

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA PARA MELHORIA DO PROCESSO DE CORTE DE TECIDOS

TECHNICAL AND ECONOMIC FEASIBILITY STUDY FOR IMPROVING TISSUE CUTTING PROCESS

ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA MEJORAR EL PROCESO DE CORTE DE TEJIDOS

Tiarles André Neugebauer Schellin¹; Alejandro Martins Rodriguez²; Aline Soares Pereira³; Gilson Porciúncula⁴

¹Universidade Federal de Pelotas - tiarlesandreschellin@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas - aljmartins@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas - pereira.asp@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas - gilson.porciuncula@gmail.com

Resumo: Este trabalho tem por objetivo investigar alternativas para conciliar custos, qualidade, e eficiência a fim de melhorar a produtividade do processo de corte de tecido de uma empresa localizada no Rio Grande do Sul. Para tanto, foi realizado um estudo de caso cujo foco foi identificar melhorias (e oportunidades) do processo de corte da empresa, e sustentar uma futura tomada de decisão. A partir da revisão da literatura foi possível estruturar uma metodologia compreendendo técnicas como observação, entrevistas, pesquisa documental e simulação abrangendo, em um primeiro momento, o mapeamento do processo para melhor entendê-lo, seguido de um estudo de melhoria para o layout utilizado. A seguir, realizou-se uma análise técnica e financeira para aquisição de um equipamento de corte automatizado e, por fim, realizou-se a escolha da melhor alternativa entre as elencadas, bem como sugestões para sua implementação. Como resultado, foi possível traçar um caminho para um aumento significativo no índice de produtividade, através da otimização do layout de corte e da automação, acompanhado de significantes reduções de desperdícios de matéria prima e tempo, e identificação de novas oportunidades.

Palavras-chave: inovação. qualidade. custos. eficiência. produtividade.

Abstract: This paper aims to investigate alternatives to reconcile costs, quality, and efficiency to improve the productivity of the tissue cutting process of a company located in Rio Grande do Sul. For this, a case study was focused on identifying improvements and opportunities of the company's cutting process and sustain future decision making. From the literature review it was possible to structure a methodology comprising techniques such as observation, interviews, documentary research and simulation, covering at first the process mapping to better understand it, followed by an improvement study for the layout used. Subsequently, a technical and financial analysis was performed to acquire an automated cutting equipment and, finally, the choice of the best alternative among the listed ones was made, as well as suggestions for its implementation. As a result, it was possible to show the way for a significant increase in productivity through optimized cutting layout and automation, accompanied by significant reduction of raw material waste and process time, and identification of new opportunities.

Keywords: innovation. quality. costs. efficiency. productivity.

Resumen: Este trabajo tiene como objetivo investigar alternativas para conciliar costos, calidad, y eficiencia con el fin de mejorar la productividad del proceso de corte de tela de una empresa ubicada en Rio Grande do Sul. Con este fin, se realizó un estudio de caso cuyo enfoque fue identificar mejoras (y oportunidades) del proceso de corte de la empresa y sostener la toma de decisiones futuras. A partir de la revisión bibliográfica se pudo estructurar una metodología que comprende técnicas como la observación, las entrevistas, la investigación documental y la simulación, abarcando, en un primer momento, el mapeo del proceso para comprenderlo

mejor, seguido de un estudio de mejora para el diseño utilizado. A continuación, se realizó un análisis técnico y financiero para adquirir un equipo de corte automatizado y, finalmente, se realizó la elección de la mejor alternativa entre las que se encontraban, así como sugerencias para su implementación. Como resultado, fue posible trazar un camino hacia un aumento significativo en el índice de productividad, a través de la optimización del diseño de corte y la automatización, acompañado de reducciones significativas en el desperdicio de materia prima y el tiempo, y la identificación de nuevas oportunidades.

Palabras clave: innovación. calidad, costes, eficiencia.

1 INTRODUÇÃO

A pressão sobre a produtividade e o intenso grau de competição, além de outros fatores, são a atual realidade das empresas (Oliveira, 2010). Nesse sentido as empresas buscam alternativas para melhorar sua produtividade. Entre elas, está a automação. De acordo com estudos de outubro de 2018 da Associação Brasileira de Automação (GS1 Brasil), o índice de automação no mercado brasileiro subiu cerca de 8% entre 2017 e 2018 (GS1 BRASIL, 2018).

A indústria cujo processo de corte é alvo deste estudo, possui máquina de corte mecanizado do tipo faca, onde o resultado do corte é muito dependente da mão de obra. O processo possui um elevado nível de desperdício de matéria-prima resultante da inexistência de layouts padronizados de corte.

Este trabalho visa investigar alternativas para conciliar custos, qualidade e eficiência a fim de melhorar a produtividade do processo de corte de tecido de uma indústria. Para alcançar tal objetivo buscou-se entender o funcionamento do processo para posteriormente realizar a sugestão de melhorias para os layouts de corte, através de ferramenta CAD. Foi realizado ainda, um estudo de viabilidade técnica e econômica para a aquisição de opção tecnológica de inovação. De posse dos resultados das simulações, foi possível decidir sobre a decisão adequada a ser tomada, bem como sugestões para implementação.

O estudo torna-se relevante devido ao potencial de melhoria vinculado à automação do processo de corte. Mudanças drásticas são ocasionadas pelo desenvolvimento da tecnologia de processos (Slack et al, 2009).

2 REVISÃO DE LITERATURA

A busca pelo conhecimento acerca do problema em estudo remontou ao seguinte referencial teórico.

2.1 Inovação Tecnológica

Freeman (1982, apud REIS, 2008) defende que para o real entendimento do que é inovação, precisa-se, de antemão, saber distinguir invenção de inovação. A principal diferença é que para ser considerada inovação, o produto deve ser comercializado e ter um mercado potencial. O manual de Oslo, em sua 3ª Edição, traduzido pela FINEP (2005) define inovação como:

“Uma inovação é a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de

marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas” (Manual de Oslo traduzido pela FINEP, 2005, p.55).

2.2 Competitividade

Assim como a inovação, a competitividade é fruto do processo de concorrência capitalista, afirma Kupfer (1996). Martins e Laugeni (2005, p.65) definem que “ser competitivo é ter condições de concorrer com um ou mais fabricantes e fornecedores de um produto, ou serviço em um determinado mercado”. Para obter vantagens competitivas, é necessário que a empresa tenha uma teoria, definida como estratégia, segundo Barney e Hesterly (2011).

2.3 Produtividade

Atualmente, a avaliação da eficiência através da medida da produtividade, é utilizada por profissionais de diversas áreas e se torna importante, entre outros fatores, devido ao ambiente competitivo e guerras de preço entre as empresas que possuem produtos com características muito parecidas, conforme Corrêa, H. e Corrêa, C. (2010). Refletindo sobre a conceituação da palavra, temos como definição a expressão de Gaither e Frazier (2002, p.458): “a produtividade significa a quantidade de produtos ou serviços produzidos com os recursos utilizados”.

De modo geral, conclui-se que a produtividade se resume à seguinte fórmula apresentada na Equação 1.

$$\text{Produtividade} = \frac{\text{Quantidade de produtos ou serviços produzidos}}{\text{Quantidade de recursos utilizados}} \quad (1)$$

2.4 Custos – conceitos fundamentais

Perez Junior, Oliveira e Costa (2012) afirmam que no âmbito dos custos, as terminologias são, muitas vezes, empregadas de maneira errônea e para furta-se a possíveis erros de interpretação faz-se necessária a recapitulação destes termos. De acordo com Perez Junior, Oliveira e Costa (2012, p.12), os custos fixos “são os custos que permanecem constantes dentro de determinada capacidade instalada, independem do volume de produção, ou seja, uma alteração no volume de produção para mais ou para menos não altera o valor total do custo”. Já os custos variáveis são “os que estão diretamente relacionados com o volume de produção ou venda. Quanto maior for o volume de produção, maiores serão os custos variáveis totais” (WERNKE, 2004, p.14).

2.5 Engenharia Econômica

2.5.1 Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

Ao estudar a possibilidade de aportar um determinado capital em um investimento qualquer deve-se levar em conta que pode-se estar perdendo a oportunidade de aplicar este mesmo capital em outros projetos. Portanto, para ser atraente, o novo projeto deve

oferecer, no mínimo, uma taxa de juros similar a de investimentos seguros, com baixo risco associado, como a caderneta de poupança ou aplicações em fundos de renda fixa, por exemplo (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010).

No mesmo sentido, Pilão e Hummel (2003, p.89) definem a Taxa Mínima de Atratividade como sendo o “mínimo que um investidor se propõe a ganhar quando faz um investimento”.

2.5.2 Taxa Interna de Retorno (TIR)

“A taxa interna de retorno é um índice relativo que mede a rentabilidade do investimento por unidade de tempo” de acordo com Motta e Calôba (2009, p.116). Em outras palavras, é o método que permite identificar a taxa de juros que iguala o investimento inicial ao fluxo de caixa concebido, ou seja, torna o fluxo de caixa no momento atual igual a zero (ASSEF, 2003).

Motta e Calôba (2009) definem a metodologia de cálculo da TIR através da equação 2, a seguir.

$$\sum_{j=0}^n FC_j \cdot \left\{ \frac{1}{(1+i)} \right\}^j = 0 \quad (2)$$

Onde:

i é a taxa de retorno.

FC_j é o fluxo de caixa referente ao período j .

Unidades: % ao ano ou % ao mês, de acordo com o período analisado.

Para fins de tomada de decisões relativas a análise de investimentos pode-se comparar a TIR com a TMA. Se a TIR for maior ou igual a TMA, temos bons motivos para aceitar o investimento e crer que ele é economicamente viável, por outro lado, se a TIR for menor que a TMA, o investimento deve ser recusado pois é economicamente inviável (PILÃO; HUMMEL, 2003).

2.5.3 Valor Presente Líquido (VPL)

Segundo Motta e Calôba (2009, p.106) a definição de VPL é: “a soma algébrica de todos os fluxos de caixa descontados para o instante presente ($t=0$), a uma dada taxa de juros i ”. É calculado através da equação 9.

$$VPL(i) = \sum_{j=0}^n FC_j / (1+i)^j \quad (3)$$

Onde:

i é a taxa de juros.

j é o período a percorrer o fluxo de caixa.

FC_j é o fluxo de caixa para o período j .

Ainda de acordo com os autores Motta e Calôba (2009) o VPL aplica-se à tomada de decisão analisando-o da seguinte forma:

- a) Se $VPL > 0$, a alternativa é viável, economicamente.
- b) Se $VPL < 0$, a alternativa é inviável, economicamente.
- c) Se $VPL = 0$, é indiferente investir, mas ainda viável economicamente.

2.5.4 Payback Descontado

Payback é o tempo que leva para recuperar o investimento. No caso do payback descontado, os fluxos de caixa levados em conta para realizar a análise são ajustados ao valor presente através de uma taxa de juros. Pode ser calculado através da equação 4, apresentada a seguir.

$$FCC(t) = -I + \sum_{j=1}^t \frac{R_j - C_j}{(1+i)^j}$$

Onde:

$FCC(t)$ é o valor atual do capital cumulativo até o instante t ;

I é o investimento inicial;

R_j é a receita do ano j ;

C_j é o custo do ano j ;

i é a taxa de juros; e

j é o índice que representa os períodos.

Portanto, se $FCC(t) = 0$, t é o payback descontado, com t inteiro. Se $FCC(t) < 0$ em $j - 1$ e $FCC(t) > 0$ em j , interpola-se para estabelecer um fracionário (MOTTA; CALÔBA, 2009).

2.6 Tecnologias de corte

A finalidade do corte é destacar e gerar réplicas dos moldes riscados sobre o tecido. A justeza e correção obtida obedece ao método de corte utilizado e em alguns casos também do projeto de encaixe dos moldes (planeamento) e do risco (GOMES et al, 2005).

Os métodos de corte apontados por Lidório (2008) são apresentados logo abaixo, no Quadro 1.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Prodanov e Freitas (2013), afirmam que as pesquisas classificam-se do ponto de vista de sua natureza, dos seus objetivos, de seus procedimentos técnicos e sob a ótica da abordagem do problema. Tomando por base a estrutura citada, do ponto de vista de sua natureza, esta pesquisa caracteriza-se como sendo aplicada, considerando que sua finalidade é produzir conhecimento para aplicação em solução de problema particular (PRODANOV; FREITAS, 2013). Quanto ao seu objetivo, esta pesquisa classifica-se como exploratória pois poderá possibilitar melhor proximidade com o problema de modo a fazê-lo mais compreensível. Com isso, seu planejamento é flexível de maneira que viabilize a apreciação dos múltiplos dados inerentes ao caso estudado (GIL, 2002).

Sob a ótica de seus procedimentos técnicos esta pesquisa enquadra-se como sendo

um estudo de caso pois “permite uma investigação para se preservar as características holísticas e significativas de eventos da vida real” (YIN, 2001, p. 21) e “consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento” (GIL, 2002, p. 54).

E por fim, em relação à abordagem do problema, a pesquisa classifica-se como qualitativa considerando que utilizará técnicas quantitativas e qualitativas para interpretação e resolução do problema, certo de que as duas abordagens estão interligadas e complementam-se (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Quadro 1 – Métodos de corte de tecido

Método	Descrição	Ferramenta	
Corte manual	Realizado com tesoura, Usa-se para cortes de peças-piloto.		
Corte mecanizado	De disco	Utilizado para enfiados de poucas folhas, não permite executar o corte em curvas bem acentuadas.	
	De faca	Utilizado em enfiados com bastante folhas e permite bom corte em curvas acentuadas.	
Corte mecanizado	Balancim	É tipo uma chapa com fôrma, que deve ser utilizado para enfiados com poucas folhas e permite corte com grande precisão.	
	Serra-fita	Utilizado em corte de precisão com enfiado de poucas folhas. O operador deve girar o tecido em torno da lâmina	
	Máquina para fazer furos	Utilizada na marcação de pences que são tipos de pregas feitas no tecido com o intuito de estreitar certas partes	
Corte Eletrônico	Por lâmina	Lâmina gira em eixo próprio, dirigida por um sistema óptico.	
	Por laser	Consiste em um feixe de luz conduzido a um ponto micrométrico onde a energia é suficiente para queimar, vaporizar ou decompor o tecido.	

Fonte: adaptado de Lidório (2008)

3.1 Objeto de Estudo

O objeto de estudo concentra-se na melhoria da operação de corte de tecido de uma indústria localizada no Rio Grande do Sul. São produzidos diversos produtos neste setor, no entanto, o foco deste estudo serão as almofadas de assento. Para isso, foram elencados objetivos para facilitar a busca pelos resultados.

O objetivo geral consistiu em Investigar formas de conjugar custos, qualidade e eficiência de maneira rentável no processo de corte.

Os objetivos específicos foram: conhecer o funcionamento do processo de fabricação no setor estudado, apresentar sugestão para padronização do método de corte de tecido através de ferramenta CAD, analisar a viabilidade técnica e financeira de opção tecnológica de inovação, e desenhar a estratégia de implementação da inovação mais viável.

3.2 Procedimentos de Coleta de Dados

A coleta de dados é a etapa do estudo onde utilizam-se instrumentos e técnicas para a obtenção de dados. Prodanov e Freitas (2013) sugerem que o estudo de caso não se restringe à um modo específico de coleta de dados e nem exclusivamente à um padrão de planejamento de pesquisa; é sim uma técnica de pesquisa ampla. Gil (2002) confirma que um dos princípios básicos de um estudo de caso é a utilização de mais de uma técnica de coleta de dados e isso é o que garante a qualidade dos resultados obtidos.

Portanto, foram utilizados neste estudo de caso a técnica de observação e a técnica de pesquisa documental em fontes de primeira e segunda mão. Também foram realizadas entrevistas não estruturadas com o funcionário que realiza o corte e com o encarregado do setor, ambas no mês de agosto de 2019. Tais entrevistas foram importantes, pois a experiência dos trabalhadores da empresa agregou valor à pesquisa. Com base nos dados obtidos, foi utilizada a técnica de simulação para projetar dados futuros.

3.3 Procedimentos de Análise de Dados

Os dados envolvidos no estudo caracterizam-se como variáveis do tipo: quantidade de matéria-prima (tecido x m²) utilizada e desperdiçada durante o processo; índices de produtividade do processo de corte; diferentes formas de encaixe dos moldes sobre o tecido durante o processo de marcação; custos envolvidos no processo.

Para estudá-las e analisá-las serão utilizadas ferramentas como:

Software AutoCad[®] – para realizar o estudo de otimização dos encaixes dos moldes sobre o tecido de forma a definir uma padronização para este processo;

Índice de produtividade;

Planilhas de custos – objetiva organizar o estudo dos custos de produção relacionados ao processo;

Simulação – permite realizar estudo através de dados técnicos de equipamentos para projetar seu desempenho e ajudar na tomada de decisão e;

Observação – objetiva perceber, ver e interpretar informações referentes ao processo em estudo.

4 RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados originários das observações, simulações e cálculos provenientes do estudo dos objetivos específicos do trabalho.

4.1 Apresentação e descrição do processo produtivo

Para melhor entendimento, o processo é dividido em operações e apresentado no fluxograma da Figura 1.

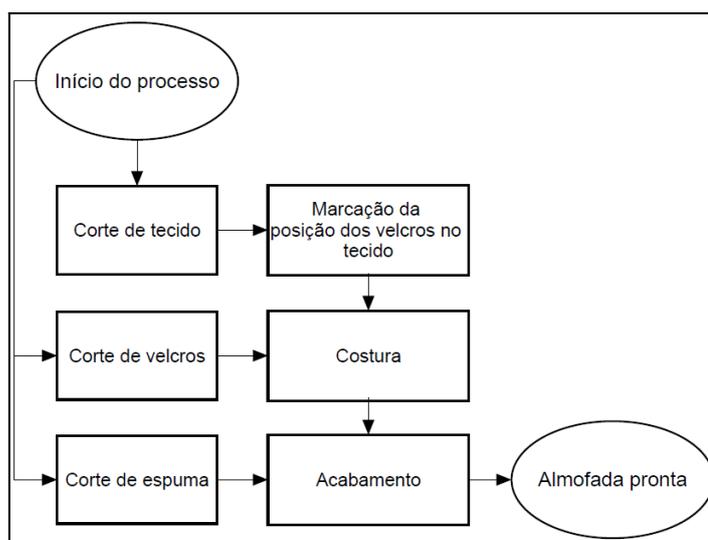


Figura 1 - Fluxograma do processo produtivo de almofadas de assento
Fonte: autor.

O processo inicia-se com o corte de tecido que compreende a marcação dele utilizando giz de alfaiate e moldes(gabaritos), realização do enfiesto (sobreposição de folhas) e corte propriamente dito. Logo após, as peças já cortadas são marcadas onde serão posicionados e costurados os velcros. Para realizar a costura, que é o próximo passo, precisa-se cortar os velcros primeiramente. Estes, são cortados em máquina automatizada.

Em seguida, os velcros e as peças cortadas são levadas para a operação de costura, onde são unidas as extremidades do tecido para formar a capa da almofada e costurados os velcros. Encerrando o processo, é realizado o acabamento onde é colocada uma espuma dentro da capa da almofada e realizado o acabamento dos cantos para fins estéticos. As peças de espuma são cortadas de modo semelhante ao tecido. O produto acabado é apresentado na Figura 2.



Figura 2 - Exemplo de almofada de assento finalizada
Fonte: autor

4.2 Análise do método de corte atual

Ao observar o trabalho do operador, verificou-se que o funcionário tem por hábito começar a operação pelas almofadas que possuem maior demanda. Ele não possui ordem padronizada de corte. A condição de posicionamento adotada pelo operador obedece alguns hábitos como: colocar os moldes das almofadas no mesmo sentido, um ao lado do outro e com a quantidade máxima de 4 moldes. Procura, ainda, deixar uma margem média de 7cm nas extremidades, como medida de segurança, a fim de se precaver caso as camadas de tecido deslizem umas sobre as outras e ocasionem perdas ao realizar o corte. O operador costuma alcançar um enfiesto de no máximo 20 folhas, alegando que em maior número, sente dificuldades para realizar o corte. A Figura 3 ilustra o layout atual utilizado em todos os modelos de almofadas.

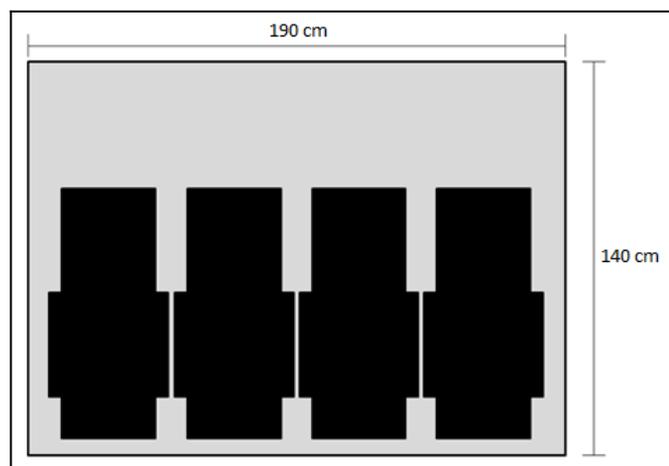


Figura 3 – Ilustração do layout de corte atual
Fonte: Autor

Ao estudar o método de corte atual, facilmente verifica-se que uma quantidade bem representativa de tecido é desperdiçada, identificada pela parte de cor cinza na Figura 3.

Portanto, abre espaço para o estudo de novos métodos de encaixe para o processo de corte. Além do encaixe inadequado dos moldes, identificou-se que o operador não aproveita toda extensão de 3 metros da mesa de corte, com isso ele realiza um número

maior de repetições da operação. Em cada etapa o operador deixa margens de segurança de 7 centímetros em média, também citadas anteriormente, que contribuem para o aumento de desperdícios.

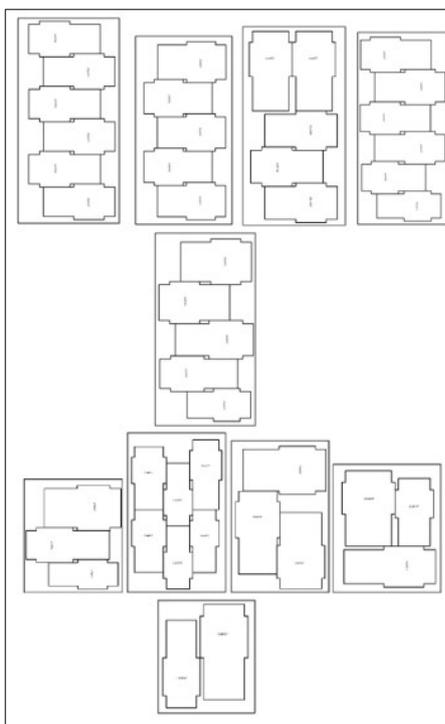
Em resumo, para a produção deste grupo produtivo, foram utilizados 453,83m², que representam 6,48 rolos de tecido. Foram desperdiçados 177,81 m² de tecido, aproximadamente 2,54 rolos. A quantidade de tecido que agregou valor ao produto e foi realmente utilizada é 276,02 m², aproximadamente 3,94 rolos.

Em relação ao tempo necessário para o corte do grupo produtivo estima-se que sejam necessárias 7 horas e 17 minutos aproximadamente, uma vez que foram observados os tempos de corte de 269 peças de almofadas em uma manhã de trabalho do operador, somando 3 horas e 45 minutos. Logo, o tempo de corte médio por peça gira em torno 46,17 segundos. Cabe lembrar que neste tempo inclui-se tempo em que o funcionário ficou pensando como iria marcar o tecido, a marcação propriamente dita, o enfesto, o corte e a troca de rolos.

O custo do metro quadrado da matéria-prima é de R\$ 14,30, segundo dados obtidos junto a empresa estudada. Multiplicando os 453,83m² de tecido utilizados pelo seu preço unitário, temos um montante de R\$6.489,76 de custo de matéria-prima para a operação.

4.3 Sugestão de padronização do método de corte

Após análise da produção das almofadas, foram verificadas algumas possibilidades de melhoria no método de encaixe dos moldes. Foi realizado um estudo neste sentido e, com o intuito de aproveitar melhor a área de trabalho da mesa de corte, foi utilizada uma ferramenta de desenho assistido por computador para criar 10 etapas de corte, como será apresentado no Quadro 2.



Quadro 2 – Sugestão de layout para o processo de corte
Fonte: Autor

Após a melhoria nos layouts de corte pode-se notar que foram utilizados 407,9m², que representam 5,82 rolos de tecido. Foram desperdiçados 131,88 m² de tecido, aproximadamente 1,88 rolos. Houve redução de 10,12% no consumo de tecido no processo e isso resultou em R\$ 656,79 de economia de matéria-prima. Além disso, a produtividade melhorou 6,85%.

4.4 Estudo de viabilidade técnica e econômica para aquisição de equipamento

O equipamento escolhido para o estudo foi sugerido pela própria indústria, sendo o modelo FLS1610LE produzido pela empresa Futurize, localizada na cidade de Criciúma, no estado de Santa Catarina. Entre as principais características do equipamento estão o corte a laser, software para edição de imagens, velocidade de corte de 300mm/s e capacidade de corte contínuo. A máquina custa R\$90.000.

No que tange ao estudo técnico realizou-se uma simulação de corte através da edição de novos layouts. Um extrato do layout pode ser visualizado na Figura 4.



Figura 4 – Extrato de layout para corte automatizado

Fonte: Autor

O resultado da simulação foi de 373,5m² de tecido consumido. Redução de 17,7 % em relação ao método atual. A produtividade da operação subiu para 73,9%. Estima-se que o tempo de corte cairá para 1h e 57 min levando em conta o somatório de todos os perímetros dos modelos e a velocidade de corte do equipamento. Neste tempo, inclui-se o período necessário para trocas de rolos de tecidos. Em termos de custos, o resultado foi uma economia de R\$1.148,71 em relação ao processo original.

Do ponto de vista econômico foi realizada uma simulação de fluxo de caixa para o período de vida útil do equipamento e aplicadas ferramentas de análise de investimentos. Foram consideradas como entradas de caixa o valor mensal de R\$1.148,71. Já para as saídas de caixa foram considerados os valores do pagamento das parcelas do financiamento para aquisição do equipamento. A Tabela 1 ilustra o financiamento, realizado através do site do Banco do Brasil utilizando o Programa de Geração de Renda do Governo Federal.

Tabela 1 – Simulação de financiamento

Dados de simulação de financiamento			
Investimento	R\$ 90.000,00		
Valor a financiar	R\$ 72.000,00	Custo total projetado	
Entrada	R\$ 18.000,00	Mensal	0,53%
Tarifas	R\$ 2.160,00	Anual	6,60%

1ª Parcela		R\$ 343,49					
Ano 1		Ano 2		Ano 3		Ano 4	
1	R\$ 1.881,75	13	R\$ 1.771,96	25	R\$ 1.710,02	37	R\$ 1.609,80
2	R\$ 1.911,29	14	R\$ 1.820,24	26	R\$ 1.710,44	38	R\$ 1.596,26
3	R\$ 1.847,51	15	R\$ 1.743,30	27	R\$ 1.657,43	39	R\$ 1.571,56
4	R\$ 1.893,79	16	R\$ 1.762,45	28	R\$ 1.675,39	40	R\$ 1.578,76
5	R\$ 1.814,86	17	R\$ 1.767,26	29	R\$ 1.659,06	41	R\$ 1.560,44
6	R\$ 1.893,44	18	R\$ 1.771,27	30	R\$ 1.666,27	42	R\$ 1.558,46
7	R\$ 1.834,03	19	R\$ 1.738,59	31	R\$ 1.643,16	43	R\$ 1.550,11
8	R\$ 1.858,78	20	R\$ 1.765,34	32	R\$ 1.655,55	44	R\$ 1.545,75
9	R\$ 1.865,99	21	R\$ 1.745,02	33	R\$ 1.633,63	45	R\$ 1.533,41
10	R\$ 1.794,63	22	R\$ 1.714,74	34	R\$ 1.625,28	46	R\$ 1.525,06
11	R\$ 1.817,37	23	R\$ 1.717,15	35	R\$ 1.616,93	47	R\$ 1.515,91
12	R\$ 1.823,78	24	R\$ 1.698,83	36	R\$ 1.598,21	48	R\$ 1.507,95

Fonte: Site Banco do Brasil

A TMA considerada para o investimento se iguala a taxa de juros do custo de capital da empresa, sendo de 6,6% a.a. O fluxo de caixa anual com desconto da taxa mínima de atratividade de 6,6% a.a. é demonstrado na Figura 5.

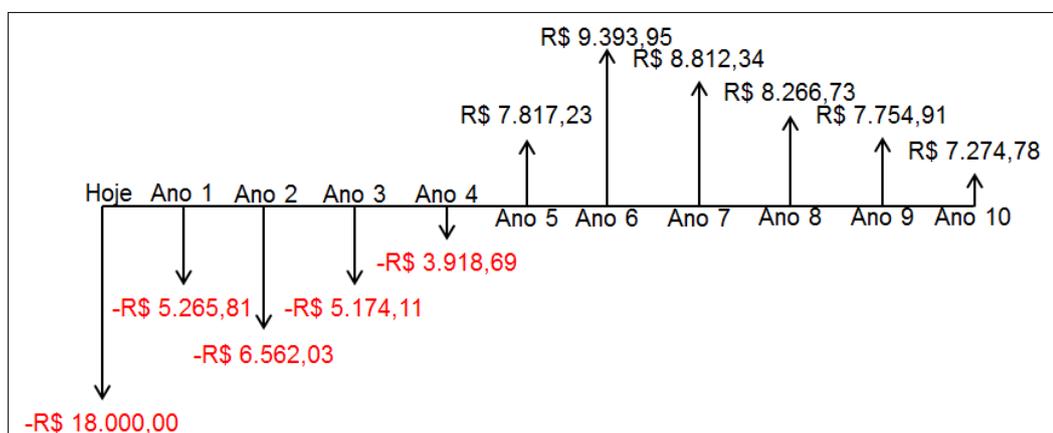


Figura 5 – Simulação de fluxo de caixa anual

Fonte: autor

O VPL do investimento se caracteriza pela soma de todos os fluxos de caixa descontados. Logo, para a análise em tela, o resultado do VPL, que foi calculado através da equação 3, é de R\$ 8.802,97. A TIR foi calculada com o auxílio da equação 2, obtendo-se o valor de 10,07% ao ano. Por fim, o *payback* descontado para o investimento foi de, aproximadamente, 8 anos e 10 meses.

4.5 Estratégia de implementação da opção mais viável

Ao comparar o processo de corte atual, o mesmo processo com padronização de layouts e a possibilidade de investir na compra de uma máquina automatizada de corte, é

seguro afirmar que se pode escolher a terceira opção. Em suma, caracterizam-se bons motivos para concretizar o investimento na máquina de corte a laser considerando diversos pontos de vista. Primeiramente, sob aspecto financeiro, os motivos para esta afirmação amparam-se, sobretudo, no valor positivo do VPL, à uma TIR maior que a TMA e, por fim, ao *payback* caracterizado por valor menor que o prazo de vida útil do equipamento. Ainda cabe salientar que o estudo foi realizado apenas considerando o corte de almofadas. Na prática, a aquisição do equipamento irá gerar mais economia de tecido para a empresa pois o equipamento será utilizado para o corte de outros itens como bases e encostos.

Considerando outros fatores como a produtividade, por exemplo, verificou-se aumento de 13.1%, fundamentado, principalmente na economia de tecido oferecida pela nova tecnologia de corte. É válido comentar que a qualidade do corte é substancialmente melhorada devido à capacidade do laser derreter as fibras do tecido e formar um acabamento homogêneo e que não desfia, em contrapartida com a ferramenta utilizada atualmente. Além disso, a máquina oferece precisão de corte superior ao corte tradicional.

Considerando a eficiência, temos uma diminuição de 7 horas e 17 minutos de trabalho para 1 hora e 57 minutos. Com isso, abre-se a oportunidade da empresa utilizar o equipamento para prestar serviços de demandas externas nos períodos de ociosidade da máquina ou até mesmo aproveitar o tempo do funcionário para a realização de outras tarefas do próprio setor como o acabamento, por exemplo.

Outro ponto importantíssimo a ser comentado, é a possibilidade da máquina ser utilizada para executar a marcação da posição dos velcros do tecido concomitantemente ao processo de corte. Ou seja, a peça sairá do equipamento cortada e marcada, pronta para a operação de costura, eliminando uma operação do processo.

Sob aspecto de segurança no trabalho a nova máquina oferece menos exposição ao risco de acidentes em contrapartida com o equipamento antigo com lâmina aparente. Atualmente, o operador utiliza uma luva de elos metálicos na mão auxiliar (mão que segura o tecido) na forma de equipamento de proteção individual. Cabe acrescentar que, durante as entrevistas, foi levantado a informação que já houve um acidente onde o operador cortou a mão.

Finalmente, sob o aspecto operacional, a empresa deve envidar esforços no sentido de realizar treinamentos com o funcionário responsável por operar a máquina. Realizar um novo mapeamento do processo de corte de tecido pois o mesmo poderá ser simplificado através da marcação de velcros simultaneamente ao corte e instruir os funcionários do setor sobre tal mudança.

Mediante o exposto, recomenda-se, seguramente, a aquisição do equipamento estudado pois é econômica e tecnicamente viável. Todavia, podem existir outras opções de equipamentos com as mesmas características técnicas e que sejam mais viáveis que a opção estudada do ponto de vista financeiro. Portanto, recomenda-se também um estudo comparativo nesse sentido.

4.6 Discussões

Do ponto de vista acadêmico, o presente estudo de caso permitiu ratificar, primeiramente, a relevância de conhecer o funcionamento de processos, pois permite uma melhor compreensão dos fatores críticos envolvidos. Segundo, com o processo sob domínio torna-se possível identificar opções de melhorias que facilmente podem ser atingidas.

Terceiro, a aplicação de ferramentas econômicas para estudo de viabilidade de investimentos traz segurança para sustentar tomada de decisões e, por fim, a implementação de equipamentos acarreta mudanças cujos efeitos podem ser minimizados através de planejamento e orientação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De forma aplicada, julga-se que o estudo de caso conseguiu alcançar o objetivo de proporcionar meios para conjugar ou balancear fatores como eficiência, qualidade e custos. Durante o estudo do processo de corte, foi possível identificar perdas e focar na mais acentuada - o desperdício de tecido. Ao quantizar as perdas, ou seja, converter os desperdícios de matéria-prima para a forma de custos, foram identificados valores consideráveis e que embasaram o esforço para melhoria do layout de corte através de ferramentas de desenho assistido por computador.

Verificou-se através de simulações que a economia de tecido gerada é capaz de pagar o investimento em uma máquina a laser que possui muito mais qualidade e eficiência a oferecer ao processo, tornando-o mais produtivo.

Portanto, acredita-se que o estudo de caso, se utilizado pela empresa, servirá como forte auxílio à tomada de decisão e, caso a empresa opte pela aquisição do equipamento, terá um salto significativo em sua tecnologia de processos acarretando melhorias em fatores intangíveis como qualidade, eficiência e produtividade que, sobretudo, influenciarão positivamente na sua competitividade frente a concorrência.

Para trabalhos futuros, sugere-se explorar a influência dos desperdícios de tecido com impactos ambientais causados e a utilização de diversos equipamentos ao realizar a análise de investimentos.

REFERÊNCIAS

ASSEF, Roberto. **Guia prático de administração financeira: pequenas e médias empresas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2003. 153 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AUTOMAÇÃO – GS1 BRASIL. **Índice de automação do mercado brasileiro**. 2018. Disponível em: <gs1br.org/educação-e-pratica/EstudoOnda5/2018_Indice_de_Automação.pdf> Acesso em 20 de novembro de 2019.

BANCO DO BRASIL. Simulador Proger Urbano Empresarial. Disponível em: <http://www32.bb.com.br/portalbb/simulador/publica/proger/urbanoEmpresarial/progerEmpresarial,802,17,505215,2,0,1.bbx?cid=4564>. Acesso em 20 nov. 2019.

BARNEY, Jay B; HESTERLY, William S. **Administração estratégica e vantagem competitiva: conceitos e casos**. 3. ed. São Paulo: Pearson, 2011. 408 p.

CASAROTTO FILHO, Nelson; KOPITKE, Bruno Hartmut. **Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial**. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 408 p.

- CORRÊA, Henrique Luiz; CORRÊA, Carlos Alberto. **Administração de produção e de operações de manufatura e serviços : uma abordagem estratégica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 690 p.
- FREEMAN, C. The economics of industrial innovation. Londres, Pinter Publisher, 1982 *apud* REIS, Dálcio Roberto dos. **Gestão da inovação tecnológica**. 2. ed. Barueri: Manole, 2008. 206 p.
- GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2002. 598 p.
- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175 p.
- GOMES Paula *et al.* **Manual do Formando. Módulo 1: Tecnologia de confecção – Nível Avançado**. 1. ed. Vila Nova de Famalicão, Portugal. CITEVE – Centro tecnológico das Indústrias Têxtil e do Vestuário de Portugal, 2005. 44 p. Disponível em: http://elearning.iefp.pt/pluginfile.php/49856/mod_resource/content/0/25616_ManualFormandoNivAvancadoModulo1.pdf. Acesso em: 25 nov. 2019.
- KUPFER, David. **Uma abordagem neo-schumpeteriana da competitividade industrial**. Ensaio FEE, Porto Alegre, (17)1:355-372. 1996. p. 366.
- LIDÓRIO, Cristiane Ferreira. **Tecnologia da confecção**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina. Araranguá. 2008. 55 p. Disponível em: http://www.wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/7/73/Apostila_tecnologia_cris.pdf. Acesso em: 25 nov. 2019.
- MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da produção**. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Saraiva, 2005. 562 p.
- MENDES, Antônio Melo. **Tecnologia de Risco e Corte**. SENAI.DR.PE.Recife, 2002. 80 p.
- MOTTA, Regis da Rocha; CALÔBA, Guilherme Marques. **Análise de investimentos: tomada de decisão em projetos industriais**. 9. Reimpr. da 1. ed. de 2002. São Paulo: Atlas, 2013. 391 p.
- OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. **Estratégia empresarial & vantagem competitiva: como estabelecer, implementar e avaliar**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 479 p.
- ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO - OCDE. **Manual de Oslo: Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação**. 3. Ed. 1997. 184 p. Disponível em: <https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/manualoslo.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2019.
- PEREZ JUNIOR, José Hernandez; OLIVEIRA, Luis Martins de; COSTA, Rogério Guedes. **Gestão estratégica de custos**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2012. 344 p.
- PILÃO, Nivaldo Elias; HUMMEL, Paulo Roberto Vampré. **Matemática financeira e engenharia econômica: a teoria e a prática de análise de projetos de investimentos**. 5. Reimpr. da 1. ed. de 2003. São Paulo: Cengage Learning, 2012. 273 p.
- PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico : métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale,

2013. 277 p.

REIS, Dácio Roberto dos. **Gestão da inovação tecnológica**. 2. ed. Barueri: Manole, 2008. 206 p.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2009. 703 p.

WERNKE, Rodney. **Gestão de custos: uma abordagem prática** . 2. ed. São Paulo: Atlas, 2004. 175 p.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 205 p.