

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

Gabriel Gomes Gavioli

**O USO DA METODOLOGIA DA TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS
(TRF) PARA REDUÇÃO DO TEMPO DE *SETUP* EM UMA EMPRESA
DO SETOR DE CURTUMES**

Santa Maria, RS
2021

Gabriel Gomes Gavioli

**O USO DA METODOLOGIA DA TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS (TRF)
PARA REDUÇÃO DO TEMPO DE *SETUP* EM UMA EMPRESA DO SETOR DE
CURTUMES**

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

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Hoss

Santa Maria, RS
2021

O USO DA METODOLOGIA DA TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS (TRF) PARA REDUÇÃO DO TEMPO DE *SETUP* EM UMA EMPRESA DO SETOR DE CURTUMES

THE USE OF SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE (SMED) METHODOLOGY FOR REDUCTION OF SETUP TIME AT A TANNERY COMPANY

Gabriel Gomes Gavioli¹; Marcelo Hoss²

RESUMO

A competitividade existente nos diversos setores da indústria exige mais criatividade das empresas em seus processos para que não tenham gastos excessivos. O setor de curtumes, no Brasil, está em queda na última década e, portanto, apresenta uma necessidade ainda maior de redução de custos. Dentro da abordagem *lean*, a metodologia da Troca Rápida de Ferramentas (TRF) é utilizada neste estudo de caso como uma ferramenta adequada de redução de desperdícios. Dessa forma busca-se utilizá-la para analisar uma situação real e sugerir melhorias para reduzir o tempo de *setup* em um objeto de estudo, aumentando a produtividade de uma máquina por meio da diminuição do tempo de equipamento parado. A máquina escolhida foi o túnel de pintura 1, da linha Carlessi, uma das linhas de pintura que possui quatro tipos de *setup* devido as suas duas redes de bombeamento de tinta, e todos eles são semelhantes entre si. As análises foram através de filmagens coletadas pelo autor e são do tipo da "rede A" para a "rede A". Como resultado, foi possível identificar uma possibilidade de redução média do tempo de máquina parada de 8,06 minutos (20,1%) no Estágio 2 da metodologia, produzindo, em média, mais R\$781,32 em couro para cada vez que o *setup* analisado for realizado se comparado com a atual configuração. Já no Estágio 3, são propostas melhorias para que sejam implementadas pela empresa e a redução alcançada seja ainda maior.

Palavras-chave: Curtumes. Redução de Custos. Troca Rápida de Ferramentas. *Setup*.

ABSTRACT

The competitiveness that exists in the various sectors of the industry requires more creativity from companies in their processes so that they do not have excessive expenses. The tanning sector, in Brazil, has been declining in the last decade and, therefore, presents an even greater need to reduce costs. Within the lean approach, the Single minute exchange of die (SMED) methodology is used in this case study as an appropriate waste reduction tool. In this way, we seek to use it to analyze a real situation and suggest improvements to reduce the setup time on an object of study, increasing the productivity of a machine by reducing the downtime. The chosen machine was the painting tunnel 1, from the Carlessi line, one of the painting lines that has four types of setup due to its two paint pumping systems, and they are all similar to each other. The analyzes were made through footage collected by the author and are of the "system A" type to "system A". As a result, it was possible to identify a possibility of an average reduction of downtime of 8.06 minutes (20.1%) in Stage 2 of the methodology, producing, on average, an additional R \$ 781.32 in leather for each time the analyzed setup is performed if compared to the current configuration. In Stage 3, improvements are proposed to be implemented by the company and the reduction achieved is even greater.

Keywords: Tanning sector. Costs Reduction. Single Minute Exchange of Die. *Setup*.

¹ Autor, graduando em Engenharia de Produção pela UFSM.

² Orientador, professor adjunto da UFSM; Doutor em Engenharia de Produção pela UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da competitividade em diversos setores da indústria, os preços passaram a ser moldados pelo mercado consumidor ao invés de serem impostos pelas empresas, portanto, para alcançarem resultados financeiros melhores cabe a elas reduzirem seus custos produtivos ou agregar valor no produto ou serviço oferecido (ANTUNES, 2008). O cenário torna-se ainda mais competitivo para o setor de curtumes, o qual está em queda na última década, visto que somente de 2014 para 2018 o Brasil reduziu de 220 milhões para 180 milhões de metros quadrados na exportação do couro (HASSE, 2020). Além disso, para o Centro das Indústrias de Curtumes no Brasil (2020), há uma possível redução na competitividade internacional das empresas brasileiras no setor devido às questões cambiais, burocráticas e por falhas na infraestrutura, o que exige esforços ainda maiores das mesmas.

A dificuldade existente para as empresas do setor faz com que seja imprescindível o uso de métodos e ferramentas que cortem quaisquer custos desnecessários pertinentes aos procedimentos envolvidos, sendo eles desde o momento do recebimento e transformação da matéria-prima até a entrega do produto final, com diversas oportunidades de ações para melhorias internas (CHIAVENATO, 2007).

Ohno (1997), considerado por muitos autores como o criador do Sistema Toyota de Produção, listou 7 desperdícios a serem analisados nos processos produtivos, juntamente com o modo de como abordar cada um deles, a fim de que os mesmos sejam minimizados e, assim, o *lean* torna-se uma excelente opção para que se ganhe vantagem na competitividade de mercado, visto que seu foco está em reduzir os custos na produção ao eliminar desperdícios que não agregam valor ao produto ou serviço (OHNO, 1997). Dessa forma, o lucro pode ser maximizado com a utilização de ferramentas apropriadas para que se façam as mudanças necessárias, e, de acordo com o estudo de caso de Dresch et al. (2011), são ações possíveis de serem realizadas em curtumes e, para isso, a filosofia *lean* conta com algumas ferramentas que auxiliam para chegar-se nesse objetivo.

O estudo ocorre em uma empresa do setor de curtumes no estado do Rio Grande do Sul. Através de observações do autor e também por relatos da gerência, conseguiu-se analisar os setores da empresa de modo com que fosse escolhida uma máquina que apresentasse elevada demanda produtiva e também alto tempo de

setup. Assim, escolheu-se o túnel de pintura 1 da Linha Carlessi, no setor de acabamento da empresa. Ela é uma das responsáveis pela pintura dos artigos e possui valores expressivos para os fatores analisados, principalmente o tempo consumido em um *setup*, que em alguns casos é maior até mesmo que o tempo de atravessamento de um lote.

O uso da metodologia da Troca Rápida de Ferramentas (TRF) torna-se uma escolha adequada entre as metodologias e ferramentas do *lean*, fazendo com que se ganhe produtividade por meio da diminuição do tempo de máquina parada entre um lote e outro, o que aumenta a disponibilidade da mesma e também sua capacidade produtiva diária (SHINGO, 2000). O problema da pesquisa está em como aplicar esta metodologia em uma empresa do setor de curtumes.

Este estudo tem como objetivo reduzir o tempo de *setup* no objeto de estudo, bem como aumentar sua produtividade ao reduzir o tempo de máquina parada por meio da metodologia da TRF, para isso são sugeridas melhorias nos Estágios 2 e 3 da abordagem. No Estágio 2, é possível mensurar o impacto exato das alterações e, com isso, apresentar os impactos que serão gerados no faturamento devido às melhorias propostas. Ao final do trabalho, são feitas algumas reflexões sobre o estudo de caso, apresentando as dificuldades encontradas, mudanças que ocorreram no seu desenvolvimento, e sugerindo novos estudos pertinentes a esta metodologia aplicada em curtumes a fim de desenvolver este setor.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A FILOSOFIA LEAN

O *lean* auxilia para que se tenha maior produtividade, buscando com que se utilize cada vez menos recursos desde o recebimento de matéria-prima até a entrega do produto ou serviço oferecido (OHNO, 1997; CHIAVENATO, 2007), além de reduzir ao máximo as perdas por desperdícios, que, de acordo com Womack e Jones (1998), são divididas em 7: superprodução; tempo de espera; transporte; processamento; inventário; movimento; defeitos.

Segundo o Lean Institute Brasil (2020), a “aplicação do *lean* na manufatura traz ganhos expressivos e permanentes em custos, produtividade, qualidade e atendimento”. Na obra de Womack et al. (2004), a produção enxuta é considerada

como um modelo que une as vantagens do método artesanal de produção e do método de produção em massa. A empresa que utiliza essa filosofia busca o aumento de produtividade através da melhoria contínua de seus processos, que contam com flexibilidade de equipamentos e trabalhadores, otimização do espaço, diminuição de estoques, entre outros fatores que permitem produzir mais com menos recursos.

Foi seguindo a filosofia *lean* que surgiu o Sistema Toyota de Produção (STP), desenvolvido a partir da década de 50, quando o Japão se encontrava em um cenário pós-guerra de muita dificuldade econômica, com necessidade de corte de custos desnecessários nas empresas para a sobrevivência das mesmas. Segundo Ohno (1997, p. 30), consiste na ideia de que “eficiência” no contexto da indústria moderna trata-se da capacidade da empresa reduzir custos e aplica-se a qualquer tipo de negócio, contando com diversas metodologias que podem ser adotadas, como, por exemplo, a produção sob demanda auxiliada pelo sistema *kanban* ou a Troca Rápida de Ferramentas.

2.2 METODOLOGIA DA TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS (TRF)

A metodologia da TRF foi desenvolvida na década de 50 por Shigeo Shingo, que a denominou originalmente de *Single Minute Exchange of Die* (SMED), contando com algumas metodologias paralelas que foram criadas a partir da mesma. Para Shingo (2000), o *setup* é todo o período de atividades prévias a uma operação de uma máquina, incluindo preparação, regulagem, troca de ferramenta, entre outras, também pode ser considerado com o intervalo entre a última peça não defeituosa do último lote produzido e a primeira peça não defeituosa a ser produzida no próximo lote.

O *setup* ainda pode ser dividido em “interno” e “externo”, sendo o primeiro relacionado às atividades que são realizadas com a máquina parada e o segundo com a máquina em funcionamento (SHINGO, 2000), o que faz com que haja ganho de disponibilidade do equipamento e, por consequência, um aumento de produtividade (COSTA; GIRARDI, 2009).

A metodologia conta com três etapas, mas anteriormente ao começo da primeira, é necessário o estudo do posto de trabalho e processo de *setup* do equipamento abordado, assim tornam-se fundamentais a análise das atividades através de observações e filmagens de modo a definir quais são as tarefas, seus responsáveis e o tempo médio utilizado em cada uma.

No Estágio 1 elas são divididas entre as que pertencem aos *setups* interno e externo, assim torna-se possível a identificação das que até o então pertenciam ao interno, mas que poderiam passar a serem realizadas externamente. O Estágio 2 é responsável pela conversão dessas atividades identificadas para o *setup* externo, fazendo com que o posto de trabalho seja adaptado para as mudanças e que as mesmas sejam padronizadas e bem alinhadas entre os operadores, assim podem ser realizadas sempre da mesma maneira e de maneira eficiente. A última é definida por Shingo (2000) como “melhoria sistemática de cada operação básica do *setup* interno e externo” e tem por finalidade uma análise de todas as atividades, sem exceção, buscando melhorias de modo específico para que o tempo de *setup* seja cada vez menor. Deve-se realizar a medição dos tempos novamente e verificar os resultados após os três estágios, que podem ser vistos no Quadro 1.

Quadro 1 – Estágios da Troca Rápida de Ferramentas (TRF)

Estágio conceitual	Técnicas associadas
Estágio 1	Utilização de um checklist
	Verificação das condições de funcionamento
	Melhoria no transporte de matrizes
Estágio 2	Preparação antecipada das condições operacionais
	Padronização de funções
	Utilização de guias intermediárias
Estágio 3	Melhoria na estocagem e no transporte de navalhas, matrizes, guias, batentes, etc
	Implementação de operações em paralelo
	Uso de fixadores funcionais
	Eliminação de ajustes
	Sistema de mínimo múltiplo comum
	Mecanização

Fonte: Adaptado de Shingo (2000).

2.3 MERCADO DE CURTUMES

Atualmente 80 países são destino dos couros brasileiros, os quais são produzidos entre 244 curtumes que estão espalhados em território nacional e geram emprego para mais de 30 mil pessoas. Os principais países consumidores do produto

no ano de 2019 foram China, Estados Unidos e Itália, representando 25%, 17,1% e 16,9% das exportações, respectivamente, com grande participação da indústria moveleira, calçadista e automotiva.

O estado com maior participação no faturamento em exportação no ano de 2019 é o Rio Grande do Sul, com 26,6%, seguido de São Paulo, com 15,9%, e Goiás, 14,2% (CENTRO DAS INDÚSTRIAS DE CURTUMES NO BRASIL, 2020). A entidade também informa que dentre os produtos comercializados por curtumes em cenário internacional no ano de 2019, o couro acabado ganha destaque no faturamento em exportação ao atingir 59,6% do total de todos eles, ficando em segundo, com 26,1%, o couro *wet blue*, que é o couro que chegou apenas até a etapa do curtimento em cromo, fase inicial do processo.

O mercado de couros no Brasil está em queda na última década, a redução de mais de 50% na receita entre os anos de 2014 e 2018 ao reduzi-la de U\$3 bilhões para U\$1,4 bilhões em exportação do produto (HASSE, 2020), caindo ainda mais em 2019 ao chegar em U\$1,15 bilhões, vai de encontro ao que foi constatado pelo Centro das Indústrias de Curtumes no Brasil (2020), que afirma existir uma possível redução de competitividade internacional dos curtumes brasileiros por razões cambiais, burocráticas ou de falha na infraestrutura local, apesar de o país contar com o maior rebanho bovino do mundo.

2.4 PROCESSO PRODUTIVO DE COUROS

O processo produtivo começa com a pele bovina, matéria-prima que conta com as especificidades de cada animal e é dividido em três macroetapas, são elas a ribeira, o curtimento e o acabamento, sendo que o último ainda é dividido em acabamento molhado, pré-acabamento e acabamento final. Existem duas maneiras de classificar os curtumes, visto que eles podem ser responsáveis pelas três partes do processo produtivo ou somente por alguma(s) delas, apresentando, assim, diferença no produto entregue. Existem classificações de curtumes tanto pelas partes do processo quanto pelos produtos entregues, ambas podem ser encontradas na literatura através de Rivacci et al. (2015) e Oliveira (2018), respectivamente. Todavia, para que o processo percorra estas macroetapas, existe uma quantidade expressiva de operações, apresentadas no Apêndice A, a serem realizadas desde a conservação das peles retiradas dos bovinos até a expedição do produto acabado.

De acordo com os mesmos autores, a ribeira é responsável pela limpeza de partes e agentes que não fazem parte do artigo que será entregue. Seu processo começa no pré-remolho e segue até a lavagem após a descalcinação e purga ou até o píquel. Para começar o processo de ribeira, as peles chegam de duas formas, salgadas ou “verdes”, o primeiro tipo tendo já passado pelo processo de aplicação de sal para conservação enquanto que o segundo ainda necessita do procedimento, além disso, elas apresentam-se no curtume já pesadas e classificadas de acordo com o peso ou o tipo de artigo pretendido.

Logo após, passam pelo “banho” em máquinas chamadas de “fulões”, assim passará por uma limpeza e preparação das fibras para que o material seja melhor trabalhado no curtimento. Por fim, chega-se na operação de divisão, que conta com a repartição do couro em duas etapas, fazendo com que se tenha a “flor”, parte com melhores características, e a “raspa”, que é considerada um produto secundário, mas que ainda assim conta com demanda na indústria.

O curtimento consiste na transformação da pele em couro, fazendo com que a mesma se torne imputrescível através de produtos químicos, que aparecem de diferentes combinações entre os processos de curtimento mineral, curtimento vegetal e curtimento sintético, dependendo dos interesses e recursos da empresa.

O primeiro trata-se do processo que utiliza o cromo, sendo o procedimento de maior utilização devido ao seu tempo reduzido de processo e o resultado que entrega em relação à qualidade, entretanto sua substituição é planejada devido aos seus impactos ambientais negativos. O segundo conta com a aplicação de substâncias encontradas em plantas, como o tanino, e tem um resultado parecido ou até mesmo melhor que o anterior, porém seu custo é muito elevado. O último conta com curtentes que em sua maioria são orgânicos, como resinas. Esse procedimento permitem um curtimento mais uniforme e acabam sendo mais utilizados como auxiliares de curtimento, visto que possuem um custo ainda mais elevado que os anteriores.

A última macroetapa é o acabamento, que é subdividida em três partes, começando pelo acabamento molhado, que complementa o processo anterior de modo a dar as características do couro, como resistência à tração, cor básica, maciez, elasticidade, entre outras, de acordo com os requisitos do cliente ou o padrão do artigo. Começa no descanso e enxugamento e vai até o engraxe. Já o pré-acabamento começa nas operações de cavaletes, estiramento e secagem, e segue até a “impregnação”, sendo todos procedimentos físico-mecânicos responsáveis por

proporcionar alguma das propriedades físicas. Por fim, as operações relacionadas ao acabamento final dão os últimos aspectos da apresentação do artigo.

2.5 CASOS PRÁTICOS DE TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS

O aumento da produtividade pela redução do tempo de *setup* é verificado no estudo de caso realizado por Rangel et al. (2012), que seguindo a metodologia da TRF, conseguiram aplicá-la e mensurar seu resultado em uma empresa do setor de bebidas, mais especificamente na máquina posicionadora de garrafas, visto que apresentava tempo de *setup* excessivo e com algumas falhas. Observou-se que dentro da operação de troca de funis e berço havia a atividade de transporte das peças até o local do equipamento, assim como o caminho contrário, que poderia ser realizada sem que fosse preciso esperar pela finalização do processo em andamento, e, para isso, desenvolveu-se um carrinho que permite a movimentação das mesmas. A operação também foi modificada ao ser desdobrada em quatro atividades distintas.

Além disso, aumentou-se a abertura de onde são colocados/retirados os funis, permitindo o trabalhador fazer o procedimento com três deles, enquanto no formato anterior era possível apenas um por vez. O tempo total no *setup* da máquina citada passou de 67,51 para 47,58 minutos, em uma redução de aproximadamente 30%, com destaque às mudanças na troca de funis e berços, que reduziram de 41 minutos para 27 minutos nessa operação, desse modo, a empresa ganhou um aumento da capacidade produtiva na máquina, assim como redução de custos.

O estudo de caso de Neto et al. (2015) é outra demonstração dos resultados obtidos através da TRF, o trabalho foi realizado em uma empresa responsável pela fabricação de calçados plásticos em Fortaleza - CE. Após o cálculo do OPE (*Overall People Effectiveness*), usado para avaliar o cumprimento de metas, verificou-se a necessidade de melhorar o rendimento no setor de injeção e, através de auditorias e análise da eficiência produtiva no local, chegou-se à conclusão que as trocas de matrizes das máquinas injetoras assumiam o papel de gargalo na sequência de processos, visto que utilizavam um tempo excessivo e haviam variações expressivas nos tempos medidos.

Somente na realocação de *setups* internos e externos, conseguiu-se reduzir em 30% o tempo total de *setup* na máquina em estudo, mas alguns outros planos de ação também foram implementados, como um quadro informativo de trocas para que

se tivessem tomadas de decisões antecipadas, também a implantação de engates rápidos para soltar e apertar os parafusos de maneira ágil e, por fim, uma bandeja de coleta de óleo, que o drena de modo com que não se perca tempo na limpeza do mesmo ao respingar da máquina. Através dessas ações, reduziu-se mais 10% do tempo total, alcançando a marca aproximada de 40% ao passar de 37,1 minutos no mês de julho para 22,3 minutos no mês de novembro, quando foi finalizado o estudo.

Assim como a anterior, a pesquisa de Costa et al. (2012) se passa em uma empresa de grande porte do setor calçadista, porém nesta situação a produção é de botas de PVC (policloreto de vinila) e está localizada no estado da Paraíba. O processo escolhido para o estudo é o de troca de molde da máquina injetora de PVC, contando com o embasamento na metodologia TRF de Shingo.

Para realizar a conversão de *setup* interno para *setup* externo incluiu-se as operações de retirar o novo molde da estante e transportá-lo para a injetora, já para a redução de *setup* interno padronizou-se as alturas dos moldes a partir da fixação de calços e confecção de guias de centragem superior e inferior em todos os moldes e, por fim, para a eliminação de *setup* interno, automatizou-se a abertura e fechamento do portão da injetora. Assim, foi possível diminuir o tempo de *setup* total de 13,87 para 9,87 minutos e também diminuir o tempo de *setup* interno de 11,56 para 5 minutos, em redução de aproximadamente 57% do tempo de máquina parada, permitindo com que o mesmo seja usado na produção de novos produtos e custos sejam reduzidos.

Gabriel et al. (2018) realizaram uma pesquisa em uma empresa de pequeno porte no estado de São Paulo, onde puderam analisar e aplicar melhorias em uma máquina chamada *Hot Stamping*, responsável por realizar impressões em relevo, através da TRF. A escolha da máquina deu-se através das observações, que apontaram pouca produtividade e baixa eficiência no *setup* da mesma. A partir disso, foi desenvolvida uma mesa como forma de dispositivo de fixação dos berços de gravação para que haja a troca rápida de ferramentas e furos desnecessários sejam eliminados da operação, tornando-a padronizada, o que permitiu uma redução expressiva de tempo no *setup*. Com as mudanças, houve redução de 61.440 peças para 10.240 peças não produzidas conforme a capacidade, também se reduziu o tempo médio de máquina parada de 2 horas para 20 minutos e, conseqüentemente, o custo de operador e máquina ociosos passou de R\$215,32 para R\$35,88, em redução aproximada de 83%.

No estudo de Fontana et al. (2013), buscou-se a redução do tempo de setup de máquinas em linha com fluxo em lote fazendo o uso dos conceitos da TRF através do método *Gemba Kaizen*, ocorrendo em uma empresa responsável pela fabricação de embalagens de tubos plásticos em São José - SC. Dentre todos os *setups* dependentes entre si nas 6 linhas de produção, o “gargalo” está no processo de impressão feito pela máquina *off-set*.

Após os autores analisarem o *setup* e sua relação com os 4M's (Máquina, Método, Material e Mão de Obra) juntamente com a gerência da empresa, criou-se uma equipe multidisciplinar de modo a iniciar uma “semana *Kaizen*” a fim de planejar e colocar na prática algumas melhorias na operação em estudo. O grupo foi dividido em dois, um para o *setup* interno e outro para o externo. Os responsáveis pelo externo desenvolveram um carrinho com todos equipamentos necessários, já os do interno propuseram mudanças no método de troca e também um quadro para acompanhamento durante os procedimentos. Através das implementações dos planos de ação desenvolvidos entre as duas equipes, conseguiu-se uma redução de 65 (média histórica) para 39 minutos no tempo de *setup*, o que totaliza em uma redução de 40%.

3 METODOLOGIA

Nesta seção, são apresentados o cenário onde ocorre o estudo, o método de pesquisa e as etapas que ocorrem no seu desenvolvimento, apresentando, em ordem sequencial, o que foi realizado pelo autor do início ao fim da pesquisa para alcançar o objetivo da mesma.

3.1 CENÁRIO

A pesquisa ocorre em uma empresa do setor de curtumes no estado do Rio Grande do Sul, sendo responsável pela venda de couro acabado e semiacabado a partir da transformação do couro *wet blue*. A empresa possui um portfólio com mais de 31 artigos e uma alta variedade de cores, tornando-se um de seus diferenciais. No momento do estudo, ela conta com 515 funcionários e está no mercado há 13 anos, quando incorporou a produção de uma sapataria familiar que atuava desde 1915. É referência no setor por conta da qualidade do produto entregue, desse modo, seus

clientes são os líderes de mercado no ramo em que atuam e a grande maioria deles está localizada fora do país, portanto há o foco em exportação.

Devido à queda significativa na exportação do couro brasileiro nos últimos anos, há um aumento na necessidade de redução de custos, que é um dos benefícios proporcionados pela TRF. A metodologia foi aplicada no túnel de pintura 1, na Linha Carlessi, sendo apontada pela gerência como uma máquina com tempo expressivamente alto de *setup* ao mesmo tempo em que possui uma demanda alta de artigos que passam por ela. A Linha Carlessi é uma das linhas de pintura do setor de acabamento, o qual conta com a produção próxima à capacidade total enquanto que falta espaço físico para aquisição de novos equipamentos, e o aumento produtivo de uma máquina é um dos caminhos para o aumento de produtividade no local.

3.2 MÉTODO DA PESQUISA

O trabalho classifica-se, quanto à natureza, como pesquisa aplicada, visto que o mesmo ocorre em um objeto de estudo, sendo uma situação e local específicos. O mesmo motivo faz com que, em relação aos objetivos, seja considerado de caráter exploratório, pois essa especificidade abordada no estudo servirá de exemplo para que se tenha maior familiaridade com o assunto e estimule a compreensão.

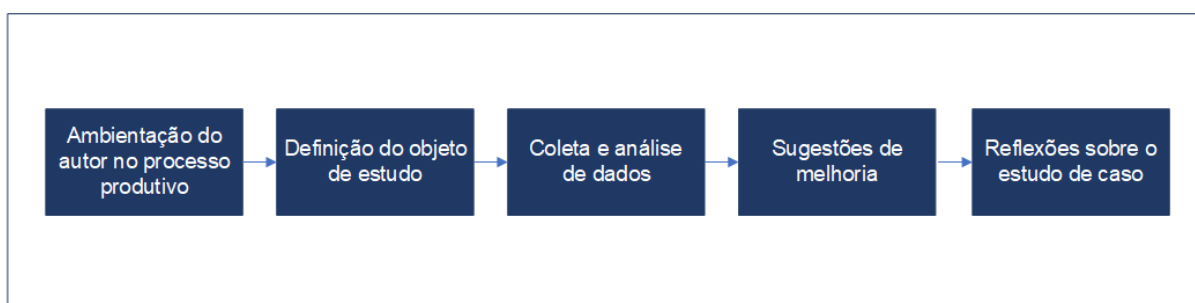
A abordagem é qualitativa, a coleta de dados quantitativos faz-se necessária para que se possa analisar indicadores que auxiliarão na tomada de decisões e, a partir disso, parte da percepção do autor, com base na literatura, quais são as opções mais adequadas na solução do que foi analisado, sendo de maneira qualitativa. Quanto aos procedimentos, classifica-se estudo de caso devido a análise profunda do tema de modo a mostrar uma situação real e descrever a importância do tema em seu contexto, tratando-se de uma investigação empírica que dá ao leitor uma visão holística sobre o que está sendo apresentado (GIL, 2002; MARCONI; LAKATOS, 2003; YIN, 2005).

3.3 ETAPAS DA PESQUISA

Miguel (2007) propõe uma estrutura para a condução de um estudo de caso voltado à engenharia de produção que possui a seguinte sequência de atividades: definir uma estrutura conceitual-teórica; planejar o(s) caso(s); conduzir teste piloto;

coletar os dados; analisar os dados; gerar relatório. Esta pesquisa busca seguir o modelo proposto, porém as etapas são adaptadas e divididas em cinco, conforme apresentadas na Figura 01.

Figura 1 – Etapas da pesquisa



Fonte: Autor (2020).

A primeira etapa refere-se à ambientação do autor no processo produtivo, o que foi possível através de cinco visitas à fábrica, assim pôde-se coletar dados com base na observação e também por meio de conversas com os responsáveis de cada área. A etapa seguinte parte de uma análise de modo a escolher qual máquina teria prioridade para um trabalho referente ao tema da TRF. Além das observações, considerou-se prioritariamente as indicações da gerência, que apontou um setor que opera próximo à capacidade máxima e, portanto, precisa aumentar sua produtividade sem a aquisição de equipamentos devido à falta de espaço físico, e, dentro dele, a máquina com maior demanda e com alto tempo de *setup*.

Na coleta e análise de dados, etapa três, o método escolhido para conferir todas as atividades do *setup* foi a filmagem, que serviu para descrever todas as atividades que os operadores realizam no objeto de estudo, ocorrendo em seis visitas. Foi coletado um total de dezesseis filmagens para que duas pudessem ser utilizadas no estudo, visto que os outros contaram com pelo menos alguma interferência externa no decorrer das atividades que invalidaram o que foi gravado, como manutenções corretivas, mudanças na preparação e operação da máquina ou, até mesmo, a diferença significativa na velocidade de execução das atividades quando dois operadores diferentes são comparados.

Após, foram realizadas as análises com base na metodologia da TRF para que fossem identificadas todas as possibilidades de melhoria e, assim, planos de ação

pudessem ser elaborados. Nesta etapa utiliza-se o Estágio 1 da TRF, enquanto os Estágios 2 e 3 são abordados na próxima fase, a etapa 4.

Na quarta etapa, foram elaboradas sugestões de melhoria com embasamento na metodologia apresentada para que o objetivo de redução do tempo de *setup* pudesse ser alcançado, porém ficará a critério da empresa a implementação, ou não, de todos os planos de ação presentes no trabalho. Além de sugerir melhorias nos Estágios 2 e 3, também são sugeridos outros planos de ação para problemas encontrados em relatos dos operadores e nas demais gravações que não foram descritas, pois apesar de serem inapropriadas, apresentam alguns fatores de influência no tempo de máquina parada.

Por fim, a última etapa é destinada para que sejam feitas reflexões referentes às limitações do presente estudo de caso, os resultados obtidos com o uso da metodologia da TRF e alterações que ocorreram no trabalho, além de citar alguns pontos que podem ser abordados em trabalhos futuros.

4 RESULTADOS

Neste capítulo são apresentadas a coleta e a análise de dados e as sugestões de melhoria pertinentes às atividades do *setup* do túnel de pintura 1 da Linha Carlessi, uma das linhas de pintura do setor de acabamento da empresa, a fim de que o tempo total seja reduzido. O túnel (Figura 2) apresenta-se como uma cabine onde doze pistolas de tinta giram de forma circular, também possui uma janela para que o operador faça a limpeza do equipamento.

Figura 2 – Túnel de pintura 1



Fonte: Autor (2020).

No canto superior esquerdo da imagem, é possível visualizar a janela onde o operador realiza a limpeza das pistolas e confere o processamento dos lotes, já no restante da imagem é possível observar onde ocorre a maior parte das atividades do *setup*, é o local onde ficam os tonéis de tinta, as bombas e o material de limpeza.

O túnel analisado é responsável por três diferentes operações, sendo elas a cobertura airless, cobertura HVLP e, por fim, a correção. A cobertura airless é uma camada inicial de tinta na pele, logo não necessita de tanta exigência nos testes de qualidade, porém a correção é umas das últimas atividades realizadas no couro e, então, seus testes são mais rígidos, o que aumenta os índices de reprovação de cor. Cada reprovação faz com que todas as atividades sejam feitas novamente devido à necessidade de tirar a tinta do equipamento para ajuste de pigmentação.

Dois sistemas são utilizados na máquina, elas são o sistema de bombeamento de tinta dos tonéis para as pistolas, sendo cada rede para uma bomba diferente. A “rede A” é responsável pela operação da cobertura airless enquanto as outras duas operações contam com a “rede B”, sendo assim, foi considerado que existem quatro distinções de *setup*, o da “rede A” para a “rede A”, da “A” para “B”, “B” para “A” e “B”

para “B”. Eles não são iguais, mas apresentam muitas atividades em comum, então foi escolhido um deles para ser analisado no trabalho e muitas sugestões servirão para reduzir o tempo de *setup* não só deste, mas dos outros também. Em resumo, as quatro possibilidades começam com a lavagem da rede (sistema de bombeamento da tinta até as pistolas) e terminam com a validação da cor pelo matizador responsável.

Dos três macroestágios da metodologia da TRF, o primeiro é apresentado na coleta e análise de dados, e os outros dois nas sugestões de melhoria.

4.1 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Foi informado pela gerência que o túnel de pintura 1 da Linha Carlessi produz 230 peles por hora. Cada pele possui, em média, 4,8 m² de área, portanto a cada hora de produção são 1104 m² de couros processados no local. Considerando que a média do preço de venda dos couros da empresa para cada 15 m² é de U\$14,00 e que no momento do desenvolvimento deste estudo o dólar equivale a R\$5,40, cada hora parada da máquina são R\$5.637,76 de redução no faturamento da empresa, enquanto cada minuto de máquina parada equivale a R\$93,96.

Também foi relatado que em média são feitas 8 operações de *setup* ao dia na máquina em uma média de 30 minutos cada, estimando, portanto, que a empresa deixa de faturar R\$22.550,4 por dia com a máquina parada, e um valor acumulado de aproximadamente R\$5,7 milhões no final de um ano, o que mostra a importância de se reduzir o tempo de preparação de máquina no local.

As atividades serviram para posteriores anotações e também analisar repetidas vezes o material coletado. Optou-se por analisar a regulagem e preparação da máquina apenas quando os dois lotes fossem ocupar a “rede A”, principalmente pela dificuldade de se conseguir uma sequência de filmagens de atividades semelhantes de um mesmo tipo de *setup* sem que ocorressem interferências externas. Além disso, a média do tempo gasto considerando apenas o tempo de máquina parada para os casos analisados foi de 40,1 minutos, mostrando-se mais alta que a média geral de 30 minutos de todos os *setups* e com oportunidades de melhoria.

Vale ressaltar que as outras três possibilidades de ocorrência também possuem diversas atividades em comum, e, portanto, os planos de ação terão influência direta em uma redução de tempo em todas elas.

Dois vídeos foram gravados para seus respectivos *setups*, a descrição dos mesmos pode ser visualizada nos Apêndices B e C, sendo apresentados em planilha o nome das atividades, a duração delas em segundos, o tempo real, que se refere ao tempo gasto considerando atividades simultâneas de dois operadores, e também os dois primeiros estágios da metodologia da TRF.

O primeiro estágio da TRF é responsável pela divisão de tudo que é realizado dentro do *setup* em externo e interno, sendo o primeiro feito quando a máquina ainda está em andamento, já o segundo quando o equipamento já está totalmente desligado, o que é prejudicial pela ociosidade de produção. Esta etapa serviu como base para que o segundo estágio pudesse ser realizado.

A divisão entre o interno e o externo pode ser vista nos apêndices citados acima, já as informações coletadas nas duas filmagens seguem abaixo nos Quadros 2 e 3. Vale ressaltar que devido às atividades serem realizadas por dois operadores, o Quadro 3 apresenta o tempo real considerando o que foi feito de maneira simultânea e também o tempo total para a situação hipotética de ser apenas um trabalhador, o que possibilita mensurar o impacto da participação de cada um.

Quadro 2 – Informações referentes às atividades dos dois *setups* observados

Análise	Setup 1		Setup 2	
	Quantidade	%	Quantidade	%
Total de atividades	156	100%	148	100%
Atividades em comum com o outro <i>setup</i>	105	67,31%	107	72,30%
Atividades não em comum com o outro <i>setup</i>	51	32,69%	41	27,70%

Fonte: Autor (2020).

Quadro 3 – Informações referentes aos tempos dos dois *setups* observados

Análise	Setup 1		Setup 2	
	Tempo (min)	%	Tempo (min)	%
Tempo real de <i>setup</i>	43,58	100%	44,30	100%
Setup externo	3,40	7,80%	4,30	9,71%
Setup interno	40,18	92,20%	40,00	90,29%

Tempo total das atividades considerando 1 trabalhador apenas	48,45	100%	52,47	100%
<i>Setup</i> externo	3,40	7,02%	4,47	8,51%
<i>Setup</i> interno	45,05	92,98%	48,00	91,49%

Fonte: Autor (2020).

Além da ordem sequencial das atividades não ser a mesma nas duas gravações, é possível observar no Quadro 2 que ambas apresentam tarefas que foram realizadas de forma exclusiva nas suas filmagens. Algumas delas podem, ou não, acontecer, como no caso da troca de filtro da mangueira da bomba, portanto a análise foi de forma separada para cada caso verificado. Contudo, como dito anteriormente, cada análise e sugestão também servem para os outros tipos de *setup*, não só para o da “rede A” para a “rede A”, isto devido às suas semelhanças.

Quanto ao Quadro 3, é possível verificar que a maior parte da preparação da máquina foi feita enquanto ela estava parada, o que indica a possibilidade real de ganhos no Estágio 2 da TRF, que se refere à transformação do *setup* interno em externo, antecipando ou postergando algumas atividades para quando a máquina estiver em andamento

Outro ponto importante é que o segundo operador aparece de maneira pouco participativa nos dois casos, visto que o aumento do tempo de *setup* aumentou apenas 11,17% e 18,44%, respectivamente, ao desconsiderar que algumas atividades eram realizadas ao mesmo tempo e considerar que apenas um trabalhador seria responsável por tudo. Com isso, é possível concluir que há uma má divisão das tarefas entre os responsáveis pela operação.

4.2 SUGESTÕES DE MELHORIA

Nesta seção, são apresentadas sugestões de melhoria para o túnel de pintura 1 da Linha Carlessi, as quais partem de uma análise individual das atividades de preparação da máquina de modo a melhorá-las. As mudanças propostas apresentam impacto para os quatro tipos de *setup* existentes na máquina, mesmo que a análise tenha sido feita apenas no da “rede A” para a “rede A, devido às atividades em comum.

A seção é dividida em três partes, a primeira refere-se ao Estágio 2 da TRF, a segunda ao Estágio 3 e a última às demais sugestões para fatores que não foram

observados nos vídeos descritos em planilha no trabalho, mas apareceram nos demais vídeos coletados e afetam diretamente no tempo de máquina parada.

4.2.1 Estágio 2

O Estágio 2 parte de uma análise que visa converter algumas tarefas pertinentes ao *setup* interno em *setup* externo, ou seja, algumas delas que foram realizadas com a máquina parada foram identificadas como possíveis de serem feitas enquanto o equipamento estiver em andamento, o que reduz o tempo ocioso do objeto de estudo e aumenta sua produtividade. É possível observar nos Quadros 4 e 5 a relação de todos os itens que passaram por essa transformação, sendo que o número da atividade é conforme o mesmo que aparece nas descrições das filmagens.

Quadro 4 – Estágio 2 para o *Setup* 1

Nº	Atividades <i>Setup</i> 1	Duração (s)
34	Levar tonel de top no túnel de pintura 2	27
35	Posicionar tonel de top na frente da balança	2
36	Descarregar tonel de top	8
37	Levar carrinho para o lugar dele	18
38	Retornar até a máquina	3
52	Buscar tonel vazio na matização	36
57	Colocar o plástico de proteção das OP no lugar	12
60	Ir até o computador do sistema	9
61	Preencher dados no sistema	70
62	Retornar até a máquina	13
67	Buscar água para lavagem das pistolas	17
72	Destampar tonel 1	17
73	Colocar o misturador no tonel	18
75	Ligar misturador	5
97	Conferir dados da OP para colocar no sistema	43
98	Ir até o computador do sistema	11
99	Registrar informações no sistema	36
100	Retornar até a máquina	11
105	Buscar proteção nova para a mangueira da bomba	106
107	Preparar a nova proteção da mangueira da bomba	5
113	Juntar lixo da troca de proteção	10
114	Descartar o lixo da troca de proteção	25
TOTAL		8,37min

Não há a necessidade de esperar o lote em andamento terminar para a realização das atividades listadas acima, todas podem ser antecipadas para antes do término da operação anterior ao *setup*, com exceção das atividades 60, 61, 62, 97, 98, 99 e 100, que são referentes ao registro dos dados no sistema através do computador. O registro é realizado após coletar algumas informações durante o acontecimento do *setup*, portanto não pode ser antecipado, todavia pode ser postergado para após o começo do próximo lote. Com as mudanças acima, haveria uma redução de 8,37min (20,82%) no tempo de máquina parada do vídeo 1.

Quadro 5 – Estágio 2 para o *Setup 2*

Nº	Atividades <i>Setup 2</i>	Duração (s)
37	Buscar carrinho	7
52	Ir até a mesa da documentação coletar a OP	10
53	Ir até o computador do sistema	16
54	Preencher dados no sistema	91
55	Retornar até a máquina	12
66	Ir até o computador do sistema	11
67	Preencher dados no sistema	130
68	Ir até a mesa da documentação	8
69	Colocar o plástico de proteção das OP no lugar	7
71	Buscar água para lavagem das pistolas	16
75	Ir até o elevador	7
76	Abrir porta do elevador	5
77	Abrir trava do elevador	5
78	Buscar carrinho	2
79	Posicionar carrinho no elevador	6
80	Colocar tonel de tinta no carrinho	9
81	Tirar carrinho da frente do elevador	4
82	Levar carrinho com tonel até a balança	15
83	Ir até a balança para colocar o tonel 1	6
84	Descarregar tonel na balança	27
85	Levar carrinho para o lugar dele	18
87	Destampar tonel 1	19
89	Colocar o misturador no tonel	15
90	Ligar misturador	19
TOTAL		7,75min

Para o *Setup 2* repete-se o mesmo comentário do caso anterior, porém neste caso as atividades pertinentes ao preenchimento de dados no sistema são as de número 53, 54, 55, 66, 67 e 68, as quais, diferentemente das demais, devem ser postergadas para enquanto o próximo lote estiver em andamento, ao invés de adiantadas. Por meio das alterações propostas, haveria uma redução de 7,75 minutos (19,38%) no tempo de máquina parada do *Setup 2*.

A média de redução do tempo de máquina parada no Estágio 2 entre as situações observadas é de 8,06 minutos (20,1%), portanto, em comparação com o cenário atual, há uma redução de desperdício de R\$781,32 por ociosidade para cada vez que o *setup* da “rede A” para a “rede A” for realizado. Para o cálculo, foram considerados a redução média de 8,06 minutos e o valor de R\$93,96 que a empresa deixa de faturar por minuto de máquina parada, o qual é explicado na seção 4.1. Considerando, em situação hipotética, que a média de 20,1% alcançada no Estágio 2 para este tipo observado também se aplique aos outros tipos, assim a empresa teria um aumento de R\$1.146.755,00 no faturamento no período de um ano, de acordo com a média de 8 *setups* de 30 minutos por dia relatada pela gerência, com o desperdício por máquina parada e com o número de dias úteis no ano.

4.2.2 Estágio 3

Este estágio é responsável pela racionalização de todos os aspectos do *setup*, são sugeridas algumas melhorias direcionadas para o que afeta diretamente nas atividades específicas descritas em planilha com base nas observações *in loco* por parte do autor. Dessa forma, é possível conseguir ganhos na redução do tempo total gasto com as atividades e também no tempo de máquina parada, porém, diferentemente do estágio anterior, não há como mensurar as reduções nos tempos sem que sejam feitas as implementações para comparação exata dos resultados com a situação anterior. As sugestões de melhoria são apresentadas abaixo:

- a) colocar uma balança para teste de carga o mais próximo possível do túnel de pintura 1: o problema desta atividade é a distância a ser percorrida entre a balança e o túnel de pintura 1, sendo que ocorre em qualquer um dos quatro possíveis *setups*, no caso de estar correta a carga de tinta e não haver necessidade de retrabalho, são duas idas e duas voltas até o equipamento. No vídeo do *Setup 1*, somente na movimentação deste trajeto

gastou-se 53 segundos, enquanto no outro caso o total foi de 1 minuto e 7 segundos. Vale ressaltar que esta atividade também é realizada frequentemente para monitorar a carga de tinta durante as operações, aumentando a importância deste plano de ação;

- b) colocar um tonel de lixo perto do túnel de pintura 1: na primeira filmagem analisada, o operador gastou 25 segundos para ir até o lixo mais próximo e descartar os resíduos pela troca do filtro da mangueira da bomba. Resíduos podem aparecer de maneira frequente e inesperada, portanto sugere-se esta implementação até mesmo pelo seu custo extremamente baixo;
- c) colocar gavetas abaixo da janela das pistolas do túnel de pintura 1: fazer divisórias de acordo com a preferência, em consenso, dos operadores para armazenar os seguintes itens: panos e fitas que são usados como filtro nas mangueiras das bombas; materiais de limpeza das pistolas; luvas; fitas adesivas que são usadas para isolar as pistolas; demais itens de utilização diária no entorno da janela.

A principal motivação é a distância para buscar os materiais do filtro da mangueira, que no primeiro *setup* o operador levou 1 minuto e 46 segundos para buscá-los. Ao considerar, hipoteticamente, que esta atividade acontece em todos os *setups*, são utilizadas aproximadamente 74,6 horas no final de um ano, as quais podem ser evitadas com a mudança proposta. Aproveitando o espaço sugerido, é possível armazenar de forma organizada todos os demais itens que ficam no entorno da máquina e que no momento estão sem local definido, portanto trará agilidade na execução de algumas atividades. Além da TRF, esta sugestão também engloba a ferramenta 5 S (sensos) e seus benefícios;

- d) prender a ponta da mangueira de ar próxima a janela das pistolas: nas gravações, a mangueira de ar aparece guardada de forma enrolada próxima aos tonéis, a sugestão é deixar ela enrolada ainda, visto que perde-se muito tempo enrolando-a e desenrolando-a enquanto a janela está a apenas 2 metros de distância e não necessita de tantos metros de mangueira desenrolada. A sugestão trata-se de deixar a ponta da mesma pendurada próxima à janela, desse modo é possível ligar a válvula de ar e manusear a ponta dela na limpeza nas pistolas sem que todo o restante seja

- desenrolado. Para melhor organização, sugere-se que a parte desenrolada dela que está entre a janela e o restante enrolado fique grudada na máquina;
- e) elaborar uma divisão mais equilibrada das tarefas entre os operadores, visto que nos dois vídeos gravados teve muita diferença no tempo de atividade exercida por cada um, sendo apenas o operador 1 em ambas as gravações que teve uma expressiva participação. Sugere-se que esta divisão seja por meio do consenso entre os operadores e o gerente do setor de acabamento, assim, pode-se padronizar o que for decidido e colocar em um documento fixado na máquina de forma com que se tenha fácil acesso visual;
 - f) criar um *checklist* com o que deve ser feito com a máquina em andamento e o que deve ser feito com a máquina parada, incluindo a divisão de tarefas entre os operadores, citada na sugestão “e”. Nesse *checklist* deve ser definido em consenso pelos operadores em que momento do lote em andamento deve começar o *setup* externo, além do momento de fazer o pedido da tinta aos matizadores;
 - g) devolver tonel de tinta vazio para a matização apenas quando tiver um outro cheio para buscar no elevador, a fim de aproveitar as atividades e o trajeto em comum. No caso da tinta espumada na “rede A”, que utiliza dois tonéis, sugere-se que ambos sejam despachados juntos quando vazios. Esta tarefa engloba ir até o elevador, buscar um carrinho vazio, abrir a porta e a trava do elevador, colocar/retirar um tonel, fechar a porta e a trava do elevador, guardar carrinho e retornar até a máquina. Aproveitando a mesma ida, as atividades não serão feitas duas vezes.

No primeiro *setup* gravado o operador 1 aproveita a mesma ida, porém a tarefa é feita de forma confusa, pois ele para e deixa o operador 2 terminá-la. Já no segundo não é aproveitada a mesma ida e, portanto, as atividades são repetidas. Gastou-se 1 minuto e 14 segundos para despachar o tonel 1 vazio no elevador, 28 segundos para despachar o tonel 2, 32 segundos para o tonel de “top” vazio e 52 segundos para buscar o tonel de tinta cheio. Outro ponto importante é que se houver necessidade da troca de tonel de “top”, sugere-se despachar os tonéis de tinta e “top” vazios juntos, assim como solicitar que os dois cheios sejam enviados juntos pela matização, de modo a aproveitar a mesma ida até o elevador;

- h) sugere-se, se possível, armazenar alguns tonéis vazios próximos ao túnel de pintura 1 para que não seja necessário ir até a matização buscar um. Ele é necessário quando é utilizada a tinta espumada na "rede A". Esta atividade foi gravada no vídeo do *Setup* 1 e consumiu 36 segundos, pois é necessário ir a outro setor para realizá-la.

4.2.3 Outras sugestões

Além das sugestões para fatores de influência direta nas atividades, também foram elaboradas outras para os de influência indireta, o que pode contribuir, também, para a redução dos tempos e uma melhor eficiência no que está sendo abordado neste estudo de caso.

Foi possível observar em outros vídeos coletados que, no momento do intervalo de parte dos operadores do acabamento, em diversos casos, o tempo de *setup* é aumentado em alguns minutos devido à falta de outra pessoa para auxiliar. Em alguns casos o operador fica sozinho, em outros recebe a ajuda de um auxiliar de produção que não conhece todo o procedimento e, então, só realiza atividades quando recebe a ordem. Neste caso, é possível selecionar um ou mais auxiliares e capacitá-los para que possam contribuir no *setup* da Linha Carlessi para atividades mais simples que não envolvam regulagem da máquina, como no caso de buscar um tonel vazio, buscar tonel de tinta no elevador, entre outros. Desse modo, não será necessário delegar tarefas a eles o tempo todo.

Ainda no contexto dos intervalos, de maneira frequente pôde-se observar que a falta de auxiliares no horário do intervalo faz com que a máquina anterior à Linha Carlessi fique ociosa no aguardo de pessoas para operá-la e, com isso, também aumenta a ociosidade do objeto de estudo. Das vezes que isso foi observado, pôde-se observar um tempo parado de 2 a 3 minutos, em média. Hipoteticamente, ao considerar uma média de 2,5 minutos, e que acontece nos dois turnos, totalizando 5 minutos ao dia, em um ano perde-se aproximadamente R\$118.860,00. Sugere-se que a escala dos intervalos seja revista entre o RH e a gerência, de modo a evitar tal desperdício. Este cálculo foi realizado de forma superficial, mas pode ser mensurado de forma mais realista pela empresa após este trabalho.

Quanto ao setor de matização, responsável pela elaboração das tintas conforme portfólio ou requisito dos clientes, os trabalhadores do setor não exercem

as atividades do *setup* da Linha Carlessi, porém o acerto da cor tem influência direta. No caso de a cor não ser aprovada no teste do pedaço de pele, há duas possibilidades: um erro pequeno é consertado em poucos minutos com uma aplicação de resina no tonel de tinta, ou, em um erro grande, todo o *setup* deve ser reiniciado desde o seu princípio com a lavagem da rede, consumindo o dobro do tempo. Ambos acontecem diariamente.

Foi relatado pela gerência que foi implementado um sistema de premiação mensal por desempenho no acerto de cor no setor de matização, porém vale a reflexão se somente a motivação e esforço dos matizadores trarão melhores resultados, sem investir constantemente na capacitação dos mesmos. Sugere-se que, em complemento ao outro sistema, seja elaborado pela gerência e RH um plano de capacitação mensal para que os matizadores aumentem seus números de acertos na pigmentação das cores. Sugere-se, também, a realização de reuniões mensais entre os matizadores e a gerência a fim de conversarem sobre os problemas e soluções observados no mês como forma de buscar melhorias.

Sugere-se que a matização esteja com as tintas prontas com antecedência ao término do lote em processamento, somente desta forma o *checklist* proposto poderá seguir sua ordem sequencial e as tarefas referentes à troca de tonel poderão ser realizadas ainda com a máquina em funcionamento para que haja o menor tempo possível de atividades com ela parada. Para isto, deve haver uma melhoria na programação das atividades neste setor e/ou a contratação de mão de obra qualificada, caso necessário para suprir a demanda.

Sugere-se que a empresa proponha bonificações ou aumentos salariais com base no tempo de trabalho dos operadores na Linha Carlessi, visto que a experiência e a prática são fatores fundamentais de bom desempenho no *setup* do objeto de estudo devido à sua complexidade. Outro ponto que foi levado em consideração para tal sugestão é a reclamação por parte de alguns operadores quanto ao salário, que difere pouco dos auxiliares de produção enquanto suas funções tem impactos bastante diferentes na empresa e, portanto, isto servirá como motivação para manter os trabalhadores por bastante tempo no local, motivados e em alto rendimento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para um setor de uma fábrica que já opera em sua capacidade máxima e conta com a falta espaço para a compra de mais máquinas, tornam-se imprescindíveis algumas soluções que reduzam os tempos de processamento e ociosidade de máquinas e também os custos produtivos. A TRF, presente no *Lean*, foi abordada neste contexto, sendo considerada adequada ao buscar reduzir o tempo ocioso de um equipamento em seu *setup*, visto que não agrega valor ao produto final. Dessa forma, foram elaboradas sugestões de melhoria com base na metodologia exposta.

Em um primeiro momento do trabalho, almejava-se a implementação das sugestões para verificar seus resultados, porém o trabalho ocorreu durante a pandemia da COVID-19 e, portanto, poucas visitas puderam ser realizadas pelo autor. Além disso, a dificuldade de coleta de amostras repetidas tornou inviável tal implementação, visto que se fossem realizadas, haveria a incerteza, por parte do autor, de conseguir a gravação de dois *setups* do mesmo padrão analisado e que fossem aptos para comparação com os anteriores dentro do prazo estabelecido no projeto. Posteriormente, o trabalho foi adaptado de modo a propor melhorias, as quais serão apresentadas para a gerência, que contará com o acompanhamento do autor no planejamento e execução das mesmas.

O objetivo do trabalho foi alcançado, no Estágio 2 conseguiu-se uma redução de máquina parada de 20,82% (8,37min) na primeira gravação e 19,38% (7,75min) na segunda, respectivamente, alcançando uma média de 20,1%. Neste estágio, é possível mensurar de forma precisa a redução do tempo sem que ocorram as implementações para comparação. No Estágio 3, foram propostos os planos de ação para melhoria em diversos aspectos de influência direta e indireta no tempo total gasto a fim de diminuí-lo ainda mais. Entretanto, na etapa de sugestões não é possível prever os ganhos sem que ocorram as mudanças sugeridas e os tempos das atividades sejam comparados.

Espera-se que após a aplicação das sugestões de melhoria, a empresa consiga reduzir o tempo para os quatro diferentes tipos de *setup*, de modo com que aumente sua produtividade e faturamento, e reforce a eficácia da utilização metodologia da TRF no setor de curtumes. Ao somar este trabalho com os demais estudos de caso apresentados na seção 2.5, é possível observar a importância da TRF na produção enxuta, visto que reduz e/ou elimina uma série de desperdícios de modo a diminuir o tempo de ociosidade de uma ou mais máquinas, além de verificar que ela pode ser aplicada nos mais variados segmentos da indústria.

Por fim, sugere-se que em trabalhos futuros esta abordagem contemple outros setores e maquinários presentes nos curtumes e que seja feita a implementação dos planos de ação para verificação dos resultados, se possível. De modo geral, o processo produtivo na indústria do couro conta com diversos equipamentos com tempo alto de *setup* e alguns métodos produtivos pouco modernos, o que indica a possibilidade de melhorias e uma demanda por mais estudos que contribuam no desenvolvimento do setor.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, J. **Sistemas de produção**: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- CENTRO DAS INDÚSTRIAS DE CURTUMES DO BRASIL. **O couro e o curtume brasileiro**. Brasília: CICB, 2020. Disponível em: <<http://www.cicb.org.br/cicb/sobre-couro>>. Acesso em: 09 mai. 2020.
- CHIAVENATO, Idalberto. **Empreendedorismo**: dando asas ao espírito empreendedor. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2007.
- COSTA, A.H.; LIMA, J. F. G.; GOMES, M.L.B. Redução do tempo de setup na produção de botas de PVC através da técnica TRF. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v. 12, n. 1, p. 119-132, jan./mar. 2012. Disponível em: <<https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/770> >. Acesso em: 20 jun. 2020.
- COSTA, G. A.; GIRARDI, G. Aplicação da troca rápida de ferramentas no processo de moagem em uma empresa fabricante de tinta em pó. **Revista Gestão e Desenvolvimento**, Novo Hamburgo, v. 6, n. 2, p. 81-94, jan. 2009. Disponível em: <<https://periodicos.feevale.br/seer/index.php/revistagestaoedesenvolvimento/article/view/947/1264>>. Acesso em: 28 jun. 2020.
- DRESCH, A. et al. Princípios da produção enxuta em curtumes. In: ENEGEP, 31., 2011, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte/MG. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/publicacoes/>>. Acesso em: 07 maio 2020.
- FONTANA, B. R. B. et al. Redução do tempo setup de máquinas em linha com fluxo em lote utilizando os conceitos de SMED através de método Gemba Kaizen em uma indústria de embalagens plásticas. In: CONBREPRO, 3., 2013, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa/PR. Disponível em: <<http://www.aprepro.org.br/combrep/2013/anais/artigos/gestaoproducao/5.pdf> >. Acesso em: 20 jun. 2020.
- GABRIEL, A. P. et al. TRF: melhoria processo em *hot stamping*. **Revista Científica Semana Acadêmica**. v. 1, n. 1, p. 1-15, out. 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/328725415_TRF_MELHORIA_PROCESSO_EM_HOT_STAMPING>. Acesso em: 20 jun. 2020.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2010.
- HASSE, G. Preços baixos, falência e rótulo de vilão ambiental: crise do couro no Brasil. **Revista Globo Rural**, Igrejinha, 09 fev. 2020. Disponível em: <<https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Criacao/Boi/noticia/2020/02/precos-baixos-falencias-e-rotulo-de-vilao-ambiental-crise-do-couro-no-brasil.html>>. Acesso em: 09 maio 2020.
- LEAN INSTITUTE BRASIL. **Lean na manufatura**. São Paulo: 2020. Disponível em: <<https://www.lean.org.br/consultoria-lean-manufatura.aspx>>. Acesso em: 05 jul. 2020.

MARCONI, M.; LAKATOS, E. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: ATLAS S.A., 2003.

MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Revista Produção**, v. 17, n. 1, p. 216-229, abr. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-65132007000100015&script=sci_arttext&tlng=pt>. Acesso em: 10 maio 2020.

NETO, J. S. et al. Implantação do método de troca rápida de ferramentas em máquinas de injeção de calçados plásticos. In: ENEGEP. 35., 2015, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza/CE. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_206_226_28304.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2020.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de produção**: além da produção em larga escala. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, C. V. M. **Um diagnóstico do elo curtume da cadeia do couro do Oeste Paulista baseado na Lean Supply Chain Management (LSCM)**. 162 p., Dissertação (Mestrado em Agronegócio e Desenvolvimento) - Universidade Estadual Paulista, Tupã, SP, 2018.

PACHECO, J. W. F. **Curtumes**. São Paulo: CETESB, 2005.

RANGEL, D. A. et al. Aumento da eficiência produtiva através da redução do tempo de setup: aplicando a troca rápida de ferramentas em uma empresa do setor de bebidas. **Revista Pesquisa e Desenvolvimento em Engenharia de Produção**, Itajubá, vol.10, n. 1, p. 36-49, 2012. Disponível em: <http://maispropro.moment.com.br/fileadmin/template/trabalho/documentos/Revista-PeD_Unifei.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2020.

RIVACCI, H. C. J. et al. **Guia técnico ambiental de curtumes**. 2 ed. São Paulo: CETESB, 2015.

SHINGO, S. **Sistema de troca rápida de ferramenta**: uma revolução nos sistemas produtivos. Porto Alegre: Bookman, 2000.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas**: elimine o desperdício e crie riqueza. 5 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. 11. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

APÊNDICE A – PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO DO COURO



APÊNDICE B – DESCRIÇÃO DA FILMAGEM DO SETUP 1

(continua)

Setup 1					
Nº	Atividade	Duração (s)	Tempo Real (s)	Tipo Setup (estágio 1)	Tipo Setup (estágio 2)
1	Desligar o misturador	4	4	EXTERNO	EXTERNO
2	Tirar o misturador de dentro do tonel	4	4	EXTERNO	EXTERNO
3	Limpar o misturador	15	15	EXTERNO	EXTERNO
4	Lavar as mãos	7	7	EXTERNO	EXTERNO
5	Desligar maq. de espumar	2	2	EXTERNO	EXTERNO
6	Esperar voltar a tinta	5	5	EXTERNO	EXTERNO
7	Tirar a mangueira do tonel 1	2	2	EXTERNO	EXTERNO
8	Colocar a mangueira do tonel 1 na água	6	6	EXTERNO	EXTERNO
9	Colocar tonel 1 de tinta vazio no chão	3	3	EXTERNO	EXTERNO
10	Buscar tampa e lacre do tonel vazio	5	5	EXTERNO	EXTERNO
11	Colocar tampa e lacre no tonel vazio	3	3	EXTERNO	EXTERNO
12	Ir até o tonel 2	1	1	EXTERNO	EXTERNO
13	Tirar mangueira de tinta espumada	1	1	EXTERNO	EXTERNO
14	Esperar respingar no tonel	2	2	EXTERNO	EXTERNO
15	Colocar mangueira de tinta espumada no ralo	8	8	EXTERNO	EXTERNO
16	Ligar lavagem da maq. de espumar	3	3	EXTERNO	EXTERNO
17	Buscar tonel 1 de tinta vazio da última operação	3	3	EXTERNO	EXTERNO
18	Levar tonel 1 de tinta vazio até o elevador	11	11	EXTERNO	EXTERNO
19	Ajustar elevador na altura	2	2	EXTERNO	EXTERNO
20	Abrir porta do elevador	5	5	EXTERNO	EXTERNO
21	Abrir trava do elevador	5	5	EXTERNO	EXTERNO
22	Buscar carrinho	2	2	EXTERNO	EXTERNO
23	Posicionar carrinho no elevador	7	7	EXTERNO	EXTERNO
24	Colocar tonel de tinta no carrinho	10	10	EXTERNO	EXTERNO
25	Levar carrinho com tonel até a balança	15	15	EXTERNO	EXTERNO
26	Descarregar tonel na balança	23	23	EXTERNO	EXTERNO
27	Levar carrinho de volta ao elevador	15	15	EXTERNO	EXTERNO
28	Posicionar carrinho no elevador	2	2	EXTERNO	EXTERNO
29	Colocar tonel de top no carrinho	9	9	EXTERNO	EXTERNO
30	Tirar carrinho da frente do elevador	7	7	EXTERNO	EXTERNO
31	Colocar tonel vazio no elevador	8	8	EXTERNO	EXTERNO
32	Fechar trava do elevador	4	4	EXTERNO	EXTERNO
33	Fechar porta do elevador	5	5	EXTERNO	EXTERNO
34	Levar tonel de top no túnel de pintura 2	27	27	INTERNO	EXTERNO
35	Posicionar tonel de top na frente da balança	2	2	INTERNO	EXTERNO

(continuação)

Nº	Atividade	Duração (s)	Tempo Real (s)	Tipo Setup (estágio 1)	Tipo Setup (estágio 2)
36	Descarregar tonel de top	8	8	INTERNO	EXTERNO
37	Levar carrinho para o lugar dele	18	18	INTERNO	EXTERNO
38	Retornar até a máquina	3	3	INTERNO	EXTERNO
39	Checar pistolas	2	2	INTERNO	INTERNO
40	Ir até o tonel 2	2	2	INTERNO	INTERNO
41	Desligar bomba da rede A	2	2	INTERNO	INTERNO
42	Erguer mangueira da bomba de dentro do tonel	1	1	INTERNO	INTERNO
43	Aguardar escorrer tinta	4	4	INTERNO	INTERNO
44	Colocar mangueira de tinta espumada no tonel de água	2	2	INTERNO	INTERNO
45	Levar tonel 2 de tinta vazio até o elevador	5	5	INTERNO	INTERNO
46	Abrir porta do elevador	2	2	INTERNO	INTERNO
47	Abrir trava do elevador	3	3	INTERNO	INTERNO
48	Ajeitar espaço do elevador	3	3	INTERNO	INTERNO
49	Colocar tonel 2 de tinta vazio no elevador	4	4	INTERNO	INTERNO
50	Fechar trava do elevador	3	3	INTERNO	INTERNO
51	Fechar porta do elevador	5	5	INTERNO	INTERNO
52	Buscar tonel vazio na matização	36	36	INTERNO	EXTERNO
53	Regulagens na pressão da bomba	9	9	INTERNO	INTERNO
54	Ir até a válvula da água	3	3	INTERNO	INTERNO
55	Ligar válvula da água	4	4	INTERNO	INTERNO
56	Ligar lavagem da rede	11	11	INTERNO	INTERNO
57	Colocar o plástico de proteção das OP no lugar	12	12	INTERNO	EXTERNO
58	Ir até a mesa da documentação	2	2	INTERNO	INTERNO
59	Preencher dados na OP	13	13	INTERNO	INTERNO
60	Ir até o computador do sistema	9	9	INTERNO	EXTERNO
61	Preencher dados no sistema	70	70	INTERNO	EXTERNO
62	Retornar até a máquina	13	16	INTERNO	EXTERNO
63	Desligar válvula da água	3		INTERNO	INTERNO
64	Buscar utensílios para limpeza das pistolas	7		INTERNO	INTERNO
65	Preencher dados na OP	26	26	INTERNO	INTERNO
66	Regular botões da lavagem	19	19	INTERNO	INTERNO
67	Buscar água para lavagem das pistolas	17	19	INTERNO	EXTERNO
68	Regular a rede da máquina	11		INTERNO	INTERNO
69	Regular os botões para lavagem manual	6	6	INTERNO	INTERNO
70	Aguardar as pistolas pararem de girar	12	12	INTERNO	INTERNO
71	Atirar água nas pistolas	35	35	INTERNO	INTERNO
72	Destampar tonel 1	17		INTERNO	EXTERNO

(continuação)

Nº	Atividade	Duração (s)	Tempo Real (s)	Tipo Setup (estágio 1)	Tipo Setup (estágio 2)
73	Colocar o misturador no tonel	18	299	INTERNO	EXTERNO
74	Escovar as pistolas	299		INTERNO	INTERNO
75	Ligar misturador	5		INTERNO	EXTERNO
76	Ajuste na pressão da bomba	5		INTERNO	INTERNO
77	Descer esteira	69		INTERNO	INTERNO
78	Soltar escova	1	1	INTERNO	INTERNO
79	Ir até a área dos tonéis	3	3	INTERNO	INTERNO
80	Pegar mangueira de ar	7	7	INTERNO	INTERNO
81	Ligar válvula de ar	3	3	INTERNO	INTERNO
82	Ir até as pistolas	3	3	INTERNO	INTERNO
83	Passar jato de ar nas pistolas	207	207	INTERNO	INTERNO
84	Limpar mangueira (tonel 1) mergulhada na água	69	69	INTERNO	INTERNO
85	Tirar da água a mangueira da bomba	2	2	INTERNO	INTERNO
86	Colocar a mangueira da bomba no ralo	3	3	INTERNO	INTERNO
87	Regular botões para tirar da lavagem manual	7	7	INTERNO	INTERNO
88	Desligar a válvula de ar	17	17	INTERNO	INTERNO
89	Recolher a mangueira de ar	37	37	INTERNO	INTERNO
90	Colocar mangueira 1 no tonel	5	5	INTERNO	INTERNO
91	Ligar maq. espumar	4	4	INTERNO	INTERNO
92	Checagem no tonel 1	14	14	INTERNO	INTERNO
93	Ajustar dois botões que estavam errados	4	4	INTERNO	INTERNO
94	Colocar mangueira de tinta espumada no tonel vazio	15	15	INTERNO	INTERNO
95	Conferir se a válvula de água estava bem fechada	3	3	INTERNO	INTERNO
96	Aguardando a maq. de espumar enquanto espuma a tinta	33	33	INTERNO	INTERNO
97	Conferir dados da OP para colocar no sistema	43	43	INTERNO	EXTERNO
98	Ir até o computador do sistema	11	11	INTERNO	EXTERNO
99	Registrar informações no sistema	36	36	INTERNO	EXTERNO
100	Retornar até a máquina	11	11	INTERNO	EXTERNO
101	Preencher dados na OP	122	122	INTERNO	INTERNO
102	Checar tonel de tinta espumada	4	4	INTERNO	INTERNO
103	Ajustar botões para começar a pintura	4	4	INTERNO	INTERNO
104	Checar a proteção da mangueira da bomba	19	19	INTERNO	INTERNO
105	Buscar proteção nova para a mangueira da bomba	106	106	INTERNO	EXTERNO
106	Desligar maq. de espumar	2		INTERNO	INTERNO
107	Preparar a nova proteção da mangueira da bomba	5	5	INTERNO	EXTERNO
108	Pegar a mangueira para realizar a troca de proteção	4		INTERNO	INTERNO
109	Cortar a proteção da mangueira já usada	12	12	INTERNO	INTERNO

(continuação)

Nº	Atividade	Duração (s)	Tempo Real (s)	Tipo Setup (estágio 1)	Tipo Setup (estágio 2)
110	Colocar tecido de proteção	13	13	INTERNO	INTERNO
111	Amarrar dois lacres no tecido de proteção	28	28	INTERNO	INTERNO
112	Cortar excesso de tecido de proteção	17	17	INTERNO	INTERNO
113	Juntar lixo da troca de proteção	10	10	INTERNO	EXTERNO
114	Descartar o lixo da troca de proteção	25	36	INTERNO	EXTERNO
115	Colocar a mangueira da bomba no tonel de tinta espumada	6		INTERNO	INTERNO
116	Ajuste na pressão da bomba para começar a puxar tinta	9		INTERNO	INTERNO
117	Ligar válvula de ar para pressão na bomba	11		INTERNO	INTERNO
118	Aguardando a pressão aumentar para puxar a tinta	10		INTERNO	INTERNO
119	Ajuste na pressão da bomba	43	43	INTERNO	INTERNO
120	Preencher dados na OP	25	25	INTERNO	INTERNO
121	Checar pistolas	22	22	INTERNO	INTERNO
122	Ir até a balança de pesar carga	10	10	INTERNO	INTERNO
123	Zerar a tara da balança	14	14	INTERNO	INTERNO
124	Retornar até a máquina com a bandeja do teste de carga	15	15	INTERNO	INTERNO
125	Colocar bandeja na máquina	2	2	INTERNO	INTERNO
126	Ir até a janela das pistolas	7	7	INTERNO	INTERNO
127	Aguardar a bandeja chegar	7	7	INTERNO	INTERNO
128	Dar jatos de tinta na bandeja	23	23	INTERNO	INTERNO
129	Retirar bandeja da máquina	4	4	INTERNO	INTERNO
130	Ir até a balança de pesar carga	8	8	INTERNO	INTERNO
131	Pesar a carga	7	7	INTERNO	INTERNO
132	Soltar bandeja	1	1	INTERNO	INTERNO
133	Apagar a luz da balança	1	1	INTERNO	INTERNO
134	Retornar até a máquina	20	20	INTERNO	INTERNO
135	Cortar dois pedaços de pele p/ teste	21	21	INTERNO	INTERNO
136	Soltar pedaços de pele para teste	6	6	INTERNO	INTERNO
137	Ir até a janela das pistolas	5	5	INTERNO	INTERNO
138	Aguardar os pedaços chegarem nas pistolas	10	10	INTERNO	INTERNO
139	Dar jato de tinta nos pedaços	21	21	INTERNO	INTERNO
140	Ir até o túnel de pintura 2	22	22	INTERNO	INTERNO
141	Aguardar os pedaços chegarem no túnel 2	38	38	INTERNO	INTERNO
142	Pegar 1 dos pedaços antes de entrar no túnel 2	3	3	INTERNO	INTERNO
143	Fazer teste de adesão	29	37	INTERNO	INTERNO
144	Dar jato de top no pedaço	23		INTERNO	INTERNO
145	Ir até o final da linha para aguardar o pedaço de teste	14		INTERNO	INTERNO

(conclusão)

Nº	Atividade	Duração (s)	Tempo Real (s)	Tipo Setup (estágio 1)	Tipo Setup (estágio 2)
146	Preencher dados na OP	120	188	INTERNO	INTERNO
147	Aguardar o pedaço de teste no final da linha	39		INTERNO	INTERNO
148	Levar pedaço para análise	39		INTERNO	INTERNO
149	Procurar matizador para fazer a análise	9		INTERNO	INTERNO
150	Aguardar análise do pedaço	39		INTERNO	INTERNO
151	Retornar até a máquina	15		INTERNO	INTERNO
152	Conversa entre os operadores para organização	29		INTERNO	INTERNO
153	Ir até a máquina multiponto (anterior) avisar que está OK para produção	19	19	INTERNO	INTERNO
154	Avisar que está OK para produção	2	2	INTERNO	INTERNO
155	Retornar até a máquina	19	19	INTERNO	INTERNO
156	Aguardar o lote começar a chegar da máquina multiponto	200	200	INTERNO	INTERNO

APÊNDICE C – DESCRIÇÃO DA FILMAGEM DO SETUP 2

(continua)

Setup 2					
Nº	Atividade	Duração (s)	Tempo Real (s)	Tipo Setup (estágio 1)	Tipo Setup (estágio 2)
1	Desligar o misturador	4	4	EXTERNO	EXTERNO
2	Tirar o misturador de dentro do tonel	4	4	EXTERNO	EXTERNO
3	Limpar o misturador	15	15	EXTERNO	EXTERNO
4	Lavar as mãos	7	7	EXTERNO	EXTERNO
5	Desligar maq. de espumar	2	2	EXTERNO	EXTERNO
6	Esperar voltar a tinta	5	5	EXTERNO	EXTERNO
7	Tirar a mangueira do tonel 1	2	2	EXTERNO	EXTERNO
8	Colocar a mangueira do tonel 1 na água	6	6	EXTERNO	EXTERNO
9	Virar resto de tinta do tonel 1 no tonel 2	14	14	EXTERNO	EXTERNO
10	Colocar tonel 1 de tinta vazio no carrinho	2	2	EXTERNO	EXTERNO
11	Ir até o tonel 2	1	1	EXTERNO	EXTERNO
12	Tirar mangueira de tinta espumada	1	1	EXTERNO	EXTERNO
13	Esperar respingar no tonel	4	4	EXTERNO	EXTERNO
14	Colocar mangueira de tinta espumada no ralo	5	5	EXTERNO	EXTERNO
15	Ligar lavagem da maq. de espumar	3	3	EXTERNO	EXTERNO
16	Limpar mangueira (tonel 1) mergulhada na água	40	40	EXTERNO	EXTERNO
17	Limpar as mãos	17	17	EXTERNO	EXTERNO
18	Buscar tonel 1 de tinta vazio da última operação	3	3	EXTERNO	EXTERNO
19	Levar tonel 1 de tinta vazio até o elevador	10	10	EXTERNO	EXTERNO
20	Acionar botões do elevador para chegar até ele	3	3	EXTERNO	EXTERNO
21	Aguardando elevador	30	29	EXTERNO	EXTERNO
22	Ajustar elevador na altura	1	1	EXTERNO	EXTERNO
23	Abrir porta do elevador	3	3	EXTERNO	EXTERNO
24	Abrir trava do elevador	3	3	EXTERNO	EXTERNO
25	Colocar tonel vazio no elevador	5	5	EXTERNO	EXTERNO
26	Fechar trava do elevador	4	10	EXTERNO	EXTERNO
27	Fechar porta do elevador	5		EXTERNO	EXTERNO
28	Retornar até a máquina	10		EXTERNO	EXTERNO
29	Aguardando acabar o lote	5	5	EXTERNO	EXTERNO
30	Preencher dados na OP	29	29	EXTERNO	EXTERNO
31	Aguardando acabar o lote	25	25	EXTERNO	EXTERNO
32	Desligar bomba da rede A	1	14	INTERNO	INTERNO
33	Ir até o tonel 2	3		INTERNO	INTERNO
34	Erguer mangueira da bomba de dentro do tonel	1		INTERNO	INTERNO
35	Aguardar escorrer tinta	5		INTERNO	INTERNO

(continuação)

Nº	Atividade	Duração (s)	Tempo Real (s)	Tipo Setup (estágio 1)	Tipo Setup (estágio 2)
36	Colocar mangueira de tinta espumada no tonel de água	4		INTERNO	INTERNO
37	Buscar carrinho	7		INTERNO	EXTERNO
38	Colocar tonel vazio no carrinho	5	5	INTERNO	INTERNO
39	Ir até a válvula da água	4	4	INTERNO	INTERNO
40	Ligar válvula da água	4	4	INTERNO	INTERNO
41	Ir até a janela das pistolas	8		INTERNO	INTERNO
42	Preencher dados na OP	30		INTERNO	INTERNO
43	Levar tonel 2 de tinta vazio até o elevador	5		INTERNO	INTERNO
44	Abrir porta do elevador	2		INTERNO	INTERNO
45	Abrir trava do elevador	3		INTERNO	INTERNO
46	Colocar tonel 2 de tinta vazio no elevador	4		INTERNO	INTERNO
47	Tirar carrinho da frente do elevador	6		INTERNO	INTERNO
48	Fechar trava do elevador	5		INTERNO	INTERNO
49	Fechar porta do elevador	3		INTERNO	INTERNO
50	Buscar tonel vazio na matização	36		INTERNO	INTERNO
51	Ligar lavagem da rede	2		INTERNO	INTERNO
52	Ir até a mesa da documentação coletar a OP	10		INTERNO	EXTERNO
53	Ir até o computador do sistema	16		INTERNO	EXTERNO
54	Preencher dados no sistema	91		INTERNO	EXTERNO
55	Retornar até a máquina	12	12	INTERNO	EXTERNO
56	Ir até o túnel 2	27	27	INTERNO	INTERNO
57	Tirar mangueira do tonel de top	8	8	INTERNO	INTERNO
58	Colocar mangueira de top no ralo	7	7	INTERNO	INTERNO
59	Ir até a janela das pistolas do túnel 2	4	4	INTERNO	INTERNO
60	Desligar pintura do túnel 2	6	6	INTERNO	INTERNO
61	Checar tonel de top intermediário	8	8	INTERNO	INTERNO
62	Retirar tonel vazio de top intermediário	3	3	INTERNO	INTERNO
63	Levar tonel vazio de top intermediário até o elevador	32	32	INTERNO	INTERNO
64	Ir até a mesa da documentação	8	8	INTERNO	INTERNO
65	Coletar OP	2	2	INTERNO	INTERNO
66	Ir até o computador do sistema	11	11	INTERNO	EXTERNO
67	Preencher dados no sistema	130	130	INTERNO	EXTERNO
68	Ir até a mesa da documentação	8	8	INTERNO	EXTERNO
69	Colocar o plástico de proteção das OP no lugar	7	7	INTERNO	EXTERNO
70	Regular os botões para lavagem manual no túnel 1	23	23	INTERNO	INTERNO
71	Buscar água para lavagem das pistolas	16	16	INTERNO	EXTERNO
72	Atirar água nas pistolas	56	56	INTERNO	INTERNO
73	Colocar luvas para lavagem externa das pistolas	38	38	INTERNO	INTERNO

(continuação)

Nº	Atividade	Duração (s)	Tempo Real (s)	Tipo Setup (estágio 1)	Tipo Setup (estágio 2)
74	Escovar as pistolas	64	64	INTERNO	INTERNO
75	Ir até o elevador	7		INTERNO	EXTERNO
76	Abrir porta do elevador	5		INTERNO	EXTERNO
77	Abrir trava do elevador	5		INTERNO	EXTERNO
78	Buscar carrinho	2		INTERNO	EXTERNO
79	Posicionar carrinho no elevador	6		INTERNO	EXTERNO
80	Colocar tonel de tinta no carrinho	9		INTERNO	EXTERNO
81	Tirar carrinho da frente do elevador	4		INTERNO	EXTERNO
82	Levar carrinho com tonel até a balança	15		INTERNO	EXTERNO
83	Ir até a balança para colocar o tonel 1	6	6	INTERNO	EXTERNO
84	Descarregar tonel na balança	27	27	INTERNO	EXTERNO
85	Levar carrinho para o lugar dele	18	18	INTERNO	EXTERNO
86	Retornar para o túnel de pintura 1	4	272	INTERNO	INTERNO
87	Destampar tonel 1	19		INTERNO	EXTERNO
88	Ajuste nas válvulas	10		INTERNO	INTERNO
89	Colocar o misturador no tonel	15		INTERNO	EXTERNO
90	Ligar misturador	19		INTERNO	EXTERNO
91	Escovar as pistolas	268		INTERNO	INTERNO
92	Soltar escova	2	2	INTERNO	INTERNO
93	Ir até a área dos tonéis	4	4	INTERNO	INTERNO
94	Pegar mangueira de ar	13	13	INTERNO	INTERNO
95	Ligar válvula de ar	4	4	INTERNO	INTERNO
96	Ir até as pistolas	6	6	INTERNO	INTERNO
97	Passar jato de ar nas pistolas	392	392	INTERNO	INTERNO
98	Desligar válvula de ar	16	16	INTERNO	INTERNO
99	Recolher mangueira de ar	11	32	INTERNO	INTERNO
100	Preencher dados na OP	30		INTERNO	INTERNO
101	Limpar as mãos	12		INTERNO	INTERNO
102	Regular botões para tirar da lavagem manual	3		INTERNO	INTERNO
103	Retornar até a área dos tonéis	6		INTERNO	INTERNO
104	Ligar válvula de ar para pressão na bomba	7	7	INTERNO	INTERNO
105	Colocar mangueira 1 no tonel	5	58	INTERNO	INTERNO
106	Ligar maq. espumar	4		INTERNO	INTERNO
107	Colocar mangueira de tinta espumada no tonel vazio	15		INTERNO	INTERNO
108	Ajuste na pressão da bomba	58		INTERNO	INTERNO
109	Checar pistolas	12	12	INTERNO	INTERNO
110	Ir até a balança de pesar carga	12	12	INTERNO	INTERNO
111	Zerar a tara da balança	7	7	INTERNO	INTERNO
112	Retornar até a máquina com a bandeja do teste de carga	26	26	INTERNO	INTERNO

(conclusão)

Nº	Atividade	Duração (s)	Tempo Real (s)	Tipo Setup (estágio 1)	Tipo Setup (estágio 2)
113	Colocar bandeja na máquina	2	2	INTERNO	INTERNO
114	Ir até a janela das pistolas	7	7	INTERNO	INTERNO
115	Aguardar a bandeja chegar	6	6	INTERNO	INTERNO
116	Dar jato de tinta na bandeja	24	24	INTERNO	INTERNO
117	Retirar bandeja da máquina	3	3	INTERNO	INTERNO
118	Ir até a balança de pesar carga	10	10	INTERNO	INTERNO
119	Pesar a carga	6	6	INTERNO	INTERNO
120	Soltar bandeja	1	1	INTERNO	INTERNO
121	Apagar a luz da balança	1	1	INTERNO	INTERNO
122	Retornar até a máquina	19	19	INTERNO	INTERNO
123	Cortar dois pedaços de pele p/ teste	16	16	INTERNO	INTERNO
124	Soltar pedaços de pele para teste	5	5	INTERNO	INTERNO
125	Ir até a mesa da documentação	8	42	INTERNO	INTERNO
126	Preencher dados na OP	32		INTERNO	INTERNO
127	Ir até a janela das pistolas	4		INTERNO	INTERNO
128	Aguardar os pedaços chegarem nas pistolas	10		INTERNO	INTERNO
129	Dar jato de tinta nos pedaços	26		INTERNO	INTERNO
130	Ir até o túnel de pintura 2	15		INTERNO	INTERNO
131	Aguardar os pedaços chegarem no túnel 2	40	40	INTERNO	INTERNO
132	Pegar 1 dos pedaços antes de entrar no túnel 2	3	3	INTERNO	INTERNO
133	Aguardar o outro pedaço chegar nas pistolas de top	8	8	INTERNO	INTERNO
134	Dar jato de top no pedaço	23	23	INTERNO	INTERNO
135	Fazer teste de adesão	29	51	INTERNO	INTERNO
136	Ir até o final da linha para aguardar o pedaço de teste	14		INTERNO	INTERNO
137	Aguardar o pedaço de teste no final da linha	36		INTERNO	INTERNO
138	Levar pedaço para análise	55	200	INTERNO	INTERNO
139	Procurar matizador para fazer a análise	145		INTERNO	INTERNO
140	Preencher dados na OP	120		INTERNO	INTERNO
141	Regulagem na rede	8		INTERNO	INTERNO
142	Aguardar análise do pedaço	125	125	INTERNO	INTERNO
143	Retornar até a máquina	15	15	INTERNO	INTERNO
144	Conversa entre os operadores para organização	15	15	INTERNO	INTERNO
145	Ir até a máquina multiponto (anterior) avisar que está OK para produção	19	19	INTERNO	INTERNO
146	Avisar que está OK para produção	2	2	INTERNO	INTERNO
147	Retornar até a máquina	19	19	INTERNO	INTERNO
148	Aguardar o lote começar a chegar da máquina multiponto	200	200	INTERNO	INTERNO