e foram excluídos 2 por estarem duplicados. 61% dos artigos foram rejeitados devido ao estudo não abordar as dimensões da sustentabilidade de forma clara e direta no mapeamento do processo. Após essa etapa foram selecionados 9 artigos (32% dos artigos) que foram utilizados para a revisão final sobre o tema estudado, como mostrado na Figura 3, originada no *software StArt*.

Figura 3 - Quantidade de artigos analisados para RSL



3. Resultados

O Quadro 2 classifica por ano, autores e *periódico* os nove artigos analisados que relacionam mapeamento de processos com sustentabilidade,

Quadro 2 - Artigos utilizados para revisão da literatura

Título Do Artigo	Autores	Ano	Periódico
<i>Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM): methodology to visualize and assess manufacturing sustainability performance</i>	Faulkner & Badurdeen	2014	<i>Journal of Cleaner Production</i>
<i>Sustainable Domain Value Stream Mapping (SdVSM) Framework Application in Aircraft Maintenance: A Case Study</i>	Kasava et al.	2015	<i>Procedia CIRP</i>
<i>Capturing composites manufacturing waste flows through process mapping</i>	Rybicka et al.	2015	<i>Journal of Cleaner Production</i>
<i>Novel Integration of Sustainable and Construction Decisions into the Design Bid Build Project Delivery Method Using BPMN</i>	Ali & Badinelli	2016	<i>Procedia Engineering</i>
<i>Understanding Sustainability Data through Unit Manufacturing Process Representations: A Case Study on Stone Production</i>	Rebouillat et al.	2016	<i>Procedia CIRP</i>
<i>Techniques for environmental risk assessment: A review</i>	Tejaswi & Samuel	2017	<i>RASĀYAN J. Chem.</i>
<i>Management tool design for eco-efficiency improvements in manufacturing - a case study</i>	Litos et al.	2017	<i>Procedia CIRP</i>
<i>Optimization of Energy Efficiency of a Production Site: A Method to Support Data Acquisition for Effective Action Plans</i>	Meo et al.	2017	<i>Procedia Manufacturing</i>
<i>Competences Mapping as a Tool to increase Sustainability of Manufacturing Enterprises</i>	Melosi, Campana & Cimatti	2018	<i>Procedia Manufacturing</i>

3.1. Mapeamento de processos e sustentabilidade

O mapeamento de processos permite que as organizações conheçam todas as atividades que realizam e, mais ainda, pode ser utilizado para registrar os materiais, desperdícios, bem como resíduos provenientes do processo, a fim de controlar e eliminar impactos que podem ser econômicos, ambientais e sociais. Diante disso, foram analisados somente trabalhos que utilizaram do mapeamento de processos para avaliar as dimensões sustentáveis que estão envolvidas no processo de manufatura ou serviço, como visto anteriormente no Quadro 2.

Faulkner & Badurdeen (2014) aponta que a **manufatura sustentável** utiliza processos e sistemas para a fabricação de produtos mais sustentáveis e, conseqüentemente, há a necessidade de analisar e adaptar as melhores práticas para atender aos requisitos da sustentabilidade. Nesse contexto, os autores apresentam uma metodologia desenvolvida para adaptar um *VSM* sustentável (*Sus-VSM*), além de incluir métricas para avaliar o desempenho econômico, ambiental e social da sustentabilidade na manufatura.

No estudo feito por Kasaka et al. (2015) foram analisados resultados obtidos em uma empresa de manutenção e reparo de uma companhia aérea na Malásia, mais especificamente por meio de uma estrutura conceitual na dimensão *lean* e sustentável. Visando identificar possíveis áreas problemáticas nesse setor de engenharia de serviços, relacionadas com atividades que agregam ou não valor e baixos índices considerados sustentáveis, os autores mapearam as atividades de acordo com os aspectos sustentáveis, econômico e ambiental. Para isso, utilizaram uma ferramenta de mapeamento de fluxo de valor de domínio sustentável (*SdVSM - Sustainable domain value stream mapping*).

Rybicka et al. (2015) estudaram sobre métodos de gerenciamento de resíduos que possam substituir ou complementar o processo de gestão atual de resíduos de materiais compósitos. Especificamente, os autores apresentaram um mapeamento de processos utilizado para capturar dados no contexto do mapeamento de resíduos. Com isso, seria possível a obtenção de materiais e, subsequentemente, de resíduos presentes nos processos de fabricação, a fim de maximizar a compreensão das possíveis opções de reutilização e reciclagem, o que traria benefícios ambientais e econômicos para a manufatura.

Ali e Badinelli (2016) apresentaram um estudo relacionado ao processo de reutilização de materiais de construção, afirmando que o cenário de design proposto caracterizado como sustentável, é o processo que faltava na indústria atual de arquitetura e design. Para isso, os autores realizaram o mapeamento do processo utilizando padrões de diagramas de atividades

da Linguagem de Modelagem Unificada (UML). Os autores afirmam que o estudo pode resultar em um projeto de construção sustentável que promove uma economia circular, o que está diretamente relacionado com a dimensão ambiental. Ainda, mostram uma Estrutura de Suporte à Decisão (DSF) que visa auxiliar a equipe de projeto a considerar, identificar e avaliar a construção que utilizou materiais e componentes recuperados em novos projetos.

Rebouillat et al. (2016) realizaram uma avaliação do aspecto ambiental da sustentabilidade presente em processos padrão aplicados para a produção de pedra natural, considerando que tal processo dispõe de uma tecnologia de produção que exige o uso de recursos não renováveis, causando vários impactos negativos ao meio ambiente. Os autores afirmam a importância para as empresas melhorarem o desempenho de sustentabilidade dos processos de pedreiras. Para isso, apresentam uma representação estruturada e orientada para a sustentabilidade, por meio do mapeamento de processos individuais de fabricação. O objetivo é que engenheiros e gerentes compreendam meticulosamente e melhorarem o desempenho de sustentabilidade da produção de pedra natural.

Tejaswi e Samuel (2017) realizaram um trabalho de revisão da literatura no qual descrevem algumas ferramentas que podem auxiliar na antecipação e prevenção de riscos ambientais. Uma dessas ferramentas apresentadas é o mapeamento de processos. Os autores relatam que a primeira etapa no mapeamento de processos trata-se da identificação dos processos interconectados e da coleta das informações sobre as etapas envolvidas em cada um destes. Em seguida, deve-se gerar um mapa a partir das informações coletadas a fim de identificar as atividades que podem levar a aspectos ambientais significativos. Ainda, o texto apresenta algumas limitações da ferramenta, que são: quanto maior a quantidade de detalhes no mapeamento de processos, mais complexas tornam-se as análises e posterior utilização do mapa; os dados coletados podem sofrer um viés devido às experiências do pessoal envolvido; e, por fim, o mapeamento requer uma habilidade e esforços, pois a pressa pode levar a conclusões errôneas.

Litos et al. (2017) realizaram um estudo de caso em uma indústria de pisos, diretamente no processo de desenvolvimento de um tipo de ferramenta de mapeamento do fluxo de valor ambiental (*EVSM - Environmental Value Stream Mapping*). Foi explorado sobre como melhorias de ecoeficiência (como uso de energia em cada etapa do processo) podem ser identificadas em um mapa de valores que mescla dimensões ambientais e econômicas nos

processos produtivos, ampliando a literatura sobre sustentabilidade e ferramentas ambientais baseadas em *VSM*.

Meo et al. (2017) apresentam um método para a coleta e organização de dados com o objetivo de planejar estratégias para a eficiência energética. Os autores observaram que por meio um mapeamento eficaz do sistema de produção atual foi possível entender como os consumos são distribuídos ao longo do fluxo de produção, além de correlacioná-los com o desempenho dos ativos da empresa, o planejamento da produção e o gerenciamento de recursos, o que impacta diretamente no aspecto sustentável da empresa, tanto do ponto de vista ambiental e econômico.

Melosi et al. (2018) propõe um método de mapeamento das habilidades esperadas dos trabalhadores necessárias em uma empresa de manufatura. O objetivo foi combinar as habilidades esperadas com as competências e habilidades existentes nos departamentos da empresa. A ferramenta proposta pode ajudar a aumentar a sustentabilidade da empresa em todas as suas três dimensões, uma vez que se os trabalhadores certos, com as habilidades adequadas, forem empregados nas posições corretas, o produto final poderá ser fabricado com um alto nível de qualidade e precisão, reduzindo o desperdício de matérias-primas, o que impacta diretamente nas três dimensões da sustentabilidade.

4. Conclusões

A sustentabilidade em um contexto industrial baseia-se na ideia de fabricar um produto sustentável, utilizando uma produção limpa, sem desperdício e com menor uso de recursos naturais e energéticos, além de menor custo e maior responsabilidade social. Isso compreende para os setores industriais minimizarem os impactos negativos nas três dimensões: econômica, ambiental e social.

Diante disso, este trabalho seguiu a premissa de que é necessário para as organizações conhecerem todos os processos envolvidos no seu negócio, principalmente em um cunho sustentável. Para isso, apontou como ferramenta o mapeamento de processos, para permitir ampliar a visão de como as três dimensões da sustentabilidade são avaliadas no processo produtivo.

Os estudos mostraram que mapear os processos permite que as organizações enxerguem cada etapa presente, além de visualizar a ocorrência de resíduos oriundos do processo, desperdícios de recursos energéticos, desperdício de tempo, de mão de obra, implicações econômicas, entre

outros. Porém, não são todos as organizações com mentalidade sustentável que realizam o mapeamento de processos abrangendo as três dimensões, o que apresenta como um déficit de pesquisa nessa área, principalmente em estudos que incorporam a dimensão social.

Para que as organizações se tornem cada vez mais ambientalmente amigáveis e socialmente responsáveis, torna-se necessária a realização de pesquisas mais aprofundadas para saber como deve ser lidada a dimensão social ao mapear os seus processos. Isso pode ser relacionada com toda cadeia de suprimentos, com a mão-de-obra envolvida na fabricação e em outros impactos sociais que as operações exercem.

5. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

ALI, Ahmed K.; BADINELLI, Ralph. Novel Integration of Sustainable and Construction Decisions into the Design Bid Build Project Delivery Method Using BPMN. **Procedia Engineering**, v. 145, p. 164-171, 2016.

DAMELIO, Robert. **The basics of process mapping**. Productivity Press, 2011.

HENS, Luc et al. On the evolution of “Cleaner Production” as a concept and a practice. **Journal of cleaner production**, v. 172, p. 3323-3333, 2018.

ISO 14001:2015. Environmental management systems — Requirements with Guidance for Use, 2015.

JOVANE, Francesco et al. The incoming global technological and industrial revolution towards competitive sustainable manufacturing. **CIRP annals**, v. 57, n. 2, p. 641-659, 2008.

KASAVA, Nithia Kumar et al. Sustainable domain value stream mapping (SdVSM) framework application in aircraft maintenance: A case study. **Procedia CIRP**, v. 26, p. 418-423, 2015.

KRISHNAIYER, Krishnan et al. D3S model for sustainable process excellence. **Procedia Manufacturing**, v. 26, p. 1441-1447, 2018.

LITOS, Lampros et al. Management tool design for eco-efficiency improvements in manufacturing—a case study. **Procedia CIRP**, v. 60, p. 500-505, 2017.

MELOSI, Francesco; CAMPANA, Giampaolo; CIMATTI, Barbara. Competences mapping as a tool to increase sustainability of manufacturing enterprises. **Procedia Manufacturing**, v. 21, p. 806-813, 2018.

MEO, Ivan et al. Optimization of energy efficiency of a production site: a method to support data acquisition for effective action plans. **Procedia Manufacturing**, v. 11, p. 760-767, 2017.

MORELLI, John. Environmental sustainability: A definition for environmental professionals. **Journal of environmental sustainability**, v. 1, n. 1, p. 2, 2011.

MUSTAFA, Khalid; CHENG, Kai. Improving production changeovers and the optimization: A simulation based virtual process approach and its application perspectives. **Procedia Manufacturing**, v. 11, p. 2042-2050, 2017.

NYEMBA, Wilson R.; MBOHWA, Charles. Process mapping and optimization of the process flows of a furniture manufacturing company in Zimbabwe using machine distance matrices. **Procedia Manufacturing**, v. 8, p. 447-454, 2017.

REBOUILLAT, Laurie et al. Understanding sustainability data through unit manufacturing process representations: a case study on stone production. **Procedia CIRP**, v. 57, p. 686-691, 2016.

ROHANI, Jafri Mohd; ZAHRAEE, Seyed Mojib. Production line analysis via value stream mapping: a lean manufacturing process of color industry. **Procedia Manufacturing**, v. 2, p. 6-10, 2015.

ROSA, Conceição; SILVA, F. J. G.; FERREIRA, Luís Pinto. Improving the quality and productivity of steel wire-rope assembly lines for the automotive industry. **Procedia Manufacturing**, v. 11, p. 1035-1042, 2017.

RYBICKA, Justyna et al. Capturing composites manufacturing waste flows through process mapping. **Journal of cleaner production**, v. 91, p. 251-261, 2015.

SOUSA, E. et al. Applying SMED methodology in cork stoppers production. **Procedia Manufacturing**, v. 17, p. 611-622, 2018.

TEJASWI, D; SAMUEL, Christopher. Techniques for environmental risk assessment: A review. **RASĀYAN J. Chem**, v. 10, p. 499-506, 2017.