

# Por uma indústria têxtil mais competitiva: otimizando o tingimento dos jeans

Uiraquitan Tadeu Gomes  
Plácido Rogério Pinheiro

<https://doi.org/10.5020/2965-6001.2023.15577>

## RESUMO

O advento da globalização e o contato entre mercados de diferentes países trouxeram disputas entre os mais diversos setores. Com o setor têxtil, sobretudo o brasileiro, isso não foi diferente. No entanto, se uma indústria deseja se tornar mais produtiva e competitiva, ela necessita gerir melhor sua produção, a fim de minimizar atrasos e perdas de lucro. Pensando nisso, esta pesquisa apresenta um modelo para orientar o ganho de setup no processo de tingimento de tecidos.

**Tags:** Indústria têxtil. Tingimento. Denim. Planejamento e controle da produção. Problema do caixeiro-viajante.

## Principais pontos

- Os tempos atuais requerem uma organização coordenada e integrada;
- O mercado têxtil tem sido cada vez mais exigente e dinâmico;
- Para ser competitiva, uma indústria necessita de eficácia operacional;
- A gestão dos recursos não pode comprometer o benefício aos clientes.

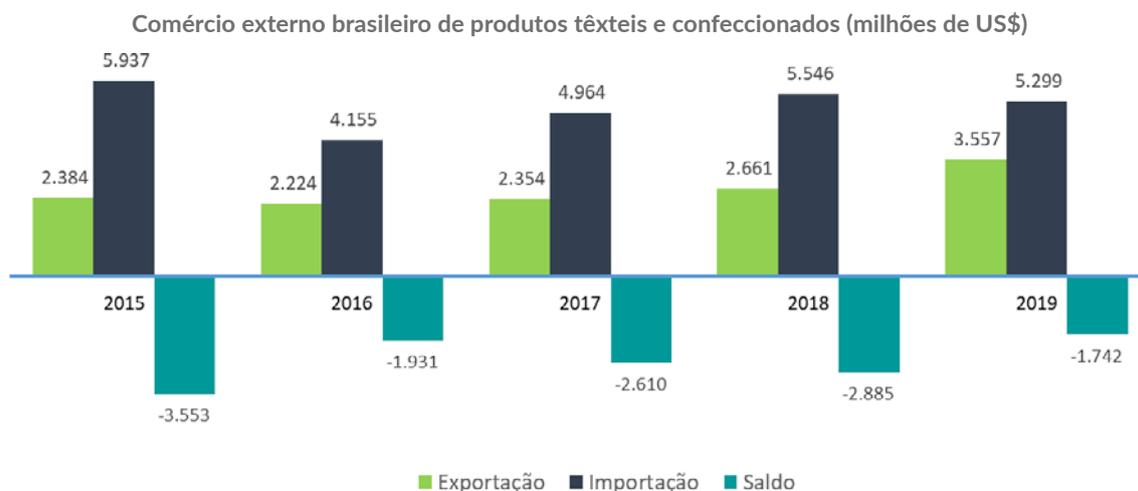
## Da globalização às praias brasileiras

Se no passado as barreiras geográficas impossibilitavam o livre comércio entre os países, hoje, em um mundo globalizado, essas trocas se tornam cada vez mais próximas e competitivas. A entrada de novos concorrentes estrangeiros cria uma disputa por market share, ou seja, participação de mercado. As empresas passam a ser pressionadas por melhores desempenhos, qualidade, custo, produtividade e eficiência operacional [1].

Para que as empresas sobrevivam e alcancem bons resultados financeiros, é necessária uma redução de custos que não comprometa o benefício ao cliente, mas que minimize desperdícios e maximize os lucros [2]. No setor têxtil e de vestuário, o desafio é o mesmo. Devido à complexidade no planejamento e à diversidade de produtos necessários para suprir o dinamismo do mercado da moda, atender esse setor exige muita flexibilidade.

Conforme a Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (ABIT), o Brasil possui a maior cadeia têxtil integrada do Ocidente. O país é também referência mundial em design de moda praia. O setor

é um dos maiores empregadores do país, respondendo a cerca de 1,5 milhão de empregos diretos, o equivalente a 21% do total de trabalhadores no ano de 2019. O gráfico seguinte mostra como o comércio dos produtos têxteis e confeccionados se portou externamente.



A presente pesquisa voltou sua atenção para a produção do tecido tipo denim, base da produção do jeans e o de maior aceitação dentre os produtos têxteis [3]. Partiu-se da seguinte pergunta: “Como melhorar o sequenciamento do processo de tingimento do tecido por meio da otimização dos tempos de setup?”.

## Tempo é dinheiro?

Frequentemente, indústrias enfrentam o desafio de determinar o momento e o tamanho dos lotes de produção. Esse processo envolve operações de setup, nas quais há a troca entre lotes, ajustes de máquinas e procedimentos de limpeza, procedimentos essenciais, pois a ordem de produção afeta o uso do tempo disponível e os custos de fabricação [3]. O sequenciamento define a ordem de produção dos lotes, considerando os tempos e custos de preparação necessários. Assim, a integração entre o dimensionamento e o sequenciamento dos lotes ajuda a criar planos de produção mais eficientes, minimizando os custos de estoque e de setup, e utilizando melhor os recursos disponíveis em cada período [4].

## Por decisões eficientes: a Pesquisa Operacional

Após a Revolução Industrial, a complexidade das organizações aumentou, levando à divisão do trabalho e à fragmentação das responsabilidades gerenciais, o que dificultou a visão integrada das operações. Para enfrentar esses desafios, surgiu a Pesquisa Operacional (PO), uma abordagem científica que utiliza modelos matemáticos e estatísticos para ajudar na tomada de decisões. A PO começou na Inglaterra durante a Segunda Guerra Mundial para resolver problemas militares, espalhando-se, posteriormente, no mundo acadêmico e empresarial. Hoje, é amplamente usada em outras áreas, como Engenharia de Produção, Matemática Aplicada, Ciência da Computação e Gestão de Negócios, para otimizar recursos e operações, minimizando incertezas e riscos.

## O Problema do Caixeiro-Viajante

O Problema do Caixeiro-Viajante (PCV) é um desafio em que um viajante precisa encontrar o caminho mais curto para visitar todas as cidades de um conjunto uma única vez e depois retornar à cidade de origem. Cada cidade possui uma distância associada às outras, representando o custo de deslocamento entre elas. O objetivo é encontrar o caminho que minimize esse

custo total, formando um ciclo hamiltoniano, que é um percurso que passa por todas as cidades uma vez e retorna à cidade inicial.

O PCV pode, assim, ser uma solução para problemas de sequenciamento e roteamento dentro das fábricas têxteis. Por exemplo, o sequenciamento das operações de máquina na manufatura têxtil pode ser modelado como um problema semelhante ao PCV, em que cada máquina é uma “cidade” e o custo de mudança entre elas representa o tempo ou custo de mudança de um trabalho para outro. Resolver eficientemente o PCV implica desenvolver modelos mais eficientes para problemas de escalonamento e sequenciamento na indústria têxtil, contribuindo para a otimização dos processos de produção e redução de custos.

## Metodologia

O percurso metodológico desta pesquisa se deu a partir de três etapas:

- 01.**  
Realização de entrevistas com especialistas em tingimento para revisar e estruturar a matriz de tempos de *setup*.
- 02.**  
*Brainstorming* entre equipes de PCP e tingimento para identificar os fatores que influenciam o tempo de *setup* de tingimento, destacando grupo de máquinas, número de SKU (unidade de manutenção de estoque) e horizonte de programação como os mais relevantes.
- 03.**  
Fase de aplicação: utilizou-se da metodologia do PCV para estudar o sequenciamento do tempo de *setup*.

## Otimizando o *setup*

Os principais resultados desta pesquisa envolvem a proposta de um modelo de análise para a programação e o sequenciamento do tingimento de tecidos, utilizando a PO e, especificamente, a Programação Linear Inteira (PLI) com o PCV como abordagem.

- **Identificação dos fatores mais relevantes:** a pesquisa identificou que os fatores que mais influenciam o tempo de *setup* de tingimento são o grupo de máquina, número de SKU e horizonte de programação. Estes foram considerados os mais significativos para a análise e otimização do tempo de *setup*.
- **Relação entre parâmetros e tempo de *setup*:** foi destacada a relação entre os parâmetros do processo (grupo de máquina, número de SKU e horizonte de programação) e a variação do tempo de *setup*. Isso demonstra a importância de compreender esses fatores para aprimorar a eficiência operacional.

## Conclusão

O presente estudo, realizado no ano de 2021, propôs um modelo inovador para analisar e otimizar o sequenciamento do tingimento de tecidos, focando especialmente a redução do tempo de *setup*. Utilizando a PLI e o Princípio da Penetração da Demanda (PPD), o estudo trouxe à tona a relação entre diversos parâmetros do processo de tingimento e a variação do tempo de *setup*. As conclusões indicam que, embora não haja correlação direta entre o número de SKU e o tempo de *setup*, outros fatores, como a sequência de produção e a gestão dos estoques intermediários, são cruciais para a eficiência do processo[5].

A pesquisa revelou que a falta de correlação entre o número de SKU e o tempo de *setup* pode estar relacionada à dinâmica operacional, em que a necessidade de *setup* é definida pela transição entre lotes de tingimento, independentemente do SKU. Fazem-se necessárias estratégias mais integradas e

flexíveis entre os setores de tingimento e tecelagem, a fim de minimizar paradas e aumentar a eficiência produtiva. A proposta de deslocar o ponto de desacoplamento para o estoque intermediário sugere uma solução prática que pode aumentar a flexibilidade e reduzir os riscos de interrupções na produção.

## Referências

[1] Porter, M. E. The five competitive forces that shape strategy. (2008). Harvard Business Review. <https://hbr.org/2008/01/the-five-competitive-forces-that-shape-strategy>

[2] Jackson, R. H. F., & Jones, A. W. T. (1987). An architecture for decision making in the factory of the future. *Interfaces*, 17(6), 15-28.

[3] Paul, R. (2015). Denim and jeans: An overview. *Denim Manufacture, Finishing and Applications*, p. 1-11.

[4] Guimarães, L., Klabjan, D., & Almada-Lobo, B. (2014). Modeling lot sizing and scheduling problems with sequence dependent setups. *European Journal of Operational Research*, 239(3), 644-666. [5] Gomes, U. T., Pinheiro, P. R., & Saraiva, R. D. (2021). Dye Schedule Optimization: A Case Study in a Textile Industry. *Applied Sciences-Basel*, 11(14), 6467-6485.

## Sobre os autores

### Uiraquitan Tadeu Gomes

Graduação em Engenharia Mecânica (2000) pela FEI - Faculdade de Engenharia Industrial, pós graduação em Administração Industrial (2003) pela Universidade de São Paulo - Fundação Vanzolini, MBA em Gerenciamento de Projetos (2013) pela Fundação Getúlio Vargas e mestrado em Administração (2021) pela Universidade de Fortaleza. Atualmente é coordenador corporativo do Grupo Vicunha Têxtil, comandando os departamentos de planejamento e operações formado pelas áreas de Planejamento e Controle de Produção (PCP) e Depósito de Matéria Prima e Logística Interna (LGI), em 3 unidades fabris de Maracanaú e Pacajús (CE) e Natal (RN).

### Plácido Rogério Pinheiro

Doutor em Engenharia de Sistemas e Computação pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ, 1998), Mestre em Matemática pela Universidade Federal do Ceará (UFC, 1990), Conclui Especialização em Análise Matemática na Universidade Estadual do Ceará (UECE), Engenheiro Eletricista na Universidade de Fortaleza (UNIFOR, 1983), Bacharel e Licenciado em Matemática (UFC, 1979, 1988). Realizou estágio de Pós-Doutorado na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC/RJ, 2012, 2013). Bolsista Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora (2006, 2007) e Produtividade em Pesquisa desde 2008 até os dias

atuais, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Professor Associado Aposentado da Universidade Estadual do Ceará (UECE). Atualmente Professor permanente com tempo integral do Programa de Pós Graduação em Informática Aplicada (PPGIA) e do Mestrado Profissional em Administração (MPA) da Universidade de Fortaleza onde atua desde 1986. É coordenador do Laboratório de Computação Aplicada e líder do Grupo de Pesquisa em Computação Aplicada no CNPq. Pesquisador Membro do IEEE (Member of IEEE). Possui experiência na área de Modelos de Decisão, Modelagem para Otimização de Sistemas de Saúde, Decisão Multicritério em Sistemas de Produção, Modelos de Pesquisa Operacional para Aperfeiçoamento da Produtividade e Competitividade das Empresas, principalmente atuando nos seguintes campos de pesquisa: Pesquisa Operacional, Computação Aplicada e Sistemas inteligentes. Com sua formação acadêmica permite abordar problemáticas em matemática aplicada, com ênfase em matemática discreta e combinatória, atuando principalmente em programação matemática e multicritério. Possui experiência em modelagem processos industriais, aplicando programação matemática e multicritério, e publicou em periódicos nacionais internacionais com destaque para suas citações.

\*\*\*

### Para citar esse trabalho:

Gomes, U. T., & Pinheiro, P. R. (2023). Por uma indústria têxtil mais competitiva: otimizando o tingimento dos jeans. *Revista Gestão Executiva*, 2, 1-4. <https://doi.org/10.5020/2965-6001.2023.15577>