

TEMPOS DE *SETUP* NO PROCESSO PRODUTIVO: UMA ANÁLISE EM UMA EMPRESA DE RÁFIA EM SANTA CATARINA¹

Lucas Souza Theobald²
Aline Olm de Francisco³
Vivian Soares⁴

RESUMO

A competitividade presente no mercado exige das empresas uma busca constante por melhorias contínuas em seus processos, para que produzam produtos com mais qualidade, em maior quantidade e com menor custo. Este estudo aborda o tema tempos de *setup* e foi realizado no processo de tecelagem em uma empresa fabricante de embalagens de rafia, que fica localizada no estado de Santa Catarina. Este artigo apresenta uma proposta de redução de tempo de *setup*, onde a principal ferramenta utilizada foi a Troca Rápida de Ferramentas. Para isso, realizaram-se levantamentos de dados, análises dos tempos de *setup*, Gráfico de Pareto, cronoanálise. Posteriormente, com a aplicação da Troca Rápida de Ferramentas, foram desenvolvidas propostas de melhoria para o processo, trazendo uma redução no tempo de *setup* de 6,99%.

Palavras-chave: *Setup*. Troca Rápida de Ferramentas. Disponibilidade.

1 INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje, para uma empresa conseguir se manter no mercado, ela precisa estar numa constante busca da produção de itens com qualidade, baixo custo e entrega rápida. Juntamente com o desenvolvimento das tecnologias e do mercado, as técnicas de gestão das empresas também foram aprimoradas, com o principal objetivo de aumentar a produtividade, atender pedidos dentro do prazo estipulado e aumentar a qualidade. Uma das ferramentas que foi desenvolvida para esse fim é a Troca Rápida de Ferramentas (TRF), que busca a redução de tempo nos processos de *setup* e é a ferramenta de estudo neste presente trabalho (KOEKE, 2012).

A troca rápida de ferramentas pode ser conceituada como um método capaz de reduzir tempos na preparação de máquinas e equipamentos (SHINGO, 2000). Se utilizada da maneira correta, a TRF possibilita a redução do tempo necessário para que um produto seja produzido desde o pedido até a entrega final. Este método também possibilita a produção de pequenos lotes, evitando o acúmulo de produtos no estoque, pois o produto só será produzido caso seja

¹ Pré-requisito para obtenção do título de Engenheiro de Produção UCEFF.

² Acadêmico do Curso Engenharia de Produção da UCEFF. E-mail: lukas_theobald@hotmail.com.

³ UCEFF Faculdades. Especialista em Engenharia de Produção e *Lean*. E-mail: aline.olm@uceff.edu.br.

⁴ Docente da UCEFF. E-mail: vivian@uceff.edu.br.

realmente necessário (SHINGO, 2000). Sendo assim, percebe-se que o tempo de *setup* pode influenciar de forma significativa no tempo de entrega e também na produtividade de uma máquina, setor ou empresa. Em empresas onde os *setup's* levam muito tempo para serem realizados, existe pouca flexibilidade no seu processo e existem grandes perdas na produção devido ao tempo em que as máquinas ficam paradas. Todos esses pontos identificados servem como resposta para o seguinte questionamento: **Como a redução de *setup* pode contribuir de forma positiva para uma empresa?**

Em estudos já realizados, comprova-se a eficácia do método TRF. Segundo Ribeiro; Junior; Araújo (2010), a aplicação do método TRF apresentou resultados muito positivos e foi possível reduzir o tempo de *setup* em mais de uma hora em uma linha de montagem de braço de controle. Leão (2009) diz que foi possível reduzir o tempo de *setup* de uma manutenção preventiva em 63,4%.

Para o desenvolvimento do estudo, será realizado um levantamento dos tempos de *setup* no setor de tecelagem sacaria. Diante disso, propõe-se como objetivo geral realizar uma redução do tempo de *setup* no processo de tecelagem de embalagens de rafia. Para isso, agirá em três objetivos específicos: mapear os tipos de *setup's* que ocorrem no processo de tecelagem; identificar a frequência de cada tipo de *setup* e as perdas na disponibilidade das máquinas; e propor uma redução de tempo do *setup* utilizando a ferramenta TRF.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PROCESSO DE RÁFIA

De acordo com Sindicato da Indústria de Material Plástico (SINDIPLAST, 2017), a indústria de transformados plásticos é o 2º maior empregador dentre os setores da indústria de transformação e 3º setor, dentre os cinco maiores empregadores, que paga os melhores salários.

Quase 180 mil toneladas de rafia, processadas e vendidas em 2017, foram utilizadas, preponderantemente, em dois segmentos muito bem definidos e posicionados: sacaria, 61% e Big Bag, 39%. Fica claro, portanto, que os quatro principais mercados para as embalagens de rafia são: fertilizantes, açúcar, ração, farinha/farelo. Juntas, estas indústrias respondem por 73,4% do consumo de embalagens de rafia, em toneladas (AFIPOL, 2018).

Rafia é o como se chama uma palmeira, que tem fibras de alta resistência e era muito utilizada para a fabricação de tecidos e cordas. Com a chegada dos processos de produção de

transformação de plásticos, o nome rafia passou a ser usado para as fitas planas que são produzidas no processo de extrusão. O material usado neste processo é o polipropileno, polietileno de baixa densidade e também alguns aditivos (HOLZSCHUH *et al.*, 2008).

Um dos processos mais importantes na produção de tecidos de rafia é a extrusão, este processo consiste em alimentar o funil de uma extrusora com material (polipropileno) granulado, este material cairá sobre uma rosca e será transportado por dentro de um cilindro aquecido por resistências elétricas. Dentro do cilindro, o material irá passar por três zonas, a zona de alimentação, a zona de compressão e a zona de dosagem, (RODA, 2012).

As sacarias de rafia são formadas por diversas fitas de rafia. O processo de produção desta sacaria se inicia na extrusão do polipropileno, onde o mesmo é extrudado e resulta em várias fitas que são orientadas, tracionadas e enroladas em tubetes para depois serem utilizadas nos teares, em um processo chamado tecelagem. Nos teares, as fitas são unidas e formam um tecido tubular, este tecido segue então para o processo de acabamento, onde é impresso, cortado, costurado e enfardado, depois, o produto pode ser direcionado ao cliente final como embalagem (HOLZSCHUH *et al.*, 2008).

2.2 TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS (TRF)

Segundo Nigel, Johnston e Chambers (2009), o *setup* pode ser definido como todo o tempo decorrido na troca do processo de uma atividade para outra. Uma comparação clara de um *setup* comum para um *setup* otimizado é a comparação entre uma pessoa normal trocando o pneu do seu carro com uma equipe treinada e preparada que irá trocar os quatro pneus de um carro de Fórmula 1.

De acordo com Monden (2015), a busca pela redução do tempo *setup* deve ser constante, pois todo tempo em que uma máquina está parada, ela também está deixando de produzir e gerar lucro para a empresa. O autor cita quatro principais conceitos de preparação que são fundamentais na redução de tempo de preparação, conforme é mostrado no Quadro 1.

Quadro 1: Quatro conceitos de preparação para redução de tempo.

Conceito	Descrição
Conceito 1	Separe a preparação interna da preparação externa. Preparação interna é toda ação que necessita ser tomada com a máquina parada e a preparação externa é toda ação que pode ser feita antes ou depois que a máquina esteja operando.
Conceito 2	Converta o máximo possível a preparação interna em preparação externa. O ideal é que a máquina fique o menor tempo possível em preparação, por isso, deve-se buscar reduzir o número de ações a serem feitas com a máquina parada.

Conceito 3	elimine o processo de ajuste. Os ajustes podem responsáveis por 50% até 70% do tempo total da preparação interna, o que é um tempo considerável. Para obter uma redução significativa deve-se dar muita atenção para esta etapa do processo.
Conceito 4	busque a eliminação do passo de preparação propriamente dito. Aqui são possíveis duas abordagens a serem praticadas, uma é usar um projeto uniforme de produtos usando a mesma peça para diversos produtos. A segunda abordagem é produzir diversas peças ao mesmo tempo.

Fonte: Adaptado de Monden (2015).

Geralmente, o tempo de *setup* é constituído por quatro funções: (I) Preparação da matéria-prima, dispositivos de montagem e acessórios (30%). (II) Fixação e remoção de matrizes e ferramentas (5%). (III) Centragem e determinação das dimensões das ferramentas (15%). (IV) Processamentos iniciais e ajustes (50%). Cada uma dessas etapas deve ser abordada de formas diferentes, porém sempre visando a redução de tempo das atividades (SHINGO, 1996).

A troca rápida de ferramentas, para Ribeiro; Junior; Araújo (2010) é fundamental para que uma empresa consiga atingir uma produção *just-in-time*, onde para isso ser possível deve-se reduzir o tempo do *lead time*. Para a redução do *lead time* é necessário que sejam reduzidos os estoques intermediários e também que o tamanho dos lotes de fabricação e a produção sejam sincronizados. Os tempos de *setup* influenciam diretamente no tamanho dos lotes intermediários e são dependentes da TRF.

Para Shingo (2000), a troca rápida de ferramentas é um método capaz de reduzir qualquer processo de *setup* em um tempo inferior a 10 minutos. De acordo com o autor, a TRF é dividida em 8 técnicas, que são mostradas no Quadro 2.

Quadro 2: Oito Técnicas da TRF.

Ordem da Técnica	Descrição
Técnica 1	Separação das operações de <i>setup</i> internas e externas
Técnica 2	Converter <i>setup</i> interno em externo
Técnica 3	Padronizar a função, não a forma
Técnica 4	Utilizar grampos funcionais ou eliminar grampos
Técnica 5	Usar dispositivos intermediários
Técnica 6	Adotar operações paralelas
Técnica 7	Eliminar ajustes
Técnica 8	Mecanização

Fonte: Adaptado de Shingo (2000).

Na técnica 1, todas as tarefas que são realizadas em um *setup* devem ser divididas em *setup* interno (tarefas realizadas com a máquina parada) e *setup* externo (tarefas realizadas com a máquina funcionando). Na técnica 2, deve-se trabalhar para transformar as operações

de *setup* internas em externas, para obter um ganho em produtividade da máquina. Na técnica 3, deve-se padronizar a função de dispositivos, a fim de evitar ajustes desnecessários. Na técnica 4 deve-se utilizar fixadores funcionais, ou eliminar o uso dos mesmos (SHINGO 2000).

Shingo (2000) ainda afirma que, com a técnica 5, utiliza-se dispositivos que sejam úteis para eliminar ajustes durante o *setup* interno. Na técnica 6, as operações paralelas com mais de uma pessoa são eficazes para a redução do tempo de *setup*. Já na técnica 7, deve-se buscar a otimização de operações com foco na eliminação de ajustes. E na técnica 8, deve-se buscar a mecanização de atividades, a fim de reduzir o esforço e o tempo em algumas atividades.

A troca rápida de ferramentas é de fundamental importância para a redução de tempos de *setup*, essa ferramenta vem se tornando muito útil para as empresas, pois cada vez mais o mercado está fracionando os pedidos e diminuindo a quantidade solicitada, por preferir lotes menores e com um leque maior de opções. Isso faz com que a quantidade de *setup's* cresça significativamente. Pode-se dizer que o processo de *setup* se inicia quando a última peça de determinado lote é produzida com qualidade, até a produção da primeira peça com qualidade após e mudança de lote ou produto (RODRIGUES, 2014).

2.3 DESPERDÍCIOS OPERACIONAIS

Em uma fábrica, sempre existirão desperdícios que muitas vezes não vistos pela equipe de gestão e passam despercebidos, mesmo tendo grande potencial de retornos, caso sejam eliminados ou amenizados. A teoria organizacional norte-americana reconheceu isso como desperdício operacional. Na maioria das vezes, estes desperdícios não são olhados e tratados em épocas de prosperidade das empresas, porém, em eventuais crises, eles se tornam prioridades e as empresas buscam reduzi-los para reduzirem custos e aumentarem o lucro (MONDEM, 2015).

De acordo com Ohno (1997), é possível encontrar sete desperdícios nos processos dos mais variados segmentos, são eles a superprodução, espera, transporte, processamento demorado, estoque, movimentação e defeitos, como é mostrado no Quadro 3.

Quadro 3: Classificação dos desperdícios operacionais.

Desperdício	Descrição
Superprodução	Ocorre quando se é produzido em um número maior que o solicitado.
Espera	Inoperância de empregados, máquinas e demais recursos no processo.

Transporte	Refere-se ao transporte dispensável dos materiais, produtos e colaboradores.
Processamento Demasiado	Este desperdício compreende o processamento excessivo, onde existem processos desnecessários e que vão além do que o cliente pede.
Estoque	Está ligado ao armazenamento excessivo de insumos, matérias-primas, produtos intermediários e produtos acabados.
Movimentação	Movimentações em demasia e desnecessárias, podendo ser relacionado às atividades dos colaboradores, como também de máquinas.
Defeitos	Produção de produtos defeituosos gerados pelos processos, que são retrabalhados ou sucateados.

Fonte: Adaptado de Ohno (1997).

Existe ainda um oitavo desperdício, que se chama desperdício de capital intelectual. Este desperdício se refere às ideias que os empregados podem dar aos seus líderes e opiniões que podem ceder em reuniões estratégicas. Esta “participação” que os empregados podem ter a mais em seu trabalho, pode fazer com que os mesmos fiquem muito mais motivados e engajados com suas atividades. Muitas vezes, alguns colaboradores, tem ideias realmente muito boas para aplicar melhorias no processo de seu trabalho, mas quando se dirigiram ao seu líder, a sua ideia não foi ouvida e nem testada, o que gera uma desmotivação aos mesmos (PASCAL, 2008).

2.4 DISPONIBILIDADE DE PROCESSO

De todos os indicadores usados em programas de manutenção, a disponibilidade de equipamentos é o que mais se destaca. Dificilmente um equipamento é projetado para que nunca passe por um processo de manutenção, a menos que o mesmo seja descartado na primeira falha, como ocorre com uma lâmpada ao queimar, por exemplo. Já os equipamentos que foram projetados para passarem por manutenção, quando a mesma ocorre, tem algumas peças trocadas e vários ajustes são feitos no equipamento. O tempo utilizado para a realização desta manutenção é descontado da disponibilidade da máquina, que é a probabilidade de a máquina estar operante quando necessário (FLOGIATTO e RIBEIRO, 2011).

Para Ohno (1997), a disponibilidade ideal de um equipamento é de 100%, o que pode ser praticamente impossível de alcançar na maioria dos casos, no entanto, as empresas devem focar em chegar o mais próximo possível da disponibilidade ideal, através de estudos focados na manutenção e na troca rápida de ferramentas.

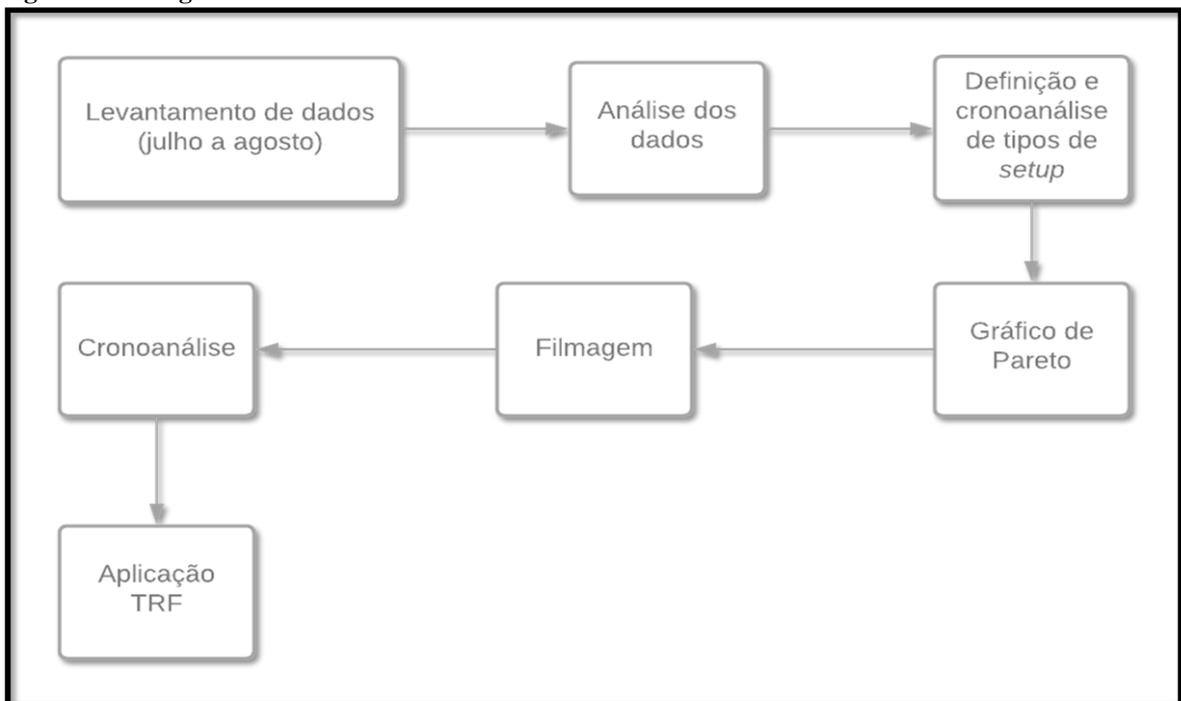
Até o início da década de 1940, os processos de manutenção tinham foco em apenas a disponibilidade e o pleno funcionamento dos equipamentos após os mesmos quebrarem ou apresentarem problemas, este processo ficou conhecido como manutenção corretiva. Então, a

partir de 1940, diante de Segunda Guerra Mundial e também motivados pela necessidade de otimizar os a eficiência de equipamentos bélicos, as empresas introduziram o conceito de manutenção preventiva. Esta manutenção tem por característica paradas periódicas nos equipamentos com a intenção de melhorar o funcionamento dos mesmos e evitar paradas por falha em componentes, já que as peças desgastadas e próximas do fim de sua vida útil são substituídas (RODRIGUES, 2014).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido em uma empresa fabricante de embalagens de rafia que fica localizada no oeste de Santa Catarina no período de agosto a novembro de 2021, com o objetivo de analisar o processo de *setup* no setor de tecelagem, buscando possíveis formas de reduzir o tempo de *setup*. A sequência de materiais de métodos que foi utilizada neste trabalho pode ser observada na Figura 1.

Figura 1: Fluxograma de materiais e métodos.



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Como pode ser observado na imagem, foram levantados todos os tipos de *setup* que fazem parte do processo de tecelagem sacaria, através do histórico de *setup's* realizados nos meses de julho e agosto, com o objetivo de identificar a frequência de cada tipo de *setup* e quanto tempo cada um representa no período de um mês, os dados são referentes ao único

turno de trabalho da equipe de *setup* que corresponde a 8,8 horas por dia, em horário comercial.

Neste trabalho, foi usada a pesquisa quantitativa, que de acordo com Knechtel (2014), é uma modalidade de pesquisa baseada no teste de uma teoria e composta por variáveis quantificadas em números, as quais são analisadas de modo estatístico. Esta pesquisa se classifica como exploratória, pois de acordo com Gil (1999) este tipo de pesquisa tem como objetivo principal desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, formulando problemas mais precisos e levantando hipóteses de pesquisas futuras.

Para análise dos dados foi utilizada a ferramenta Gráfico de Pareto, que segundo Gozzi (2015) aponta que 20% das causas principais são responsáveis por 80% dos problemas, em outras palavras, se os tipos de *setup* que estão dentro dos 20% das causas tiverem o seu tempo de *setup* reduzido, a redução de tempo do *setup* como um todo será significativa.

Depois de definidos quais os *setup's* que representam uma maior fatia do tempo no período de um mês, foi acompanhado o processo *in loco* e foi realizada uma filmagem.

Após a filmagem, foi realizada uma cronoanálise, que de acordo com Peinado e Graeml (2004), é uma maneira de medir, controlar e também demonstrar estatisticamente uma tarefa a ser realizada, calculando o tempo da mesma, a cronoanálise serviu para poder definir os tempos das atividades que compõe o *setup* previamente escolhido.

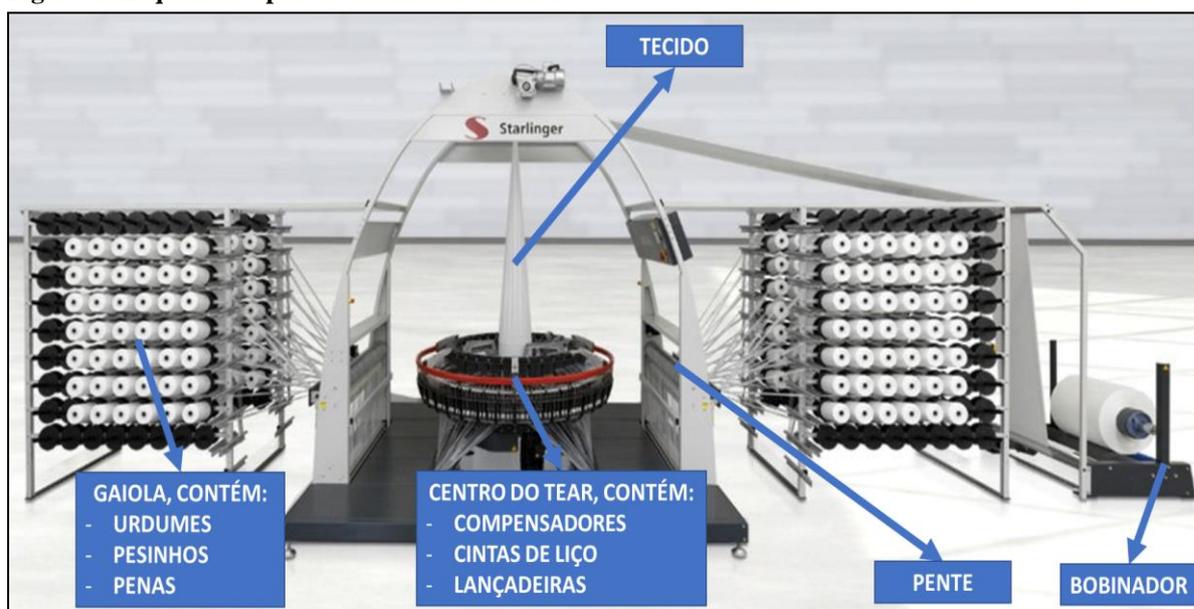
Depois disso, o método utilizado para a aplicação da Troca Rápida de Ferramentas foram os quatro conceitos de Monden (2015), onde, juntamente com a equipe de *setup*, foi realizada uma reunião (*brainstorming*) para que sejam separadas as atividades de *setup* interno das atividades de *setup* externo. Com as atividades já separadas, foram discutidas possíveis melhorias com foco na redução de tempo do *setup* analisado.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este estudo foi realizado na indústria de embalagens Rafitec, que fabrica sacarias e big bags de rafia e possui unidades em Xaxim-SC, Xanxerê-SC, Curitiba-PR e em Esplanada-BA. O artigo de pesquisa foi feito através de estudo de caso no setor de tecelagem sacaria na unidade de Xaxim-SC, este setor é responsável por produzir bobinas de tecidos de que serão utilizados para a fabricação de embalagens de rafia. A principal matéria-prima do setor de tecelagem são fitas de rafia que são produzidas no setor de Extrusão, que se localiza na mesma unidade em que a tecelagem. O setor de tecelagem sacaria pode produzir até 37 toneladas de tecido por dia, tendo 152 teares de rafia e 188 empregados apenas neste setor. No

entanto, há um mix muito grande de produtos, onde podem variar a cor, a largura e a gramatura do tecido. Com isso há a necessidade de um elevado número de *setup's* no setor, o que pode gerar custos desnecessários, como por exemplo a necessidade da realização de horas extras da equipe que realiza os *setup's* para que consigam atender a demanda. A máquina responsável pela produção de tecidos de rafia e onde os *setup's* são realizados é o tear circular, que é mostrado na Figura 2.

Figura 2: Esquema de partes de um tear circular.



Fonte: Adaptado de Starlinger (2021).

4.1 DISPONIBILIDADE DO PROCESSO

Os *setup's* do setor de tecelagem sacaria, ocorrem de segunda-feira a sexta-feira, onde a equipe que realiza os *setup's* trabalha 8,8 horas por dia. Como a produção trabalha 24 horas por dia de segunda a sábado em três turnos, onde funcionam 152 máquinas, o tempo de *setup* ocupa apenas 0,169% de todas as horas de trabalho da tecelagem. No entanto, por ser um setor com uma grande quantidade de máquinas, este 0,169% podem representar até 1.758 quilos de tecido em um mês de trabalho.

4.2 SETUP'S DA TECELAGEM

No setor de tecelagem sacaria há uma equipe formada por 5 empregados, que trabalham juntos para a realização dos *setup's*, que são realizados durante cinco dias na

semana. Os tipos de *setup* são determinados pelo número de atividades que são realizadas para que um tecido seja trocado por outro. Em alguns casos, são necessárias apenas 4 atividades para finalizar um *setup*, o que leva um tempo aproximado de 20 minutos para que o mesmo seja concluído. Por outro lado, se for um *setup* onde o tecido que irá sair de produção e o tecido que irá entrar em produção forem muito diferentes, pode levar mais de 2 horas, como demonstra a Tabela 1, onde os *setup*'s estão ordenados do maior para o menor tempo.

Tabela 1: Tipos de *setup* e seu tempo médio.

Nº	Descrição do <i>Setup</i>	Tempo Médio <i>Setup</i>
1	Troca de Gaiola com Aumento de Fios e Troca de Trama	02:20:00
2	Troca de Gaiola com Diminuição de Fios e Troca de Trama	02:05:00
3	Troca de Gaiola com Aumento de Fios	02:00:00
4	Troca de Gaiola com Diminuição de Fios	01:45:00
5	Troca de Gaiola com Troca de Trama	01:40:00
6	Troca de Gaiola	01:20:00
7	Aumento de Fios com Troca de Trama	01:20:00
8	Aumento de Fios	01:00:00
9	Diminuição de Fios com Troca de Trama	01:00:00
10	Diminuição de Fios	00:40:00
11	Troca de Trama	00:20:00
Tempo Médio de <i>Setup</i>		01:24:33

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Após a análise dos dados coletados observa-se que o processo de tecelagem possui atualmente 11 tipos de *setup*, onde cada um tem um tempo médio diferente, que varia de vinte minutos até duas horas e vinte minutos, o que corresponde a uma diferença de duas horas entre o *setup* mais longo e o mais curto. Para a coleta destes dados, foi desenvolvida uma planilha em que a própria equipe de *setup* foi responsável por preenchê-la com dados como qual o tecido que entrou e qual o tecido que saiu de produção, esta planilha foi abastecida diariamente durante os meses de julho e agosto e foi utilizada como banco de dados para o estudo.

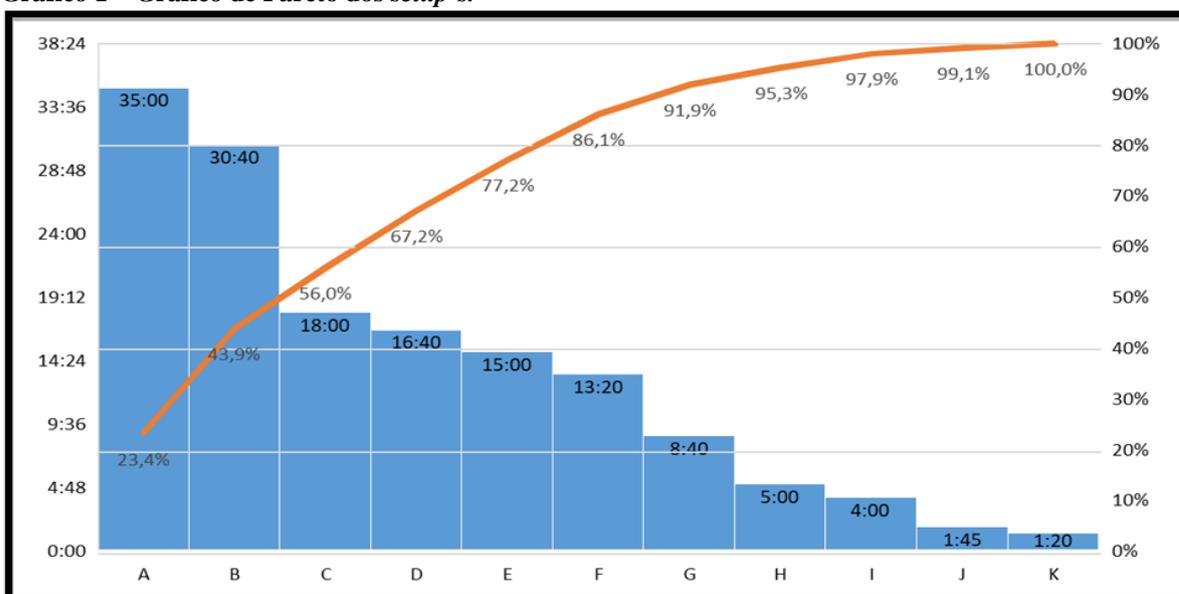
Além do tempo de cada *setup*, também foi realizado um levantamento com a frequência em que ocorre cada tipo de *setup*, onde foram coletados e analisados dados da planilha que a equipe de *setup* abasteceu nos meses de julho e agosto. Estes dados são importantes para que possamos saber qual é o tipo de *setup* que tem uma fatia maior de tempo em determinado período, conforme Tabela 2, que mostra os *setup*'s ordenados do maior tempo para o menor tempo que cada um representa no período de um mês.

Tabela 2: Tempo de *setup* no período de um mês.

Ordem	Tipo de <i>Setup</i>	Trocas no Mês	Tempo de <i>Setup</i> no Mês
A	Troca de Gaiola com Aumento de Fios e Troca de Trama	15	35:00:00
B	Aumento de Fios com Troca de Trama	23	30:40:00
C	Diminuição de Fios com Troca de Trama	18	18:00:00
D	Troca de Gaiola com Diminuição de Fios e Troca de Trama	8	16:40:00
E	Aumento de Fios	15	15:00:00
F	Diminuição de Fios	20	13:20:00
G	Troca de Trama	26	8:40:00
H	Troca de Gaiola com Troca de Trama	3	5:00:00
I	Troca de Gaiola com Aumento de Fios	2	4:00:00
J	Troca de Gaiola com Diminuição de Fios	1	1:45:00
K	Troca de Gaiola	1	1:20:00

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Analisando a Tabela 2, observa-se que não necessariamente o tipo de *setup* que foi realizado mais vezes é o que representa mais tempo, como por exemplo o *setup* “troca de trama”, que foi realizado 26 vezes e, no entanto, está em sétimo lugar na Tabela 2, pois o tempo médio deste *setup* é de apenas vinte minutos. O que faz o *setup* representar mais tempo é a combinação entre a frequência e o tempo médio de cada um, e não apenas um destes dados isolados. Com os dados da Tabela 2, foi possível fazer um gráfico de Pareto para mostrar quais os *setup*'s que mais representam uma maior fatia de tempo no período de um mês de trabalho, como mostra o Gráfico 1.

Gráfico 1 – Gráfico de Pareto dos *setup*'s.

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

O gráfico de Pareto foi utilizado para descobrir quais os tipos de *setup* que representam mais horas no período de um mês, pois nem sempre o *setup* que leva mais tempo para ser executado é o que representa mais tempo no mês, mas sim a combinação entre tempo médio e frequência em que o mesmo ocorre. O *setup* que representa uma fatia do tempo maior é o de número 01 (troca de gaiola com aumento de fios e troca de trama), que soma 35 horas de tempo de *setup* no período de um mês, que é a média entre o período de dois meses analisado (julho e agosto), e foi este o *setup* escolhido para que a troca rápida de ferramentas seja aplicada.

Observando os dados apresentados pelo gráfico de Pareto, identifica-se que os *setup*'s que mais podem afetar a disponibilidade estão entre o número 1 e o número 6, que somados apresentam uma curva de 86,6%. Segundo Gozzi (2015), no gráfico de Pareto 20% das causas principais são responsáveis por 80% dos problemas. No entanto, diante do contexto, este estudo propõe-se a trabalhar apenas com o primeiro problema apresentado dentro do gráfico de Pareto, que representa 20,1% da curva do gráfico, devido ao tempo necessário para realizar a análise dos primeiros seis *setup*'s, que não foi possível atender dentro do prazo estipulado para este estudo.

4.3 PROPOSTA TRF

O *setup* escolhido para a aplicação da troca rápida de ferramentas foi a troca de gaiola com aumento de fios e troca de trama, e a técnica utilizada foram os quatro conceitos de Monden (2015). No primeiro passo, as atividades do *setup* foram levantadas, cronometradas e divididas nas categorias de *setup* interno e *setup* externo, como é mostrado na Tabela 3.

Tabela 3 – Separação das atividades de *setup* interno e *setup* externo.

Atividades de <i>setup</i> interno	Tempo atividade	Atividades de <i>setup</i> Externo	Tempo Atividade
Ajustes	00:26:37	Buscar material	00:05:50
Amarrar fios na gaiola	00:18:31	Buscar anel e expansor	00:07:08
Passar fios na cinta	00:10:42		
Carregar urdume	00:09:41		
Descarregar urdume	00:06:35		
Passar fios nos compensadores	00:05:09		
Trocar tramas	00:03:40		
Tempo Total	01:20:55	Tempo Total	00:12:58

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

O segundo passo do método é transformar a maior quantidade de atividades de *setup* interno em externo. A única atividade de *setup* interno que foi possível mudar para *setup* externo foi uma tarefa realizada dentro da atividade “Ajustes”, onde um empregado teve que se locomover ao estoque de materiais para buscar apenas uma bobina de urdume colorido, que foi utilizado para a identificação da gramatura do tecido. Para se locomover ao estoque, foram necessários 00:03:20 (três minutos e vinte segundos) e o processo de *setup* ficou parado até que o urdume colorido estivesse na máquina. Caso esta tarefa seja retirada da etapa “Ajustes” e realocada para a atividade “Buscar Material”, o tempo da mesma pode ser eliminado, pois o material que foi utilizado para carregar as gaiolas e os urdumes coloridos ficam próximos no estoque, o que permite que o empregado se locomova apenas uma vez ao estoque, e não mais duas vezes.

Já no terceiro passo, o objetivo é eliminar ou reduzir o tempo de ajuste. Neste caso, foi possível propor uma redução de tempo na atividade “Ajuste”. Quando o *setup* está na fase dos ajustes, o tear será largado com baixa velocidade, até que os nós, que foram realizados nos urdumes da gaiola, passem por todos os pentes e também pela cinta de liço. No entanto, neste meio tempo, vários urdumes arrebentam e precisam ser repassados para que a máquina continue rodando. Um dos principais motivos que faz estes fios arrebentarem é uma peça que fica pendurada nos fios de urdume e tem a função de manter os fios tensionados, esta peça é chamada de pesinho e, se for colocada na máquina de uma forma inadequada, pode ocasionar o rompimento dos urdumes. O tempo necessário para repassar os fios que se rompem na largada da máquina é de 00:03:40 minutos (três minutos e quarenta segundos), o que representa 13,8% do tempo total da atividade “Ajuste” e 3,9% do tempo total do *setup*.

A proposta para esta tarefa é mudar a forma como o processo é realizado, onde os empregados, quando forem realizar o nó dos urdumes na gaiola, também realizem uma conferência dos pesinhos e, caso encontre algum que esteja fora do padrão, realize a correção. Fazendo isso, o tempo deste *setup* pode reduzir em até 00:03:40 (três minutos e quarenta segundos).

Na atividade “Buscar anel e expansor”, observou-se que em todo *setup* em que a largura do tecido muda, é necessária a substituição do anel e do expansor na máquina. Estas peças ficam localizadas todas juntas em um estoque e, como existe uma grande quantidade de máquinas no setor de tecelagem, no estoque também há uma quantidade elevada de anéis e expansores. No entanto, para ir ao estoque buscar as peças, o empregado leva em torno de 00:02:47 (dois minutos e quarenta e sete segundos) e para encontrar o anel e o expansor que

precisa, leva mais 00:04:21 (quatro minutos e vinte e um segundos), o que totaliza 00:07:08 (sete minutos e oito segundos).

A proposta para esta atividade é que a equipe deixe todos os anéis e expansores prontos para serem utilizados no início do horário de trabalho, sendo necessário que o empregado se locomova ao estoque apenas uma vez. Neste caso, o tempo do *setup* seria reduzido em 00:02:47 (dois minutos e quarenta e sete segundos), que é o tempo necessário para se locomover até o estoque. Sendo assim, as três propostas de redução de tempo de *setup* somam um total de 00:09:47 (nove minutos e quarenta e sete segundos), como mostra a Tabela 4, que mostra as atividades com a redução de tempo, em comparação com a Tabela 3.

Tabela 4: Tempos do *setup* com a redução de tempo.

Atividades de <i>setup</i> interno	Tempo atividade	Atividades de <i>setup</i> Externo	Tempo Atividade
Ajustes	00:19:37	Buscar material	00:05:50
Amarrar fios na gaiola	00:18:31	Buscar anel e expansor	00:04:21
Passar fios na cinta	00:10:42		
Carregar urdume	00:09:41		
Descarregar urdume	00:06:35		
Passar fios nos compensadores	00:05:09		
Trocar tramas	00:03:40		
Tempo Total	01:13:55	Tempo Total	00:10:11

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

No quarto passo da metodologia de Troca Rápida de Ferramentas de Monden (2015), o autor descreve que nesta etapa deve-se utilizar um projeto uniforme de produtos e usar a mesma peça para vários produtos diferentes, o que já acontece no processo de tecelagem, onde apenas um tecido pode se transformar em inúmeros produtos finais diferentes. O autor também diz que no quarto passo é importante buscar a produção de mais peças ao mesmo tempo, produzindo dois produtos diferentes na mesma máquina, no entanto, há uma limitação no processo de tecelagem que permite que os teares tubulares produzam apenas um tecido de cada vez.

Desta forma, este estudo propõe uma diminuição de 00:09:47 (nove minutos e quarenta e sete segundos) de um *setup* de troca de gaiola com aumento de fios e troca de trama. Este tempo representa 6,99% ou 2:26:45 (duas horas e vinte e seis minutos) em um mês, levando em consideração o tempo médio deste *setup* de 2:20:00. Diante disto, o tempo que foi reduzido corresponde a um aumento na produção de 1.758 quilos mensais de tecido e também um aumento no faturamento de R\$ 52.728 por mês.

Conforme o tempo utilizado para as atividades de *setup* interno é reduzido, ocorre um aumento na eficiência e na produtividade. Com este tempo reduzido, também se torna possível realizar um maior número de *setup's* dentro do mesmo período de tempo, o que aumenta a flexibilidade da programação da produção e diminui a necessidade da realização de horas extras por parte da equipe de *setup* para atender a demanda.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo foi possível realizar os objetivos propostos, onde o objetivo geral é realizar uma redução do tempo de *setup* no processo de tecelagem de embalagens de rafia, foi apresentada uma proposta onde o tempo de *setup* é reduzido em 6,99%. Este estudo foi desenvolvido seguindo os três objetivos específicos, onde os tipos diferentes de *setup's* foram mapeados, a frequência de cada tipo de *setup* foi levantada e uma proposta de redução de tempo do *setup* utilizando a ferramenta TRF foi apresentada.

Sendo assim, este estudo propõe uma redução de 6,99% do tempo de um *setup* de troca de gaiola com aumento de fios e troca de trama. Este percentual representa 2:26:45 (duas horas e vinte e seis minutos) dentro do período de um mês. Diante disto, devido à esta redução de tempo de *setup*, houve um aumento na produção de 1.758 quilos de tecido mensais, o que corresponde a um aumento de R\$ 52.728 no faturamento de um mês.

A questão problema que originou este estudo questiona como a redução de *setup* pode contribuir de forma positiva para uma empresa. Observa-se que, neste caso, a redução de tempo de *setup* impacta de forma positiva para o processo, pois aumenta a flexibilidade de *setup's* e conseqüentemente, possibilita que a empresa trabalhe com um maior *mix* de produtos, assim como pode reduzir ou até inibir a necessidade da realização de horas extras por parte da equipe de *setup*, que possibilita que a demanda seja atendida apenas em seu horário normal de trabalho.

Fica como sugestão, um futuro estudo sobre a organização do estoque de anéis e expansores, que possui uma grande quantidade de peças e dificulta que os empregados localizem o material que irão utilizar, fazendo com que levem muito tempo até que encontrem as peças necessárias. Outra sugestão de estudo é analisar todos os tipos de *setup's*, já que foi analisado apenas um *setup* de seis que ficam dentro da curva de 80% do gráfico de pareto.

REFERÊNCIAS

- AFIPOL, Associação Brasileira dos Produtores de Fibras Poliolefínicas. **Sacaria e big bag lideram no uso da rafia nacional**. São Paulo, 2018. Disponível em: http://www.afipol.org.br/afipol_mercado.php. Acesso em 21 set. 2021.
- FLOGIATTO, RIBEIRO. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. Rio de Janeiro, Elsevier: ABEPRO, 2011.
- GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999
- GOZZI, Marcelo Pupim. **Gestão da qualidade em bens e serviços**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.
- HOLZSCHUH, Gilson G.; *et. al.* Otimização dos processos na indústria de rafia: com enfoque no mapeamento dos processos e na geração de resíduos. In: **XXVIII Encontro nacional de engenharia de produção - ENEGEP**, 2008. **Anais**. Rio de Janeiro. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_tn_sto_077_543_11919.pdf. Acesso em: 4 out. 2021.
- KNECHTEL, Maria do Rosário. **Metodologia da pesquisa em educação: uma abordagem teórico-prática dialogada**. Curitiba: Intersaberes, 2014
- KOEKE, Ana P. Fernandes. **Redução do Setup de Ferramentas e aplicação da Ferramenta Lean em uma Indústria Metal-mecânica**. Trabalho de Conclusão de Curso, Engenharia de Produção, Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 2012. Disponível em: http://www.dep.uem.br/gdct/index.php/dep_tcc/search/authors/view?firstName=Ana&middleName=Paula%20Fernandes&lastName=Koeke&affiliation=&country= Acesso em: 6 jan. 2022.
- LEÃO, S.R.D.C. **Aplicação da troca rápida de ferramentas (TRF) em intervenções de manutenção preventiva**. **Revista Produção Online**, v.9, n.1, p.2-27, mar. de 2009. Disponível em: <http://www.producaoonline.org.br/index.php/rpo/article/view/205/310>. Acesso em: 27 set. 2021.
- MAXIMIANO, Antonio C. Amauru. **Introdução à administração**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2000. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5161698/mod_resource/content/3/Livro_-_Introdução_à%20A0_Administração_-_Antonio_Cesar_Amaru_Maximiano_-_5°Ed.pdf. Acesso em 4 out. 2021.
- MONDEN, Yasuhiro. **Sistema Toyota de Produção: uma abordagem integrada ao just-in-time**. Edição 4. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- NIGEL, Slack. JOHNSTON, Robert. CHAMBERS, Stuart. **Administração da Produção**. Ed. 3. São Paulo: Editora Atlas S. A., 2009.
- OHNO, Taiicho. **O Sistema de Produção Toyota: Além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PASCAL, Dennis. **Produção lean simplificada: um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo.** Porto Alegre, Bookman, 2008

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção: Operações Industriais e de Serviços.** Curitiba: [s.n.], 2004.

RIBEIRO, Angela M.; ARAÚJO, Dawilmar G.; JUNIOR, Eduardo Avi. **Troca rápida de ferramenta:** redução do tempo de *setup* de uma linha de montagem de braço de controle. Revista Ciências Exatas – Universidade de Taubaté (Unitau) – Brasil – Vol. 16, N. 1, 2010.

RODA, Daniel Titzetz. A extrusora e o processo de extrusão. **Tudo Sobre Plásticos**, 2012. Disponível em: <<http://www.tudosobreplasticos.com/processo/extrusao.asp>>. Acesso em 03 out. de 2021.

ROOS, Daniel; JONES, Daniel T.; WOMACK, James P. **A máquina que mudou o mundo.** Rio de Janeiro; Campus, 1992.

RODRIGUES, Marcus Vinicius. **Entendendo, aprendendo e desenvolvendo: Sistema Toyota de Produção Lean Manufacturing.** São Paulo: Elsevier, 2014.

SINDIPLAST. Sinicato da Indústria de material plástico, transformação e reciclagem de material plástico do Estado de São Paulo. **Notícias** (2017). Disponível em: <http://www.sindiplast.org.br/plasticos/>. Acesso em novembro de 2021.

SHINGO, Shingeo. **O Sistema Toyota de Produção:** do ponto de vista da engenharia de produção. Edição 2. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SHINGO, Shingeo. **Sistema de Troca Rápida de Ferramentas:** Uma revolução nos Sistemas Produtivos. Porto Alegre: Bookman, 2000.

STARLINGER, Starlinger Company. **Circular loom – alpha 6.0.** Disponível em: <<https://www.starlinger.com/en/packaging/circular-loom/alpha-60/>> Acesso em 20 nov. de 2021