

UNDERUSED LEAN MANUFACTURING TOOLS IN THE TEXTILE INDUSTRY

FERRAMENTAS DO LEAN MANUFACTURING SUBUTILIZADAS NA INDÚSTRIA TÊXTIL

JULIANA TEIXEIRA COELHO<https://orcid.org/0009-0002-2455-6778>jjulicoelho@gmail.com*Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Blumenau, Santa Catarina***ANA JULIA DAL FORNO**<https://orcid.org/0000-0003-2441-5385>ana.forno@ufsc.br*Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC, Blumenau, Santa Catarina.***ANTONIO AUGUSTO ULSON DE SOUZA**<https://orcid.org/0000-0002-7115-2621>antonio.augusto.souza@ufsc.br*Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC, Florianópolis, Santa Catarina*RECEBIDO EM: 21/08/2024
APROVADO EM: 07/11/2024
PUBLICADO EM: 09/12/2024**RESUMO**

O *lean manufacturing* consiste na redução de desperdícios gerados no processo produtivo que, desde 1950 surgiu a partir do Sistema Toyota de Produção. Os seus conceitos e aplicações de ferramentas se estendem além da produção. No entanto, ainda existem algumas práticas que não são amplamente aplicadas ou conhecidas, principalmente na indústria têxtil brasileira. Portanto, o objetivo deste artigo é identificar o termo menos difundido do *lean manufacturing* na literatura e defini-lo. A metodologia consistiu em uma revisão sistemática da literatura em bases de dados. Os resultados preliminares mostraram que o termo menos difundido na indústria têxtil é *yamazumi*, que pode ser compreendido como balanceamento de demanda. Estudos futuros correlacionarão se essa lacuna pode estar associada aos problemas de erros de previsão de demanda que esse setor vivencia na prática além de realizar uma survey e ações para aplicar essa e as demais ferramentas integradas ao sistema de gestão.

Palavras-chave: Melhoria contínua; previsão de demanda; *Yamazumi*; manufatura enxuta.

ABSTRACT

Lean manufacturing consists of reducing waste generated in the production process, which emerged from the Toyota Production System in 1950. Its concepts and tool applications extend beyond production. However, there are still some practices that are not widely applied or known, especially in the Brazilian textile industry. Therefore, the objective of this article is to identify the least widespread term of lean manufacturing in the

literature and define it. The methodology consisted of a systematic review of the literature in databases. Preliminary results showed that the least widespread term in the textile industry is yamazumi, which can be understood as demand balancing. Future studies will correlate whether this gap may be associated with the problems of demand forecast errors that this sector experiences in practice, in addition to conducting a survey and actions to apply this and other tools integrated into the management system.

Keywords: Continuous improvement; demand forecast; Yamazumi; lean production.

1 INTRODUÇÃO

Com a crescente competitividade global, as empresas brasileiras buscam constantemente ofertar preços mais competitivos, melhorar a gestão da qualidade, reduzir desperdícios e otimizar os processos produtivos (COELHO *et al*, 2023). A implementação da metodologia *lean manufacturing* surge como um ciclo que, a longo prazo, gera resultados sustentáveis e produtivos. A adoção do *lean manufacturing* promove melhorias contínuas e substanciais, possibilitando que as empresas produzam mais com menos recursos, mantendo a qualidade (DOS ANJOS *et al*, 2022).

Estudar os termos do *lean manufacturing* menos difundidos na indústria têxtil permite explorar novas oportunidades, inovar processos, solucionar desafios específicos e se adaptar às mudanças, promovendo eficiência e competitividade. O objetivo desta pesquisa é identificar na indústria têxtil o termo, prática ou ferramenta do *lean manufacturing* menos difundida na literatura e responder qual é o termo menos conhecido na manufatura enxuta e como ele é conceituado. Portanto, a pergunta a ser respondida neste artigo é “qual é a prática menos encontrada na literatura do *lean manufacturing* na indústria têxtil e quais são os resultados replicáveis para este setor?”

2 METODOLOGIA

A metodologia utilizada nesta pesquisa foi a revisão sistemática da literatura, uma abordagem que utiliza bases de dados para investigar um tema específico, destacando uma estratégia de intervenção específica por meio de métodos de busca explícitos e sistematizados, análise crítica e síntese de informações selecionadas conduzida em cinco etapas (SAMPAIO e MANCINI, 2007) detalhadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Cinco fases do processo de elaboração da revisão sistemática realizada

1	Definir a pergunta	“Qual o termo menos difundido na indústria têxtil nos últimos cinco anos?”
2	Buscar evidências	Uso das bases de dados <i>ScienceDirect</i> , <i>Engineering Village</i> , e <i>Springer</i> ; Palavra chave de busca, “o nome do termo” e posteriormente “o nome do termo” e “ <i>textile</i> ”;

		Opção “ <i>all fields</i> ” com e sem limitações; Indicador booleano “ <i>and</i> ”;
3	Revisar e selecionar os estudos	Análise por gráficos comparativos e tabelas informativas;
4	Analisar a qualidade metodológica do estudo	Análise qualitativa dos documentos;
5	Apresentar os resultados	Apresentar e conceituar do termo menos difundido do <i>lean manufacturing</i> na indústria têxtil.

Fonte: Autores (2024)

Os termos utilizados para pesquisa foram as ferramentas da manufatura enxuta, sendo eles: *poke yoke*, *takt time*, *andon*, *heijunka*, *hoshin*, *yamazumi*, *chaku chaku*, *kakushin*, *jidoka*, *kaikaku*, *SMED*. A busca resultou em 30.817 artigos, sendo 3.845 para o termo *poka yoke*, 1.339 para *heijunka*, 453 para *kakushin*, 2.841 para *takt time*, 1.875 para *hoshin*, 8.113 para *jidoka*, 8.166 para *andon*, 671 para *yamazumi*, 957 para *kaikaku*, 270 para *chaku. chaku* e 8.587 para *SMED*.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A busca pelas publicações nas bases de dados foi realizada no dia 18 de novembro de 2023, utilizando os termos e em seguida o termo com a palavra “textile” nas palavras-chave sem incluir nenhum outro filtro de país ou área, e considerando resumos, palavras-chave e títulos. Os resultados encontrados estão na Tabela 2, classificadas as publicações na base Science Direct, Scopus e os respectivos totais para todos os setores e focado no segmento têxtil.

Tabela 2 – Número de publicações de práticas da manufatura enxuta após 2019

Termo	Science Direct		Scopus		Total	
	Geral	Têxtil	Geral	Têxtil	Geral	Têxtil
Poka Yoke	562	51	2.200	220	2.762	271
Heijunka	208	23	763	96	971	119
kakushin	35	4	313	59	348	63
Takt time	666	39	954	164	1.620	203
Hoshin	384	15	889	75	1.273	90
Jidoka	250	29	944	149	1.194	178
Andon	3.620	72	3112	262	6.732	334

Yamazumi	272	5	237	20	509	25
Kaikaku	73	9	649	93	722	102
Chaku Chaku	27	5	159	21	186	26
SMED	3.493	134	2.771	244	6.264	378

Fonte: Autores (2024)

Como complemento, na Figura 1 estão as publicações de cada termo de forma geral e na Figura 2 as publicações do segmento têxtil. Há divergências de posição da ferramenta mais identificada, sendo que de forma geral está *andon*, SMED e *poka yoke* e no segmento têxtil alternados os primeiros lugares (SMED, *andon* e *poka yoke*). Dessa forma, no segmento têxtil o termo com menos publicações foi o *yamazumi*.

Figura 1 – Quantidade de publicações gerais das ferramentas enxutas

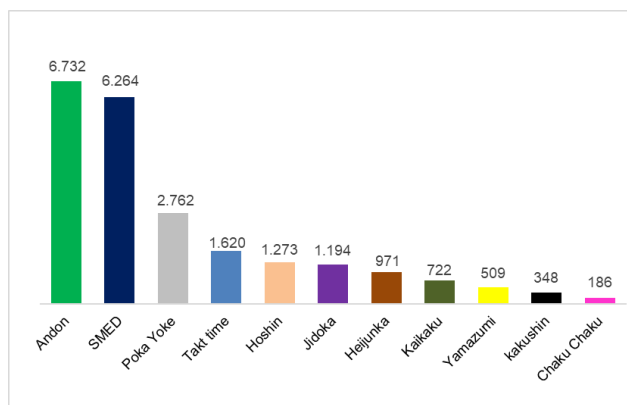
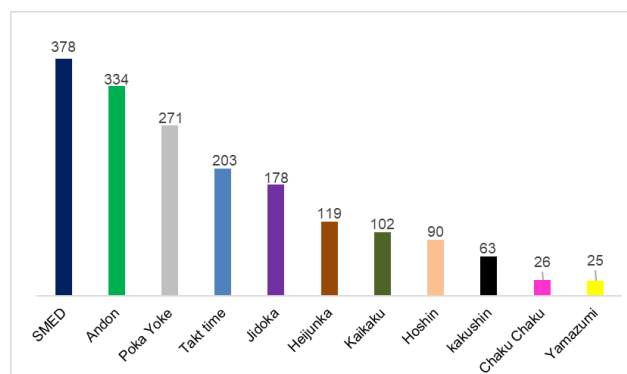


Figura 2 – Quantidade de publicações das ferramentas enxutas focadas no segmento têxtil



Como critério para definir qual termo foi menos difundido nos últimos cinco anos do *lean manufacturing* na indústria têxtil, foi considerado o termo com menos publicações desde 2019 nas buscas pelo termo juntamente com têxtil, por meio da avaliação individual dos resultados de cada

base de dados. Com isso, o termo menos difundido encontrado foi *yamazumi*. Ao analisar as publicações referentes ao termo “*yamazumi*”, foram analisados apenas artigos de revista e conferência, da base de dados *ScienceDirect* publicados após 2019 encontrados ao buscar apenas pelo termo “*yamazumi*”. Com as condições estabelecidas, dezesseis artigos foram analisados na Tabela 3 com o resumo descritivo sobre cada artigo encontrado. Na coluna outros termos, foi verificado que juntamente com o *yamazumi* apareceram os termos a) *Plan For Every Part* (PFEP) que também é uma ferramenta enxuta aplicada na logística para gerenciamento de materiais dentro da produção; b) o VSM (*Value Stream Mapping*) traduzido como o mapeamento do fluxo de valor; c) o JIT (*Just in time*) que é um dos pilares do Sistema Toyota de Produção; d) TPM que é a manutenção produtiva total; e) FMEA que caracteriza-se como Análise de Modos de Falha e seus Efeitos; além do 5S e do SMED (Single Minute Exchange of Die) que é o termo aplicado para a prática de troca rápida de ferramentas.

Tabela 3 – Descrição dos artigos encontrados na busca por *yamazumi*

REFERÊNCIA	ÁREA	OBJETIVO	OUTROS TERMOS
ASADI, JACKSON e FUNDIN (2019)	Mecânica	Investigar as implicações da realização de flexibilidade de <i>mix</i> em um sistema de montagem para modularidade de produtos	
OBATA, MORIMOTO e MIYANOSHITA (2019)	Agricultura	Resolver o problema de pragas de insetos em uma plantação	
PAWLEWSKI e ANHOLCER (2019)	Logística	Apresentar o uso de um modelo de banco de dados relacional na modelagem de sistemas de manufatura	<ul style="list-style-type: none"> • PFEP • SMED • VSM
HUANG <i>et al.</i> (2019)	Automação	Apresentar um sistema multiagentes composto por vários sistemas arduino embarcados de baixo custo	<ul style="list-style-type: none"> • VSM
DIAS <i>et al.</i> (2019)	Metalurgia	Descrever as 14 medidas implementadas de melhorias no processo	<ul style="list-style-type: none"> • 5S
INOUE <i>et al.</i> (2020)	Medicina	Analisar o manejo do vazamento interno tipo I	
BAKER <i>et al.</i> (2020)	Psicologia	Compreender as interações argumentativas envolvendo <i>role-play</i> (encenação)	

KUMAR <i>et al.</i> (2021)	Mecânica	Melhorar a eficiência da linha de produção de uma unidade de bainha através da implementação três técnicas diferentes de balanceamento de linha	• <i>Takt time</i>
DOBRA e JÓSVAI (2021)	Mecânica	Propor uma forma de aumentar o indicador utilizando uma análise híbrida própria	• <i>Takt time</i>
PINHÃO, IGNACIO e COELHO (2022)	Aeronáutica	Propor modelos de definição de padrões de trabalho para otimizar os indicadores de tempo de resposta, número de operadores, custos de treinamento e balanceamento de carga	• <i>Takt time</i>
REKE, POWELL e MOGOS (2022)	Automotiva	Apresentar resultados preliminares da aplicação dos conceitos da manufatura enxuta em empresas norueguesas	<ul style="list-style-type: none"> • <i>JIT</i> • <i>Kaizen</i> • <i>Heijunka</i> • <i>Jidoka</i> • <i>5S</i> • <i>TPM</i> • <i>Trabalho padronizado</i> • <i>5 porquês</i>
MACHUSKY, JHERBERT-BERGER (2022)	Medicina	Abordar a história e desafios atuais no trabalho com infraestrutura de aprendizagem <i>online</i>	
ASANO <i>et al.</i> (2022)	Medicina	Analisar o curso temporal da inflamação das meninges	
BIERCEWICZ, SULICH e SOŁODUCHO-PELC (2022)	Educação	Propor melhorias gerenciais em um jogo educacional	
KONRAD, SOMMER e SHAREEF (2023)	Agricultura	Reduzir o tempo de embalagem e custo do material em um armazém	<ul style="list-style-type: none"> • <i>kaban</i> • <i>poka yoke</i> • <i>FMEA</i>
AHMED <i>et al.</i> (2023)	Embalagens	Investigar lacunas no processo atual de montagem de kits	<ul style="list-style-type: none"> • <i>PFEP</i> • <i>FMEA</i>

Fonte: Autores (2024)

Posteriormente, alinhado ao objetivo dessa pesquisa, a Figura 3 sintetiza as definições do termo *yamazumi* identificadas na literatura, que convergem numa representação visual para identificar os tempos de ciclo de máquinas e pessoas.

Figure 3 – Definições de *yamazumi* identificados na literatura

Fonte: Autores (2024)

Os artigos dos autores Baker *et al* (2020), Biercewicz; Sulich; Sojoducho-Pelc (2022), Asano *et al* (2022), Machusky; Jherbert-Berger (2022), Inoue *et al* (2020) foram desconsiderados nas referências e citações, e também o artigo dos autores Obata; Morimoto; Miyanoshita (2019) pois o termo era apresentado apenas como o nome de um projeto de *site*. Por fim, entendeu-se que *yamazumi* é um termo que auxilia no balanceamento da linha de produção a fim de dar clareza para o desempenho em tempos de máquina e funcionário, pode ser apresentado com vários visuais diferentes, mas sua estrutura sempre terá o padrão de ser um gráfico de colunas empilhadas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o objetivo de identificar os termos mais subutilizados da manufatura enxuta na indústria têxtil, foram identificadas o número de publicações em periódicos e conferências nas bases de dados *ScienceDirect* e *Scopus*. Os termos pesquisados foram *poke yoke*, *takt time*, *andon*, *heijunka*, *hoshin*, *yamashumi*, *chaku chaku*, *kakushin*, *jidoka*, *kaikaku*, *SMED*.

Assim, com o foco na indústria têxtil, a ferramenta *yamazumi* é a que apresentou menos publicações, sendo apenas cinco na base de dados *Science Direct* e 20 publicações na *Scopus*. Além desse termo, outros subutilizados foram *kakushin* que está relacionado à abordagem de cima para baixo para a transformação dos processos; o *hoshin kanri* que é o desdobramento da estratégia em objetivos, o *kaikaku* que são as inovações disruptivas para grandes problemas e o *chaku chaku* que são os carregamentos de máquinas aplicados em arranjos celulares da produção enxuta.

Explorando o *yamazumi*, a mesma já é aplicada em outras áreas, como na medicina, educação, agricultura, automotiva, mecânica e além do seu conceito inicial de mostrar a carga de trabalho de forma gráfica, as vantagens também estão em auxiliar estudos de balanceamento das operações para que as pessoas tenham um equilíbrio de atividades. Outros benefícios dessa ferramenta foram identificados tais como os da manufatura enxuta de eliminar desperdícios, aumentar a produtividade e a melhoria de processos. Alinhada às demais práticas e princípios enxutos, será importante a sua aplicação cada vez mais integrada para aumentar o valor para o cliente.

Das práticas mais identificadas na literatura, percebeu-se que na indústria têxtil há mais trabalhos focados na redução de *setup* (SMED), *andon* que é a gestão visual e os dispositivos à prova de erros (*poka yoke*).

Os trabalhos futuros irão verificar os termos menos aplicados nas indústrias têxteis e os seus resultados, sendo que muitas vezes as práticas são realizadas, mas não conhecidas pelo seu termo formal, uma vez que são da origem japonesa do Sistema Toyota de Produção.

REFERÊNCIAS

AHMED, Syed; PARVATHANENI, Dileep; SHAREEF, Iqbal. Reorganization of inventory to improve kitting efficiency and maximize space utilization. **Manufacturing Letters**, v. 35, p. 1366-1377, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2023.08.128>

ASADI, Narges; JACKSON, Mats; FUNDIN, Anders. Implications of realizing mix flexibility in assembly systems for product modularity—A case study. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 52, p. 13-22, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2019.04.010>

ASANO, Hinami *et al.* Infiltration of peripheral immune cells into the olfactory bulb in a mouse model of acute nasal inflammation. **Journal of Neuroimmunology**, v. 368, p. 577897, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jneuroim.2022.577897>

BAKER, Michael J. *et al.* Argumentation, Eureka and emotion: An analysis of group projects in creative design training. **Learning, culture and Social Interaction**, v. 26, p. 100436, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2020.100436>

BIERCEWICZ, Konrad; SULICH, Adam; SOŁODUCHO-PELC, Letycja. The improvements propositions for players' engagement and sustainable behaviors in managerial games. **Procedia Computer Science**, v. 207, p. 1509-1518, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.09.208>.

COELHO, J. T.; Dal Forno, A.J.; SPLIETER, A. M. Jishuken: exemplos de aplicação na indústria têxtil. In: **Discuta Lean**. Daniel Lorenzon dos Santos e Joziel de Jesus Côrrea. (Org.). 4ed. Brusque: Agora, 2023, v. 4, p. 9-16.

DIAS, José António *et al.* Improving the order fulfilment process at a metalwork company. **Procedia Manufacturing**, v. 41, p. 1031-1038, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.10.030>

DOBRA, Péter; JÓSVAI, János. Enhance of OEE by hybrid analysis at the automotive semi-automatic assembly lines. **Procedia Manufacturing**, v. 54, p. 184-190, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2021.07.028>.

DOS ANJOS, Natália Caetano *et al.* **Proposta conceitual de vantagens da adoção de lean manufacturing pela indústria têxtil e de confecção**. 2022.

HUANG, Zhuoyu *et al.* Industry 4.0: Development of a multi-agent system for dynamic value stream mapping in SMEs. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 52, p. 1-12, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2019.05.001>

INOUE, Kentaro *et al.* Platelets reflect the fate of type II endoleak after endovascular aneurysm repair. **Journal of Vascular Surgery**, v. 72, n. 2, p. 541-548. e1, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2019.09.062>

KONRAD, Kyle; SOMMER, Mitchell; SHAREEF, Iqbal. Crate consolidation and standardization using lean manufacturing systems. **Manufacturing Letters**, v. 35, p. 1264-1275, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2023.08.105>

KUMAR, R. Nithish; MOHAN, R.; GOBINATH, N. Improvement in production line efficiency of hemming unit using line balancing techniques. **Materials Today: Proceedings**, v. 46, p. 1459-1463, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.03.020>

MACHUSKY, John A.; HERBERT-BERGER, Katherine G. Understanding online learning infrastructure in US K-12 schools: A review of challenges and emerging trends. **International Journal of Educational Research**, v. 114, p. 101993, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2022.101993>

OBATA, Hiroki; MORIMOTO, Katsura; MIYANOSHITA, Akihiro. Discovery of the Jomon era maize weevils in Hokkaido, Japan and its mean. **Journal of Archaeological Science: Reports**, v. 23, p. 137-156, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2018.10.037>

PAWLEWSKI, Pawel; ANHOLCER, Marcin. Relational database template in the simulation modeling of manufacturing systems. **IFAC-PapersOnLine**, v. 52, n. 13, p. 1744-1748, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.453>

PINHÃO, Júlia da Matta Oliveira Borsato; IGNACIO, Anibal Alberto Vilcapoma; COELHO, Ormeu. An integer programming mathematical model with line balancing and scheduling for standard work optimization: a realistic application to aircraft engines assembly lines. **Computers & Industrial Engineering**, v. 173, p. 108652, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108652>

REKE, Eivind; POWELL, Daryl; MOGOS, Maria Flavia. Applying the fundamentals of TPS to realize a resilient and responsive manufacturing system. **Procedia CIRP**, v. 107, p. 1221-1225, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.05.135>

SAMPAIO, Rosana Ferreira; MANCINI, Marisa Cotta. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 11, p. 83-89, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-35552007000100013>