

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Patrick Hiemer Rizzi

**REGRAS DE SEQUENCIAMENTO E TAMANHO DE LOTE DA
PRODUÇÃO: ESTUDO DE SIMULAÇÃO EM UMA *JOB SHOP***

**Santa Maria – RS
2023**

Patrick Hiemer Rizzi

**REGRAS DE SEQUENCIAMENTO E TAMANHO DE LOTE DA PRODUÇÃO:
ESTUDO DE SIMULAÇÃO EM UMA *JOB SHOP***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), como requisito parcial para obtenção do título de **Engenheiro(a) de Produção**.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Battesini

Santa Maria – RS
2023

Patrick Hiemer Rizzi

**REGRAS DE SEQUENCIAMENTO E TAMANHO DE LOTE DA PRODUÇÃO:
ESTUDO DE SIMULAÇÃO EM UMA *JOB SHOP***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), como requisito parcial para obtenção do título de **Engenheiro(a) de Produção**.

Prof. Dr. Marcelo Battesini (UFSM)
[Presidente/Orientador]

Prof.^a Dr.^a Denis Rasquin Rabenschlag (UFSM)
[Avaliador]

Prof. Dr. Alvaro Luiz Neuenfeldt Júnior (UFSM)
[Avaliador]

RESUMO

REGRAS DE SEQUENCIAMENTO E TAMANHO DE LOTE DA PRODUÇÃO: UM ESTUDO DE SIMULAÇÃO EM UMA *JOB-SHOP*

AUTOR: Patrick Hiemer Rizzi

ORIENTADOR: Marcelo Battesini

Uma importante questão quando se pensa em produção de bens, é a organização das atividades a serem processadas, que são influenciadas diretamente pelo sequenciamento da produção, nos tempos de *setup* e no tamanho dos lotes de processamento. Este artigo tem como objetivo avaliar o impacto destes fatores no *makespan* com a finalidade de alcançar uma melhor configuração. Para isso, foram realizados experimentos em ambiente computacional no *software FlexSim* em uma *job-shop* organizada por processos. Os resultados indicam que o tamanho do lote de transferência, quando possui baixo tempo de *setup*, é mais importante do que a própria regra de sequenciamento de produção à qual o sistema será submetido. Desta forma, é possível concluir que, para setores que possuem baixo tempo de *setup*, é mais vantajoso fracionar os lotes, em lotes menores, para diminuir o tempo de atravessamento total dos itens.

Palavras-chave: Sequenciamento. Lote. *Setup*. *Makespan*. Simulação.

ABSTRACT

RULES FOR SEQUENCING AND PRODUCTION BATCH SIZE: A SIMULATION STUDY IN A JOB-SHOP

AUTOR: Patrick Hiemer Rizzi

ORIENTADOR: Marcelo Battesini

Abstract: One of the most important points when we think about the production of goods is the organization of the processing activities, which directly influence the sequencing of production, setup times and size of processing batches. This article aims to evaluate the impact of these factors on the makespan. In order to do this, experiments were carried out in a computational environment inside the FlexSim software in a job-shop organized by processes. The results indicate that the size of the transfer batch, when it has a low setup time, is more important than the production sequencing rule to which the system will be submitted. By doing so, it is possible to conclude that – for sectors that have a low *setup* time – it is more advantageous to fractionate the batches into smaller batches, in order to reduce the total transit time of the items.

Keywords: Sequencing. Batch. Setup. Makespan. Simulation.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1	PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO.....	9
2.1.1	Sequenciamento da produção.....	10
2.1.2	Lote de transferência	12
2.2	MODELAGEM E SIMULAÇÃO	13
3	MÉTODO	16
3.1	DESENVOLVIMENTO	16
3.2	CENÁRIO DE PESQUISA.....	17
3.3	CONSTRUÇÃO E VALIDAÇÃO DO MODELO CONCEITUAL	19
4	RESULTADOS	23
4.1	CONSTRUÇÃO E VALIDAÇÃO DO MODELO COMPUTACIONAL	23
4.2	ANÁLISE DA SAÍDA DE DADOS.....	24
5	CONCLUSÃO	30
	REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

Quando se trata da administração da produção de um processo produtivo, é levado em consideração diversas áreas que trabalham em conjunto no processo de manufatura, para obter resultados eficientes em nível operacional e gerencial. No contexto em que o planejamento da produção e o plano mestre de produção buscam maximizar os resultados, sendo caracterizados conforme Corrêa, Giansesi e Caon (2018) como o processo responsável por garantir que todos os níveis dos planos de manufatura no nível desagregado, estejam interligados com planejamento estratégico e os demais planos funcionais.

Em relação aos planos funcionais ou operacionais da produção, foi destacado nesse estudo, os campos de sequenciamento da produção e o tamanho de lote de processamento, que segundo Battesini, Ten Caten e Pacheco (2021) relatam que os estudos em nível operacional devem informar: (i) taxa de chegada de pedidos no sistema; (ii) estratégias de planejamento, programação, carregamento, sequenciamento e controle da produção; e (iii) tamanho do lote de produção e tamanho do lote de transferência e números de *setups*. Logo, partindo dessa conclusão, o estudo do sequenciamento e do tamanho do lote da produção, se tornam pontos fundamentais para analisar um sistema operacionais.

Os processos produtivos envolvem diversas áreas que necessitam de atenção especial, para descrever a área de sequenciamento, é escolhida a descrição de Slack, Brandon-jones e Johnston (2018) que fala sobre o sequenciamento como as decisões sobre a ordem em que o trabalho será executado.

Outro ponto de atenção para este estudo, é o tamanho do lote de processamento, que é o tamanho do lote que está sendo processado simultaneamente no sistema conforme proposto por segundo Guerrini, Belhot e Júnior (2018). Tal definição faz-se importante, visto que costumeiramente é necessário o tempo de preparação dos itens antes de serem processados, a depender da característica e da variabilidade dos produtos processados. O tempo de preparação dos itens é chamado de tempo de *setup* o que pode levar a um acréscimo ao tempo de atravessamento. Considerando um tempo de *setup* alto, não é estrategicamente inteligente trabalhar com lotes pequenos, caso esses lotes necessitem de altos tempos de *setup*, o que acarretará a um acréscimo do *lead time* de processamento e

com isso, o processo se tornará menos eficiente, por necessitar de um maior tempo para finalizar as tarefas. Visto isso, fez-se necessário o entendimento da mescla das variáveis de tamanho de lote de processamento e sequenciamento de produção a serem escolhidas no sistema de produção simulado.

Considerando a complexidade no entendimento destas variáveis e em ajustar o sequenciamento juntamente com o tamanho do lote em processamento, a simulação torna-se uma ferramenta útil, por permitir uma visualização de maior abrangência sobre o processo dos itens. Krajewski (2008) leva em consideração a variável do tamanho do lote destinada para o processamento, a busca por um lote pequeno, é o que se almeja, desde que não gere altos tempos de *setup*, pois fornece ao sistema maior flexibilidade. Além disso, diminuindo o tamanho do lote, será possível, aumentar a taxa de utilização do recurso gargalo, que segundo Corrêa e Corrêa (2010) é o recurso que limita a produção de forma global.

Portanto, faz-se importante estudar as diferenças entre as configurações do sistema produtivo e como elas afetam os sistemas de manufatura, como no caso do setor de acabamento da *job shop* deste estudo. Com o entendimento mais amplo dessa configuração, é possível auxiliar os responsáveis por programar a produção, pois terá maior conhecimento em como esses fatores, que são determinantes, se relacionam com o sistema produtivo. Após esse estudo, os resultados deverão ser documentados e implementados em uma situação próxima a real.

A busca pela agilidade na produção de bens, auxilia as empresas a economizarem recursos e potencializarem seus resultados, tendo isso em vista, o foco desse estudo é entender de que forma se relacionam o sequenciamento da produção e o tamanho dos lotes de transferência.

Com isso o problema de pesquisa é compreender o impacto dessas variáveis no tempo de *makespan* de um sistema produtivo composto por seis estações de trabalho no setor de acabamento de uma *job shop* organizada por processos, tendo como objetivo, identificar a melhor configuração ao modificar a regra de sequenciamento e o tamanho do lote em transferência.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção serão apresentadas revisões teóricas em relação ao Planejamento e Controle da Produção (PCP), um dos principais conceitos na administração da produção: a possibilidade de fracionar os lotes de transferência de um sistema produtivo. Serão apresentadas a seguir a modelagem e simulação, como ferramentas a serem utilizadas para análise e discussão do objetivo do presente trabalho.

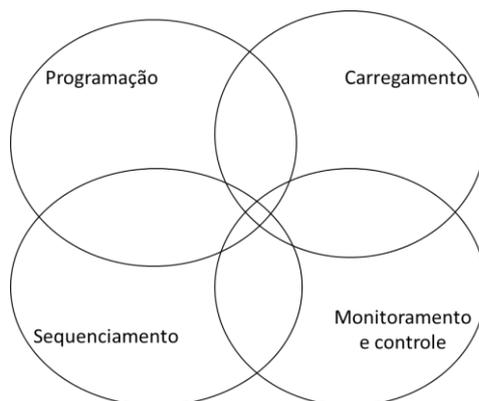
2.1 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

O Planejamento e controle da Produção (PCP) é o responsável em organizar a indústria nos campos estratégico, tático e operacional. Lobo (2010) defende que o planejamento não é um ato isolado e portanto, deve ser visualizado como um processo de ações independentes que buscam o mesmo objetivo. Dessa forma, balanceando a capacidade de produção de bens com demanda real do consumidor, é possível tornar o processo realizado no chão de fábrica condizente com o que a gerência planeja em relação ao seu consumidor final. Essa relação é importante para atender a demanda do mercado em relação a quantidade e qualidade de bens produzidos.

Tubino (2018) destaca outro ponto bastante importante do planejamento e controle da produção, que é a organização no que tange a cenários futuros – quando se refere a visão de longo, médio e curto prazos. Conforme exposto por Corrêa e Corrêa (2010) o *lead time* do processo costumeiramente é baixo, por conta da sistemática do processo – quando são previstos baixo tempo de *setup* e tamanhos de lotes pequenos para o fluxo de produção – uma vez que esses fatores interferem na ocupação das estações de trabalho. É importante, ainda, ressaltar que os lotes em processamento, quando são grandes, ocupam por um longo período de tempo a estação de trabalho e, por isso, possuem altos tempos de atravessamento.

Slack, Brandon–Jones e Johnston (2018), conforme a Figura 1, apresentam as atividades de planejamento e controle da produção em quatro grandes áreas, que são elas: programação, carregamento, sequenciamento e monitoramento e controle.

Figura 1 – Atividades de Planejamento e Controle da Produção



Fonte: Slack, Brandon-Jones e Johnston (2022).

2.1.1 Sequenciamento da produção

Segundo Slack, Brandon-Jones e Johnston (2022), o sequenciamento se refere às decisões prévias que serão tomadas em relação à ordem em que as tarefas serão executadas, tendo diferentes prioridades, estas que são delimitadas por um conjunto predefinido de regras.

Conforme proposto por Tubino (2018), o sequenciamento da produção é crítico para o desempenho do sistema produtivo, pois o mesmo interfere diretamente no *lead time* de um lote em transferência. Isso significa que há um tempo de preparação, quando o lote espera para ser processado e para que seja transformado no item final. Considerando Tubino (2009, p. 15): “o foco das atividades de planejamento e controle da produção está voltado para a determinação do Tempo de Ciclo (TC), que ditará em que ritmo que o processo será acionado”. Assim, é possível perceber que o planejamento e controle da produção será o responsável pela gerência e um maior entendimento em relação a capacidade de produção; conforme ressaltado por Tubino (2009, p. 114):

“a função de sequenciamento é crítica para o desempenho do sistema produtivo em lotes, pois, via de regra, a maior parcela do *lead time* de um produto fabricado em lotes compreende o tempo em que o lote desse produto espera para ser trabalhado em um recurso, sendo que, caso essa função não seja adequadamente estruturada, esse tempo pode chegar facilmente a 80% do tempo total”

Logo, ao gerar-se tempo de *setup*, torna-se importante considerar essa variável ao se discutir o *makespan*. Krajenski (2008) refere-se ao *makespan* como a quantidade

total de tempo requerida para completar um conjunto de tarefas No Quadro 1 são apresentadas algumas das mais usuais regras de sequenciamento da produção.

Quadro 1 – Regras de sequenciamento em processos em lote

Sigla / Especificação	Definição
PEPS / Primeira que entra, primeira que sai	Os lotes serão processados de acordo com sua chegada no recurso.
MTP / Menor tempo de processamento	Os lotes serão processados de acordo com os menores tempos de processamento no recurso
MTP / Maior tempo de processamento	Os lotes serão processados de acordo com os maiores tempos de processamento no recurso
MDE / Menor data de entrega	Os lotes serão processados de acordo com as menores datas de entrega
IPI / Índice de prioridade	Os lotes serão processados de acordo com o valor da prioridade atribuída ao cliente ou ao produto
IFO / Índice de folga	Os lotes serão processados de acordo com o menor valor de: $\frac{\text{Data de entrega} - \Sigma \text{Tempo de processamento restante}}{\text{Número de operações restantes}}$
ICR / Índice crítico	Os lotes serão processados de acordo com o menor valor de: $\frac{\text{Data de entrega} - \text{Data atual}}{\text{Tempo de processamento}}$
IFA / Índice de falta	Os lotes serão processados de acordo com o menor valor de: $\frac{\text{Quantidade em estoque}}{\text{Taxa de demanda}}$

Fonte: Adaptado de Tubino (2009).

Batalha (2019) ressalta que essas funções são de responsabilidade da programação de operações, que indica o período em que o produto será trabalhado dentro do processo de produção – e, além disso, também é responsável por determinar o sequenciamento da produção e as ordens de prioridade dos processos em execução, para que seja possível alcançar o objetivo macro da organização. Ainda, sobre o sequenciamento de produção, é importante salientar que, quando bem planejado, ele é capaz de diminuir o estoque de material em processo e diminuir o tempo ocioso de máquinas e trabalhadores (CHASE, 2011).

Segundo a literatura consultada, a regra “primeira que entra, primeira que sai” (PEPS) é a mais simples de todas as regras. Segundo Tubino (2009) é normalmente empregada em sistemas de serviço, nos quais o cliente está presente e percebe a sua posição em relação à fila. Essa regra faz com que lotes com tempos longos aumentem o tempo de *makespan*.

A regra “menor tempo de processamento” (MTP), conforme Tubino (2009) é uma regra que possui *lead time* médio-baixo, pois reduz os estoques em processo, agilizando o carregamento das máquinas – o que, por sua vez, tende a reduzir o *makespan* do processo (TUBINO, 2018). O ponto negativo dessa regra é que ela faz com que as ordens de produção com tempos de processamento mais longos sejam sempre preteridas. Assim como há a regra MTP com menor tempo de processamento, também há a regra que trata a ordem de prioridade considerando maior prioridade aos maiores tempos de processamento – o que por consequência, não busca otimizar a rapidez, confiabilidade ou flexibilidade (TUBINO, 2018).

A regra MDE – como prioriza as regras de “menor data de entrega” dos lotes faz com que os atrasos se reduzam, o que pode ser conveniente para lotes que trabalham sob encomenda. Porém, como não leva em consideração o tempo de execução das ordens, ela pode fazer com que lotes que tenham a conclusão rápida sejam preteridos. Nos processos repetitivos em lotes onde se trabalha com estoques, as vantagens em priorizar por data não são evidentes.

Indo ao encontro dessa questão, a regra IPI, baseada em atribuir um índice de prioridade, é conveniente à aplicação em situações onde há necessidade de um fator de desempate para outra regra ou para uma análise de custos do sistema produtivo. As demais regras (ICR, IFO e IFA) são normalmente empregadas em sistemas informatizados de sequenciamento.

Percebe-se ao reconhecer tais regras, que o tamanho do lote em processamento no sistema é de fundamental importância para o sequenciamento da produção.

2.1.2 Lote de transferência

É difundido no meio produtivo o fato de que uma das variáveis que mais influem no desempenho de um sistema produtivo é o tamanho do lote de transferência no sistema de produção (TUBINO, 2009; GODINHO *et al.*, 2010). Um dos impactos do

tamanho do lote se dá pelo *makespan* (KRAJEWSKI, 2008), índice de análise desse estudo. Quanto maior o tamanho do lote de transferência, maior será o tempo de atravessamento, porém menor será o tempo de *setup* para cada lote. Por outro lado, quanto menor o lote de transferência, o recurso será processado de forma mais ágil pelo sistema, porém, com a necessidade de que ocorra mais tempos para *setup* (KRAJEWSKI, 2008).

Júnior (2019) caracteriza o recurso-gargalo como sendo o que possui menor capacidade – ou o mais lento a processar todos os itens –; logo, o recurso-gargalo possui um impacto global no sistema: uma vez que, alterada sua capacidade ou taxa de utilização, a alteração terá impacto global no sistema.

O sequenciamento da produção é fundamental para aumentar a taxa de ocupação no recurso-gargalo – e o tempo ganho no recurso-gargalo, é tempo ganho de forma global no sistema (CORRÊA E CORRÊA, 2010). Levando tal ponto em consideração, os lotes em transferência, se forem menores que os lotes de produção, acarretam em maior fluxo de produção, aumentando a porcentagem de utilização do recurso-gargalo. Gaither e Frazier (2002) afirmam, ainda, que: se for pequeno o tamanho do lote de transferência e se o tempo de *setup* for praticamente zero, configura-se no processo uma configuração ideal para o sistema produtivo.

2.2 MODELAGEM E SIMULAÇÃO

A pesquisa que tem como base a modelagem e simulação aborda diferentes técnicas matemáticas para descrever um modelo (MIGUEL *et al.*, 2007), é ressaltado pelo autor a importância dessa ferramenta de análise para o entendimento das combinações das diversas variáveis presentes nos sistemas de produção, elevando o nível de complexidade das análises.

A modelagem e a simulação de um problema, conforme exemplificado por Cauchick (2018), auxilia os gestores do processo produtivo a conhecerem de forma mais abrangente os processos de que dependem para a conclusão e a obtenção do produto final, o que, por sua vez, auxilia a entender as particularidades de cada processo. Ao efetuar a modelagem computacional, é possível estimar se determinada mudança pode ter um resultado positivo antes mesmo de ser implementada na prática, pois caso não se obtenha um resultado positivo, gera gastos e desperdício de tempo e matéria-prima.

Ainda, em relação a essa questão, afirmam Krajewski, Ritzman e Malhotra (2008, p. 170): “os modelos de simulação podem ser usados para conduzir experimentos sem interromper sistemas reais. Fazer experiências com um sistema real pode ser dispendioso”. Faz-se necessário ressaltar que apenas o ambiente computacional não é capaz de garantir total garantia de sucesso: é apenas um indicativo de melhora em relação à medida de desempenho em questão.

Para Cauchick (2018), a modelagem e a simulação discreta envolvem as etapas de reconhecimento do sistema ou do problema real, o que leva à formulação ou modelagem do sistema, por consequência, gera um modelo matemático capaz de ser analisado quantitativamente. Os dados quantitativos abstraídos fornecem a capacidade ao pesquisador de realizar deduções e análises a partir do mesmo. Caso esses passos sejam cumpridos de forma satisfatória, a modelagem e a simulação são consideradas fidedignas à realidade.

Para avaliar as diferentes possibilidades do sistema, antes de implementá-las na prática, são feitas suposições em relação ao mesmo, para que se tenha a economia de tempo e investimento. Conforme Tubino (2009) “a simulação dos sistemas tem por objetivo avaliar como se comportam os diferentes tipos de programações e, no estudo em questão, os desempenhos das diferentes regras de sequenciamento da produção”. Processos produtivos reais, como o apresentado nesse estudo, se tornam complexos de serem modelados.

Entretanto, é possível que cenários reais sejam reproduzidos fielmente em ambiente virtual. Ao modelar um sistema, é possível ter uma visão mais abrangente e sistêmica sobre o ambiente do processo, o que auxilia a identificar problemas, na prevenção de falhas, acidentes e na tomada de decisão para se chegar a um cenário mais promissor. Conforme descrito por Chwif e Medina (2006), o modelo computacional deverá ser comparado com o conceitual para que então ele seja considerado um modelo válido.

Um modelo de simulação pode ser conduzido a partir de etapas específicas tornando-se assim possível a sua verificação e validação. Segundo Law (2003), as etapas de um estudo de simulação são: (i) formulação do problema; (ii) coleta de dados e construção do modelo conceitual; (iii) programação e construção do modelo computacional; (iv) validação do modelo computacional; (v) projetar e conduzir experimentos; (vi) documentar os resultados obtidos.

Goldratt (2009) propõe uma série de instrumentos – tais como softwares

educacionais que simulam a programação e o sequenciamento para o aprendizado sobre os sequenciamentos de produção, a sincronização e a gestão de gargalos, portanto, considera-se como uma ferramenta útil para o estudo.

3 MÉTODO

A presente seção será responsável pela caracterização da pesquisa desse artigo. Serão apresentados o desenvolvimento, a formulação do problema, a construção do modelo conceitual e a coleta e análise de dados.

3.1 DESENVOLVIMENTO

A natureza metodológica de uma pesquisa pode ser identificada através dos objetivos, das fontes utilizadas na coleta de dados, ou, ainda, segundo os procedimentos de coleta conforme propostos por Santos (2015, p. 27). O objetivo geral desse trabalho é observar analiticamente os tempos de processamento com a finalidade de identificar o melhor sequenciamento de produção, assim como também se há melhores *makepan* ao fracionar lotes, portanto, se trata de uma abordagem quantitativa. Como esta pesquisa tem por objetivo encontrar o melhor sequenciamento de produção, ela é considerada como pesquisa aplicada, uma vez que irá criar um conhecimento em relação aos problemas específicos da situação estudada (SANTOS, 2007).

Em relação ao procedimento, como se trata de uma pesquisa experimental, será utilizado como procedimento a simulação. Segundo Gil (2019) a pesquisa experimental é considerada a mais rigorosa entre as pesquisas científicas, pois consiste em selecionar variáveis que são capazes de influenciar os resultados a serem obtidos no objeto de estudo.

O objetivo dessa pesquisa, é explicar que ao modificar as variáveis do tamanho de lote de processamento e também as regras de sequenciamento de produção, é possível obter um resultado diferente para a variável de desempenho proposta para esse estudo.

Em relação à coleta de dados e à construção do modelo conceitual, elas serão realizadas através das etapas descritas por Law (2003) – e as regras a serem testadas nesse modelo de simulação serão: “maior tempo de produção” e “menor tempo de produção” (apresentadas no Quadro 1), mesclando-se as mesmas com a variável de tamanho de lote de processamento. O ambiente de simulação será realizado através do *software* de modelagem e simulação *FlexSim*, onde serão analisadas as influências dos diferentes sequenciamentos da produção e do tamanho do lote em transferência

no sistema.

O modelo computacional precisa ser validado, e, para isto, foi realizada a análise do mesmo através dos dados determinísticos apresentados, vide indicado por Tubino (2018, p. 165). Posteriormente, foram introduzidos dados probabilísticos com distribuição normal e desvio-padrão de 30% – para que o modelo possa obter resultados próximos à realidade do processo de fabricação.

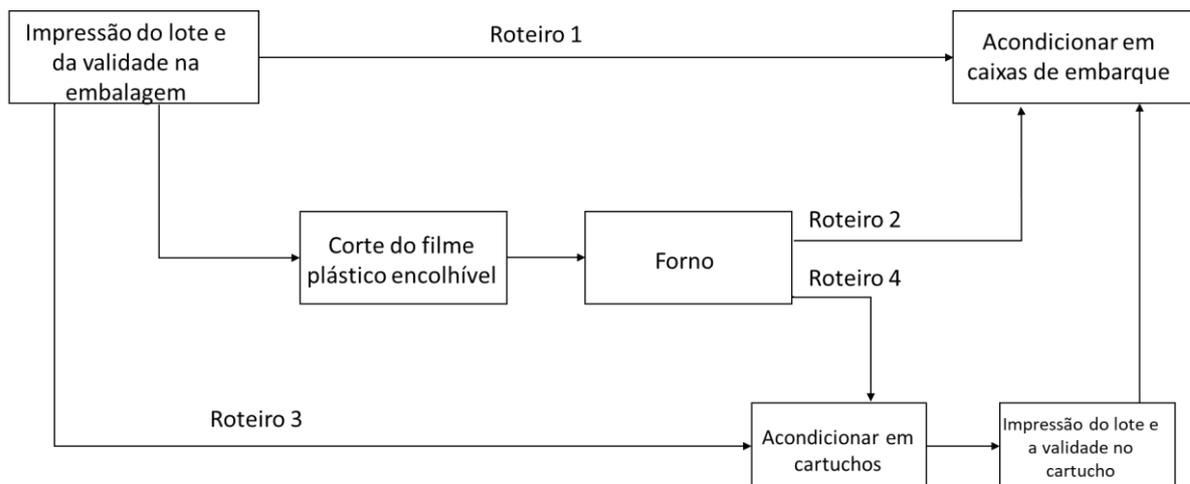
Ao conduzir a simulação com experimentos, busca-se estimar o impacto do sequenciamento e do tamanho do lote no sistema descrito. Tem-se como principal parâmetro de estudo as diferentes regras de sequenciamento e do tamanho do lote de processamento. O objetivo da modelagem e simulação é encontrar o menor *makespan* dos produtos, alterando o sequenciamento da produção e o tamanho de lote.

Ao serem realizados os experimentos no âmbito virtual, tanto os resultados quanto as características utilizadas para obtê-los foram documentados; dessa forma, foi possível alcançar novas premissas em relação ao processo de acabamento da indústria de cosméticos.

3.2 CENÁRIO DE PESQUISA

O desenvolvimento do modelo de simulação teve como inspiração o trabalho de Dias (2015), com intuito de otimizar o *makespan* do processo produtivo do setor de acabamento de uma indústria de cosméticos. O processo de acabamento atende oito produtos distintos, que são processados em seis máquinas, onde, cada uma é responsável por uma parte do processo, sendo assim, o sistema é considerado como uma *job shop* por se tratar de um conjunto de máquinas que atuam de forma independente.

Conforme informações levantadas pelo autor, a *job shop* no setor de acabamento da indústria de cosméticos precisa então suprir a necessidade de processar 21.100 produtos, variando em 8 possibilidades e 4 roteiros distintos de produção. Ainda vale ressaltar que cada produto segue um roteiro específico de produção, no setor de acabamento da empresa, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 2 – Fluxograma de operações do processo

Fonte: Dias (2015).

Esse fluxograma do processo conta com oito produtos, sendo divididos dois produtos para cada roteiro a disposição. O Quadro 1 demonstra a relação de cada um dos produtos com seu respectivo roteiro:

Quadro 2 – Relação de cada produto com seu respectivo roteiro e demanda

Produto	Roteiro	Demanda
Creme Hidratante	4	1300
Colônia	3	4000
Sabonete líquido	1	2800
Protetor Solar	2	1100
Gel creme nutritivo	4	1500
Desodorante	3	4500
Shampoo	1	3100
Óleo	2	2800

Fonte: Adaptado de Dias (2015).

Será adotada, então, a simulação para atender à demanda total de produção tanto para o modelo conceitual quanto para o modelo computacional. Leva-se em consideração os oito produtos que são processados no setor de acabamento.

Diante dessa estrutura de produtos, recursos e demandas, foram avaliados os parâmetros do sequenciamento de produção e da variação do tamanho de lote da

produção – com a finalidade de aumentar a taxa de utilização do recurso-gargalo, uma vez que o mesmo possui influência em todo o sistema. Foi construído quatro cenários distintos, utilizando duas regras de sequenciamento de produção e variando o tamanho do lote de transferência em 10% do lote total de cada produto.

Em relação ao tempo necessário para a execução de cada operação no setor de acabamento, O Quadro 2 indica os tempos determinísticos utilizados no sistema investigado por dias:

Quadro 3: Relação das estações de trabalho e o tempo de processamento

Estação de trabalho	Operação	Tempo médio de processamento (min)
1	Impressão do lote e da validade na embalagem	0,08
2	Acondicionar em caixas de embarque	0,20
3	Corte do filme plástico encolhível	0,12
4	Forno	0,17
5	Acondicionar em cartuchos	0,08
6	Impressão do lote e da validade do cartucho	0,08

Fonte: Adaptado de Dias (2015).

3.3 CONSTRUÇÃO E VALIDAÇÃO DO MODELO CONCEITUAL

Os tempos apresentados no Quadro 2, são os tempos médios para finalização de cada produto na respectiva estação de trabalho. Para o modelo computacional, foram utilizados tempos probabilísticos, seguindo a distribuição normal com 30% de desvio padrão, como forma de gerar tempos mais próximos daqueles encontrados em sistemas de manufatura. Quando o produto é processado em uma estação de trabalho e encaminhado a seguinte, no modelo conferido por Dias (2015) notou-se que não há necessidade de *setup* entre uma estação de trabalho e outra, por haver alta padronização entre os itens que são produzidos pela *job shop*.

Foram testados diferentes cenários com diferentes configurações para identificar qual destas será capaz de obter o menor tempo de *makespan* como indicados. Estes cenários estão apresentados nos Quadros 3 e 4. Para entendimento dos cenários do teste T-pareado, segue o Quadro 3.

Quadro 4 – Cenários analisados na simulação computacional

C1	Cenário sequenciado pelo menor tempo de produção
C2	Cenário sequenciado pelo maior tempo de produção
C3	Cenário sequenciado pelo maior tempo de produção com lotes fracionados
C4	Cenário sequenciado pelo menor tempo de produção com lotes fracionados

Fonte: Autor.

Visto a amostra e seu respectivo cenário, o Quadro 4 apresenta o cenário das regras de sequenciamento da produção e o tamanho de lote utilizado para a simulação.

Quadro 5 – Cenário simulado e descrição das características

Cenário	Descrição
Maior Tempo de Produção	Sequenciado pela regra de sequenciamento em lotes que prioriza o maior tempo de produção
Menor Tempo de Produção	Sequenciado pela regra de sequenciamento em lotes que prioriza o menor tempo de produção
Maior Tempo de Produção com lotes fracionados	Sequenciado com lotes fracionados pela regra de sequenciamento em lotes que prioriza o maior tempo de produção
Menor Tempo de Produção com lotes fracionados	Sequenciado com lotes fracionados pela regra de sequenciamento em lotes que prioriza o maior tempo de produção

Fonte: Autor.

Ao analisar a Figura 1, são propostas algumas adaptações ao modelo com a finalidade de promover simplificações em âmbito computacional.

Ao invés de seis estações de trabalho (ET), conforme descrito pelo trabalho de Dias, para o modelo computacional, foram consideradas quatro estações de trabalho, juntamente com o seus respectivos tempos de processamento. A estação de trabalho 3, e a Estação de trabalho 4, do modelo de Dias, foram aglutinadas com a sua função e seu tempo de processamento, tornando-se no modelo computacional a estação de trabalho 2. Ainda sobre o modelo de Dias, as Estações de trabalho 5 e 6, também foram consideradas de forma única, pelo entendimento de que a mesma são bastante próximas umas das outras, tornando-se então a estação de trabalho 3 no modelo computacional. Além dessas simplificações, ao perceber que a segunda estação

(ET2) é o ponto final do setor de acabamento, a mesma foi realocada para a quarta (ET4). Para o modelo computacional, são considerados os tempos de forma probabilística para execução de cada tarefa, seguindo a distribuição de probabilidade normal, com desvio padrão de 30%, com o intuito de representar a variação de tempos de execução em ambiente fabril. Para apresentar a formulação do problema, foram realizadas simplificações descritas do modelo. O resultado dessas considerações está apresentado na Tabela 3.

Tabela 1 – Estações de trabalho do modelo computacional

Estação de trabalho	Função	Tempo médio para execução em minutos
ET1	Impressão do lote de validade na embalagem	0,08
ET2	Corte do filme plástico encolhível e forno	0,29
ET3	Acondicionar em cartuchos e impressão do lote de validade no cartucho	0,16
ET4	Acondicionar em caixas de embarque	0,20

Fonte: Autor.

Além da tabela de adaptação das estações de trabalho, a seguir tem-se o roteiro de produção de cada um dos oito produtos a serem processado pelo setor de acabamento na indústria de cosmético.

Tabela 2 – Produtos e sequenciamentos no modelo computacional

Produto	Roteiro	Sequenciamento
Creme	4	ET1→ET2→ET3→ET4
Colônia	3	ET1→ET3→ET4
Sabonete líquido	1	ET1→ET4
Protetor solar	2	ET1→ET2→ET4
Gel creme nutritivo	4	ET1→ET2→ET3→ET4
Desodorante	3	ET1→ET3→ET4
Shampoo	1	ET1→ET4
Óleo	2	ET1→ET2→ET4

Fonte: Autor.

Os lotes de produção a serem simulados serão de tamanho único e também fracionados em 10% em relação a demanda de cada produto. Com essa configuração, será possível testar a proposição realizada por Gaither e Frazier (2002), quando relatam que uma realidade fabril ideal seria com o sequenciamento de lotes pequenos juntamente a tempos de *setup* reduzidos. O tamanho de lote não é considerado uma restrição para o sistema de simulação. Portanto, testar tal configuração, é pertinente a esse estudo.

A flexibilização do tamanho do lote de transferência menor do que o tamanho do lote de produção não foi considerada por Dias, sendo esperado que isso possa produzir um tempo de *makespan* menor do que os alcançados pelo autor, que foi utilizado como base para essa pesquisa. O que será testado.

Para testar as diferenças dos resultados dos cenários, são adotadas duas hipóteses: a H_0 , na qual não é possível diferenciar uma amostra de outra; e a H_1 , que mostra que as amostras são significativamente diferentes. Portanto, o teste T-pareado demonstrará que os distintos cenários são diferentes estatisticamente ou não. Abaixo, seguem-se as hipóteses:

$$H_0: Ma=Mb; Ma-Mb = 0$$

$$H_1: Ma \neq Mb; Ma-Mb \neq 0$$

4 RESULTADOS

Nesta seção será apresentado o modelo computacional, bem como a validade dos dados obtidos a partir da simulação.

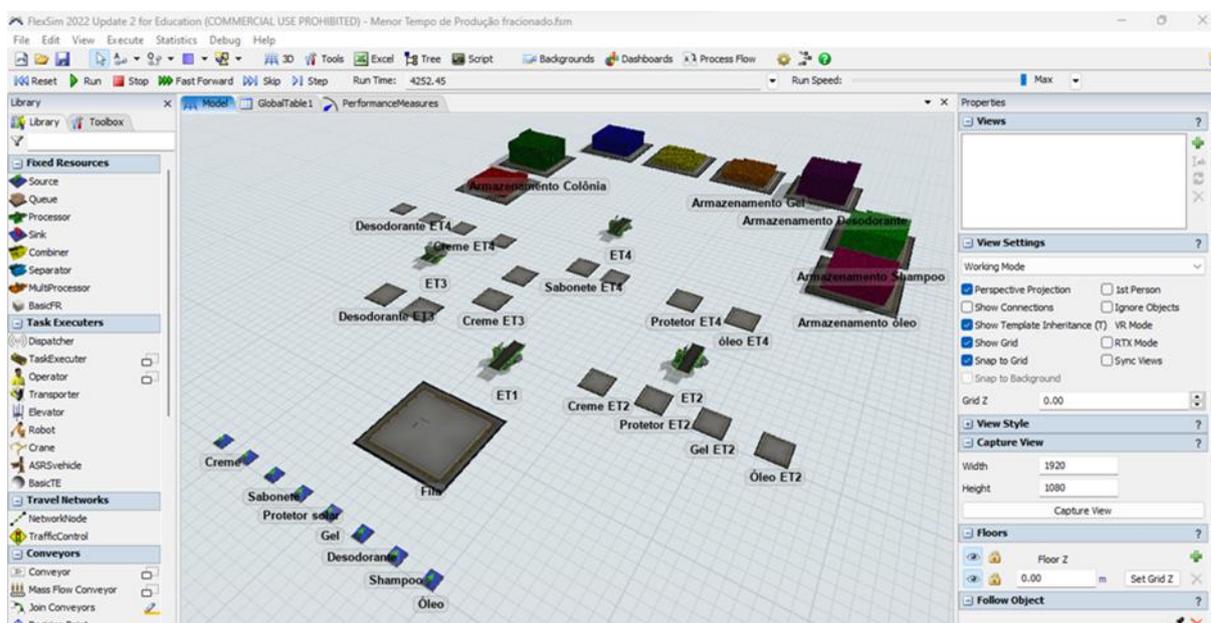
4.1 CONSTRUÇÃO E VALIDAÇÃO DO MODELO COMPUTACIONAL

Seguindo a estrutura da Figura 1, no *FlexSim* foram configuradas dezessete filas para espera de processamento e oito filas para acondicionamento do produto acabado. Além disso, o processo, conta com quatro estações de trabalho para processamento (Tabela 3). Não foram utilizados recursos móveis para realizar o transporte das entidades; estas, por sua vez, são representadas por cores diferentes, para identificar a qual produto se referem.

Para os tempos de processamentos médios foram considerados determinísticos utilizados por Dias (2015), conforme a Tabela 3. A distribuição utilizada foi a distribuição normal em relação à variabilidade, foi presumida a estimativa de 30% de valor para o desvio-padrão. O estudo de Dias (2015), utilizado, não possui como variável o tempo de *setup*, portanto, ele foi adotado como zero. Visto que o tempo de transferência dos lotes de uma estação para outra não é significativo, o mesmo foi desconsiderado, assim como o tempo de *setup* e de operador para transporte.

Considerando as variáveis do modelo conceitual, que é a descrição da informação que o sistema irá gerenciar e ainda a descrição de cada um dos cenários simulados, obtém-se o modelo computacional. A Figura 2 representa o modelo computacional referente ao modelo de Menor Tempo de Produção com lotes fracionados.

**Figura 3 –
Modelo computacional – Menor Tempo de Produção com lotes fracionados**



Fonte: Autor, captura de tela do *software Flexsim*.

Após a construção do modelo computacional, o mesmo foi verificado em relação aos controles estabelecidos no modelo conceitual, para então validar a programação de cada um dos oito itens. A avaliação constatou que o modelo computacional corresponde ao sequenciamento estabelecido no modelo conceitual, bem como o tempo de processamento indicado, conforme conferido por Dias (2015). Após essas exigências serem atendidas pelo modelo computacional, o mesmo é considerado verificado e validado conforme a metodologia de simulação que foi estabelecida.

4.2 ANÁLISE DA SAÍDA DE DADOS

Com a finalidade de demonstrar que as amostras são significativamente diferentes umas das outras – a partir do sequenciamento de produção a quais foram submetidas – é apresentado o teste T-pareado a seguir. O teste leva em consideração os cenários: menor tempo de produção, menor tempo de produção em lotes menores, maior tempo de produção e maior tempo de produção em lotes menores. Será testado lote de transferência total e lotes de transferência com 10% da demanda total para cada

item. Esta variação será testada com a finalidade de verificar a proposição de Gaither e Frazier (2002), quando diz que a configuração “lotes de processamento pequenos com baixos tempos de *setup*” é considerada como uma configuração ideal.

Para a hipótese H_0 , as amostras não são consideradas significativamente diferentes. Para H_1 , são significativamente diferentes e, portanto, é viável a comparação e distinção de um índice mais baixo ou mais alto. O valor de significância adotado é o de 0,025 – pois se trata de limites bilaterais.

Os resultados estão apresentados na Tabela 4. Para cada cenário simulado, leva-se em consideração as regras de sequenciamento de produção e também o tamanho do lote de transferência. A seguir, segue o resultado de *makespan* para cinco replicações (REP), com as devidas estatísticas descritivas: média e desvio-padrão (DP).

Tabela 3 – Makespan em minutos dos cenários simulados

Cenários de simulação	REP 1	REP 2	REP 3	REP 4	REP 5	Média	DP
Maior Tempo de Produção	5302,38	5293,95	5293,74	5293,14	5297,43	5296,13	3,87
Menor Tempo de Produção	4858,17	4836,95	4845,45	4848,44	4855,41	4848,86	8,45
Maior Tempo de Produção com lotes fracionados	4327,94	4328,02	4325,22	4318,73	4325,80	4325,12	3,80
Menor Tempo de Produção com lotes fracionados	4252,45	4250,53	4248,63	4248,63	4248,68	4248,60	3,60

Fonte: Autor.

A partir dos dados apresentados na Tabela 4, é necessário comprovar que os cenários que originaram cinco repetições formando amostras de valores de *makespan* são significativamente diferentes. Para isso, foi utilizado o teste T-pareado das amostras, para comprovar que as amostras são significativamente diferentes entre si. Para tal cálculo, é necessário calcular o número de replicações em ambiente de simulação e também o erro a ser admitido.

Segundo Chwif e Medina (2006), a replicação é uma repetição da simulação do modelo com a mesma configuração, duração e parâmetros. É levado em consideração para o cálculo do número de replicações, a estimativa de confiança que se deseja

obter dos resultados, representado por “Z α ” – o qual, para o modelo o utilizado é de 0,025% e cujo erro admitido é de 10 minutos. O erro é igual ao intervalo de confiança, ou seja, o intervalo do qual os dados resultam.

A partir dos resultados obtidos, realiza –se o teste. Os resultados são obtidos a partir das Equações 1, 2, 3 e 4 respectivamente:

$$\text{N}^\circ \text{ de replicações:} \quad N = [(Z\alpha/2) * s / (e)]^2 \quad \text{Equação (1)}$$

$$\text{Desvio-Padrão} \quad S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad \text{Equação (2)}$$

$$\text{Erro} \quad t(n-1); \alpha/2 * s / \text{raiz}(N) \quad \text{Equação (3)}$$

$$\text{Teste - T:} \quad (X_1 - X_2) - \text{Erro} \leq m_1 - m_2 \leq (X_1 - X_2) + \text{Erro} \quad \text{Equação (4)}$$

Ao utilizar a Equação 1, encontra-se, para cada modelo, a necessidade de menos de cinco replicações para cada cenário. Com o intuito de padronizar os cálculos e o tamanho das conferências, será utilizado para análise o número de cinco, pois compreende a necessidade de todos os cenários propostos. Levando-se em conta a estimativa de confiança e o número de replicações necessárias, cada comparação terá o T-tabelado no valor de 2,77.

Realizando a análise dos resultados obtidos aos pares, encontra-se os seguintes resultados:

Tabela 4 - Diferença entre Maior Tempo de Produção e Menor Tempo de Produção

REP 1	REP 2	REP 3	REP 4	REP 5	MÉDIA	DP
444,21	457,12	448,29	444,7	442,02	447,27	5,95

Fonte: Autor.

$$E = 7,37$$

$$439,89 \leq m_{c2} - m_{c1} \leq 454,63$$

Tabela 5 - Diferença entre Maior Tempo de Produção com lotes fracionados e Menor Tempo de Produção com lotes fracionados

REP 1	REP 2	REP 3	REP 4	REP 5	MÉDIA	DP
75,49	77,49	76,59	75,90	77,12	76,52	0,83

Fonte: Autor.

$$E = 1,03$$

$$77,55 \leq m_{c3} - m_{c4} \leq 75,49$$

Tabela 6 - Diferença entre Menor Tempo de Produção e Menor Tempo de Produção com lotes fracionados

REP 1	REP 2	REP 3	REP 4	REP 5	MÉDIA	DP
605,72	586,30	596,82	605,61	606,73	600,24	8,76

Fonte: Autor.

$$E = 10,85$$

$$611,08 \leq m_{c1} - m_{c4} \leq 589,40$$

Tabela 7 - Diferença entre Menor Tempo de Produção e Maior tempo de Produção com lotes fracionados

REP 1	REP 2	REP 3	REP 4	REP 5	MÉDIA	DP
530,23	508,81	520,23	529,71	529,61	523,72	9,32

Fonte: Autor.

$$E = 11,55$$

$$535,26 \leq m_{c1} - m_{c3} \leq 512,17$$

A partir dos resultados obtidos, é possível inferir que os cenários comparados são significativamente diferentes. Além disso, é possível perceber que a simulação com Menor Tempo de Processamento atingiu melhores índices em ambos os casos,

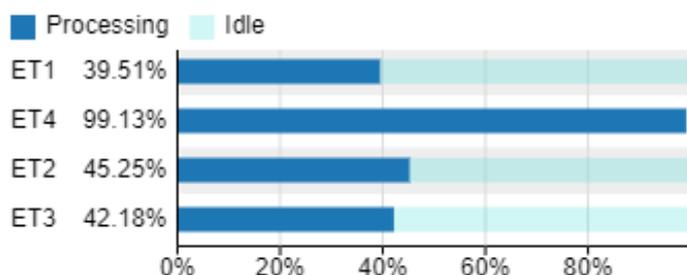
tanto no modelo conferido com lotes fracionados quanto no modelo que considera o lote total como lote de atravessamento. Outra análise importante é a de que é possível perceber que a simulação com lotes de transferências pequenos possui menor tempo de atravessamento em ambas as comparações. Isso demonstra que, para esse sistema de produção, a regra de sequenciamento que busca o menor tempo de processamento realmente leva o modelo a atuar de forma mais eficiente em relação ao tempo total de atravessamento.

Há outro fator importante que pode ser observado: quando os lotes de produção de transferência são fracionados em lotes menores, atingem valores de *makespan* melhores em relação a regras que possuem como premissa o lote de atravessamento total. Logo, também, infere-se que a proposição de Gaither e Frazier (2002) para o setor de acabamento da indústria também é verídica.

É possível perceber – na análise de sequenciamento – que a regra de sequenciamento “Maior Tempo de Produção com lotes fracionados” obteve um tempo de *makespan* menor – e, portanto, otimizado – em relação à regra de “Menor Tempo de Produção”. Esse resultado é importante de ser destacado, pois a regra de produção que busca a redução de *makespan* atinge um resultado pior do que a regra que não possui o mesmo objetivo – tendo como fator, além do sequenciamento, a diferença nos tamanhos de lotes de transferência.

Na Figura 3 a seguir está apresentado o gráfico de estado de utilização de cada estação de trabalho no modelo que obteve melhor *makespan*. Nota-se que a utilização do recurso gargalo (ET4) é a estação com maior porcentagem de utilização. O tempo de utilização em 99,13% foi quando comparado aos outros cenários.

Figura 4 – Porcentagem de utilização das Estações de Trabalho



Fonte: Autor, captura de tela do *software Flexsim*.

Tal resultado, reforça a ideia de Correa e Correa (2010), quando afirma que

quanto maior for a utilização do recurso gargalo, melhores serão os índices de desempenho. Dessa forma os resultados obtidos após a simulação são compatíveis com Gaither e Frazier (2002), quando afirmam que processos ideais são quando há baixo tempo de *setup* e lotes em transferência menores que o total. Obteve-se o resultado de 4248,60 minutos.

Considerando a situação do modelo em específico desse estudo, percebe-se que quando há lotes de transferências menores que os lotes de produção é uma opção válida quando não há ou quando são pequenos os tempos de *setup* entre uma estação de trabalho e outra, possuindo inclusive maior relevância a capacidade de diminuir os tamanhos de lotes de produção, do que o próprio sequenciamento nas estações de trabalho.

Os cartões *kanban* auxiliam a trabalhar com lotes pequenos na produção, pois sinalizam de maneira ágil a possibilidade dos lotes serem transferidos a próxima estação de trabalho, dessa forma será possível aumentar a flexibilidade do processo produtivo, se assemelhando assim a processos contínuos. Na prática, o tempo de produção total, ou o tempo de atravessamento total de todos os produtos, será menor e conseqüentemente se aproximará de um processo de fluxo contínuo.

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos permitem concluir que é possível reduzir o *makespan* do sistema diminuindo os lotes de transferência em situações em que tempo de *setup* nas máquinas é baixo e é possível desconsiderá-lo, o que torna o sistema mais flexível e também aumenta o tempo de utilização do recurso gargalo, recurso que limita a produção. O que está descrito em Corrêa e Corrêa (2010).

Assim, pode-se confirmar a colocação de Gaither e Fraizer (2002), quando diz que uma realidade fabril ideal seria um sequenciamento de lotes pequenos e com tempo de preparação muito pequeno, situação na qual os tempos de *setup* forem reduzidos praticamente a zero. Dessa forma, o tempo de atravessamento total dos itens, será reduzido, portanto, é mais vantajoso investir na capacidade de lotes de atravessamentos menores quando há baixo tempo de *setup* comparado a investir em um novo método de ordem de sequenciamento de produção diferente.

Por fim vale ressaltar, que o mesmo pode não ocorrer em outros sistema produtivos, nos quais há tempos relevantes de *setup*, podendo acontecer o oposto ao que foi conferido por este estudo, aumentando o tempo de atravessamento dos itens. Além disso, que esse trabalho não intencionou comparar resultados obtidos por meio de simulação computacional com aqueles de modelagem matemática.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, Junico *et al* **Sistemas de Produção: Conceitos e práticas para Projetos e Gestão da Produção Enxuta**. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- BATALHA, M. O. et al. **Gestão da produção e operações: abordagem integrada**. ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- BATTESINI, M.; TEN CATEN, C. PACHECO, D. **Key factors for operational performance in manufacturing systems: Conceptual model, systematic literature review and implications**. Journal of Manufacturing Systems, v. 60, p. 265-282, 2021.
- CAUCHICK, P. **MEDOLOGIA DE PESQUISA EM ENGANHARIA DE PRODUÇÃO E GESTÃO DE OPERAÇÕES**. 3. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018
- CORRÊA, H.; GIANESI, G.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção**. São Paulo: Atlas, 2018.
- CORRÊA, HENRIQUE L. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 2. Ed. Sao paulo: Atlas. 2010
- COSTA, G.; ANDRADE, B.;PIRAN, F. **Proposição de um modelo de gestão para microe pequenas marcenarias do setor moveleiro**. Produção online, 2021, v. 60, p. 265-282, 2021.
- CHASE, JACOBS. - **Operations and Supply Chain management**, 13 edition, 2011 - The Mcgrall-Hill Companies, Inc. New York, New York.
- CHWIF, L. & MEDINA, A. C. **Modelagem e Simulação de Eventos Discretos: Teoria e Aplicações**. São Paulo: Ed. dos Autores, 2006.
- DIAS, Sarah Vitorino Estevan. **Otimização da programação de produção em ambiente job shop através da minimização do makespan: um estudo de caso em uma indústria de cosméticos**. 2015. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.
- GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.
- GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019
- GUERRINI, F.; BELHARR.; JÚNIOR, W. **Planejamento e controle da produção: Modelagem e implementação**. Rio de Janeiro: LTC, 2018.
- GODINHO FILHO, M.; UZSOY, R. **Estudo do efeito de programas de melhoria**

contínua em variáveis do chão de fábrica na relação entre tamanho de lote de produção e lead time. Gestão da Produção, São Carlos, v. 17, n. 1, p. 137-148, 2010

GOLDRATT, E.M. **Standing on the Shoulders of Giants – Production concepts versus production applications The Hitachi Tool Engineering example.** Gestão da Produção, São Carlos, v. 16 n. 3, p. 333-343, jul-set. 2009

JÚNIOR, M. **PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO – TEORIA E PRÁTICA.** 3. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019

KRAJEWNSK, L.; RITZAMAN, L.; MALHOTRA, M. **Administração de produção e operações.** São Paulo: Pearson universidades, 2008.

LAW, A. M. **How to conduct a successful simulation study** Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference 2003.

LOBO, R.; **GESTÃO DA PRODUÇÃO.** São Paulo: Atlas, 2010.

MIGUEL, P.A.C. **Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução.** Produção, v. 17, n. 1, p. 216-229, Jan./Abr. 2007

SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. **Administração da produção.** São Paulo: Atlas, 2022

SOUSA, M.; MENDONÇA, F.; SOUZA, B.; FEITOSA, A.; DUARTE, A. **Melhoria dos processos extrativistas na apicultura a luz da engenharia da qualidade.** Produção online, 2021

SANTOS, A. R. **Metodologia científica: a construção do conhecimento.** 7. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2007

TUBINO, D. **Planejamento e controle da produção.** São Paulo: Atlas, 2009.

TUBINO, D. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática.** São Paulo: Atlas, 2018.

VIDOR, G.; Vieira, G. **Um estudo bibliométrico sobre o sequenciamento da Produção.** ENEGEP, 2021.

NUP: 23081.077920/2023-63

Prioridade: Normal

Homologação de ata de defesa de TCC e estágio de graduação

125.322 - Bancas examinadoras de TCC: indicação e atuação

COMPONENTE

Ordem	Descrição	Nome do arquivo
12	Trabalho de conclusão de curso (TCC) (125.32)	Patrick Rizzi_Texto TCC_versão final.pdf

Assinaturas

17/07/2023 18:39:57

MARCELO BATTESINI (PROFESSOR DO MAGISTÉRIO SUPERIOR (Ativo))

07.36.00.00.0.0 - DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS - DEPS



Código Verificador: 2974215

Código CRC: 35c992c4

Consulte em: <https://portal.ufsm.br/documentos/publico/autenticacao/assinaturas.html>

