



# ConBRepro

XII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**ESG nas Engenharias**

**30 a 02**  
**de dezembro 2022**



## **SIMULAÇÃO E MODELAGEM EM SOFTWARE PARA DIMENSIONAMENTO DA CAPACIDADE PRODUTIVA DE PEQUENO PORTE NA INDÚSTRIA DE CONFECÇÕES**

**Cleiton Hluszko**

Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção – UTFPR Campus Ponta Grossa

**Gracieli de Paula e Silva**

Colegiado de Engenharia de Produção – UGV União da Vitória

**Vinicius Moretti**

Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção – UTFPR Campus Ponta Grossa

**Micaela Ines Castillo Ulloa**

Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção – UTFPR Campus Ponta Grossa

**Antonio Carlos de Francisco**

Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção – UTFPR Campus Ponta Grossa

**Resumo:** A modelagem e simulação de cenários de produção para otimização das capacidades produtivas é uma temática atual de grande complexidade que vem se intensificando com o avanço das tecnologias. Através de cálculos e modelos virtuais é possível determinar volumes de produção, dimensionamento de postos de trabalho, mão de obra disponível, estimativa do rateio dos custos de produção entre outros. Buscando através do uso de programas otimizar as entregas do processo, determinar e reduzir não só os custos do investimento, mas também os valores de unidades produzidas para conseguir avaliar tecnicamente se uma ideia é viável para implementação no processo e se os retornos seriam atraentes. Para validar esse ideal o presente estudo desenvolveu uma aplicação dos conceitos de modelo de simulação virtual em um estudo de caso em um modelo de negócio de pequeno porte do ramo têxtil. Com o objetivo de avaliar os resultados e aplicabilidade dos conceitos considerando um cenário de pequeno porte o estudo demonstra que é viável essa aplicação com alguns apontamentos e os resultados revelam otimizações que potencializam os retornos reduzindo os custos do projeto inicial.

**Palavras-chave:** Simulação, Software, Dimensionamento.

# SOFTWARE SIMULATION AND MODELING FOR DIMENSIONING SMALL PRODUCTION CAPACITY IN THE CLOTHING INDUSTRY

**Abstract:** The modeling and simulation of production scenarios for optimizing productive capacities is a current topic of great complexity that has intensified with technological advancement. Through calculations and virtual models, it is possible to determine production volumes, sizing jobs, and Available labor and estimate the apportionment of production costs, among others. Seeking through the use of programs to optimize process deliveries, determine and reduce not only investment costs but also the values of units produced to be able to technically evaluate if an idea is viable for implementation in the process and if the returns would be attractive. To validate this ideal, the present study developed an application of the concepts of a virtual simulation model in a case study in a small business model in the textile industry. To evaluate the results and applicability of the concepts considering a small scenario, the study demonstrates that this application is feasible with some notes. The results reveal optimizations that enhance returns by reducing the costs of the initial project.

**Keywords:** Simulation, Software, Dimensioning.

## 1. Introdução

É essencial que um pequeno empreendedor no ramo de confecção cujo objetivo seja o de iniciar a sua própria confecção têxtil, tenha o máximo de assertividade no seu empreendimento, uma tarefa nada fácil se considerar a complexidade do projeto que deve abordar aspectos de processos para produção, layouts de produção, tempo de produção, equipamentos, mão de obra, capital investido, previsão de demanda da empresa, custos de implementação e operação.

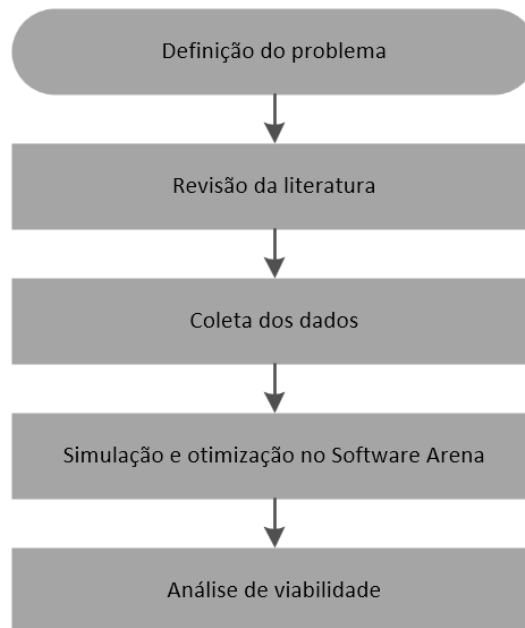
Para que todo tudo isso seja desenvolvido de maneira correta existem softwares que podem ser utilizadas como ferramentas auxiliares no projeto, ferramentas essas que de acordo com Jagadew et al. (1995) proporcionam a vantagem de testar inúmeras vezes os processos com base em dados reais a um custo muito baixo, dessa maneira otimizando as atividades de implementação. No entanto, muitas pesquisas como Neeraj et al.(2018) focam suas aplicações em processos mais tecnologicamente agregados ou semelhante as pesquisas de AL-Saleh (2011) e Kumar (2006) que aplicam essas ideias em empresas de grande porte ao invés de pequenos empreendimentos que possuem relevância grande na economia brasileira chegando a valores de R\$ 185,7 bilhões segundo (ABIT, 2021) sendo 98% contribuições de micro e pequenas empresas de acordo com pesquisas do (IEMI, 2020).

Não havendo conhecimento de estudos que apliquem simulações de processos em microempresas de confecção têxtil na indústria Brasileira o presente estudo tem como objetivo principal de realizar o dimensionamento das capacidades produtivas de uma pequena empresa na região sul do Brasil através de simulações no software Arena para análise dos resultados e apontamento de aplicações viáveis considerando as realidades do modelo de negócio da empresa estudada. Para alcançar o objetivo foi realizado uma revisão da literatura, coleta de dados, geração dos resultados e apontamento de viabilidade dos resultados. O estudo está dividido em seções iniciando na atual introdução seguido pela metodologia, resultados e discussões e conclusões.

## 2. Metodologia

Considerando que o estudo é uma pesquisa bibliográfica de campo o estudo foi dividido em fases de revisão da literatura, coleta de dados, simulação e otimização e análise de viabilidade.

**Figura 1 – Fluxograma de atividades**



**Fonte: O autor (2022)**

### 2.1 Revisão da literatura

No primeiro momento foi realizado uma pesquisa bibliográfica que segundo os autores Prodanov e Freitas (2013), está relacionado a busca as ferramentas e estudos já existentes nessa área, afim de levantar todos os dados necessários e importantes para a pesquisa.

### 2.2 Coleta dos dados

A coleta dos dados da empresa ocorreu em sub etapas considerando uma descrição dos dados necessários, coleta dos dados “in loco”, validação dos dados para garantida de fidelidade dos dados usados com a realidade e estruturação dos dados para uso no programa.

### 2.3 Simulação e otimização

Nessa etapa foi simulado os processos encontrados na literatura considerando os recursos, tempos, produtos gerados, resíduos os layouts e processos que poderiam ser utilizados na empresa afim de melhor compreender as disponibilidades da empresa e sua interação com a literatura.

### 2.4 Análise de viabilidade

Em último momento foi realizado a discussão e análise de viabilidade dos resultados obtidos com as simulações otimizadas para validar e escolher as melhores soluções geradas pelo programa junto com as práticas encontradas na literatura.

### 3. Resultados

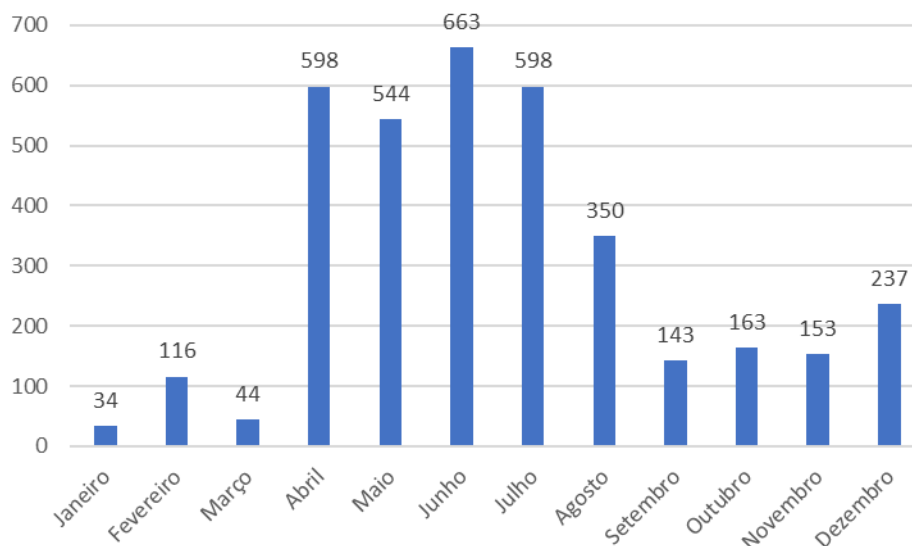
#### 3.1 Caracterização da empresa

A empresa objeto deste estudo é uma empresa microempreendedora da região Sul do Paraná, voltada ao ramo do comércio de confecções, atuando neste ramo há aproximadamente 4 anos, onde nesse período passou por uma fase de rápida expansão, passando da revenda de produtos de cosméticos chegando até a revenda de peças de roupas com o diferencial competitivo focado na qualidade dos produtos. Atendendo os clientes a domicílio, a empresa conta com 2 veículos, sendo um veículo de carga interna e um caminhão baú de 5m com móveis planejados montados dentro do caminhão, atendendo um número de 400 clientes ativos.

#### 3.2 Histórico de demanda

Com base em consultas as bases de dados da empresa, foi coletado os dados necessários para estimar o histórico de demanda de janeiro até setembro de 2021, considerando os itens: Jaqueta Jeans, Calça Jeans, Shorts Jeans, Saia Jeans, Calça Moletom, Blusa Moletom, Calção de Moletom, Camisetas. Conforme pode ser visualizado pela figura 2.

Figura 2 – Histórico de vendas



Fonte: O autor (2022)

O histórico de demanda da empresa é sazonal com seu pico ocorrendo entre Abril e Julho justificado pela influência das estações do ano que ditam os números de vendas de cada modelo de roupa ao longo do período, sendo o inverno o período que mais apresenta volume de venda e o período entre estações apresenta uma leve queda nas vendas.

#### 3.3 Simulação no Software Arena

Para a simulação no software Arena o primeiro cenário considerado foi o “cenário mais simples” que supostamente seria o mais barato em termos de custos de aquisição de equipamentos para o processo ser realizado em todos os produtos considerados.

A Tabela 1 relaciona cada processo com equipamentos utilizados e os tempos de distribuição triangular com tempos do processo nos valores mínimos, médios e máximos para cada peça em minutos, valores esses determinamos de acordo com os conhecimentos da empresa, desconsiderando os tempos de parada por quebra de máquina ou manutenções programadas.

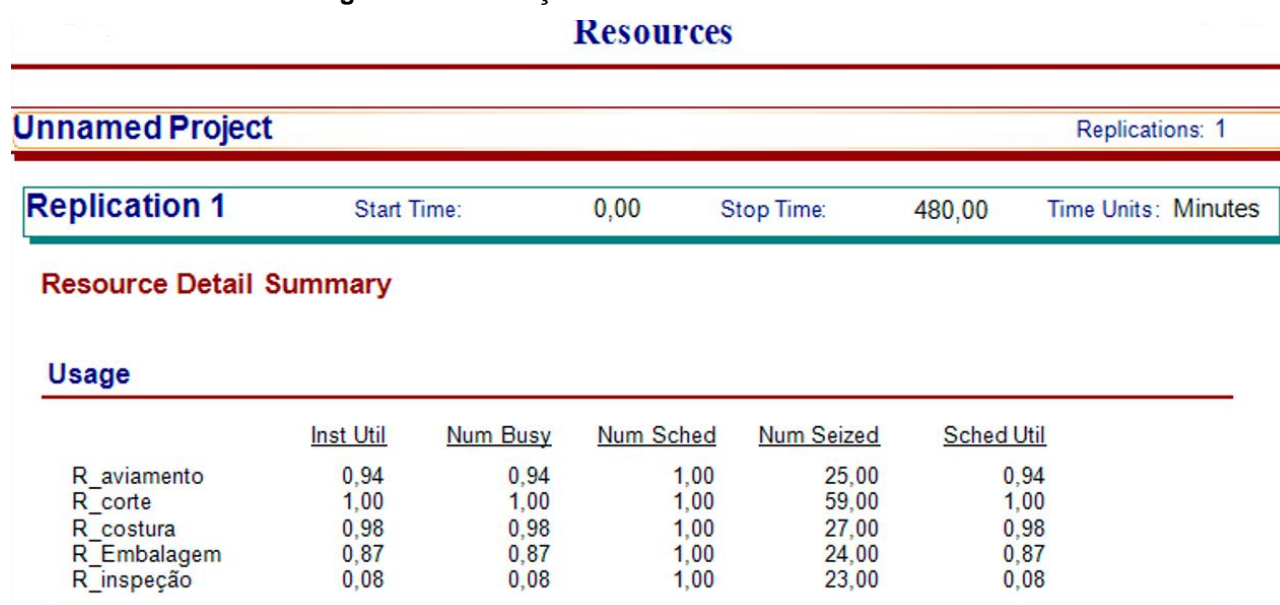
**Tabela 1 – Tempos da distribuição triangular**

Tempos da distribuição triangular				
Processos	Equipamento	Mínimo	Média	Máxima
Corte	Máquina de corte simples	8	10	12
Costura	Máquina de Overlock semiprofissional	18	22	28
Fixação de aviamento	Máquina de costura Semi profissional	18	22	28
Embalagem e etiquetação	Máquina de etiqueta	1	1	2
Inspeção	-	1	2	3
Transporte	-	2	2	2

Fonte: O Autor, 2022.

Com base na configuração de processo demonstrada na tabela 1, os resultados obtidos na simulação realizada no software Arena podem ser visualizados na figura 3.

**Figura 3 – Simulação do Cenário 1 no Software Arena**

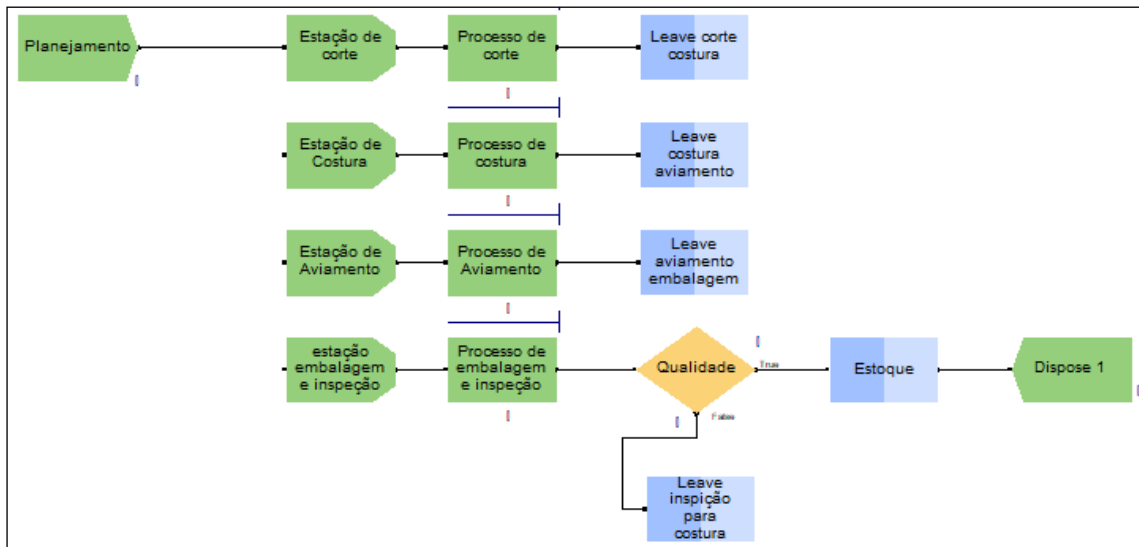


Fonte: O autor (2022)

Nessa simulação foi utilizado um tempo “*Stop Time*” de 480 minutos de trabalho (8h), onde no resultado do processo “*Inst Util*” é possível verificar de forma decimal as porcentagens de ocupação das máquinas e operários durante a simulação. De posse destas informações, observa-se um processo de corte subdimensionado com 100%, o processo de aviamento dentro dos limites, costura próximo a sua capacidade máxima, embalagem com margem de expansão e o processo de inspeção com apenas 8% do tempo operacional e 11 peças produzidas no período simulado.

A partir desses resultados foram realizadas duas mudanças. A primeira no setor de corte onde foi alocada uma máquina de corte profissional com maior capacidade, menor tempo de trabalho e com custos mais elevados. A segunda mudança foi com relação aos setores de embalagem e inspeção, que somados não apresentam 100% da capacidade de ocupação, ambos os processos foram unificados e originaram o processo de inspeção da qualidade e embalagem, criando novos parâmetros para simulação conforme a figura 4.

**Figura 4- Layout do Cenário 2**



Fonte: O autor (2022)

Após as alterações o processo foi simulado novamente e apresentou resultados mais satisfatórios em comparação com a simulação anterior se considerado a ociosidade das máquinas e produtos finais do processo com tempo equivalente como é possível observar na figura 5 abaixo.

**Figura 5 – Simulação do Cenário 2 no Software Arena**

### Resources

Unnamed Project		Replications: 1			
Replication 1	Start Time:	0,00	Stop Time:	480,00	Time Units: Minutes
<b>Resource Detail Summary</b>					
<b>Usage</b>					
	<u>Inst Util</u>	<u>Num Busy</u>	<u>Num Sched</u>	<u>Num Seized</u>	<u>Sched Util</u>
R_aviamento	0,95	0,95	1,00	20,00	0,95
R_corte	0,28	0,28	1,00	100,00	0,28
R_costura	0,99	0,99	1,00	22,00	0,99
R_inspeção	0,06	0,06	1,00	19,00	0,06

Fonte: O autor (2022)

Com os resultados da segunda simulação foi possível observar um aumento na capacidade produtiva de 11 peças por dia para 13 peças por dia e correções das capacidades produtivas, Representando 18% de aumento na capacidade produtiva, sendo agora o maior processo com 99% representado pelo processo de costura e 6% pelo processo de embalagem e inspeção da peça, com os recursos humanos alocados na realizando a operação do equipamento de corte e inspeção da qualidade e embalagem e ademais postos com um trabalhador dedicado.

### 3.5 Análise de viabilidade

Com base na simulação otimizada, foi realizado o levantamento dos investimentos necessários para a aquisição dos equipamentos e materiais, estruturas e preparação do local, conforme apresentados pela tabela 2.

**Tabela 2– Previsão de Investimentos**

Previsão de investimentos	
Equipamento	Investimento
Máquina de Corte Industrial	R\$ 689,00
Máquina de Overlock Semi Industrial	R\$ 762,41
Máquina costura Semi Profissional	R\$ 2.799,00
Máquina de etiqueta	R\$ 49,00
Preparação estrutura elétrica	R\$ 2.000,00
Mobiliário	R\$ 4.500,00
Computador	R\$ 3.000,00
Total	R\$ 13.799,41

Fonte: O autor (2022)

A partir do levantamento do investimento referente aos equipamentos, foram identificados os custos diretos e indiretos, conforme demonstrados na tabela 3, sendo apresentado o valor de dos custos de produção por peça produzida no mesmo período dos custos existentes.

**Tabela 3 – Rateio dos custos diretos e indiretos**

Rateamento	
Descrição	Valores
<b>Custos Diretos</b>	
Tecidos custo médio(1m <sup>2</sup> )	R\$ 33,17
Aviamento	R\$ 10,00
Embalagem	R\$ 1,05
Mão de obra direta	R\$ 1,96
Energia Elétrica (Processo)	R\$ 0,03
<b>Custos Indiretos</b>	
Custo de estocagem	R\$ 1,60
Energia Elétrica (ar e iluminação)	R\$ 0,06
Manutenção das máquinas	R\$ 1,53
Depreciação das máquinas	R\$ 1,53
Ociosidade da mão de obra	R\$ 1,96
Total	R\$ 52,89

Fonte: O autor (2022)

O cálculo do custo do tecido foi considerando o rendimento de 1m<sup>2</sup> de tecido por peça de roupa conforme apontado na literatura encontrada e já inclusos perdas. No custo de aviamento foram considerados os materiais necessários além do tecido, como: zíper, elástico, mangas entre outros. Nas embalagens foram considerados o custo do plástico transparente que envolve a peça de roupa e o valor da etiqueta fixada na peça que traz as informações do produto.

Para a mão de obra direta foram considerados 3 funcionários com salários e encargos totais no valor R\$ 3.000,00 cada, considerando-se uma carga horária de 22 dias no mês por 8 horas diárias e produzindo 13 peças de roupas por dia.

Referente a energia elétrica foi considerado o consumo de 4 equipamentos de 100w por hora e considerando uma taxa de consumo de R\$ 0,65 o Kw/h., chegando ao valor total de R\$ 0,06 por peça das roupas de moletom e jeans.

Importante ressaltar que o custo final pode variar de acordo com o tempo, as quantidades produzidas e o produto a ser produzido e que essa previsão foi desenvolvida com base tendo em conta os produtos de “moletom e jeans” nas cotações atuais.

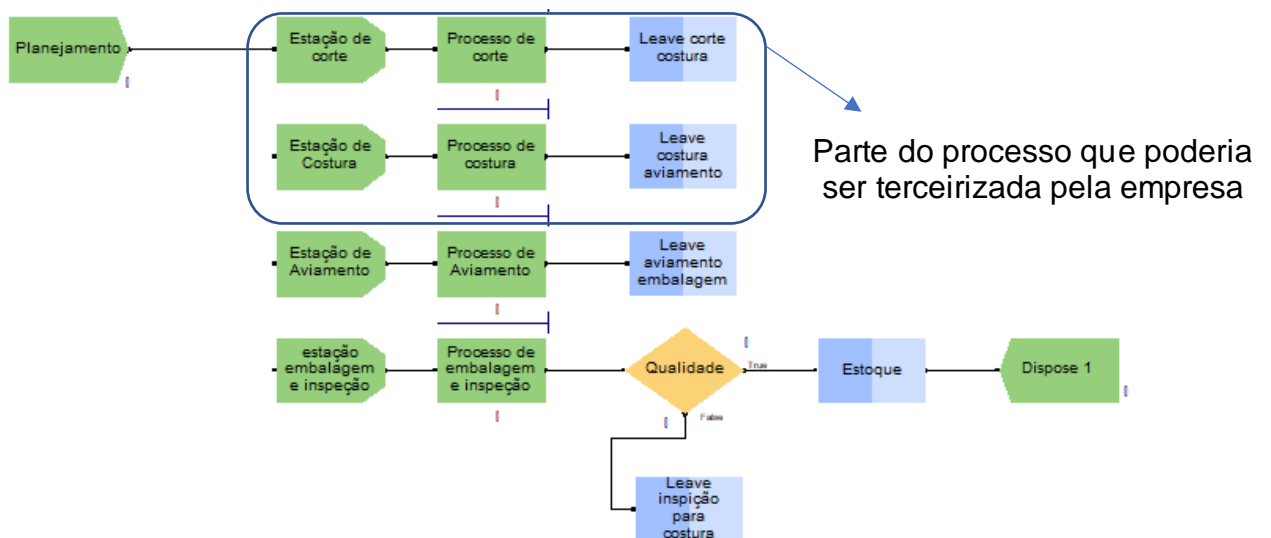
Para considerarmos um empreendimento minimamente viável, seria necessário que o custo de produção fosse menor do que o custo de aquisição e que essa diferença pagasse o montante investido com retorno em período de tempo maior do que outros investimentos considerados, como por exemplo aplicações financeiras.

O custo de aquisições de equipamentos foi obtido através de levantamento realizado através dos requisitos da empresa e orçados por sites de venda online. Desse modo, alguns modelos podem ser comprados na região em estado seminovo ou usado dependendo das condições, ajudando a diminuir o montante de capital investido no processo fabril.

O projeto de layout foi dimensionado de acordo com um espaço já pré-determinado pela empresa, onde a partir disso foram realizadas as simulações das melhores posições e tempos de deslocamento dos operadores e peças a serem produzidas. Devido a característica do espaço ser pequeno e uma demanda ainda não muito elevada em termos de volume de venda é interessante a proposição de algumas recomendações para o processo produtivo.

Uma delas é a horizontalização do processo produtivo demonstrado na figura 5, caracterizado pela terceirização de parte do processo produtivo para outras empresas. Essa decisão estratégica pode trazer vantagens e desvantagens para a empresa. Uma das vantagens seria a de liberar mais espaços para outros processos considerados mais cruciais e que exigem um maior controle de qualidade. No entanto, a desvantagem seria um tempo de produção maior e processo de controle de lote diferente que fosse considerar os tempos de transporte, atrasos, custos, possíveis perdas da encomenda e assim por diante.

**Figura 5: terceirização do processo**



**Fonte: O autor (2022)**

Na representação do processo de produção acima é possível observar que os processos de corte e costura poderiam ser destinados a alguma “empresa de facção de roupas” (empresas destinadas exclusivamente ao corte e a costura das peças), fazendo



assim, com que houvesse alteração no processo nas suas características de layout, tempos de produção, volume produzido, montante investido, custos de manutenção e rateio dos custos de produção de cada peça.

Para determinar até que ponto seria financeiramente interessante verticalizar ou horizontalizar o processo de produtivo seria necessário o desenvolvimento de um estudo de simulações de ambos os processos para determinar os fatores que determinam a viabilidade.

## **5. Conclusões**

O estudo de dimensionamento para um processo produtivo depende de inúmeros fatores que podem variar de acordo com o tempo e da situação. No estudo foi apresentado um dimensionamento da capacidade produtiva, realizado com a média dos tempos de produção que cada processo apresenta para a confecção de diferentes modelos de roupas, como Calças Jeans e Blusas moletoms por exemplo.

De modo geral a simulação otimizada apresentou-se adequada e com margem para atender um possível crescimento da demanda, finalizando assim o estudo com a conclusão que seria viável produzir de acordo com o processo simulado, uma média de 3.640 peças de roupas anuais. No entanto nem todos os modelos de roupas seriam os mais indicados para produção, onde o mais interessante seria produzir os produtos de tecidos jeans e de moletom.

Desse modo podemos considerar que é viável realizar o empreendimento, uma vez que foi possível concluir que tal empreendimento é viável do ponto de vista técnico, apresentando margem para uma possível expansão das capacidades produtivas e mostrando-se financeiramente interessante com o custo de produção das peças no valor de R\$ 52,89. Segundo a empresa, a diferença nos custos de produção das peças e aquisição do produto pronto chega a 25%.

Embora o estudo tenha levado considerado dados da empresa com valores encontrados na literatura o modelo pode sofrer influências de uma vasta quantidade de fatores, o que gera um possível ponto de viés científico no estudo que os autores pretendem aperfeiçoar em estudos futuros através de um mapeamento de fatores, análise de materialidade das influências e priorização de inclusão dos mesmos no modelo para a geração de resultados mais realistas e seguros.

## Referências

ABIT. **O setor têxtil e de confecções e os desafios da sustentabilidade**. Disponível em: <[https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer\\_public/bb/6f/bb6fdd8d-8201-41ca-981d-deef4f58461f/abit.pdf](https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/bb/6f/bb6fdd8d-8201-41ca-981d-deef4f58461f/abit.pdf)>. Acesso em: 22 dez. 2021.

AL-SALEH, Khalid S. Productivity improvement of a motor vehicle inspection station using motion and time study techniques. **Journal of King Saud University-Engineering Sciences**, v. 23, n. 1, p. 33-41, 2011.

IEMI: Brasil têxtil 2020: **Relatório setorial da indústria têxtil brasileira**. São Paulo: SENAI, 2020. v. 20.

JAGDEV, H. S.; BROWNE, Jim; JORDAN, Paddy. Verification and validation issues in manufacturing models. **Computers in industry**, v. 25, n. 3, p. 331-353, 1995.

KUMAR, Sameer; PHROMMATHED, P. Improving a manufacturing process by mapping and simulation of critical operations. **Journal of Manufacturing Technology Management**, 2006.

NEERAJ, R. R. et al. Modelling and simulation of discrete manufacturing industry. **Materials Today: Proceedings**, v. 5, n. 11, p. 24971-24983, 2018.

PRODANOV, Cleber Cristiano; DE FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico-2ª Edição**. Editora Feevale, 2013.