

**ESTUDO DE VIABILIDADE DE AUTOMAÇÃO NO PROCESSO DE
MONTAGEM DE UMA EMPRESA DO SETOR DE SAÚDE
A FEASIBILITY STUDY FOR ASSEMBLY LINE AUTOMATION IN A COMPANY
FROM THE HEALTH SECTOR**

Gustavo Henrique Nieland Muller. E-mail: gustavohnmuller@gmail.com.

Universidade Federal do Paraná.

Nicolle Sotsek. E-mail: sotseknicolle@gmail.com.

Universidade Federal do Paraná.

Resumo

O crescimento contínuo no número de pacientes que sofrem de doença renal crítica no Brasil aumenta ano após ano. Segundo a Sociedade Brasileira de Nefrologia (SBN), observou-se um aumento de 32,3% no número de centros que mantinham programas ativos de diálise crônica na última década. Devido ao exponencial aumento, o presente artigo contempla um estudo de viabilidade de automação em uma indústria nacional do setor com o objetivo de diminuir os desperdícios e os custos de fabricação de linhas de sangue para hemodiálise visando aumentar a competitividade da empresa no mercado nacional perante grandes concorrentes multinacionais. A aplicação de ferramentas como a análise SWOT, o estudo de tempos e métodos, bem como os diagramas de Pareto e Espaguete referenciados por autores como; Slack, Mccreadie, Barnes, forneceram informações fundamentais para a proposição de um plano de ação com a intenção da redução dos desperdícios e processos que não agregam valor ao produto. O estudo propõe a instalação de uma esteira, mudanças do layout no setor mais oneroso da produção e alternativas para melhor atender a demanda do mercado que combinados melhoram a ergonomia e reduzem desperdícios de movimentação, transporte, entre outros processos que não agregam valor ao produto, com aumento médio estimado de 34% na produção diária.

Palavras-chave: Linha de montagem, automação, otimização, tempos e métodos.

Abstract

The continuous growth in the number of patients suffering from critical kidney disease in Brazil increases year after year. According to the Brazilian Society of Nephrology (SBN), there was an increase of 32.3% in the number of centers that maintained active programs of chronic dialysis. Due to the exponential increase, this article contemplates a feasibility study of automation in a national industry in the sector to reduce waste and costs to increase the company's competitiveness in the national market. Tools such as SWOT analysis, the study of times and methods, Pareto and Spaghetti diagrams referenced by great authors provided fundamental information for proposing an action plan. The study also proposes the installation of a treadmill, changes in the layout in the production sector, and alternatives to better meet market demand, improving ergonomics and reducing waste such as movement, transport and non-added value processes, with an estimate increase of 34% in daily production.

Keywords: Assembly line, automation, optimization, times and methods study.

1. INTRODUÇÃO

No século XXI, com a crescente demanda por qualidade e volume na produção muito devido a globalização, interação constante entre mercados internacionais, surgiu a necessidade de implementação de estratégias para produção de grandes volumes de produtos de alta qualidade em menos tempo. Segundo Souza (2008) a profissionalização do conhecimento está intimamente relacionada com o futuro da indústria no Brasil, visto que, o setor apresenta tendências de competitividade internacionais e em funções disto o setor necessita estar cada vez mais estruturado e preparado para apresentar um ambiente propício à inovação.

A utilização adequada dos recursos disponíveis é indispensável na busca do crescimento sustentável das organizações. De acordo com Corrêa e Corrêa (2006), a gestão de operações ocupa-se da atividade de gerenciamento estratégico dos recursos escassos humanos, tecnológicos, informacionais e outros, de sua interação e dos processos que produzem e entregam bens/serviços, visando atender a necessidades e/ou desejos de qualidade, tempo bem como o custo de seus clientes.

O desenvolvimento da indústria está intimamente ligado com a redução de tarefas que não agregam valor e o aumento da produtividade. Podemos definir desperdícios como toda e qualquer atividade ou elemento de trabalho que o cliente não está disposto a pagar, ou seja, tudo aquilo que não agrega valor ao produto e que, em adição, não é necessário de ser realizado, portanto só consome do tempo e recursos de operação, sem trazer retorno para a organização (Pascal, Dennis, 2008). Contudo, o estudo dos processos revela extrema importância na identificação das restrições da atividade industrial para o delineamento de problemas e a busca por soluções.

Assim como diversos setores industriais, o setor hospitalar também passa por grandes mudanças na última década. No setor de produtos para diálise a globalização fortaleceu produtores multinacionais e dificultou a sobrevivência das indústrias locais. Desta forma, o setor é caracterizado por um forte domínio de grandes empresas multinacionais, alemãs, japonesas e chinesas que controlam grande parte do comércio mundial. Apesar da dificuldade encontrada pelo portfólio extenso e a capacidade de negociação das multinacionais, outros aspectos como a logística, a qualidade e a flexibilidade de empresas locais são fortalezas que podem alavancar vendas e consolidar empresas nacionais no mercado. Através da experiência de

mercado da empresa estudada pode-se enfatizar como diferenciais vistos pelos clientes, a qualidade, a logística e o preço. Assim, empresas nacionais que possuem os dois primeiros atributos em seus produtos e serviços devem buscar dia após dia o aprimoramento de seus processos para oferecer um preço final competitivo.

O crescimento contínuo no número de pacientes que sofrem de doença renal crítica no Brasil aumenta ano após ano. Segundo a Sociedade Brasileira de Nefrologia (SBN), analisando-se comparativamente os dados dos censos de 2009, 2013 e 2018, observou-se aumento progressivo no número de centros que mantinham programas ativos de diálise crônica (594, 658 e 786, respectivamente), caracterizando um aumento de 32,3% durante a década. Além do mais, acompanhado do aumento da quantidade de clínicas observa-se o aumento progressivo do número de pacientes prevalentes em programa de diálise crônica, correspondendo a um aumento médio anual de 5.587 pacientes. O aumento contínuo no número de clínicas eleva a possibilidade de novos negócios.

A importância do estudo se conecta ao aumento contínuo da competitividade global em que empresas nacionais de pequeno e médio porte devem estar em constante busca por atualizações e inovações para que sobrevivam e se destaquem no mercado. A administração deve mapear o ambiente externo e dar condições de eficiência à tecnologia utilizada através da estratégia empresarial, integrando os recursos e os esforços em todas as áreas e níveis da empresa (Chiavenato, 1999). Paralelamente, no que tange a sistemas de produção inovadores, tais como o Sistema Hyundai de Produção (NUNES e MENEZES, 2015) e a indústria 4.0, desenvolvida na Alemanha (LÖFFLER e TSCHIESNER, 2013; JAZDI, 2014) a automação se posiciona como um alavancador de resultados. Pois ela está diretamente ligada a tecnologia, que a cada dia ocupa mais espaço e destaque nos processos industriais, através de softwares ou sistemas produtivos automatizados, gerando resultados positivos para as organizações.

Portanto, este trabalho tem como objetivo estudar a viabilidade de automação na cadeia produtiva da organização em estudo com foco no processo que infere maiores custos no preço final do produto, o processo de montagem, em uma empresa do setor da saúde.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A fundamentação teórica abordou temas referentes ao gerenciamento e administração da produção, da aplicação de conceitos do *lean manufacturing* e suas ferramentas de gestão e da automação industrial.

2.1 Gerenciamento e administração da produção

Conforme Chiavenato (1999), administrar é interpretar os objetivos propostos pela empresa e transformá-los em ação empresarial por meio do planejamento, da organização, da direção e do controle de todos os esforços realizados em todas as áreas e em todos os níveis da empresa, a fim de atingir os objetivos. Portanto, a administração é fundamental para a existência, sobrevivência e sucesso das organizações.

O autor, professor e escritor, Maximiliano (1995) identifica que, este ato de organizar compreende as decisões que têm como finalidade dividir uma tarefa em tarefas menores e atribuí-las a indivíduos e grupos que tenham compromissos específicos, que contribuam para a realização de uma tarefa maior. Quando se une as pequenas contribuições de cada colaborador, geram-se produtos e serviços complexos que seriam mais difíceis de serem realizados por apenas um indivíduo. Conclui-se que a divisão do trabalho permite superar limitações individuais.

A tarefa de administrar se aplica a qualquer tipo ou tamanho de organização, seja ela uma grande indústria, uma cadeia de supermercados, uma empresa prestadora de serviços ou uma instituição pública. Deve-se notar que a finalidade da administração é estabelecer e alcançar o objetivo, ou objetivos, da organização. Ao fazê-lo, desempenham-se funções de administrador também planejador e manipulam-se recursos humanos, recursos financeiros e recursos materiais.

Com relação a administração da produção destaca Corrêa e Gianesi (1996) que, a tecnologia envolvida no processo de produção foi, por longo período, vista pelos outros setores da organização como um mistério escondido por trás das paredes da fábrica, aquela parte da empresa sem carpete, barulhenta, muitas vezes, onde trabalhavam pessoas resistentes à mudança e apressadas em resolver o último problema ou, no jargão das empresas, apagar o último incêndio.

Observa-se que, nos últimos anos este panorama tem mudado. Ao redor do mundo há um movimento crescente de revalorização do papel da manufatura no atingimento dos objetivos da organização. A administração da produção comanda a

linha de produção através dos meios de produção e dos processos administrativos, buscando elevação de produtividade. Segundo Slack (1997), trata da maneira pela qual as organizações produzem bens e serviços. O modelo geral da administração da produção inicia-se com a entrada de recursos que devem ser transformados, passando por processos a fim de que atinjam o objetivo da empresa que é a fabricação de produtos.

Para Moreira (1998), a administração da produção e operações preocupam-se com o planejamento, a organização, a direção e o controle das operações produtivas, de forma a se harmonizarem com os objetivos da empresa, que são definidos como as funções gerenciais.

2.2 Lean Manufacturing

De acordo com Dennis (2008), os desafios enfrentados pela Toyota durante sua crise foram desanimadores: o mercado interno era pequeno e demandava grande variedade de veículos; após a Segunda Guerra Mundial, a economia japonesa estava carente de capital; outras fábricas estabelecidas de automóveis tentavam se instalar no Japão. A partir daí, surgiu a necessidade de se criar um modelo gerencial, nascendo assim, o Sistema Toyota de Produção - STP ou *Manufatura Enxuta (lean manufacturing)*, estruturado por Taiichi Ohno - vice-presidente da Toyota.

Manufatura Enxuta é a busca de uma tecnologia de produção que utilize a menor quantidade de equipamentos e mão de obra para produzir bens sem defeitos no menor tempo possível, com o mínimo de unidades intermediárias, entendendo como desperdício todo e qualquer elemento que não contribua para o atendimento da qualidade, preço ou prazo requeridos pelo cliente. Eliminar todo desperdício através de esforços concentrados da administração, pesquisa e desenvolvimento, produção, distribuição e todos os departamentos da companhia (SHINOHARA, 1988).

Lean é uma estratégia de negócios para aumentar a satisfação dos clientes através da melhor utilização dos recursos. A gestão Lean procura fornecer, consistentemente, valor aos clientes com os custos mais baixos através da identificação de melhoria dos fluxos de valor primários e de suporte, por meio do envolvimento das pessoas qualificadas, motivadas e com iniciativa. (*LEAN INSTITUTE BRASIL*, 2015).

O Lean Manufacturing é uma metodologia que visa tornar os processos mais ágeis nas empresas, por intermédio de uma abordagem de eliminação de desperdícios e redução de valor não agregado (Werkema, Maria Cristina, 2012). Assim, para o entendimento da filosofia, é importante compreender o que agrega valor, o que não agrega valor, mas é necessário e o que é desperdício.

- Agrega valor

Ohno (1997) define valor agregado a algum tipo de processamento, ou seja, mudar a forma do material ou as características de um produto ou montagem. A palavra processar está relacionada com agregar valor. Liker (2005) relaciona agregação de valor com o interesse do cliente ao processo.

- Não agrega valor

Segundo Ohno (1997) é um trabalho sem valor agregado, que poderia ser evitado, mas pelas condições atuais na linha de produção ele se torna necessário.

Deslocamentos para pegar peças, abastecer as mesas com componentes, e organizar as caixas, são exemplos de situações que ocorrem devido às necessidades atuais da fábrica.

- Desperdícios

Ainda de acordo com Ohno (1997) o Lean é um método focado em acabar com o desperdício e aumentar a produtividade. Desperdício na produção se refere a tudo que aumenta os custos sem agregar valor.

2.2.1 Princípios do Lean Manufacturing

Segundo Womack e Jones (2004), na Manufatura Enxuta existem cinco princípios que são considerados fundamentais na eliminação das perdas: identificação do valor, o fluxo do valor, fluxo contínuo, produção puxada, busca pela perfeição.

Cadeia ou fluxo de valor é o conjunto de todas as ações específicas necessárias para se levar um produto a passar pelas três tarefas gerenciais críticas de qualquer negócio:

- Tarefa de solução de problemas: Vai da concepção até o lançamento do produto, passando pelo projeto detalhado e pela engenharia de processo;
- Tarefa de gerenciamento da informação: vai do recebimento do pedido até a entrega, seguindo um cronograma detalhado;

- Tarefa de transformação física: vai da matéria prima ao produto acabado nas mãos do cliente (WOMACK e JONES, 1998).

Para o *Lean Institute* Brasil (2015), mapear o fluxo de valor significa dissecar a cadeia produtiva e separar os processos em três categorias: os que geram valor, aqueles que não geram valor, mas são importantes para a manutenção dos processos e da qualidade, e aqueles que não agregam valor, devendo ser eliminado.

Segundo o *Lean Institute* Brasil (2015), determinar o fluxo contínuo é uma tarefa difícil. O efeito imediato da criação de fluxos contínuos pode ser sentido na redução dos tempos de concepção de produtos, de processamento de pedidos e em estoques.

A produção puxada tem como conceito produzir apenas aquilo que é necessário, quando for necessário. Visa evitar a acumulação de estoques de produtos mediante a produção e fornecimento daquilo que o cliente deseja quando o cliente precisa. Ou seja, o cliente “puxa” a produção, eliminando estoques, dando valor ao produto e acarretando ganhos em produtividade (Riani, 2006).

Por fim, a busca pela perfeição deve ser o objetivo constante de todos os envolvidos no fluxo de valor. Trata-se de um processo contínuo de aumento de eficiência e eficácia, em busca da perfeição. Para isso, a empresa utiliza metodologias de melhoria contínua como Kaizen, ciclo PDCA etc. (WOMACK e JONES, 2004).

2.2.2 As sete perdas do Lean Manufacturing

Perdas ou desperdícios são atividades que geram custo e não agregam nenhum valor ao produto, portanto devem ser eliminados (ANTUNES, 2008). Na visão de OHNO (1997), a Produção Enxuta é o resultado da eliminação dos setes tipos clássicos de desperdícios, também denominado de perdas, existentes dentro de uma empresa.

1. Superprodução: podem ocorrer devido à produção de quantidade excessiva ou pela produção antecipada em relação às necessidades dos estágios subsequentes da produção e do consumo (SHINGO,1996).
2. Espera: períodos nos quais os trabalhadores e/ou máquinas estão ociosos. (SHINGO,1996)

3. Transporte: estão relacionadas diretamente a qualquer atividade de movimentação de materiais que geram custos e não agregam valor ao produto. (SHINGO,1996)
4. Processo: atividades de processamento ou fabricação desnecessárias para que o produto adquira suas características básicas de qualidade, visando à geração de valor para o cliente ou usuário (ANTUNES, 2008).
5. Movimentação: movimentos desnecessários dos trabalhadores quando eles estão executando operações nas máquinas ou nas linhas de montagem (ANTUNES, 2008).
6. Produtos defeituosos: fabricação de peças e/ou produtos acabados fora da especificação de qualidade requerida pelo projeto, ou seja, que não atendem aos requisitos de qualidade necessários (ANTUNES, 2008).
7. Estoque: existência de estoques elevados de matérias-primas, material em processo e produto acabado, gerando elevados custos financeiros e em relação ao espaço físico (ANTUNES, 2008).

2.3 Ferramentas de Gestão

No desenvolvimento do estudo foram utilizadas diversas ferramentas de análise e gestão apresentadas a seguir.

2.3.1 Matriz SWOT

Segundo McCreddie (2008) a matriz *SWOT* é uma ferramenta usada para a realização de análise de ambiente e serve de base para planejamentos estratégicos e de gestão de uma organização. A matriz utiliza quatro variáveis: *Strengths* (Forças), *Weaknesses* (Fraquezas), *Oportunities* (Oportunidades) e *Threats* (Ameaças). A análise do ambiente interno incita a organização a analisar processos e métodos internos a fim de definir forças e fraquezas. Por outro lado, a análise do ambiente externo requer o entendimento do mercado em que a companhia está inserida além do ambiente político, social e econômico da cidade, estado e país onde exerce sua função para apontar oportunidades e ameaças. Para a definição de forças e fraquezas, oportunidades e ameaças procede dos resultados de uma análise combinada, na qual as condições internas devem ser sobrepostas e confrontadas com as situações do ambiente de negócios da empresa (YANAZE, 2007).

Quadro 1 - Análise SWOT




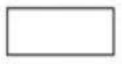





Fonte: *blog.iset.com.br* (2019)

2.3.2 Mapeamento dos processos

Segundo De Melo (2008, p. 27), a escolha do mapeamento como ferramenta de melhoria se baseia em seus conceitos e técnicas que quando empregadas de forma correta, permite documentar todos os elementos que compõem um processo e corrigir qualquer um desses elementos que esteja com problemas sendo uma ferramenta que auxilia na detecção das atividades não agregadoras de valor.

Para Rother e Shook (2000), o mapeamento é uma ferramenta que nos fornece uma figura de todo o processo de produção, incluindo atividades de valor e não agregadoras de valor. Alguns símbolos utilizados na realização dos fluxogramas estão apresentados na Figura 1.

Figura 1 - Símbolos Fluxograma

| | |
|--|--|
|  | Indica o início ou fim do processo |
|  | Indica cada atividade que precisa ser executada |
|  | Indica um ponto de tomada de decisão |
|  | Indica a direção do fluxo |
|  | Indica os documentos utilizados no processo |
|  | Indica uma espera |
|  | Indica que o fluxograma continua a partir desse ponto em outro círculo, com a mesma letra ou número, que aparece em seu interior |

Fonte: Slack (2002).

2.3.3 Tempos e Métodos

Para Barnes (1977) estudo de tempos e métodos tem como objetivo desenvolver, padronizar o sistema e o método escolhido, determinar o tempo gasto por uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando num ritmo normal, para executar uma tarefa ou operação específica e orientar o treinamento de trabalho no método perfeito. Ainda, afirma que, o objetivo de melhorar os métodos de trabalho é aumentar a produtividade (aumentando a capacidade de produção de uma operação ou grupo de operações), reduzir os custos das operações e melhorar a qualidade do produto.

O estudo de tempos evidencia a eficiência da aplicação dos recursos disponíveis no alcance dos objetivos de desempenho do trabalho. Assim, o estudo de tempos deve ser visto como um instrumento para auxiliar na detecção de problemas, e no aperfeiçoamento e acompanhamento do desempenho dos trabalhadores no sistema de produção (Vieira, 2015). Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), o estudo de tempos, ou medição do trabalho, trata-se da aplicação de técnicas estabelecidas para determinar o tempo necessário em que um trabalhador qualificado

e especificado venha realizar a tarefa em um nível definido de desempenho. Assim, esse tempo é denominado tempo-padrão para operação.

Enquanto Taylor se relacionava principalmente ao estudo de tempos, um de seus discípulos, Frank B. Gilbreth e sua esposa Lilian M. Gilbreth, expandiam os estudos de tempos para o estudo de movimentos que posteriormente desenvolveram o estudo de micro movimentos. Neste, identificaram que qualquer tarefa na produção industrial pode ser dividida em movimentos básicos, entre eles: procurar, escolher, pegar, transportar vazio, transportar cheio, pré-posicionar, posicionar, unir, separar, utilizar, soltar a carga, inspecionar, segurar, esperar, repousar e planejar.

Francischini (2010) afirma que, existem duas técnicas de observação direta do trabalho para a determinação do tempo-padrão, a cronoanálise (cronometragem) e amostragem do trabalho. A cronoanálise é uma ferramenta aplicada para cronometrar e estudar o tempo que uma pessoa leva para realizar uma operação, em um processo industrial. Assim, por meio da cronometragem, calcula-se o tempo que um operador qualificado, trabalhando em ritmo normal, executa seu trabalho sem dificuldade (BARNES, 1977). Já a amostragem do trabalho trata-se um método que consiste em fazer observações em um período maior do que na cronoanálise, porém alcançando os mesmos resultados. Francischini (2010) afirma que, a utilidade principal da amostragem do trabalho é para observação geral de um grande número de tarefas e operadores. Nesse sentido, Peinado e Graeml (2007) relatam várias utilidades para sua aplicação, podendo destacar, o proveito para estimar o tempo-padrão de uma operação sob certas circunstâncias e estimativas de tempo gasto em várias atividades exercidas pelos profissionais.

2.3.4 Diagrama de Pareto

Em todo processo de melhoria é necessário distinguir o que é importante do que é menos importante. Neste caso, o Diagrama de Pareto é uma ferramenta que, possibilita ao pesquisador elencar os problemas estratificados de acordo com suas ocorrências e ordená-los com relação a sua significância dentro do problema estudado.

Apesar de sua importância na análise de problemas esta ferramenta nada mais é do que, uma sobreposição de dois gráficos: de colunas e de linha. Os problemas

são ordenados de acordo com a quantidade de vezes em que se repetem e são representados pelas colunas, já a linha é uma curva de porcentagem acumulada.

A análise da curva da porcentagem acumulada pode ser útil para a definição de quantos tipos de defeitos devem ser atacados, para que seja possível atingir certo objetivo de resultado. (ROTONDARO, 2002). A análise do gráfico permite elencar 20% das causas que representam 80% dos problemas, a famosa teoria de 80/20.

2.3.5 Diagrama de Espaguete

O Diagrama de Espaguete é uma ferramenta *lean* que, ajuda a estabelecer o layout ideal a partir das observações das distâncias percorridas na realização de uma definida atividade ou processo (FREITAS, 2013). De acordo com Womack e Jones (1998) o Diagrama de Espaguete serve para ilustrar os desperdícios relativos ao deslocamento dos funcionários, pois trata-se de uma ferramenta que mostra o deslocamento de um produto ou o deslocamento de um operador.

O nome 'espaguete' vem da semelhança da rota desenhada (*layout*) a um prato de macarrão do tipo espaguete. Ele busca a visualização de circulação e transporte, ao longo de um fluxo durante os processos. Mostra se, o percurso traçado, foi realmente necessário para a confecção de determinado produto ou para a realização de tal processo em uma unidade (LEXICO LEAN, 2003). Torna-se possível apontar onde ocorre perda de tempo em alguma atividade ou processo e ainda auxilia a decidir sobre os próximos passos a serem tomados para melhorar a eficiência dos fluxos (FREITAS, 2013).

2.3.6 5W2H

Segundo Silva et al. (2013), a ferramenta 5W2H foi criada por profissionais da indústria automobilística do Japão como uma ferramenta auxiliar na utilização do ciclo PDCA, (*plan, do check and act*), principalmente na fase de planejamento.

Polacinski et al. (2012) descrevem que, a ferramenta consiste em um plano de ação para atividades pré-estabelecidas que precisem ser desenvolvidas com a maior clareza possível e realiza um mapeamento delas, através do objetivo central da ferramenta 5W2H, que é responder as sete questões básicas e organizá-las.

Bernardi et al. (2010) afirmam que o plano de ação desenvolvido por meio da ferramenta 5W2H deve iniciar pelo estabelecimento da meta (o quê), identificar o

responsável por atingi-la (quem), fixar prazos para que as ações gerem resultados (quando), determinar o local em que elas ocorrerão (onde), explicar as razões pelas quais as ações devam ser realizadas (por quê), determinar de que forma as ações poderão ser realizadas (como) e o impacto financeiro da sua execução (quanto).

2.4 Automação Industrial

Definimos como automação qualquer sistema, apoiado em computadores, que substitui o trabalho humano, em favor da segurança das pessoas, da qualidade dos produtos, da rapidez da produção ou da redução de custos, desta forma melhorando os complexos objetivos das indústrias e dos serviços (MORAES E CASTRUCCI, 2007).

O conceito de sistemas automatizados pode ser aplicado a vários níveis de operações de uma indústria de acordo com Ota (1984). Já para Groover (2001), cinco tipos possíveis de automação podem ser identificados em uma empresa:

- i. Nível de dispositivo – o nível mais baixo na hierarquia da automação, que compreende os sensores, atuadores e outros componentes de hardware das máquinas; por exemplo, o loop do controle de retroalimentação de um dos eixos de uma máquina CNC ou a junta de robô industrial;
- ii. Nível da máquina – os hardwares no nível dos dispositivos são montados para formar um único equipamento, por exemplo, máquinas de usinagem CNC, robôs industriais, correias transportadoras e AGV;
- iii. Nível de célula – a operação das células de manufatura se dá mediante instruções do nível da planta. As células de manufatura são compostas por grupos de máquinas ou estações de trabalho, conectadas a um sistema de manuseio de materiais, computadores e outros equipamentos de processo. Exemplos dessas funções incluem linhas de produção, despachos de peças, máquinas de carga e descarga de equipamentos e sistemas de avaliação e coleta de dados;
- iv. Nível de planta – este é o nível de fábrica ou sistema de produção. As informações são recebidas do sistema corporativo e traduzidas para planos de produção. As funções incluídas neste nível são: processamento de ordens, planejamento do processo, controle de inventário, planejamento de materiais, controle do chão de fábrica e controle de qualidade.

- v. Nível de empresa – este é o nível mais elevado, que consiste no sistema de informação corporativo. Agrupa todas as funções necessárias para o gerenciamento do marketing e vendas, finanças, pesquisa e programação-mestra de produção.

Na automação industrial o conceito de facilidade e agilidade está sempre presente, com a introdução de novas técnicas de controle de processo, a fim de aumentar a produtividade e a qualidade de produção. Alguns pesquisadores relatam que a automação industrial iniciou durante a revolução industrial, visando o aumento catastrófico da produção para suprir a necessidade das pessoas, pois o poder aquisitivo estava aumentando. Foi assim que surgiu o conceito de linha de produção e a implementação de esteiras automatizadas (SILVEIRA; SANTOS, 1999). Dentre os diversos recursos que podem ser aplicados para automatização de uma linha de produção, por exemplo, destacam-se as esteiras.

Existem dois tipos de esteiras, sendo transportadores de correias planas, aqueles cuja correia passa sobre superfícies planas ou rolos, utilizados em geral para peças ou volume de pequeno a médio porte (MOURA 1998) e transportadores sortidores que se carregam tipos variados de cargas em pontos diferentes ou não, que são descarregadas em espaços segregados ou em outros transportadores, num processo de controle e despacho automático (MOURA, 1998).

Os transportadores de correias planas são utilizados também com mesas laterais para bancadas em operações seriadas. Podem ter acessórios ou elementos de curva, operando horizontalmente a 90° ou 180° com motorização independente (MOURA, 1998). Base para linhas de produção, transporte de peças, pacotes ou até mesmo pessoas, carregamento e descarregamento ou como transporte. Suas vantagens e limitações são apresentadas no Quadro 2 abaixo.

Quadro 2 – Vantagens e Limitações Transportadores de Correias Planas

| Vantagens | Limitações |
|---|---|
| Facilidade e baixo custo operacional. | Não comportam grandes inclinações e as curvas têm custo relativamente alto. |
| Ideal para grandes fluxos. | Tem menor capacidade que as correias côncavas para material granel. |
| Grande aplicação em linhas de montagem onde combinam operações. | Defeitos localizados param toda uma linha de produção ou transporte. |
| Podem vencer grandes distâncias. | Custo de instalação mais caro que equipamento móvel, alguns casos. |
| Permitem tratar grandes cargas mesmo frágeis, em grandes volumes. | Ocupam espaço no piso quando instalado ao nível do solo. |
| Podem ser interligados com outros sistemas. | O layout não pode ser modificado com facilidade. |
| Permitem carga ou descarga em qualquer ponto de sua trajetória. | Precisam de esticadores para manter a correia plana (MOURA, 1998). |
| Possibilitam reversão no sentido do fluxo (MOURA, 1998). | |

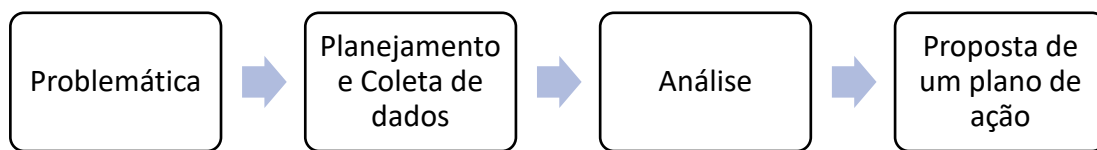
Fonte: O Autor (2020).

3. METODOLOGIA

A metodologia aplicada segue os princípios da pesquisa-ação que consiste em uma pesquisa com estreita associação a uma ação ou resolução de um problema onde o pesquisador e os participantes estão envolvidos de modo cooperativo e participativo. Este método de pesquisa apresenta o processo cíclico de cinco passos: planejamento da pesquisa, coleta de dados, análise de dados, tomada de ação e avaliação da ação, levando para outro planejamento e, assim, sucessivamente. Por meio da observação participante, o pesquisador interfere no objeto de estudo de forma cooperativa com os participantes da ação para resolver um problema e contribuir para a base do conhecimento (Turrioni e Mello, 2010).

A configuração e desenvolvimento da pesquisa depende de seus objetivos e do contexto em que é aplicada. Os objetivos são práticos e o acompanhamento depende da disponibilidade de autonomia para gerenciar e controlar a pesquisa conferida ao pesquisador. A pesquisa pode ser caracterizada como prática, visto que o contexto que está sendo estudado é um ambiente fabril real. A abordagem do estudo é quantitativa e qualitativa ao mesmo tempo. Quantitativa, visto que os pesquisadores entenderam o contexto em que a empresa está inserida e quantificaram o problema, fazendo levantamentos de tempos e dados referentes a produção. A pesquisa também é qualitativa, pois foram realizadas observações diretas com relação ao comportamento dos colaboradores em linha, houve um entendimento do funcionamento dos processos, entrevistas com membros da companhia foram efetuadas, e ainda, ferramentas de gestão foram aplicadas para mapeamento e direcionamento da pesquisa.

Para condução desta pesquisa quatro etapas foram estabelecidas, são elas:



A pesquisa foi realizada em tempo real com envolvimento direto do pesquisador e da gerente de produção responsável pelo processo produtivo e ainda contou com o acompanhamento dos diretores da organização.

Na etapa problemática e planejamento, procurou-se definir a estrutura conceitual-teórica com uma visão crítica sobre o trabalho desenvolvido pelo pesquisador. Ressalta que a importância da revisão literária está relacionada a contextualização e fundamentação dos problemas identificados com possibilidade de redirecionamento ou reformulação do problema para sua adaptação ao tema (Turrioni e Melo, 2010). Ainda no planejamento a unidade de análise e as técnicas de coleta de dados foram selecionadas. O contexto foi definido como um estudo em uma indústria nacional de pequeno porte do setor de saúde com foco em descartáveis hospitalares para hemodiálise com o objetivo de diminuir os custos fabris, focando no setor com maiores custos. Para melhor contextualização e entendimento do mercado aplicou-se uma análise *SWOT*.

A análise permitiu levantar possíveis setores e processos nos quais houvesse espaço para melhorias e que pudessem resultar em aumento na competitividade da empresa. A interação com as lideranças foi essencial para aplicação da ferramenta e identificação de setores passíveis de serem estudados. Desta forma, o setor escolhido foi a área de montagem devido aos custos envolvidos no processo e a incidência de ineficiências que geram perdas de processo, movimentação, espera e transporte. Em suma, a eficiência no processo de montagem reduz os custos de fabricação do produto e assim, aumenta a competitividade da empresa perante a concorrência internacional, uma das maiores ameaças do mercado.

Em sequência, na realização da coleta de dados, foi definido que seria interessante a fim de testar as técnicas de coleta, fazer um teste piloto. A ferramenta escolhida para coleta de dados foi a cronoanálise dos tempos de fabricação. No teste o pesquisador entrou na área de produção e acompanhou o processo fabril, passando por toda a linha de produção, fazendo questionamentos sobre os métodos e anotando observações. Em seguida, definiu-se que seria utilizado um cronômetro, uma

prancheta e uma ficha de coleta de tempo para que fosse possível observar uma colaboradora realizando suas tarefas, cronometrar os tempos de cada tarefa e anotá-los. Ainda, definiu-se que, era de suma importância se posicionar em um local que não atrapalhe o colaborador e que permita uma visualização do espaço para que as movimentações ao redor das tarefas também pudessem ser observadas. Portanto, para evitar o desconforto e o esforço excepcional dos colaboradores, o projeto foi explicado antes da tomada de tempos e foi repetido para aqueles que foram selecionados para participar. Por fim, definiu-se que, seria necessário observar os tempos em dias e horários diferentes para diminuir a probabilidade de erros na coleta.

A coleta de dados ocorreu dentro do processo em análise utilizando as técnicas previamente estabelecidas. Nesta pesquisa, foi utilizado estudo de tempos e métodos proposto por Taylor e Gilbreth para levantamento dos dados dentro do setor de montagem. Desta forma, a geração de dados primários se deu pela observação e participação ativa do pesquisador no dia a dia dos processos na organização. Os dados foram levantados através de medições e acompanhamentos com a utilização de ferramentas de auxílio, como os cronômetros e planilhas de anotações de tempos. Ainda, foram aproveitados dados secundários provindos de levantamentos e estudos anteriores a pesquisa e da experiência dos colaboradores da organização em relação aos processos estudados. O levantamento de dados foi realizado num total de sete dias, nos quais o pesquisador alternou os horários devido a variação de produtividade dos colaboradores. Ainda, para tornar a amostra mais abrangente, foram medidos tempos de diferentes operadores devido a variáveis como idade e tempo de experiência.

Em seguida, foi realizada a análise dos dados que tem como característica principal na pesquisa-ação a colaboração entre o pesquisador e os membros da organização, ou seja, ambos fazem a análise em conjunto. Neste estudo foram realizadas análises em conjunto com a gerente de produção, líderes de processo e operadores durante as tomadas de tempos e subsequente análise. Durante a tomada dos tempos foi possível observar diferentes oportunidades de melhoria como a constante movimentação desnecessária de produtos e o abandono do posto de trabalho por parte dos colaboradores que precisavam reabastecer seu posto. Todos apontamentos levantados durante esta etapa foram anotados no campo para comentários e tiveram seus tempos medidos com o intuito de entender se há ou não

necessidade de aprimoramento dos processos. A análise após o levantamento de dados foi realizada pelo pesquisador e apresentada para a gerente de produção e os diretores da empresa com o intuito de mostrar as possibilidades de aprimoramento e discutir possíveis ideias, falhas e aperfeiçoamentos.

Na pesquisa-ação, como um dos objetivos é resolver um problema técnico, o final da etapa de análise de dados se deu pela elaboração de um plano de ação. Esse plano inclui todas as recomendações para a solução do problema, indicando responsáveis pela implantação, bem como o prazo para tal. As recomendações são elaboradas de maneira conjunta entre pesquisadores e participantes da organização. Entretanto, a implantação deve partir dos participantes da organização, sendo que os pesquisadores podem intervir no processo como facilitadores das mudanças. (Turrioni e Melo, 2010). Na definição do plano de ação utilizou-se a ferramenta 5W2H com o intuito de organizar o trabalho e evitar o desvio de foco. Em sequência ao projeto, implementa-se o plano de ação definido para solução do problema levantado, realizando as mudanças necessárias de forma colaborativa com os membros da organização. O plano de ação foi definido em conjunto com a gerente de produção e um prestador de serviço externo para que o projeto fosse adaptado a realidade das instalações. Para isso foi realizada uma reunião presencial onde o terceiro conheceu as instalações e participou da formulação da proposta.

Por fim, avaliou-se os resultados de acordo com os objetivos da pesquisa previamente definidos. Esta avaliação pode ser caracterizada como uma reflexão sobre os resultados da ação, fazendo uma análise do processo para que seja possível levantar informações úteis para a finalização do ciclo. Logo, todas as etapas são registradas neste relatório com o intuito de demonstrar o desenvolvimento do estudo. Ainda, durante a realização do estudo, houve a metáfase de monitoramento que permeou todas as fases da pesquisa, operacionalizada através de reuniões entre os membros da organização e o pesquisador. A fase de metáfase teve como intuito centralizar todas as informações coletadas e discutir as interpretações, sendo que seus resultados foram registrados para garantir o aprendizado, como recomendam Turrioni e Melo, 2010.

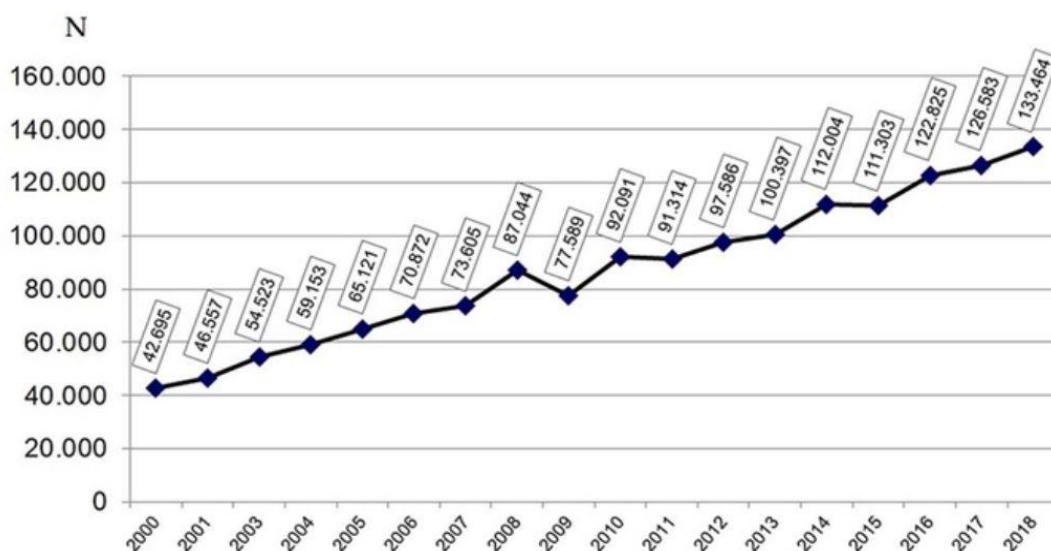
4. RESULTADOS

4.1 A problemática estudada na empresa

O estudo foi realizado em uma empresa nacional que atua na área da saúde com foco em descartáveis médico hospitalares. Nesta pesquisa será denominada Empresa X. Os produtos podem ser classificados entre descartáveis para hemodiálise, linhas de sangue arterial e venosa, e descartáveis hospitalares gravitacionais, equipos parenterais, enterais, fotossensíveis, de transfusão de sangue e parenterais livre de PVC para pacientes que realizam quimioterapia. Entretanto, a companhia tem foco de atuação nos produtos para hemodiálise, tratamento de pacientes que sofrem de doenças renais crônicas que consiste na remoção de líquido e substâncias tóxicas do sangue, fazendo a função de um rim artificial.

Segundo a Sociedade Brasileira de Nefrologia, órgão responsável pelos estudos de mercado do setor, existe um crescimento contínuo no número de pacientes tratados como mostra o Gráfico 1 abaixo, o que é traduzido em aumento na demanda de produtos no mercado.

Gráfico 1 – Número de pacientes em tratamento.



Fonte: SBN (2018).

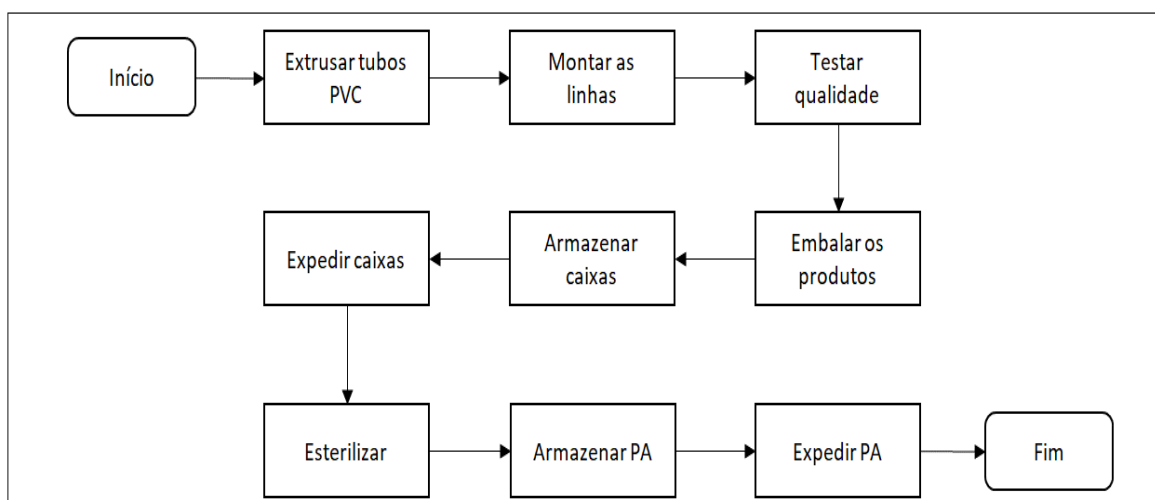
Devido a majoritária participação dos descartáveis para hemodiálise na receita da empresa, o estudo teve estes produtos como foco. Estes descartáveis são classificados entre linhas de sangue venosas (LV) e linhas de sangue arteriais (LA). Dentro dessas, existem subdivisões que caracterizam cada tipo de produto. As linhas de sangue arteriais têm diversas customizações e cada uma delas é classificada como um produto diferente. Por outro lado, as linhas de sangue venosas são universais e não sofrem grandes customizações, desta forma, é um produto único e padronizado.

Visto que para realização de uma seção de diálise é utilizado um par de linhas, a quantidade de produtos comercializados é próxima de 50% para LA e 50% para LV.

A padronização das LVs diminui os custos de produção e por isso, seu preço é mais baixo quando comparado as LAs, representando 40% do faturamento provindo dos produtos de hemodiálise. Devido a sua importância dentro do faturamento da empresa e a padronização do produto e de seus processos, o estudo teve como um dos focos a implementação de melhorias na produção de LV. Dentro da variedade de LAs, o objeto de estudo foi o modelo com maior customização e número de componentes, visto que tem uma grande representatividade no faturamento da empresa e é o produto com maior custo de fabricação. Ainda, a análise e estudo do produto mais complexo pode vir a facilitar análises posteriores em modelos mais simples.

O processo de produção das linhas tem uma sequência de macro processos, sendo eles, extrusão, montagem, embalagem e esterilização, respectivamente. Na extrusão, processo com automação no nível da máquina, a matéria prima, grânulos de PVC, é transformada em tubos de comprimentos e diâmetros variados. Após a extrusão, os tubos são transportados para área de montagem, onde são unidos a componentes pré-fabricados, fornecidos por fornecedores externos. No processo de montagem é onde se encontram 80% dos colaboradores divididos entre vários subprocessos manuais, sem automação. Após a montagem, os produtos semiacabados passam, por amostragem, pelo controle de qualidade. Em seguida são transportados para a embalagem, onde são embalados em caixas de papelão em um processo com automação em nível da máquina, misturando processos manuais e automatizados. Em seguida, as caixas são transportadas para o estoque e expedidas para a esterilização, processo realizado por terceiros e responsável por destruir todas as formas de vida microbianas que possam contaminar os produtos. Por fim, assim que os produtos retornam da esterilização, estão disponíveis para serem comercializados. Pontua-se que durante todos os processos são realizados testes de qualidade nos produtos, excluindo-se durante a esterilização, processo externo em que as caixas já estão lacradas. O Quadro 3 apresenta o fluxograma dos macros processos na produção das linhas de sangue para hemodiálise.

Quadro 3 - Fluxograma de macro processos LV e LA.



Fonte: O Autor (2020).

Com o intuito de visualizar a situação atual das instalações fabris em relação ao seu nível de automação, o pesquisador decidiu por classificá-la separando-a em macro processos. Desta maneira o processo produtivo foi dividido em extrusão, montagem, qualidade, embalagem e transporte. A classificação dos macro processos de produção com relação ao seu nível de automação seguiu parâmetros estipulados por Groover (2001), como mostra o Quadro 4 a seguir:

Quadro 4 - Nível de automação macro processos.

| Macro Processos | Nível de Automação | Observação |
|-----------------|----------------------|------------------------|
| Extrusão | Nível da máquina | Máquinas extrusoras |
| Montagem | Não há automação | Processo manual |
| Qualidade | Nível de dispositivo | Dispositivos de testes |
| Embalagem | Nível da máquina | Máquinas embaladoras |
| Transporte | Não há automação | Processo manual |

Fonte: O Autor (2020).

No processo de extrusão encontram-se as máquinas extrusoras que transformam os grânulos em tubos de PVC. Na montagem, une-se os tubos de PVC aos componentes por processos manuais, sem auxílio de maquinário. Na qualidade são utilizados alguns dispositivos de controle que medem a resistência a pressão dos produtos e a qualidade das colagens. Logo após os testes, os produtos são transportados para a embalagem, macro processo compreendido por máquinas de

embalagem. Todo processo de transporte realizado entre os macro processos é feito manualmente através de um carrinho de mão e um operador.

A inexistência de processos automatizados na área de montagem, bem como no transporte de produtos, favorece os altos custos de mão-de-obra, que chegam a representar 30% dos custos finais do produto. Portanto, existe oportunidades de desenvolver o setor com investimentos relativamente baixos, visto que estes macro processos não estão sequer no primeiro nível de automação, o nível de dispositivo.

Analisando o setor de montagem, a demanda é de uma produção mensal de 400.000 unidades de linhas para hemodiálise, sendo metade LV e a outra metade LA. Desta forma, considerando um mês de trabalho com 20 dias úteis, infere-se que a demanda produtiva em 10 dias é de 200.000 LV e nos 10 dias restantes 200.000 LA. O setor funciona em turnos de 8 horas e 45 minutos de segunda a sexta-feira, e diversos funcionários, entre operadores, supervisores, líderes, gerentes e técnicos, estão envolvidos em seus processos. Os macro processos não divergem na produção de linhas venosas ou arteriais.

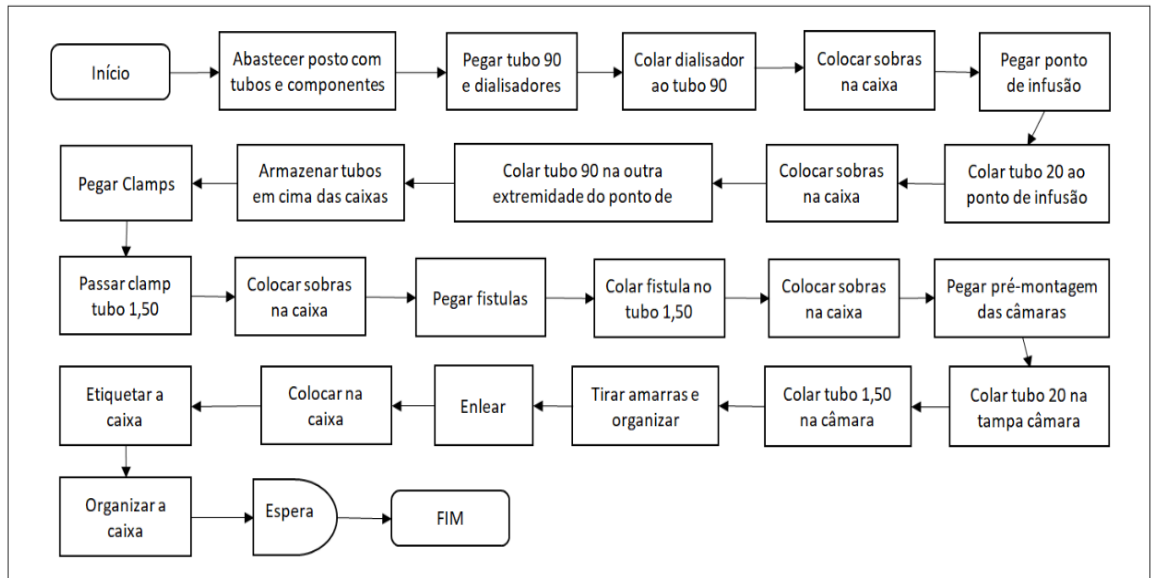
A eficiência no setor é extremamente necessária devido aos altos custos relacionados a mão-de-obra, tempos de espera e atendimento da demanda. Desta forma, levanta-se a possibilidade do estudo e implementação de automatizações de dispositivo e máquina no setor de montagem e transporte.

4.1.1 Processo de Montagem das Linhas Venosas (LVs)

O processo de montagem das linhas venosas é caracterizado por um conjunto de tarefas manuais de colagem dos tubos e componentes, transporte do produto e controle de qualidade. A montagem é dividida em duas macros etapas, a primeira chamada de pré-montagem, onde uma parte do produto é pré montada para a etapa seguinte. Esta é dividida em 4 subtarefas e realizada por dois colaboradores. A etapa de montagem final, é caracterizada pela agregação de tubos e componentes à pré montagem, formada por 24 tarefas é realizada em sua completude por um colaborador. Além destas macros etapas, existem outras atividades que permeiam o processo, sendo elas de transporte e movimentação de tubos e componentes e atividade de controle da qualidade que ocorrem durante a montagem e ao final, antes de seguirem para área de embalagem. Assim, o estudo teve como foco a montagem final das linhas, onde variáveis como tempo e custo tem maior influência sobre o custo

final do produto. Figura 1 apresenta fluxograma detalhado com o processos de montagem final.

Figura 2 - Fluxograma Venosa.

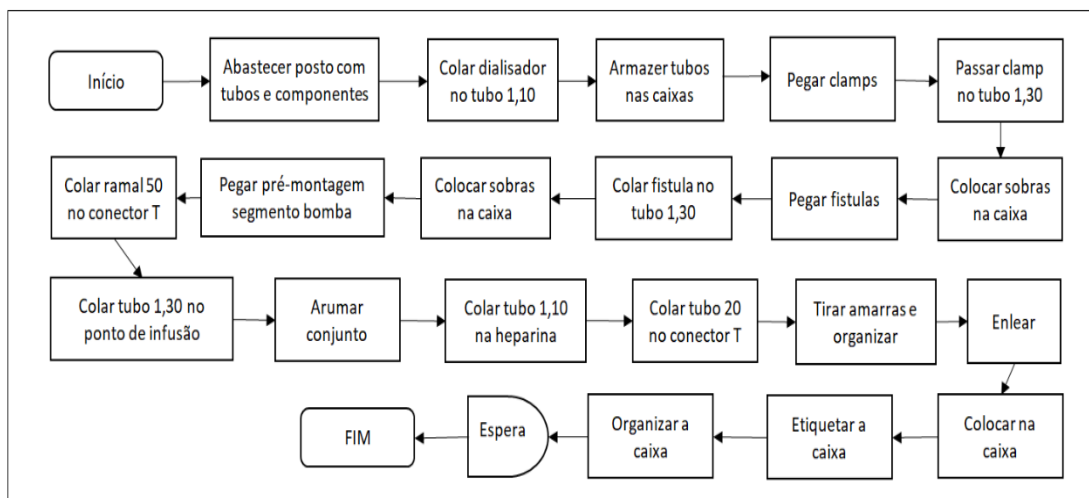


Fonte: O Autor (2020).

4.1.2 Processo de montagem das Linhas Arteriais (LAs)

O processo de montagem das linhas arteriais se assemelha muito ao processo das linhas venosas com diferenciação na quantidade de tarefas realizadas nos processos de pré-montagem e montagem final. Por sua vez, estes processos contam com 11 e 21 tarefas, respectivamente. Destaca-se a maior complexidade de manuseio dos produtos visto que o número de componentes da linha arterial é maior, acarretando maiores perdas de movimentação, transporte e organização do produto no posto de trabalho. Assim, são necessários mais postos de trabalho para produzir a mesma quantidade. Como nas linhas venosas, o estudo teve como foco a montagem final das linhas. Figura 2 apresenta fluxograma com os respectivos processos.

Figura 3 - Fluxograma Arterial.



Fonte: O Autor (2020).

4.2 Planejamento da coleta de dados

O planejamento da coleta de dados foi composto de um teste piloto, seguido por uma etapa de ajustes no protocolo. Estes ajustes foram compostos de observações e experiências práticas vividas durante o piloto. Com o intuito de ajustar a coleta, destacou-se a importância de fazer observações constantes sobre a tarefa observada, mas também sobre os processos que rodeiam a mesma. A importância do teste piloto se relaciona a quantidade de tarefas e processos que permeiam o processo principal e nem sempre são enumerados pela equipe de trabalho. A possibilidade de ocorrência de imprevistos é minimizada com a realização do piloto que incita uma observação tranquila da realidade do trabalho no chão de fábrica e levanta dados para aperfeiçoar a coleta e minimizar a probabilidade de erros.

A coleta de dados piloto utilizou a cronoanálise como método de medição do trabalho. O primeiro passo foi obter e registrar as informações sobre a operação e o operador em estudo. Para facilitar a visualização do processo de montagem das linhas de sangue arteriais e venosas foram desenhados fluxogramas específicos para cada produto visto que apresentam diferenças durante o processo (Figuras 1 e 2).

A partir do levantamento das tarefas realizadas pelos operadores foi possível observar os movimentos e dividir o processo em subtarefas que facilitaram a visualização de todos os movimentos e adequaram a medição dos tempos. Em seguida, montou-se uma ficha de coleta de tempos onde as tarefas foram listadas ordenadamente para que os dados levantados nas tomadas de tempos pudessem ser

anotados. A ficha foi utilizada pelo pesquisador durante a coleta de dados piloto como objeto de organização do trabalho e facilitou a visualização dos processos e a realização de anotações. Além da lista de subtarefas a ficha continha cabeçalho com nome do pesquisador, nome da gerente, nome do operador, data e hora, informações importantes para análises futuras. Além disso foram adicionadas três colunas para que cada tarefa pudesse ser medida três vezes (t1, t2 e t3) e ao final uma coluna com espaço para comentários que o pesquisador julgasse relevante, como apresentado na Figura 4.

Figura 1- Ficha de coleta de tempos.

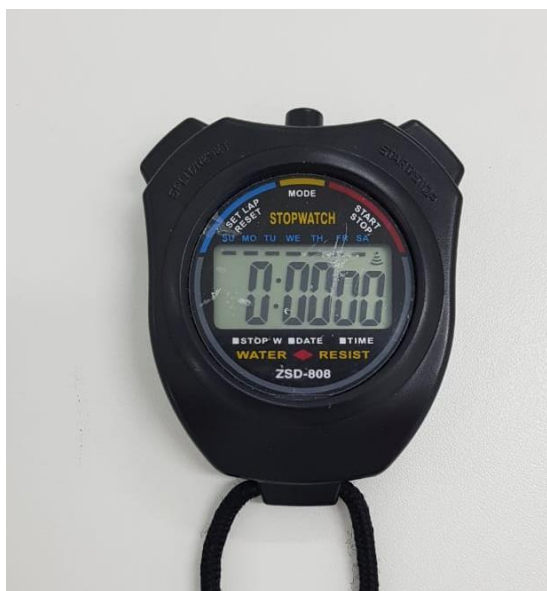
| | | | | | |
|--------------|---------|-------|----|----------|-------------|
| Pesquisador: | | Data: | | Produto: | |
| Gerente: | | Hora: | | | |
| Colaborador: | | | | | |
| | Tarefas | T1 | T2 | T3 | Comentários |
| | 1 | | | | |
| | 2 | | | | |
| | 3 | | | | |
| | 4 | | | | |
| | 5 | | | | |
| | 6 | | | | |
| | 7 | | | | |
| | 8 | | | | |
| | 9 | | | | |
| | 10 | | | | |

Fonte: O Autor (2020).

Com a ficha de coleta de tempos montada o pesquisador teve que encontrar uma posição favorável para a observação do trabalho e a medição dos tempos. Ressalta-se que é importante se posicionar de maneira que seja possível observar os movimentos, cronometrar os tempos e anotar os dados sem que o operador se sinta pressionado e mude seu ritmo de trabalho. Para medir os tempos foi utilizado um

cronômetro. O cronômetro é um relógio de precisão que se usa para medir frações de tempo bastante pequenas, como milésimos de segundo. Julgou-se necessária a utilização de apenas um cronômetro visto que a quantidade inicial de tarefas descrita pela gerente era pequena. O cronômetro utilizado está representado na Figura 5 abaixo:

Figura 2 – Cronômetro.



Fonte: O Autor (2020).

4.2.1 Teste piloto da coleta de dados

O teste piloto foi realizado em uma quarta-feira data de 24/06 no período da manhã e teve duração de três horas, começando as oito horas e trinta minutos e terminando às onze horas e trinta minutos. O teste foi realizado com a utilização de um cronômetro, uma prancheta e uma ficha de coleta de tempos. Em um primeiro momento, a sequência das atividades foi apresentada e o pesquisador observou diferentes colaboradores realizando as tarefas. Em seguida, o pesquisador anotou a sequência de tarefas na ficha de coleta de tempos e com indicação da gerente de produção, um colaborador iniciou o trabalho e a cronometragem foi iniciada.

Durante as cronometragens, os tempos eram anotados após a realização de cada tarefa. Observou-se uma dificuldade em medir os tempos entre tarefas em que

o colaborador organizava o posto de trabalho, abastecendo com os componentes específicos. Ainda, foi difícil pausar, zerar e retomar o cronômetro visto que o espaço de tempo entre as tarefas é representado por segundos. Assim, ressalta-se a dificuldade de medir os tempos entre tarefas pela agilidade dos operadores e a necessidade de manusear o cronômetro. Por outro lado, o processo de montagem final completo leva entre vinte e trinta minutos, o que permite fazer sucessivas tomadas de tempo. Ainda, durante o teste piloto foi possível observar diversas dificuldades no trabalho e tarefas que não agregam valor e tomam tempo do colaborador. Por sua vez, foi possível perceber que a sequência de tarefas inicial explicada pela gerente gerava uma grande quantidade de subtarefas que não estavam mapeadas. Desta forma, foi necessário reorganizar a ficha de coleta de tempos para que todos os processos fossem mensurados e medidos.

Conclui-se que o teste piloto de coleta de dados foi essencial para levantar aprendizados e entender o processo macro e micro na produção das linhas. Com todas as vantagens e desvantagens levantadas, tornou-se possível organizar a coleta de dados para evitar perdas de tempo e erros de medição.

4.2.2 A coleta de dados

A coleta de dados se deu pelo estudo de tempos e movimentos proposto por Taylor e Gilbreth visando definir o tempo necessário para a execução de um processo determinado, por meio de um método eficiente e realizado por um operador qualificado e habituado a determinada prática. Seguindo o estudo de tempos e métodos foi utilizada a cronoanálise como método de medição do trabalho.

A partir do teste piloto de coleta de dados foi possível obter um relatório completo com a listagem de todos os processos e subprocessos envolvidos na montagem das linhas. Ainda, observou-se a necessidade de focar a medição nas tarefas principais ou nas subtarefas, impossibilitando a realização de ambos no mesmo ciclo de atividades devido aos tempos das subtarefas serem representados por frações de segundo em que não é possível anotar o tempo tomado na realização da tarefa anterior, na subtarefa e recomeçar o cronômetro em tempo para mediar a próxima etapa. Levantou-se a possibilidade de envolver um colaborador na tomada de tempos para que fosse possível medir com exatidão todas as tarefas. Assim, as

responsabilidades foram divididas e o pesquisador e o colaborador focaram em tarefas diferentes.

Além disso, com a tomada de tempos inicial foi possível determinar o número de ciclos a serem cronometrados para obtenção de um resultado confiável. Para o estudo em questão foi determinado que seriam realizadas dez observações em dias e horários diferentes para garantir a eficiência no levantamento dos dados e abranger diferentes etapas do dia levando em consideração que pode haver cansaço do operador com o decorrer do tempo. Por fim, a coleta de dados foi realizada em oito dias diferentes, em horários variados no período da manhã e da tarde e com colaboradores diferentes.

Conforme Quadro 5 foram mapeadas vinte e nove tarefas que representam a montagem da linha venosa. Cada uma das tarefas foi cronometrada dez vezes e foram observados quatro colaboradores diferentes. Além disso, as cronometragens foram realizadas em cinco dias diferentes e com variações nos horários. As medições foram realizadas no início, meio e fim da manhã e no começo, meio e fim da tarde. Os comentários realizados pelo pesquisador se referem a ocorrências observadas durante o processo de coleta de dados, onde foi possível observar sobras de materiais, falta de padronização, problemas ergonômicos e atividades que hoje são necessárias, mas que atrasam o processo. Salienta-se que as observações práticas permitiram ao pesquisador reconhecer tarefas que não agregam valor ao processo e podem ser classificadas como desperdícios, devendo ser eliminadas, e outras que não agregam valor, mas são necessárias, estas podem ser substituídas por outros métodos mais eficientes.

Quadro 5 - Ficha Coleta de Tempos Linha Venosa.

| Pesquisador: 1 | | 13/ago | 13/ago | 13/ago | 14/ago | 17/ago | 17/ago | 20/ago | 20/ago | 21/ago | 21/ago | | | |
|----------------------------|---|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|---|--|
| Gerente: 1 | | 07:30 | 13:30 | 16:00 | 10:00 | 09:00 | 15:00 | 08:00 | 14:00 | 09:00 | 15:30 | | | |
| Colaborador: 1 / 2 / 3 / 4 | | Linha Venosa | | | | | | | | | | | | |
| Tarefas | | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | Média | Comentários | |
| 1 | Transportar | 43 | 52 | 49 | 50 | 40 | 43 | 52 | 47 | 49 | 51 | 47,6 | Transporte ineficiente e não ergonômico | |
| 2 | Abastecer local de trabalho com os tubos | 45 | 50 | 54 | 52 | 50 | 48 | 50 | 45 | 50 | 58 | 50,2 | Por muitas vezes colaborador abandona posto | |
| 4 | Pegar tubo de 90 | 20 | 23 | 22 | 21 | 25 | 27 | 25 | 23 | 25 | 26 | 23,7 | | |
| 5 | Pegar dialisador | 17 | 20 | 19 | 18 | 18 | 15 | 17 | 16 | 15 | 18 | 17,3 | Difícil acertar a quantidade certa, processo manual | |
| 6 | Colar dialisador ao tubo de 90 | 89 | 100 | 98 | 90 | 83 | 108 | 89 | 86 | 90 | 93 | 92,6 | | |
| 7 | Colocar dialisadores que sobraram na caixa | 11 | 15 | 13 | 14 | 10 | 15 | 16 | 14 | 16 | 18 | 14,2 | Sempre há sobras | |
| 8 | Pegar ponto de infusão | 13 | 15 | 12 | 15 | 10 | 12 | 15 | 14 | 15 | 17 | 13,8 | Difícil acertar a quantidade certa, processo manual | |
| 9 | Colar tubo 20 ao ponto de infusão | 96 | 104 | 100 | 105 | 90 | 94 | 115 | 105 | 110 | 109 | 102,8 | | |
| 10 | Colocar pontos de infusão que sobraram na caixa | 32 | 35 | 30 | 34 | 33 | 32 | 30 | 27 | 28 | 30 | 31,1 | Sempre há sobras | |
| 11 | Colar tubo 90 c/ dialisador outra extremidade do ponto de infusão | 97 | 108 | 105 | 107 | 87 | 98 | 115 | 90 | 107 | 110 | 102,4 | | |
| 12 | Armazenar tubos em cima das caixas | 20 | 23 | 22 | 22 | 25 | 22 | 25 | 24 | 30 | 28 | 24,1 | Movimentação não é ergonômica | |
| 13 | Pegar clamps | 21 | 25 | 22 | 24 | 18 | 23 | 26 | 24 | 28 | 30 | 24,1 | Difícil acertar a quantidade certa, processo manual | |
| 14 | Passar clamp no tubo 1,50 | 130 | 120 | 130 | 170 | 130 | 135 | 103 | 106 | 114 | 117 | 125,5 | | |
| 15 | Guardar clamps restantes | 10 | 12 | 11 | 10 | 13 | 15 | 14 | 13 | 15 | 16 | 12,9 | Sempre há sobras | |
| 16 | Pegar fistulas | 14 | 16 | 14 | 15 | 15 | 20 | 18 | 17 | 18 | 15 | 16,2 | Difícil acertar a quantidade certa, processo manual | |
| 17 | Colar fistula no tubo 1,50 | 103 | 112 | 110 | 100 | 116 | 66 | 105 | 93 | 95 | 94 | 99,4 | | |
| 18 | Guardar fistulas restantes | 10 | 14 | 12 | 13 | 14 | 15 | 13 | 14 | 15 | 14 | 13,4 | Sempre há sobras | |
| 19 | Pegar pré-montagem da câmara | 14 | 16 | 14 | 15 | 16 | 17 | 17 | 16 | 16 | 17 | 15,8 | | |
| 20 | Colar tubo 20 na tampa da câmara | 130 | 145 | 135 | 140 | 135 | 140 | 138 | 110 | 119 | 170 | 136,2 | | |
| 21 | Colar tubo 1,50 na extremidade livre da câmara | 141 | 146 | 143 | 144 | 135 | 137 | 106 | 114 | 115 | 150 | 133,1 | | |
| 22 | Tirar amarras e organizar as linhas | 8 | 12 | 10 | 11 | 10 | 12 | 30 | 35 | 37 | 40 | 20,5 | Demorado, os nós são fortes, difícil de tirar manualmente | |
| 23 | Enlear as linhas | 708 | 712 | 716 | 710 | 705 | 709 | 729 | 717 | 710 | 750 | 716,6 | | |
| 24 | Colocar linhas na caixa | 49 | 53 | 55 | 52 | 45 | 49 | 43 | 40 | 39 | 42 | 46,7 | Processo deve ser eliminado | |
| 25 | Colocar etiqueta na caixa | 12 | 13 | 12 | 14 | 12 | 15 | 10 | 12 | 13 | 14 | 12,7 | Processo para controle, deve ser substituído | |
| 26 | Organizar caixas | 9 | 10 | 12 | 10 | 12 | 13 | 10 | 11 | 12 | 11 | 11 | Processo deve ser eliminado | |
| 27 | Levar caixas para local de espera | 227 | 232 | 235 | 230 | 225 | 230 | 225 | 223 | 220 | 225 | 227,2 | Processo deve ser eliminado | |
| 28 | Transporte para embalagem | 125 | 136 | 145 | 143 | 120 | 170 | 120 | 127 | 130 | 200 | 141,6 | Processo deve ser substituído | |
| 29 | Troca de esponja | 12 | 15 | 11 | 13 | 10 | 15 | 13 | 14 | 16 | 17 | 13,6 | | |
| 30 | Montar a linha inteira | 1605 | 1533 | 1630 | 1580 | 1590 | 1570 | 1560 | 1549 | 1580 | 1570 | 1577 | | |

Fonte: O Autor (2020).

Já no Quadro 6 foram mapeadas vinte e quatro tarefas que, por sua vez, representam o processo de montagem da linha arterial. Assim como na linha venosa, as tarefas foram cronometradas dez vezes, porém desta vez as medições foram coletadas em seis dias diferentes. As variações de horário também estiveram presentes e variaram da mesma forma, começo, meio e fim do período matutino e vespertino. Ainda, diferentes comentários foram feitos a partir da observação direta do processo. Observou-se que por muitas vezes as distâncias para transporte de materiais e componentes eram longas e poderiam ser encurtadas.

Ainda mais, observou-se a ocorrência de movimentos não ergonômicos que podem atrasar o processo e principalmente afetar a saúde do colaborador. Além disso, houve sobras em diferentes processos e falta de padronização em processos manuais que acarretam atrasos na montagem. Levantou-se a possibilidade da eliminação de alguns processos que não agregam valor ao produto e podem ser classificados como desperdícios de processo, transporte e espera. Por outro lado, existem tarefas que não agregam valor ao produto, mas são necessárias no processo, estas podem ser substituídas por outras mais eficientes que agilizem a montagem dos produtos.

Quadro 6 - Ficha Coleta de Tempos Linha Arterial.

| | Pesquisador 1 | 13/ago | 13/ago | 13/ago | 14/ago | 17/ago | 17/ago | 18/ago | 19/ago | 19/ago | 24/ago | | |
|----|--|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|
| | Gerente 1 | 08:00 | 10:30 | 15:00 | 07:30 | 10:00 | 14:30 | 08:00 | 13:00 | 16:00 | 08:00 | | |
| | Colaborador: 1/2/3/4 | Linha Arterial | | | | | | | | | | | |
| | Tarefas | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | Média | Comentários |
| 1 | Transportar conjunto segmento bomba | 26 | 30 | 35 | 25 | 25 | 40 | 39 | 38 | 42 | 52 | 36,91 | Encurtar distâncias |
| 2 | Transportar ramal 50 cm | 15 | 20 | 25 | 18 | 20 | 23 | 30 | 28 | 31 | 30 | 24,45 | Encurtar distâncias |
| 3 | Transportar ponto de infusão com tubo 20 cm | 22 | 30 | 32 | 24 | 25 | 22 | 29 | 27 | 30 | 29 | 27,36 | Encurtar distâncias |
| 4 | Colar tubo 110 cm dialisador | 89 | 100 | 95 | 90 | 87 | 98 | 107 | 100 | 102 | 99 | 97,00 | |
| 5 | Armazenar tubos em cima das caixas | 45 | 50 | 52 | 40 | 40 | 47 | 45 | 39 | 40 | 39 | 43,45 | Movimentos não ergonômicos |
| 6 | Pegar clamps | 21 | 25 | 30 | 24 | 18 | 23 | 25 | 23 | 24 | 26 | 24,00 | Difícil acertar a quantidade certa, processo manual |
| 7 | Passar clamp no tubo 1,30 | 130 | 120 | 130 | 120 | 130 | 135 | 110 | 120 | 170 | 120 | 130,45 | |
| 8 | Guardar clamps restantes | 12 | 20 | 15 | 13 | 13 | 15 | 18 | 16 | 17 | 18 | 16,09 | Sempre há sobras |
| 9 | Pegar fistulas | 16 | 20 | 18 | 15 | 15 | 20 | 19 | 16 | 19 | 20 | 17,82 | Difícil acertar a quantidade certa, processo manual |
| 10 | Colar fistula no tubo 1,30 | 112 | 103 | 115 | 110 | 116 | 119 | 109 | 110 | 116 | 110 | 112,27 | |
| 11 | Guardar fistulas restantes | 10 | 15 | 12 | 10 | 18 | 15 | 16 | 19 | 17 | 15 | 14,82 | Sempre há sobras |
| 12 | Pegar pré-montagem do segmento bomba | 14 | 15 | 20 | 14 | 16 | 17 | 15 | 15 | 16 | 15 | 15,82 | |
| 13 | Colar ramal de 50 cm no conector T | 178 | 230 | 180 | 179 | 173 | 179 | 160 | 171 | 168 | 170 | 178,09 | |
| 14 | Colar tubo 1,30 na extrem. Livre ponto infusão | 98 | 100 | 105 | 99 | 102 | 116 | 103 | 104 | 110 | 109 | 105,27 | |
| 15 | Arrumar conjunto segmento sobre a mesa | 149 | 157 | 160 | 150 | 153 | 150 | 153 | 154 | 155 | 153 | 154,00 | Trabalhoso, pensar em melhorias |
| 16 | Colar tubo de 1.10 cm na extremidade conector heparina | 140 | 154 | 150 | 135 | 130 | 135 | 129 | 130 | 140 | 138 | 138,55 | |
| 17 | Colar tubo 20 cm na extrem . livre do conector T | 107 | 110 | 115 | 100 | 105 | 109 | 100 | 107 | 170 | 164 | 123,36 | |
| 18 | Tirar amarras e organizar as linhas | 10 | 15 | 13 | 8 | 12 | 15 | 28 | 17 | 18 | 17 | 15,64 | Demorado, pensar em facilitar |
| 19 | Enlear as linhas | 770 | 735 | 730 | 720 | 747 | 754 | 714 | 730 | 710 | 730 | 732,45 | |
| 20 | Colocar linhas na caixa | 50 | 55 | 52 | 48 | 45 | 49 | 43 | 44 | 42 | 40 | 46,36 | Processo deve ser eliminado |
| 21 | Colocar etiqueta na caixa | 12 | 15 | 13 | 10 | 10 | 15 | 10 | 13 | 15 | 14 | 13,00 | Processo para controle, deve ser substituído |
| 22 | Organizar caixas | 9 | 12 | 10 | 8 | 15 | 13 | 14 | 15 | 16 | 15 | 13,09 | Processo deve ser eliminado |
| 23 | Levar caixas para local de espera | 230 | 238 | 235 | 227 | 228 | 237 | 225 | 185 | 225 | 227 | 226,09 | Processo deve ser eliminado |
| 24 | Transporte para embalagem | 140 | 143 | 136 | 130 | 156 | 150 | 162 | 124 | 161 | 160 | 148,27 | Processo deve ser substituído |

Fonte: O Autor (2020).

4.3 Análise

Em um primeiro momento, buscou-se analisar o contexto da empresa com relação as suas fortalezas e fraquezas internas, bem como as oportunidades e ameaças relacionadas ao mercado externo e seus concorrentes. Para isso, utilizou-se a ferramenta de análise *SWOT*, apresentada no Quadro 7. Como a ferramenta requer conhecimento sobre os concorrentes e o mercado em que a empresa está inserida, o levantamento foi feito em conjunto com os diretores da companhia devido a experiência de mercado e a visão holística do processo produtivo.

Quadro 7 - Análise *SWOT*.

| | |
|---|---|
| <p>Strengths (Forças)</p> <ul style="list-style-type: none">• Imagem da marca de qualidade e disponibilidade• Referência nacional em linhas de hemodiálise• Entrega rápida dos pedidos• Preço competitivo• Posse de estrutura física• Capacidade produtiva para crescimento da demanda• Software integrado para gerenciamento de informação• Bom clima organizacional | <p>Weaknesses (Fraquezas)</p> <ul style="list-style-type: none">• Portfólio incompleto• Produção não automatizada• Tamanho em relação a concorrência• Inexistência do trabalho com dados para diagnósticos e análises do mercado• Ausência de planejamento estratégico estruturado com planos de metas e ações• Grande parte dos profissionais sem alto nível de qualificação• Treinamentos limitados a técnica• Recursos financeiros limitados |
| <p>Opportunities (Oportunidades)</p> <ul style="list-style-type: none">• Crescimento do número de pacientes• Conscientização das clínicas para o não reprocessamento• Necessidade das clínicas e pacientes de mais produtos e serviços além dos já ofertados• Exportação para outros países | <p>Threats (Ameaças)</p> <ul style="list-style-type: none">• Variação cambial nos preços da matéria-prima• Legislação instável e desfavorável• Oligopólio da concorrência• Projeção de retração na economia• Entrada de novos e fortes concorrentes como a China• Avanços na medicina que impliquem na mudança de método para tratamento• Aumento expressivo de transplantes de rim |

Fonte: O Autor (2020).

A análise *SWOT* permite concluir que a redução dos custos fabris pode trazer maior competitividade e abrir portas para novas oportunidades, como a exportação de produtos. Ainda, com capacidade produtiva maior do que a utilizada, a automação pode trazer maior eficiência para que a empresa fidelize mais clientes entregando seus produtos com preço competitivo, qualidade e no tempo certo. A redução de custos aumenta a competitividade da companhia acarretando o aumento da margem e possibilitando a diminuição do preço final, caso necessário.

A coleta de dados e aplicação do fluxograma permitiram identificar problemáticas e levantar os maiores detratores no processo de montagem final da linha. Com os tempos cronometrados e o processo observado, foi possível classificar as tarefas que agregam valor, aquelas que contribuem às atribuições físicas do produto e são valorizadas pelo cliente, que não agregam valor, tarefas que não resultam em atribuições observadas como agregadoras de valor pelo cliente mas que podem ser necessárias ao processo de produção atual e tarefas de transporte, controle, espera e estoque que por vezes podem ser classificadas como desperdícios.

Conforme Quadro 8, no processo de montagem da linha venosa observa-se que das vinte e seis tarefas que compõem o processo apenas oito foram classificadas como agregadoras de valor enquanto quinze não são agregadoras de valor, duas são de transporte e uma de controle.

Quadro 8 - Análise Processo Linha Venosa

Análise do Processo

| MÉTODO : | Processo: Montagem final | | _____ Folhas | | | Nome do gestor responsável: Mara | | | | | | | | | | N° Estudo | | | | |
|----------|---|--|----------------|------------------|------------|----------------------------------|--------|---------|-----------|------------|-----------|----------|----------|----------|----------|-----------|------------|--|--|--|
| | Produto analisado | | Folha n° | | | Início : | | | | | | | | | | | | | | |
| | Linha Venosa | | Valor Agregado | Valor não Agreg. | Transporte | Contrôle | Espera | Estoque | Distância | Quantidade | Tempo (s) | Per que? | Eliminar | Combinar | Permutar | Melhorar | Substituir | | | |
| 1 | Transportar | | ⊙ | ○ | ➡ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 47,6 | | | | | | X | | | |
| 2 | Abastecer local de trabalho com os tubos | | ⊙ | ● | ↔ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 50,2 | | | | | | X | | | |
| 3 | Pegar tubo de 90 | | ⊙ | ● | ↔ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 24 | | | | X | | | | | |
| 4 | Pegar dialisador | | ⊙ | ● | ↔ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 17 | | | | X | | | | | |
| 5 | Colar dialisador ao tubo de 90 | | ● | ○ | ↔ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 93 | | | | | | | | | |
| 6 | Colocar dialisadores que sobraram na caixa | | ⊙ | ● | ↔ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 14 | | | | X | | | | | |
| 7 | Pegar ponto de infusão | | ⊙ | ● | ↔ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 14 | | | | X | | | | | |
| 8 | Colar tubo 20 ao ponto de infusão | | ● | ○ | ↔ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 103 | | | | | | | | | |
| 9 | Colocar pontos de infusão que sobraram na caixa | | ⊙ | ● | ↔ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 31 | | | | X | | | | | |
| 10 | Colar tubo 90 com dialisador na outra extremidade do ponto de infusão | | ● | ○ | ↔ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 102 | | | | | X | | | | |
| 11 | Armazenar tubos em cima das caixas | | ⊙ | ● | ↔ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 24 | | | | | | X | | | |
| 12 | Pegar clamps | | ⊙ | ● | ↔ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 24 | | | | X | | | | | |
| 13 | Passar clamp no tubo 1,50 | | ● | ○ | ↔ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 126 | | | | | | | | | |
| 14 | Guardar clamps restantes | | ⊙ | ● | ↔ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 13 | | | | X | | | | | |
| 15 | Pegar fistulas | | ⊙ | ● | ↔ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 16 | | | | X | | | | | |
| 16 | Colar fistula no tubo 1,50 | | ● | ○ | ↔ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 99 | | | | | | | | | |
| 17 | Guardar fistulas restantes | | ⊙ | ● | ↔ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 13 | | | | X | | | | | |
| 18 | Pegar pré-montagem da câmara | | ⊙ | ● | ↔ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 16 | | | | X | | | | | |
| 19 | Colar tubo 20 na tampa da câmara | | ● | ○ | ↔ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 136 | | | | | | | | | |
| 20 | Colar tubo 1,50 na extremidade livre da câmara | | ● | ○ | ↔ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 133 | | | | | | | | | |
| 21 | Tirar amarras e organizar as linhas | | ⊙ | ● | ↔ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 21 | | | | X | | | | | |
| 22 | Enlear as linhas | | ● | ○ | ↔ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 717 | | | | | | | | | |
| 23 | Colocar linhas na caixa | | ⊙ | ● | ↔ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 47 | X | | | | | | | | |
| 24 | Colocar etiqueta na caixa | | ⊙ | ○ | ↔ | ■ | ▷ | ▽ | | 50 | 13 | | | X | | | | | | |
| 25 | Organizar caixas | | ⊙ | ● | ↔ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 11 | X | | | | | | | | |
| 26 | Levar caixas para local de espera | | ⊙ | ○ | ➡ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 227,2 | X | | | | | | | | |

Fonte: O Autor (2020).

No Quadro 9, classificam-se as tarefas da montagem final da linha arterial. Dentre as vinte e três tarefas apenas oito são agregadoras de valor, enquanto dez não agregam valor, quatro são de transporte e uma de controle.

Quadro 9 - Análise Processo Linha Arterial.

Análise do Processo

| Processo: Montagem das linhas | | _____ Folhas | | | | | | Nome do gestor responsável: Mara | | N° Estudo | | | | | |
|-------------------------------|--|----------------|------------------|------------|----------|--------|---------|----------------------------------|------------|-----------|----------|----------|----------|----------|------------|
| Produto analisado | | Folha n° | | | | | | Início : | | | | | | | |
| MÉTODO : ATUAL | | Valor Agregado | Valor não Agreg. | Transporte | Contrôle | Espera | Estoque | Distância | Quantidade | Tempo (s) | Por que? | Combinar | Permutar | Melhorar | Substituir |
| | | | | | | | | | | | Eliminar | | | | |
| | MONTAGEM FINAL | ⊙ | ○ | ⇨ | □ | ▷ | ▽ | | | | | | | | |
| 1 | Transportar conjunto segmento bomba | ⊙ | ○ | ⇨ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 36.9 | | | | X | |
| 2 | Transportar ramal 50 cm | ⊙ | ○ | ⇨ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 24.5 | | | | X | |
| 3 | Transportar ponto de infusão com tubo 20 cm | ⊙ | ○ | ⇨ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 27.4 | | | | X | |
| 4 | Colar tubo 110 cm dialisador | ⊙ | ○ | ⇨ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 97.0 | | | | | |
| 5 | Armazenar tubos em cima das caixas | ⊙ | ● | ⇨ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 43.5 | | | | | X |
| 6 | Pegar clamps | ⊙ | ● | ⇨ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 24.0 | | | | | |
| 7 | Passar clamp no tubo 1,30 | ⊙ | ○ | ⇨ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 130.5 | | | | | |
| 8 | Guardar clamps restantes | ⊙ | ● | ⇨ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 16.1 | | | | X | |
| 9 | Pegar fistulas | ⊙ | ● | ⇨ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 17.8 | | | | X | |
| 10 | Colar fistula no tubo 1,30 | ⊙ | ○ | ⇨ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 112.3 | | | | | |
| 11 | Guardar fistulas restantes | ⊙ | ● | ⇨ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 14.8 | | | | X | |
| 12 | Pegar pré-montagem do segmento bomba | ⊙ | ● | ⇨ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 15.8 | | | | | |
| 13 | Colar ramal de 50 cm no conector T | ⊙ | ○ | ⇨ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 178.1 | | | | | |
| 14 | Colar tubo 1,30 na extrem. Livre ponto infusão | ⊙ | ○ | ⇨ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 105.3 | | | | | |
| 15 | Arrumar conjunto segmento sobre a mesa | ⊙ | ● | ⇨ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 154.0 | | | | X | |
| 16 | Colar tubo de 1.10 cm na extremidade conector heparina | ⊙ | ○ | ⇨ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 138.5 | | | | | |
| 17 | Colar tubo 20 cm na extrem. livre do conector T | ⊙ | ○ | ⇨ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 123.4 | | | | | |
| 18 | Tirar amarras e organizar as linhas | ⊙ | ● | ⇨ | □ | ▷ | ▽ | | 3 | 15.6 | | | | X | |
| 19 | Enlear as linhas | ⊙ | ○ | ⇨ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 732.5 | | | | | |
| 20 | Colocar linhas na caixa | ⊙ | ● | ⇨ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 46.4 | X | | | | |
| 21 | Colocar etiqueta na caixa | ⊙ | ○ | ⇨ | ■ | ▷ | ▽ | | 50 | 13.0 | | | | | X |
| 22 | Organizar caixas | ⊙ | ● | ⇨ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 13.1 | X | | | | |
| 23 | Levar caixas para local de espera | ⊙ | ○ | ⇨ | □ | ▷ | ▽ | | 50 | 226.1 | X | | | | |

Fonte: O Autor (2020).

As tarefas que não agregam valor são referentes à movimentação constante dos colaboradores para guardar sobras e abastecer seu posto de trabalho, manusear e organizar materiais, componentes e produtos semiacabados. Foi possível observar que as tarefas de transporte são ineficientes e pouco ergonômicas. A utilização de caixas para armazenamento dos produtos semiacabados ocupa espaço dentro da área produtiva e mesmo com o intuito de organização e controle, afeta negativamente a produtividade do colaborador pois obriga-o a manuseá-las e organizar os produtos.

Com a aplicação do fluxograma e a classificação das tarefas, foi possível observar que 70,8% e 77,3% do tempo gasto para produção das LVs a LAs é alocado com tarefas que agregam valor ao produto. Desta maneira, destacam-se desperdícios em tarefas de transporte, controle, espera e processos que não agregam valor ao produto que somados representam 29,2% do tempo gasto para produção das LVs e 22,7% para LAs, como mostra o Quadro 10 a seguir.

Quadro 10 - Classificação das Tarefas.

| Classificação das Tarefas | Produtos | | | |
|---------------------------|------------------|-----------|------------------|-----------|
| | Linha Venosa | | Linha Arterial | |
| | Qtd. tarefas (%) | Tempo (%) | Qtd. tarefas (%) | Tempo (%) |
| Valor Agregado | 30,8% | 70,8% | 23,5% | 77,3% |
| Valor não Agregado | 57,7% | 15,7% | 29,4% | 11,9% |
| Transporte | 7,7% | 12,9% | 11,8% | 10,4% |
| Controle | 3,8% | 0,6% | 2,9% | 0,4% |

Fonte: O Autor (2020).

Observa-se que além de afetar a produtividade, estes processos influem negativamente em aspectos ergonômicos e de qualidade. As problemáticas e seus efeitos são apresentadas no Quadro 11.

Quadro 11 - Problemáticas e seus efeitos.

| Problemática identificada | Quantas vezes aconteceu no processo estudado | Área da problemática | | |
|-------------------------------------|--|----------------------|---------------|-----------|
| | | Ergonômica | Produtividade | Qualidade |
| Guardar as sobras | 4 | X | X | X |
| Abastecer as mesas | 2 | | X | |
| Falta de padronização | 1 | | X | X |
| Transporte pré-montagens | 1 | X | X | |
| Organização dos produtos nas caixas | 10 | | X | |
| Organização das caixas | 1 | X | X | |
| Transporte de caixas cheias | 1 | X | X | |
| Transporte de caixas vazias | 1 | X | X | |

Fonte: O Autor (2020).

Durante o processo de montagem final, por muitas vezes, os colaboradores devem abastecer a mesa com os componentes necessários e posteriormente guardar as sobras. Estes movimentos são curtos e rápidos, porém são repetidos inúmeras vezes durante o dia. Ainda, observa-se que por algumas vezes, os colaboradores precisam se deslocar de seu posto de trabalho para buscar tubos para reabastecimento, além de organizar as caixas e levar caixas cheias ao local de espera para que sejam realizados testes de qualidade. Portanto em diversos momentos o colaborador está se movimentando e realizando tarefas diferentes às de montagem final da linha que podem resultar em problemas produtivos, ergonômicos e de qualidade.

Os problemas de produtividade estão relacionados com o abandono, por parte do operador, do posto de trabalho para realizar atividades como o reabastecimento dos materiais e a utilização de seu tempo de trabalho para realizar atividades que não agregam valor ao produto, como guardar sobras e organizar os produtos dentro das caixas.

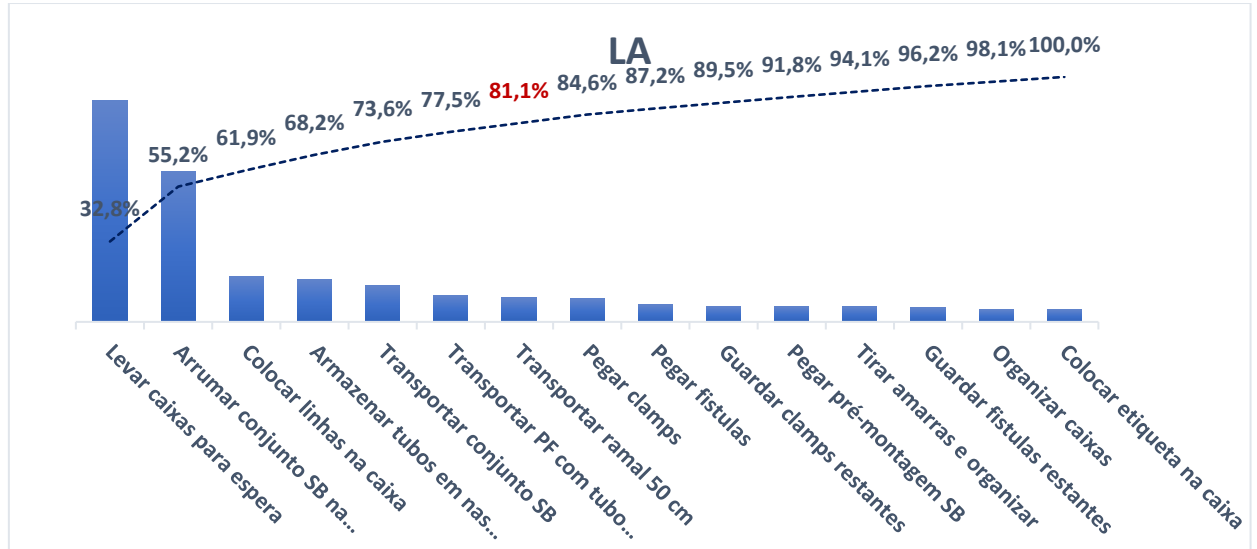
A ergonomia, segundo a Associação Brasileira de Ergonomia (2020), é o estudo das interações das pessoas com a tecnologia, a organização e o ambiente, objetivando intervenções e projetos que visem melhorar, de forma integrada e não-dissociada, a segurança, o conforto, o bem-estar e a eficácia das atividades humanas. Desta forma, destaca-se como problemáticas ergonômicas, a necessidade de carregamento, movimentação e transporte de caixas vazias algumas vezes cheias que podem acarretar problemas musculares e posturais. Ainda, a repetição de movimentos curtos também pode gerar desconforto e cansaço muscular.

As problemáticas que podem gerar desvios de qualidade se devem ao manuseio constante de sobras que pode gerar desperdícios e a falta de padronização do processo que pode acarretar problemas na colagem dos componentes como falta ou excesso de cola e até mesmo, a colagem incorreta dos componentes.

Utilizando o Diagrama de Pareto, foi possível determinar quais tarefas referentes ao processo de montagem das linhas de valor não agregado, transporte e controle exercem maior influência no tempo de produção. Na construção do diagrama, não foram consideradas as tarefas que agregam valor ao produto devido à sua importância no processo. Contudo, foram levantadas as tarefas que não agregam valor devido a possibilidade de otimização das mesmas e também foram consideradas

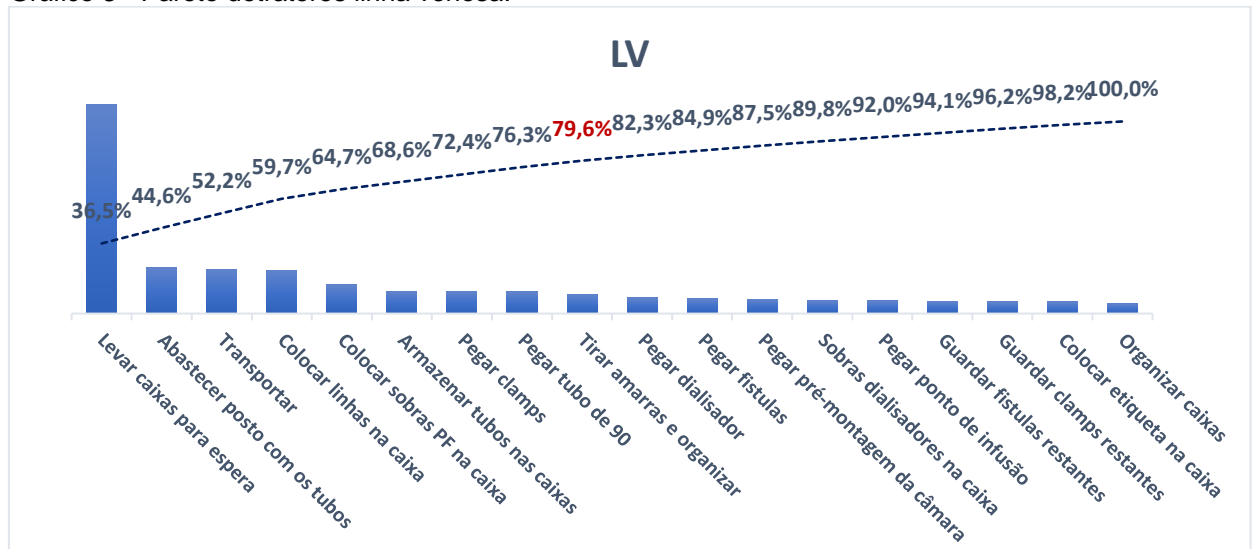
tarefas de transporte, movimentação e controle. Os Gráficos 2 e 3 a seguir apresentam a análise de Pareto e destacam seus principais motivos.

Gráfico 2 - Pareto detratores linha arterial.



Fonte: O Autor (2020).

Gráfico 3 - Pareto detratores linha venosa.



Fonte: O Autor (2020).

Para melhor visualização, destaca-se na Figura 6 os maiores detratores.

Figura 3 - Detratores.

| Linha Venosa | | | Linha Arterial | | |
|------------------------------|-----------|------------|-------------------------------|-----------|------------|
| Tarefas | Tempo (s) | % Detrator | Tarefas | Tempo (s) | % Detrator |
| Levar caixas para espera | 227 | 36% | Levar caixas para espera | 226 | 33% |
| Abastecer posto com os tubos | 50 | 45% | Arrumar conjunto SB na mesa | 154 | 55% |
| Transportar | 48 | 52% | Colocar linhas na caixa | 46 | 62% |
| Colocar linhas na caixa | 47 | 60% | Armazenar tubos em nas caixas | 43 | 68% |
| Colocar sobras PF na caixa | 31 | 65% | Transportar conjunto SB | 37 | 74% |
| Armazenar tubos nas caixas | 24 | 69% | Transportar PF com tubo 20 cm | 27 | 78% |
| Pegar clamps | 24 | 72% | Transportar ramal 50 cm | 24 | 81% |
| Pegar tubo de 90 | 24 | 76% | | | |
| Tirar amarras e organizar | 21 | 80% | | | |

Fonte: O Autor (2020).

A identificação das principais causas é essencial na análise das tarefas para que o pesquisador possa determinar um plano de ação que atue de maneira mais efetiva e incisiva gerando resultados mais contundentes e atrativos para a empresa.

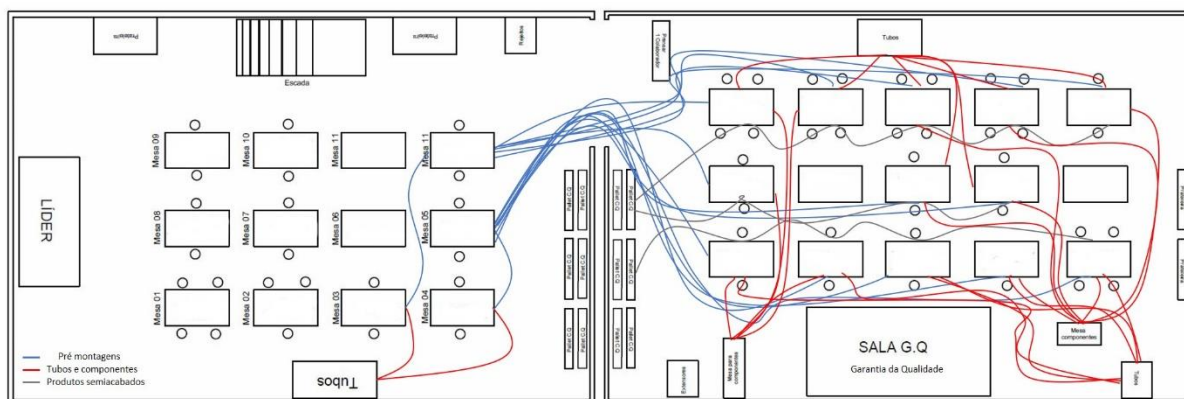
A observação direta permite concluir que a utilização de caixas para o armazenamento de produtos semiacabados traz diferentes desvantagens como a inutilização de espaço físico e a movimentação repetitiva e desnecessária para encher e esvaziar as caixas. O transporte da montagem final para área de qualidade e o subsequente transporte para a área de embalagem é realizado por um operador com um carrinho de mão, onde o mesmo empilha as caixas e transporta através das salas e utiliza-se de elevador para descarregar na área de embalagem, visto que essa encontra-se no primeiro piso e a área de montagem no segundo. Estes movimentos não agregam valor nenhum ao produto, geram movimentos não ergonômicos e não garantem a qualidade dos produtos. Por outro lado, a etiquetagem das caixas com a identificação do colaborador responsável pela montagem final dos produtos é uma forma de controle e rastreio que levanta necessidades de treinamento para colaboradores específicos.

Para melhor visualização dos transportes e movimentos dentro da área de montagem, desenhou-se um diagrama de espaguete. Diagramas de espaguete ilustram de maneira clara os desperdícios envolvidos no transporte e movimentação que devem ser eliminados para que a operação seja mais enxuta (GASTINEAU, 2009).

No diagrama da Figura 7 é possível observar na cor azul a movimentação das pré-montagens realizadas pelos supervisores e um colaborador que tem função de abastecer os postos com as pré-montagens, recolher as caixas com produtos semiacabados e levá-las até a área de controle da qualidade, este último transporte

está representado pela cor cinza. Na cor vermelha está representada a movimentação de componentes e tubos para abastecimento das mesas de montagem. Observa-se que os responsáveis pelos abastecimentos de componentes e tubos deveriam ser os supervisores e o colaborador responsável pelo transporte, porém por muitas vezes foi observado que os colaboradores deixam seus postos de trabalho para o reabastecimento.

Figura 4 - Diagrama de Espaguete.



Fonte: O Autor (2020).

Com a aplicação do diagrama é possível observar desperdícios de transporte e movimentação de materiais que levantam possibilidade de melhoria no *layout*. A análise levantou uma discussão sobre a adequação do layout para aumento da eficiência do processo. Um bom levantamento e planejamento do layout podem visar tanto à eliminação de atividades que não agregam valor como enfatizar atividades que agregam, como por exemplo: utilizar de forma hábil o espaço físico disponível, facilitar a comunicação entre as pessoas envolvidas, facilitar acesso visual às operações, facilitar a entrada, saída e movimentação do fluxo de pessoas e materiais, facilitar a manutenção dos recursos, garantindo acesso fácil, respeitar as distâncias entre setores que produzem produtos ou serviços que possam ser contaminados uns pelos outros, atendendo exigências legais de segurança do trabalho, vigilância sanitária e epidemiológica (MUTHER, 1976).

Por fim, observa-se que os colaboradores são responsáveis por toda montagem final o que gera flexibilidade no trabalho para que cada um trabalhe em seu ritmo adequado de acordo com sua produtividade. Ainda, a flexibilidade permeia a sequência das tarefas realizadas que, por mais que haja um padrão, os colaboradores possuem flexibilidade para adaptar a melhor sequência para seu melhor desempenho. A produtividade aumentou com a utilização deste método de

produção devido a motivação e o aumento no controle da produtividade pessoal pelos próprios colaboradores e líderes.

4.4 Proposta de um plano de ação

A análise da situação atual da empresa permitiu levantar pontos negativos e positivos do atual processo de montagem das linhas de sangue. Por sua vez, o objetivo do estudo é sugerir um plano de ação com foco nas desvantagens. Existem diferentes tarefas que não estão agregando valor aos produtos e estas foram estudadas, observadas, medidas e analisadas para que fosse possível propor mudanças que aumentem a eficiência dos processos, trazendo mais agilidade e conseqüentemente aumento da produtividade e diminuição dos custos fabris.

Desta forma, sugere-se uma automatização na linha de montagem com reformulação da área fabril a partir da instalação de uma esteira. Esta instalação implica em transformações no layout da fábrica com o intuito de diminuir os tempos perdidos com movimentação e transporte de produtos, além de uma maior organização na área, o que diminui a movimentação entre o processo de pré montagem e montagem final das linhas. Ainda, atua sobre a movimentação das linhas da área de montagem para área de embalagem que hoje é feita manualmente. A aplicação atuará incisivamente sobre as problemáticas encontradas e os principais detratores do tempo de produção. O Diagrama de Pareto permitiu identificar as principais causas e assim, o projeto proposto atuou em cima das mesmas em busca do aumento da eficiência no setor. A proposta atua em 33,3% das causas responsáveis por 63,5% dos efeitos para as linhas venosas e 46,7% das causas responsáveis por 56,2% dos efeitos para as linhas arteriais, como mostra o Quadro 12.

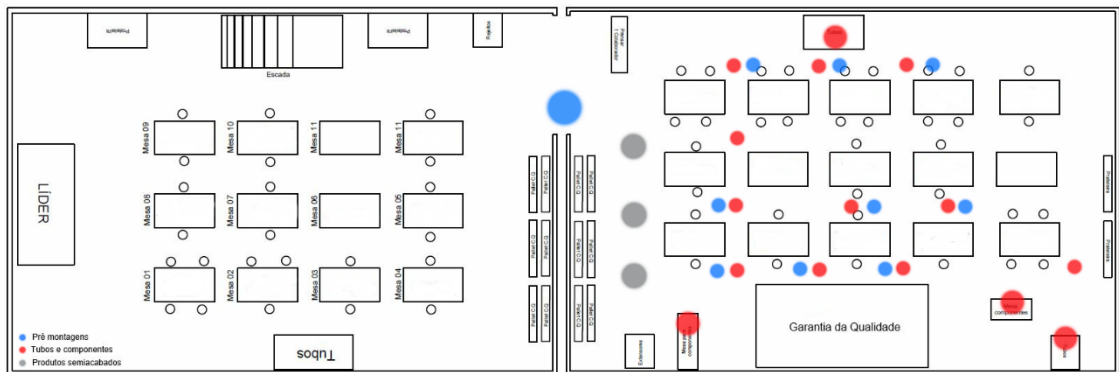
Quadro 12 - Foco de atuações.

| Linha Venosa | | | Linha Arterial | | |
|------------------------------|-----------|---------------|-------------------------------|-----------|---------------|
| Tarefas | Tempo (s) | Tempo Gasto % | Tarefas | Tempo (s) | Tempo Gasto % |
| Levar caixas para espera | 227,2 | 36,5% | Levar caixas para espera | 226,1 | 32,8% |
| Abastecer posto com os tubos | 50,2 | 8,1% | Colocar linhas na caixa | 46,4 | 6,7% |
| Transportar | 47,6 | 7,6% | Transportar conjunto SB | 36,9 | 5,4% |
| Colocar linhas na caixa | 46,7 | 7,5% | Transportar PF com tubo 20 cm | 27,4 | 4,0% |
| Colocar etiqueta na caixa | 12,7 | 2,0% | Transportar ramal 50 cm | 24,5 | 3,5% |
| Organizar caixas | 11 | 1,8% | Organizar caixas | 13,1 | 1,9% |
| TOTAL | 395,4 | | Colocar etiqueta na caixa | 13,0 | 1,9% |
| | | | TOTAL | 688,9 | 56,2% |

Fonte: O Autor (2020).

A Figura 8 traz o layout da área de produção com destaque para os principais focos de atuação levantados no Quadro 12 acima. Para melhorar a visualização, os locais onde ocorrem as tarefas foco estão destacados.

Figura 5 - Layout com foco de atuações.



Fonte: O Autor (2020).

Ressalta-se que além de automatizar a movimentação das linhas dentro do processo de montagem, a reformulação do layout permite encurtar as distâncias entre as áreas de pré montagem e montagem final, o que diminui a movimentação entre processos. Ainda, o colaborador que era responsável por transportar caixas com produtos semiacabados para os pontos de espera e posteriormente para a embalagem pode focar seus esforços em abastecer os postos de trabalho, evitando que os colaboradores tenham que abandoná-los para buscar tubos ou componentes.

Além da instalação da esteira, levantou-se a possibilidade de alterar as caixas de componentes que se encontram no local de trabalho para que os tempos de pegar e devolver as sobras sejam minimizados, além de permitir que as mesas dos postos sejam reduzidas, liberando mais espaço na área de montagem.

Desta forma o plano de ação foi delineado através da aplicação da ferramenta 5W2H, conforme Tabela 1 abaixo:

Tabela 1- 5W2H

| O que? | Quando? | Por qué? | Onde? | Quem? | Como? | Quanto? |
|---|---------|--|----------------------------|--|---|---------------|
| Instalar uma esteira na linha de montagem | 2 meses | Permitirá que os colaboradores foquem na montagem das linhas e diminuirá a necessidade de deixar o posto para buscar componentes e linhas. Diminuirá a movimentação e o tempo utilizado para organizar caixas de produtos semiacabados, visto que essas serão eliminadas. Abrirá espaço para redefinições de layout. | Na linha de montagem final | Terceiro desenvolvedor de tecnologia, gerente e supervisores | Utilizar pré-projeto para encontrar fornecedores que façam simulações e garantam a funcionalidade do equipamento | R\$150.000,00 |
| Ajustar layout | 2 meses | Aumentar a eficiência do processo evitando desperdícios no cruzamento de movimentações e transportes. Organização do espaço fabril. | Na área de montagem final | Gerente e supervisores | Alteração do layout em conjunto com o projeto de instalação da esteira. Buscar harmonizar ambas modificações da melhor maneira possível para evitar desperdícios de movimentação e transporte | R\$ 5.000,00 |
| Alteração das caixas de componentes | 2 meses | Facilitar o manuseio dos componentes e diminuir o tempo gasto com reposição de sobras. | Nos postos de trabalho | Gerente e supervisores | Realizar testes práticos para desenvolver caixas que facilitem o trabalho dos colaboradores. | R\$ 5.000,00 |

Fonte: O Autor 2020

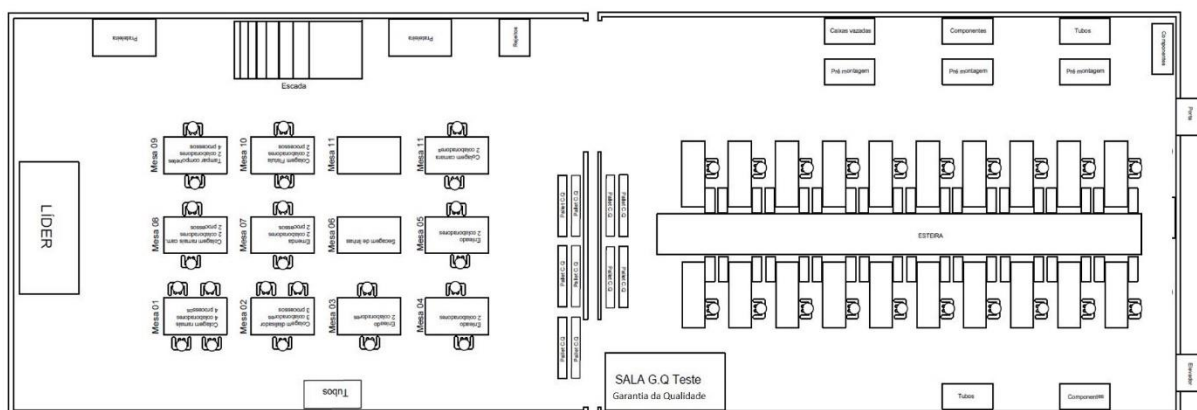
A aplicação das mudanças no processo de montagem final da linha implicará em uma série de alterações no setor. Em um primeiro momento, o layout deve ser alterado para que a esteira possa ser implementada com a quantidade suficiente de postos de trabalho. Desta forma, as mesas atuais deverão ser reduzidas em sua largura, de 1,20m para 0,9m, adequação necessária para instalar dez postos de trabalho em ambos lados da esteira. Além disso, as mesas que eram posicionadas de forma paralela à parede maior e perpendicular à parede menor serão invertidas e ficarão perpendiculares à parede maior e paralelas à parede menor. A adequação e o reposicionamento das mesas possibilitam que as tarefas de pré-montagem sejam transferidas para mesma área de produção e diminui a movimentação e o cruzamento de fluxos dentro da área de montagem. O espaço reservado para a garantia da qualidade também sofrerá alterações para que seja possível realizar os testes próximos a linha de montagem e para que as pré-montagens possam ser realizadas em ambos os lados da área de montagem, o que facilita o reabastecimento dos postos de trabalho.

A instalação da esteira será acompanhada de ferramentas de automação como os painéis IHM, que facilitarão a interação entre homem e máquina, informando por exemplo, a quantidade produzida em cada posto. O controlador lógico programável (CLP) permitirá a adequação do ritmo da esteira, assim como a definição das funções necessárias para o seguimento do processo. Ainda, a instalação conta com uma série de sensores e um sistema integrado com a produção que garantirão a segurança dos colaboradores e permitirão a coleta contínua de dados para análises e posteriores melhorias na área de montagem. No final da esteira, haverá uma mesa giratória para que os produtos aguardem a inspeção e então sejam liberados para a próxima etapa.

Por fim, a mudança nas caixas de componentes deve ser antecedida por estudos para que o melhor formato seja definido, assim como, quais automações devem ser utilizadas para evitar a falta ou sobra de materiais que ocorre no processo atual.

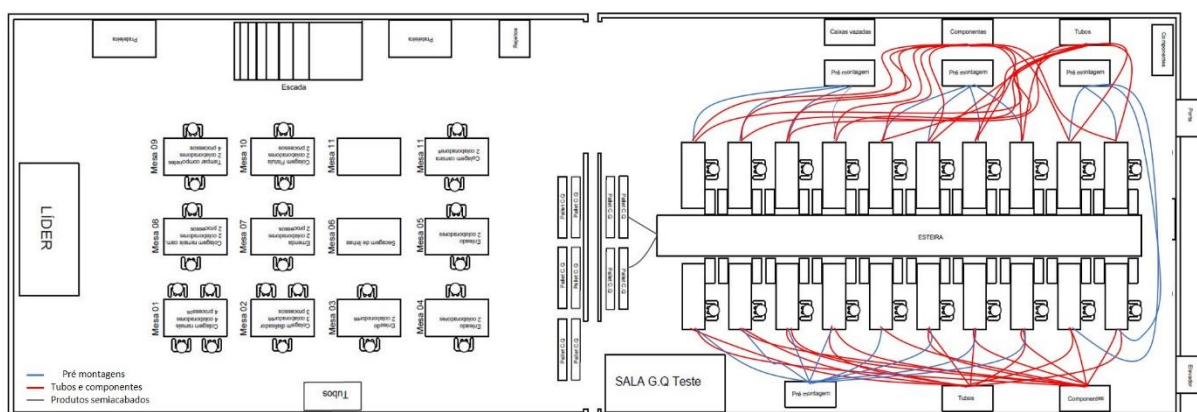
O projeto está apresentado na Figura 9 e a movimentação estimada com o novo layout está representada na Figura 10, ambas mostradas a seguir. Observa-se que o novo layout implica em movimentações mais curtas e com menos cruzamentos, diminuindo os tempos e a eficiência nos processos de transporte e movimentação.

Figura 6 - Layout final.



Fonte: O Autor (2020).

Figura 10 – Diagrama de Espaguete



Fonte: O Autor (2020).

4.4.1 Viabilidade financeira do plano de ação

Os custos envolvidos na implementação do plano de ação foram estimados com a realização de orçamentos com empresas que oferecem a tecnologia e possuem serviços capazes de atender as demandas da empresa estudada.

Devido ao sigilo da informação, o custo para implantação das mudanças foi definido como X e o custo de produção médio de um produto acabado $10^{-5}X$. Ainda, estimou-se que a aplicação da proposta reduziria o tempo de produção de uma unidade em aproximadamente 8 segundos para LVs, saindo de 42 segundos para 34 segundos e 14 segundos para LAs, resultando num tempo de 31 segundos em comparação aos 45 segundos que ocorrem no modelo atual. Considerou-se um dia de trabalho de 8 horas e 45 minutos e descontou-se 45 minutos entre 30 minutos de pausa obrigatória e 15 minutos de tempo de tolerâncias que podem incluir distrações

do operador, tempo para ir ao banheiro, entre outros. Assim, estimou-se o dia de trabalho com 8 horas, 28.800 segundos respectivamente.

Considerando um tempo de produção diário de 28.800 segundos, foi possível estimar uma melhoria na produção diária maior que 23% (685 para 847 unidades diárias) para LVs, uma diferença positiva de 162 unidades por operador. Nas LAs, o resultado é ainda mais interessante, com uma melhoria de aproximadamente 45% (640 para 929 unidades diárias), resultando em um acréscimo de 289 unidades por operador.

Por fim, estima-se que o custo de produção sofrerá uma redução média de 25%, ou seja, $0,75 \times 10^{-5}X$. Logo, considera-se uma economia de $0,25 \times 10^{-5}X$ para cada produto produzido. Levando em consideração, uma produção média diária de 888 unidades por operador, mantendo-se a estrutura atual de 16 colaboradores na montagem final, conclui-se que o investimento de X reais começará a trazer resultados financeiro positivos após 29 dias de trabalho.

5. Conclusão

O estudo do processo de montagem final das linhas de sangue na empresa estudada, processo identificado como o mais oneroso, permitiu identificar uma possibilidade de automação no setor. Foi possível ressaltar a importância da implementação de projetos iniciais de automação na diminuição dos custos fabris e, conseqüente, no aumento da margem de lucro e na competitividade da empresa no mercado. Assim, afirma-se que com a proposta de um plano de ação coerente com a realidade da companhia, o objetivo do estudo foi alcançado.

Dentre os resultados encontrados com a futura aplicação do plano de ação proposto, enfatiza-se a diminuição nos tempos e o encurtamento das distâncias de movimentação e transporte, a manutenção do operador em seu posto de trabalho em condições confortáveis e ergonômicas, a exclusão de tarefas que não agregam valor e não serão mais necessárias e a otimização de tarefas que agregam valor ao produto. Por fim, a combinação dos resultados reflete em aumento na produtividade e diminuição dos custos na área de montagem.

A aplicação de novos estudos na área pode levantar os resultados da implementação da esteira, medir o nível de adaptação da equipe a automação e o engajamento dos colaboradores e levantar necessidades de novas automações e/ou

melhorias no processo. As melhorias do novo layout apontam para deslocamentos menores e mais curtos, porém ainda constantes e repetitivos, que se mostram como oportunidades para estudos futuros. Ainda, o aprimoramento das técnicas de controle de qualidade, como processos, meios e instrumentos que sofrerão com o aumento do ritmo de produção podem trazer resultados positivos para a companhia. Destaca-se a necessidade de medir os processos frequentemente e focar na melhoria contínua para a sobrevivência e destaque da empresa no mercado.

6. Referências Bibliográficas

ANTUNES, J. **Sistemas de produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. 6. ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1977.

BERNARDI, A. C. C. et al. (2010) **Análise e melhoria do processo de avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais de tecnologias da Embrapa Pecuária Sudeste**. Revista G&P, 17, 297-316.

CAPELLI, A. **Automação Industrial**. Ed. Érica: São Paulo, 2007. Cap. 1.

CAUCHICK P. A., FLEURY, A., MELLO, C.H.P., NAKANO, D.N., TURRIONI, J.B., HO L.L., MORABITO R., MARTINS R. A., PUREZA V., **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Elsevier Ltda. 2010.

CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à teoria geral da administração**. 2.ed. Rio de Janeiro: Cortez, 1999.

CHIAVENATO, Idalberto. **Teoria geral da administração**. 5.ed. São Paulo: Makron Books, 1998.

CORRÊA, H. L. E CORRÊA, C. A. **Administração da produção e operações**. 2.ed. São Paulo: Atlas, pp. 24-25, 2006.

CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu G. N. **Just in time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico**. São Paulo: Atlas, 1996.

DE MELO, A. E. N. S.. **Aplicação do Mapeamento de Processo e da simulação no desenvolvimento de projetos de processos produtivos**. Itajubá: UNIFEI, 2011.

DENNIS, PASCAL. **Produção Lean simplificada: um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo**. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

FREITAS, E. B. **Diagrama de Espaguete. Engenharia de Produção**, v 5, 2013. Disponível em: http://engenhariadeproducaoindustrial.blogspot.com.br/2013/03/diagrama-de-espaguetespaghetti_10.html. Acesso em: agosto, 2020.

GASTINEAU, D. A.; DIETZ A. B.; PADLEY, D. J. **Human Cell Therapy Laboratory: Improvement Project**. EUA: Mayo Clinic, 2009.

GROOVER, M.P. **Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing**. 2nd ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2001.

JAZDI, N. Cyber physical systems in the context of Industry 4.0. In:**Automation, Quality and Testing, Robotics, 2014 IEEE International Conference on**. IEEE, 2014. p. 1-4.

KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. **Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0**. Acatech, p. 13-78, 2013.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **Os 5 princípios do lean thinking (mentalidade enxuta)**, 2015.

LEXICO LEAN. **Glossário Ilustrado para praticantes do Pensamento Lean**. 4 ed. Lean Enterprise Institute, 2003.

LÖFFLER, M.; TSCHIESNER, A. **The Internet of Things and the future of manufacturing**. 2013.

MARTINS, Geomar Machado. **Princípios de Automação Industrial**. 2012. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/disciplina/automacao-industrial>>. Acesso em setembro 2020.

MAXIMINIANO, Antônio César Amaru. **Introdução à administração**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 1995.

MCCREADIE, Karen. **A Arte da Guerra SUN TZU: uma interpretação em 52 ideias brilhantes**: 1. ed. São Paulo: Globo, 2008.

MORAES, Cícero Couto; CASTRUCCI, Plínio de Ladro. **Engenharia de automação industrial**. 2007. 2ª Edição. Disponível em: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Engenharia%20de%20Automacao%20Industrial%202%20ed%20-%20Moraes%20&%20Castrucci.pdf. Acesso em agosto 2020.

MOREIRA, Daniel A. **Administração da Produção e Operações**. 2ª Edição. São Paulo. Cengage Learning Edições Ltda. 2008.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações**. 3.ed. São Paulo: Pioneira, 1998.

MOURA, Reinaldo A. **Equipamentos de movimentação e armazenagem**. São Paulo: Ed. IMAM, 1998. 288 p.

NUNES, F. L.; MENEZES, F. M. **Sistema Hyundai de Produção e Sistema Toyota de Produção: suas interações e diferenças**. Revista Acadêmica São Marcos, v. 4, n. 2, p. 101-120, 2015.

OTA – OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESTMENT. **Computerized Manufacturing Automation: Employment, Education, and the Workplace**

KOPACEK, P. **Development Trends in Cost Oriented Production Automation**, Elsevier Ltd. 2018.

PEINADO, J.; GRAEMI, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. 1 ed. Curitiba: UnicenP, 2007.

POLACINSKI, Edio, et al. **Implantação dos 5Ss e proposição de um SGQ para uma indústria de erva-mate**. Gestão Estratégica: Empreendedorismo e Sustentabilidade - Congresso Internacional de Administração, 2012. Disponível em <<http://www.admpg.com.br/2012/down.php?id=3037%20&q=1>>. Acesso em: julho, 2020.

R. Harikrishnan, M. Rajeswaran, S. Sathish Kumar et al., **Productivity improvement in poly-cover packing line through line balancing and automation**, *Materials Today: Proceedings*. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.03.253>> Acesso em: abril, 2020.

REZENDE, A. P. MARTINS, T. L. R. ROCHA M. F. **Aplicação do estudo de tempos e movimentos no setor administrativo: estudo de caso em uma empresa mineradora**. *Revista Eletrônica Produção & Engenharia*, v. 8, n. 1, p.653-665. Jul./Dez. 2016.

ROTHER, M; SHOOK, J.. **Learning to See**, *The Lean Enterprise Institute*, MA, USA, 2000.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção: o ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SHINOHARA, I. **NPS – New production system: JIT crossing industry boundaries**. Cambridge: Productivity Press, 1988.

SILVA, Alisson O. da, et al. **Gestão da Qualidade: Aplicação da Ferramenta 5W2H como Plano de Ação para Projeto de Abertura de uma Empresa**. Faculdade Horizontina – FAHOR, 2013.

SILVEIRA, Paulo R; SANTOS, Winderson E. **Automação e controle discreto**. São Paulo: Ed. ÉRICA, 1999. 229 p.

SLACK, N. et al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

SOUZA, J. B. **Alinhamento das Estratégias do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) com finalidades e funções do Planejamento e Controle da Produção (PCP): uma abordagem analítica**. Ponta Grossa, 2008.

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

WOMACK, J.P.; JONES, D.T., 1998, **A Mentalidade Enxuta nas Empresas**, 4 ed. Rio de Janeiro, Editora Campus Ltda.

YANAZE, Mitsuru Higuchi. **Gestão de Marketing e Comunicação**. São Paulo: Saraiva, 2007.