



Thais Bassan dos Santos

Universidade do Minho
Escola de Engenharia

**Reconfiguração de duas linhas de
produção usando princípios *Lean Thinking*
em uma empresa de marroquinaria em
contexto de pandemia mundial**





Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Thaís Bassan dos Santos

**Reconfiguração de duas linhas de
produção usando princípios *Lean Thinking*
em uma empresa de marroquinaria em
contexto de pandemia mundial**

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Engenharia Industrial

Trabalho elaborado sob a orientação da
Professora Doutora Anabela Carvalho Alves

Junho de 2021

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição

CC BY

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

AGRADECIMENTOS

Este trabalho não teria existido se meus pais, Cláudio e Graziela, não tivessem acreditado em mim desde o começo. A eles, o meu mais eterno obrigada por terem me apoiado a seguir meus sonhos, mesmo que isso significasse não estarmos perto por tanto tempo, e por me incentivarem a enfrentar os obstáculos com muita força de vontade e coragem.

Ao meu irmão, Thiago, que do seu jeito calado, sempre demonstrou grande carinho e me fez tanta falta.

À minha família, que sempre dedicou um tempinho da semana para as longas vídeo chamadas e assuntos intermináveis. A saudade é enorme.

Às minhas amigas-irmãs, Bruna e Vivian, que mantiveram contato comigo por mais que os fusos horários, estudos, trabalhos e distância tentassem nos atrapalhar. Obrigada pelas chamadas de duração quase infinita, pela amizade, pela compreensão e por reservarem um tempinho para mim nas minhas idas ao Brasil.

Aos meus afilhados, Leticia e Leonardo, que se tornaram em tão pouco tempo minha família do outro lado do oceano, me acolheram, me distraíram, e estão sempre disponíveis para um filme mais ou menos ou para matar a saudade de sertanejo.

Ao meu namorado, Marcelo, que tentou me entender quando nem eu mesma conseguia. Por ter sido meu porto seguro e pedacinho de casa na Europa, pelos conselhos e preocupação constante em me ver bem, e por ter escolhido estar comigo em tempos difíceis de distanciamentos.

Agradeço a todo corpo docente e funcionários da Universidade do Minho por terem me acolhido e terem me dado a oportunidade de rever tantos conteúdos a partir de uma visão diferente durante estes dois anos de mestrado.

Agradeço ainda à minha orientadora científica, a Professora Doutora Anabela Alves, por todo conhecimento que passou durante as aulas e em nossas reuniões, por toda a didática, paciência e disponibilidade.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

RECONFIGURAÇÃO DE DUAS LINHAS DE PRODUÇÃO USANDO PRINCÍPIOS *Lean THINKING* EM UMA EMPRESA DE MARROQUINARIA EM CONTEXTO DE PANDEMIA MUNDIAL - RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido, em contexto empresarial, no âmbito do 2º ano do Mestrado em Engenharia Industrial. O principal objetivo desta dissertação foi criar um projeto de reconfiguração de duas linhas do sistema produtivo de uma fábrica de marroquinaria tendo em conta os princípios e metodologias do *Lean Thinking* em um contexto inesperado de pandemia mundial.

O surgimento repentino do Covid-19 e suas consequências fizeram com que todos os setores empresariais precisassem se adaptar a uma nova realidade, sempre em busca da diminuição de todo e qualquer tipo de desperdício, de forma a seguir ainda mais rigorosamente a filosofia *Lean*. Esses desperdícios podem ser exemplificados por atividades que não agregam valor ao produto, e quando são minimizados ou deixam de existir, contribuem para que tanto os custos quanto os tempos de produção sejam diminuídos.

A metodologia de investigação-ação utilizada iniciou-se com uma análise crítica à situação antes da pandemia. No entanto, a interrupção das atividades fez surgir uma nova situação tendo sido realizada nova análise. Assim, a retomada da produção ao final do período da quarentena gerou uma rápida e constante introdução de novos produtos nas linhas produtivas da fábrica, e isso trouxe a necessidade de reconfigurá-las para serem flexíveis e adaptáveis para a passagem de diferentes tipos de peças nos diferentes processos. As questões relacionadas a capacidades de produção dos postos envolvidos, polivalência dos operadores e a urgência da resposta aos clientes foram analisadas.

O aumento do número de encomendas de produtos de determinada família gerou a necessidade de reconfiguração de duas linhas de produção. Dessa forma, uma delas possibilitou responder às demandas dos clientes sem prejudicar o restante da produção, por ser flexível e absorver a mão de obra necessária enquanto que a outra teve sua capacidade aumentada após a passagem de postos à outra linha.

Pelo facto de um plano de reconfiguração total da fábrica ter sido iniciado antes da conclusão deste trabalho, os resultados obtidos remetem à realidade da empresa no período em que as soluções propostas foram implementadas, uma vez que atualmente novas mudanças e alterações já foram realizadas.

PALAVRAS-CHAVE

Desperdício, *Lean Thinking*, Melhoria Contínua, Reconfiguração de Sistema de Produção

RECONFIGURATION OF TWO PRODUCTION LINES USING *Lean* THINKING PRINCIPLES IN A LEATHER GOODS COMPANY IN A WORLDWIDE PANDEMIC SCENARIO - ABSTRACT

This work was developed, in a business context, within the 2nd year of the Master in Industrial Engineering. The main objective of this dissertation was to create a project to reconfigure two lines of the production system of a leather goods factory taking into account the principles and methodologies of *Lean* Thinking in an unexpected context of a worldwide pandemic.

The sudden appearance of Covid-19 and its consequences meant that all business sectors needed to adapt to a new reality, always in search of reducing any and all types of waste, in order to follow even more strictly the *Lean* philosophy. These wastes can be exemplified by activities that do not add value to the product, and when they are minimized or cease to exist, they contribute to reducing both costs and production times.

The action-research methodology used began with a critical analysis of the situation before the pandemic. However, the interruption of activities brought up a new situation and a new analysis was carried out. Thus, the resumption of production at the end of the quarantine period generated a rapid and constant introduction of new products in the factory's production lines, and this brought the need to reconfigure them to be flexible and adaptable for the passage of different types of parts in different processes. The issues related to the production capacities of the stations involved, the versatility of the operators and the urgency of responding to customers were analyzed.

The increase in the number of orders for products from a given family generated the need to reconfigure two production lines. In this way, one of them made it possible to respond to customers' demands without harming the rest of production, as it is flexible and absorbs the necessary manpower, while the other had its capacity increased after the transfer of stations to the other line.

Due to the fact that a total factory reconfiguration plan was initiated before the completion of this work, the results obtained refer to the reality of the company in the period in which the proposed solutions were implemented, since currently new changes and alterations have already been carried out.

KEYWORDS

Continuous Improvement, *Lean* Thinking, Production System Reconfiguration, Waste

ÍNDICE

Agradecimentos	iii
Reconfiguração de duas linhas de produção usando princípios <i>Lean Thinking</i> em uma empresa de marroquinaria em contexto de pandemia mundial - Resumo	v
Reconfiguration of two production lines using <i>Lean Thinking</i> principles in a leather goods company in a worldwide pandemic scenario - Abstract	vi
Índice	vii
Índice de Figuras	ix
Índice de Tabelas.....	x
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xi
1. Introdução	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos.....	3
1.3 Metodologia de investigação	3
1.4 Organização da dissertação.....	5
2. Revisão Bibliográfica	6
2.1 <i>Lean Thinking</i>	6
2.1.1 Sistema de produção Toyota	6
2.1.2 Origens do <i>Lean Production</i>	7
2.1.3 Princípios do <i>Lean Thinking</i>	9
2.1.4 Conceito e tipos de desperdício.....	10
2.1.5 Métodos e ferramentas do <i>Lean Production</i> e outras	11
2.1.6 Benefícios e desafios da implementação	15
2.2 Sinergia entre <i>Lean Production</i> e ergonomia.....	16
2.3 Tipos de sistemas de produção	19
2.3.1 Células, linhas e oficinas de produção.....	19
2.3.2 Projeto e reconfiguração de células e linhas de produção	24
2.4 Polivalência e matriz de competências.....	27
3. Apresentação da Empresa.....	30
3.1 História do grupo	30
3.2 A empresa em Portugal.....	30
3.3 Estrutura organizacional	31
3.4 Descrição geral do sistema produtivo.....	32
4. Reconfiguração da linha para introduzir novo produto	34
4.1 Funcionamento geral do sistema de produção	34
4.2 Introdução do produto selecionado na linha de Componentes Planos.....	36

4.2.1	Processo de produção.....	36
4.2.2	Meios de produção	41
4.2.3	Objetivos de produção e <i>layout</i> da linha.....	42
4.2.4	Controlo de qualidade e da atividade produtiva.....	43
5.	Melhorias à operação e ajustamento da linha	47
5.1	Indicadores do desempenho da linha	47
5.2	Ajuste ao processo e meios de produção	48
5.3	Ajuste ao <i>layout</i> e pessoas	50
6.	Análise e discussão de resultados.....	55
6.1	Atualização da matriz de competências	55
6.2	Aumento da produção	56
6.3	Aumento de capacidade.....	56
7.	Conclusão.....	58
7.1	Conclusões	58
7.2	Trabalho futuro	59
	Referências Bibliográficas	60
	Anexos	67
	Anexo I – Simbologia utilizada na configuração de um VSM	68
	Anexo II – Gama operatória do produto de alça trançada	69
	Anexo III – Matriz de competências antes da formação.....	70
	Anexo IV – Matriz de competências depois da formação	71

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - FASES DA INVESTIGAÇÃO-AÇÃO. ADAPTADO DE SUSMAN & EVERED (1978).....	4
FIGURA 2 - A "CASA" DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO. ADAPTADO DE TAIICHI OHNO (1962).....	8
FIGURA 3 - PRINCÍPIOS DO LEAN THINKING. ADAPTADO DE WOMACK E JONES (1996).....	9
FIGURA 4 - MODELO DE VSM. ADAPTADO DE ROTHER E SHOOK (1998).....	12
FIGURA 5 - TIPOS DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE ACORDO COM A VARIEDADE DE ARTIGOS E A TAXA DE PRODUÇÃO. (CARMO-SILVA, 2011).....	20
FIGURA 6 - MATRIZ VOLUME DE PRODUÇÃO X VARIEDADE DE PRODUTOS. ADAPTADO DE SLACK ET AL. (2007).....	23
FIGURA 7 - PROJETO DETALHADO. (ALVES, 2007).....	25
FIGURA 8 - EXEMPLO DE MATRIZ DE COMPETÊNCIAS ILUO. ADAPTADO DE SANTIAGO (2018).....	29
FIGURA 9 - ORGANIGRAMA GERAL DAS ÁREAS ENGLOBADAS NESTE ESTUDO.	31
FIGURA 10 - ESBOÇO DA PLANTA DA FÁBRICA.	33
FIGURA 11 - LAYOUT DA LINHA DE COMPONENTES PLANOS COM IDENTIFICAÇÃO DO FLUXO NORMAL GERAL (EM AZUL) E DO CONTRA FLUXO (EM VERMELHO) (AS CORES DOS POSTOS DE TRABALHO NÃO TÊM QUALQUER SIGNIFICADO).....	43
FIGURA 12 - EXEMPLOS DE GUIA DE COLORAÇÃO E CHAVE MEDIDORA DO TAMANHO DOS PONTOS.	44
FIGURA 13 - QUADRO DE ACOMPANHAMENTO DIÁRIO DA PRODUÇÃO.	45
FIGURA 14 - DISTRIBUIÇÃO DA PRODUÇÃO ENTRE AS FAMÍLIAS DE PRODUTOS.	47
FIGURA 15 - ACOMPANHAMENTO DO NÚMERO DE HORAS MÉDIO REQUERIDOS POR MÊS EM 2020.	48
FIGURA 16 - LAYOUT DA LINHA DE ALÇAS TORON COM O FLUXO PARA A ALÇA TRANÇADA MOSTRADO EM AZUL E PARA OS PRODUTOS PADRÃO DA LINHA EM VERMELHO.	54
FIGURA 17 - COMPARAÇÃO ENTRE AS QUANTIDADES DEFINIDAS PARA OBJETIVO SEMANAL E A PRODUÇÃO REAL.	56
FIGURA 18 - SIMBOLOGIA UTILIZADA NA CONFIGURAÇÃO DE UM VSM. ADAPTADO DE ROTHER E SHOOK (1998).	68
FIGURA 19 - GAMA OPERATÓRIA DO PRODUTO ALÇA TRANÇADA COM OS TEMPOS DAS OPERAÇÕES EM HORAS.....	69
FIGURA 20 – MATRIZ DE COMPETÊNCIAS DA MONTAGEM DA LINHA TORON ANTES DAS FORMAÇÕES.....	70
FIGURA 21 – MATRIZ DE COMPETÊNCIAS DA MONTAGEM DA LINHA TORON APÓS AS FORMAÇÕES.....	71

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - BENEFÍCIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DE LEAN NAS PEQUENAS E GRANDES ORGANIZAÇÕES (MIRZAEI, 2011)	15
TABELA 2- CARACTERÍSTICAS ERGONÓMICAS RELACIONADAS ÀS TÉCNICAS DE PRODUÇÃO LEAN (BITTENCOURT ET AL., 2011)	18
TABELA 3 - MODELOS DE LAYOUT. ADAPTADO DE PEINADO E GRAEML (2007).....	23
TABELA 4 - VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS MODELOS DE LAYOUT (ROSA ET AL., 2014)	24
TABELA 5 - BREVE DESCRIÇÃO DO SISTEMA PRODUTIVO GERAL DA FÁBRICA	35
TABELA 6 - TABELA COMPARATIVA DE POSTOS DE TRABALHO E SUAS RESPECTIVAS TAXAS DE OCUPAÇÃO.....	38
TABELA 7 - COMPARAÇÃO DO TEMPO TOTAL COM O TEMPO UTILIZADO NAS OPERAÇÕES ESPECÍFICAS DE TRANÇA	39
TABELA 8 - DESCRIÇÕES E FOTOS DAS OPERAÇÕES	40
TABELA 9 - LISTAGEM DAS OPERAÇÕES E SEUS RESPECTIVOS MEIOS DE PRODUÇÃO.....	41
TABELA 10 - OBJETIVO DA QUANTIDADE DE PEÇAS A SEREM PRODUZIDAS POR SEMANA.....	42
TABELA 11 - TAXA DE UTILIZAÇÃO DOS MEIOS DA LINHA DE ALÇAS TORON APÓS QUEDA DE CARGA.....	49
TABELA 12 - QUANTIDADE NECESSÁRIA DE PESSOAS FORMADAS NO PERÍODO DE RAMP-UP.	51
TABELA 13 - TAXA DE UTILIZAÇÃO DOS MEIOS DA LINHA DE ALÇAS TORON APÓS INTRODUÇÃO DA ALÇA TRANÇADA NA LINHA.....	52
TABELA 14 - COMPARATIVO DOS NÚMEROS DE POSTOS E CAPACIDADES MÁXIMAS DAS LINHAS ANTES E DEPOIS DAS MUDANÇAS.....	57

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

5S – Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke

JIT – Just in Time

PDCA – Plan, Do, Check, Act

QI – Qualidade Intrínseca

SPOF – Sistema de Produção Orientado à Função

SPOP – Sistema de Produção Orientado ao Produto

TPS – Toyota Production System

VSM – Value Stream Mapping

WIP – Work in Process

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo é apresentado o tema da dissertação “*Reconfiguração de duas linhas de produção usando os princípios Lean Thinking em uma empresa de marroquinaria em um contexto de pandemia mundial*”, um breve enquadramento do mesmo, são citados os objetivos e é também abordada a metodologia investigativa utilizada em seu desenvolvimento. Finalmente, é apresentada como a dissertação está organizada.

1.1 Enquadramento

O estado de pandemia instaurado de forma rápida e repentina em todo o mundo afetou o comércio, a economia, as negociações e o ritmo de urgência generalizada da vida das pessoas. As prioridades de repente mudaram, os cuidados com higiene e autoproteção tornaram-se indispensáveis e todo e qualquer tipo de comércio de bens considerados não essenciais foi fechado, além das várias empresas, indústrias e fábricas que entraram em regime de *layoff* (Mamede et al., 2020).

As medidas de contenção adotadas pelo governo paralisaram as atividades produtivas, a demanda e os investimentos sofreram grande queda e as exportações sofreram retração (Manteu et al., 2020). Essas medidas reduziram fortemente a atividade econômica global e mostraram brutalmente a fragilidade do sistema de produção mundial, principalmente no caso de empresas com fortes interdependência e ligações no exterior e as multinacionais.

A retoma gradual das atividades despertou nas empresas a necessidade de minimizar os prejuízos gerados. Ajustes, alterações e reconfigurações foram feitos na maior parte das organizações de modo a garantir as condições de segurança para que seus colaboradores se sentissem confortáveis ao voltarem ao local de trabalho. Ao mesmo tempo em que as empresas se reerguem gradativamente no mercado, é inegável sua preocupação em voltar rapidamente a ganhar destaque em meio a seus concorrentes.

As crescentes inovações tecnológicas e melhorias dos modos produtivos já existentes têm servido de base para o aumento da competitividade industrial. Para permanecer no mercado com boas perspectivas, dar respostas aos desafios impostos e garantir as exigências de custos e prazos de entrega, as empresas focam cada vez mais nos desejos e necessidades dos clientes, e buscam disponibilizar mais e melhores produtos e serviços gerados com a utilização de menos recursos.

Para conseguir esta disponibilização, muitas organizações recorrem aos princípios *Lean Thinking*, que fazem parte da ideologia de desenvolvimento de grandes empresas, como a Toyota. De acordo com Womack e Jones (1996), são cinco os pilares do pensamento *Lean*: definição do valor do produto de acordo com o que o cliente está disposto a pagar; identificação das etapas do fluxo que realmente agregam valor; garantia de que o fluxo seja contínuo e não tenha interrupções para que as vontades do cliente sejam rapidamente atendidas; produção de acordo com os pedidos dos clientes, de forma a reduzir o estoque ao mínimo necessário; e busca da perfeição por meio da melhoria contínua.

Para sobreviver ao ambiente competitivo e manter as vantagens, as empresas adotam estes princípios e as ferramentas *Lean* que são utilizadas para alcançar maiores produtividades, redução de desperdícios e redução de gastos nas operações de produção (Lam et al., 2012). Neste contexto de pandemia, estes princípios e ferramentas são vistos como fundamentais para a recuperação das empresas (Deshmukh & Haleem, 2020). Dentre as ferramentas existentes, podem ser citadas Value Stream Mapping (VSM) e Kaizen como basilares para dar início à jornada *Lean*.

O VSM, ou mapeamento do fluxo de valor, representa visualmente todas as etapas que estão envolvidas nos fluxos de materiais e de informações ao longo da cadeia produtiva, e permite que se tenha informações sobre quais são as etapas que agregam valor ao produto (Rother e Shook, 1998).

Kaizen, palavra de origem japonesa, é o nome dado a uma filosofia baseada em pequenas e simples ações em busca da eliminação dos desperdícios, aumento da produtividade, melhoria contínua dos processos produtivos e da qualidade dos produtos (Imai, 1986).

O aumento da produtividade e da eficiência têm sido objetivos essenciais para que as empresas foquem na eliminação dos desperdícios que possam existir na cadeia de valor. Segundo Koskela (2004), desperdício é tudo aquilo que não acrescenta valor no fluxo produtivo e que não corresponde às expectativas dos clientes.

Algumas vezes, é preciso fazer grandes mudanças no fluxo de valor do produto o que pode implicar alterações à configuração do sistema de produção e é uma tomada de decisão difícil alterar o sistema de produção (Alves et al., 2016). No entanto, é uma questão de sustentabilidade das empresas que podem eliminar os desperdícios com a reconfiguração do sistema de produção: redimensionamento e formação, mudança de *layout*, alteração do mix de produtos produzidos e a consequente gestão do sistema (Alves et al., 2015).

A empresa onde foi realizado este trabalho faz parte de um dos maiores grupos de produtos de luxo no ramo da marroquinaria do mercado internacional, está presente em mais de 60 países e conta atualmente, em Portugal, com mais de 700 colaboradores em duas fábricas. O tema escolhido surgiu de uma necessidade real da empresa de aumentar a produção de uma determinada linha e precisar realocar a produção de um determinado produto a uma outra linha. Para isso, surgiu a necessidade de tornar essa linha de produção flexível para que fosse possível responder às demandas dos clientes sem implicações negativas no resto da produção.

1.2 Objetivos

O presente trabalho tinha como objetivo principal reconfigurar duas linhas de produção usando os princípios *Lean* em uma empresa de marroquinaria. Para atingir tal objetivo, foi preciso que as seguintes etapas fossem realizadas:

- Selecionar produto;
- Calcular as capacidades dos postos envolvidos;
- Calcular o número de postos necessários nas linhas em questão;
- Definir os postos que são semelhantes entre as linhas envolvidas;
- Acompanhar o processo de formação dos operadores.

Com a concretização deste objetivo pretendeu-se:

- Aumentar a flexibilidade das linhas;
- Garantir capacidade das linhas para responder às demandas dos clientes.

1.3 Metodologia de investigação

Trabalhos com metodologias investigativas bem definidas permitem que se atinjam os objetivos iniciais de forma clara e concreta. Esta dissertação foi realizada seguindo a metodologia Investigação-Ação (*Action Research*, em inglês), indicada para casos em que há colaboração entre as pessoas do ambiente empresarial e o pesquisador para a resolução de problemas organizacionais (Bryman, 1989).

As cinco fases definidas por Susman & Evered (1978) como fundamentais no processo da Investigação-Ação estão representadas na Figura 1.

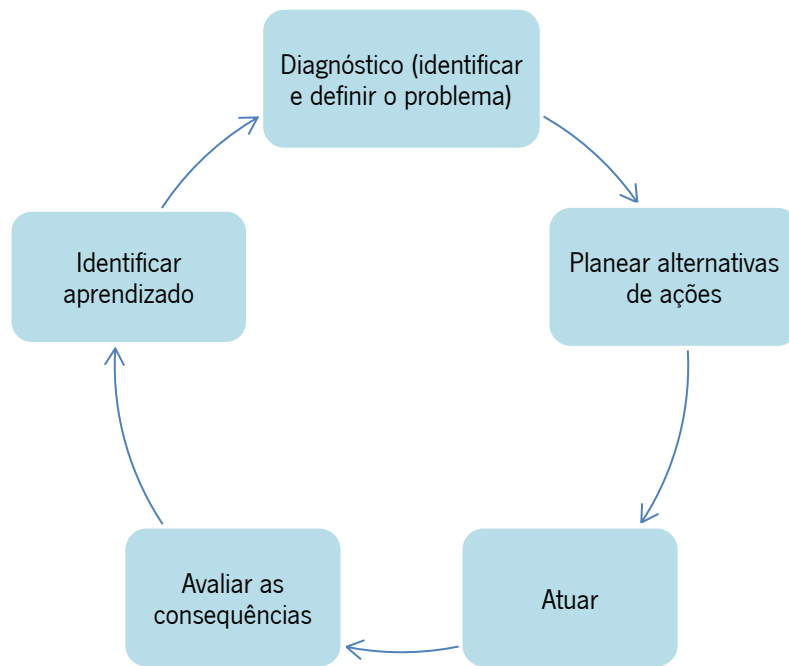


Figura 1 - Fases da Investigação-Ação. Adaptado de Susman & Evered (1978)

Na fase de diagnóstico e definição do problema, o tema a ser estudado é descrito, no caso, a necessidade de rearranjo de duas linhas produtivas para que se torne flexível e disponível para a produção de um novo mix de produtos. Para este estudo foram levados em conta os processos (stock intermédio, capacidade produtiva, fluxo de produção, etc.), os postos de trabalho (semelhantes nas linhas em questão) e os operadores (as competências necessárias para as tarefas a serem realizadas).

No planeamento de alternativas de ação foram ponderadas alternativas para as sequências dos produtos, tipo de máquinas e configuração da linha. Já na fase de implementação, tais alternativas foram implementadas. Os resultados obtidos foram avaliados e comparados na fase de avaliação e discussão de forma que foi possível chegar a um resultado que, então, pode ser analisado e apresentado como aquele que gerou os impactos mais positivamente significantes para a produtividade das linhas envolvidas.

Por fim, houve a especificação da aprendizagem, ou seja, uma reflexão da etapa anterior e a ligação do que foi obtido com as bases teóricas que foram descritas no capítulo 2 - Revisão Bibliográfica.

1.4 Organização da dissertação

Sete capítulos compõem esta dissertação. Neste primeiro, é descrito o enquadramento à temática, os objetivos pretendidos, a metodologia investigativa seguida e o modo como é estruturado o trabalho.

O segundo capítulo aborda a revisão bibliográfica com enfoque na história, filosofia e ferramentas do *Lean Thinking*, além de serem detalhadas algumas destas ferramentas, como o VSM e conceitos de desperdícios.

No terceiro capítulo, é feita uma breve apresentação da empresa escolhida, com informações relevantes como o setor produtivo, a divisão da empresa em departamentos, o tipo de produtos fabricados e como são as linhas de montagem, evidenciando as linhas escolhidas para servirem de campo para este estudo.

O quarto capítulo é dedicado à descrição e análise da situação inicial da empresa, com explicações acerca do processo de produção geral, pela seleção e caracterização das linhas que serão consideradas para o estudo. Pelo facto de a temática ser sobre a alocação de diferentes produtos em uma mesma linha de produção e sua potencial reestruturação, foram verificadas os postos semelhantes entre as linhas estudadas, suas respectivas capacidades e as competências requeridas a cada operário por cada posto de trabalho.

Nos capítulos cinco e seis são apresentados, respectivamente, propostas de como pode ser feita a reconfiguração da linha e possíveis resultados obtidos pela implementação das propostas alternativas. Em ambos, são mostrados os estados dos indicadores considerados nas análises feitas.

No sétimo capítulo, é feita uma conclusão dos principais pontos teóricos e práticos abordados no desenvolvimento da dissertação assim como propostas para trabalho futuro.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é apresentada a revisão bibliográfica que serviu de base teórica para o desenvolvimento desta dissertação. São abordadas temáticas e descrições literárias acerca da filosofia, da história e das ferramentas do *Lean Thinking*, além de assuntos relacionados aos desperdícios e às suas principais fontes, e também tem em conta os sistemas de produção e sua evolução ao longo do tempo.

2.1 *Lean Thinking*

Lean Thinking é o pensamento por trás de *Lean Production* que foi a designação dada por Krafcik (1988) ao sistema de produção da empresa Toyota. Womack et al. (1990) popularizaram o termo *Lean Production* através do *best-seller* “*The Machine that changed the world*”. Mais tarde, atendendo a solicitações das empresas que mostravam interesse em implementar *Lean Production*, estes autores criaram os princípios *Lean Thinking*, descritos nesta secção.

2.1.1 Sistema de produção Toyota

O Sistema de Produção da Toyota foi criado pelo fundador da empresa, Toyoda Sakichi, seu filho, Toyoda Kiichiro, e pelo principal executivo, Taiichi Ohno, após a Segunda Guerra Mundial, quando o Japão estava devastado, com pouca disponibilidade de recursos e baixo crescimento econômico. A Toyota destacou duas características que a distinguiam das outras empresas globais (Sugimori et al., 1977):

- a pouca matéria prima à qual o Japão tinha acesso na época, principalmente pela sua localização desvantajosa em termos de importações, o que gerou a necessidade de produzir com a melhor qualidade, com alto valor agregado e o menor custo de produção, quando comparado aos custos produtivos dos outros países;
- o conceito de trabalho japonês, o qual engloba o trabalho em equipe, igualdade entre os trabalhadores, desejo de constantemente gerar melhorias, bom nível de estudos que gera grandes habilidades no meio produtivo e foco diário no trabalho.

Dessa forma, o objetivo da Toyota era gerar lucro por meio da redução dos custos (produtivos, administrativos e de vendas) e aumento da produtividade, graças à eliminação dos desperdícios detalhados no item 2.1.4.

O sistema de produção em massa adotado até então, havia sido criado por Frederick Taylor e Henry Ford, no início do século XX. Com a produção em larga escala, divisão e especialização do trabalho, esse sistema buscava diminuir o valor de cada produto, porém, para atingir tal objetivo, era necessário gerir stocks e lotes de produção com grandes quantidades (Mondem, 1998).

Em contrapartida, o TPS contava com pequenos lotes produtivos, o que tornava possível a diversificação de produtos que passavam pelas linhas (Monden, 1998). Além disso, os operadores tinham mais competências, ou seja, eram polivalentes e podiam atuar em mais de um posto de trabalho. Por conta dessa flexibilidade, ficava mais fácil responder às demandas do mercado, de modo que eram garantidas as alterações necessárias das linhas de produção em acompanhamento da mudança da alocação dos trabalhadores pela fábrica.

2.1.2 Origens do *Lean Production*

O conceito de pensamento enxuto surgiu com o engenheiro da Toyota Taiichi Ohno, na década de 50, como uma tentativa da Toyota que buscava sair da crise que passava no momento, com a economia japonesa devastada, grande concorrência com líderes mundiais e mercado consumidor com pouco poder de compra por conta da situação de escassez de recursos, tanto materiais quanto humanos, após a Segunda Guerra Mundial.

Os principais objetivos do *Toyota Production System* (TPS) são aumentar a produtividade e diminuir os custos de produção, com foco na eliminação de todos os tipos de tarefas consideradas desnecessárias (os chamados desperdícios, que serão detalhados mais a frente) (Monden, 1998).

Quando introduzido na Toyota, as bases desse sistema deveriam ser passadas aos trabalhadores de forma simplificada e de fácil entendimento, para que sua absorção na cultura da empresa e aplicação na rotina produtiva pudessem ser quase instantâneas. Desse pensamento surgiu a ideia de construção da casa TPS, que foi consolidada por Fujio Cho como uma forma de transmitir aos colaboradores e fornecedores as melhores práticas adotadas pela organização (Hoeft, 2009).

Em seu livro *Histórias do meu Sensei*, Steve Hoeft (2009) descreve como foi criada a analogia da casa na representação dos princípios do TPS e destaca que existem inúmeras variações deste modelo de casa, com mudanças no sequenciamento das ferramentas nos pilares ou variações nas palavras que são utilizadas em cada parte da casa. Entretanto, os princípios permanecem os mesmos:

- A base da casa representa a base da estabilidade operacional (processos, produção, produtos, gestão, etc.), parte indispensável para a estruturação do sistema;
- As paredes (ou pilares) correspondem às ferramentas do TPS, e nos três pilares dessa casa modelo estão destacadas as ferramentas mais importantes: *just in time* (JIT), respeito pelos trabalhadores e qualidade intrínseca (QI);
- O teto é a representação do que é o objetivo atingido ao final da implementação das ferramentas das paredes e da base, em outras palavras, com a eliminação do desperdício é esperado que o *lead time* (tempo que o produto demora a atravessar todo o processo produtivo) seja reduzido e, portanto, seja possível obter uma produção com melhor qualidade, menor custo, maior moral e maior segurança no prazo de entrega ao cliente.

A Figura 2 mostra o resultado da montagem da casa do sistema Toyota de produção, brevemente descrita anteriormente.

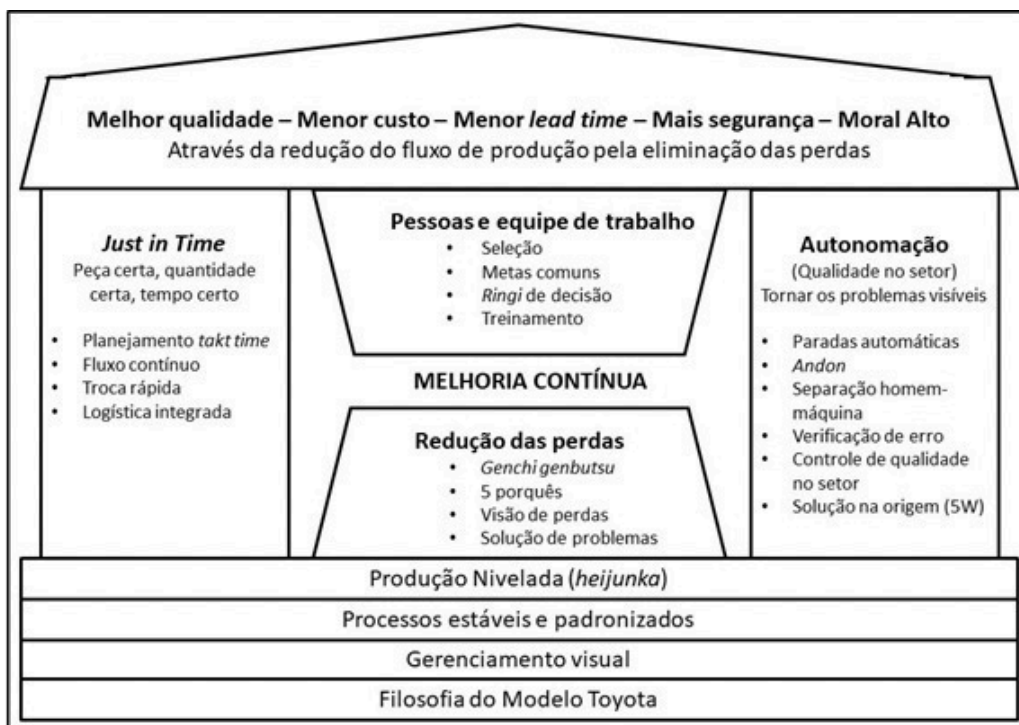


Figura 2 - A "casa" do sistema Toyota de produção. Adaptado de Taiichi Ohno (1962).

Hoefst ainda destaca a importância da ordem em que a casa deve ser construída para garantir uma estrutura sólida:

“as fundações devem vir em primeiro lugar. Em seguida você ergueria as paredes. Elas precisam ser erguidas em conjunto. Precisam ser alinhadas e retas, ao mesmo tempo em que complementam umas às outras. (...) O modelo da casa mostra que você precisa construir os pilares do JIT e da QI ao mesmo tempo. Precisa das ferramentas da QI a fim de manter a rapidez sem cometer erros. E também precisa das ferramentas do JIT para

criar processos com feedback rápido, a fim de ajudar a tornar visíveis os problemas. Por fim, você não pode colocar o teto se estiver faltando alguma parede ou pilar. (...) Uma vez instalados seus três pilares, você deverá começar a ver os resultados.”

2.1.3 Princípios do *Lean Thinking*

O enfoque na melhoria contínua dos processos de uma organização envolve também a eliminação dos desperdícios e a consequente priorização das etapas e atividades que agregam valor ao produto que será distribuído ao cliente. Os meios de se conseguir atingir estes objetivos foram identificados por Womack e Jones (1996) com a definição de cinco principais pontos, designados de princípios *Lean Thinking* (Figura 3).

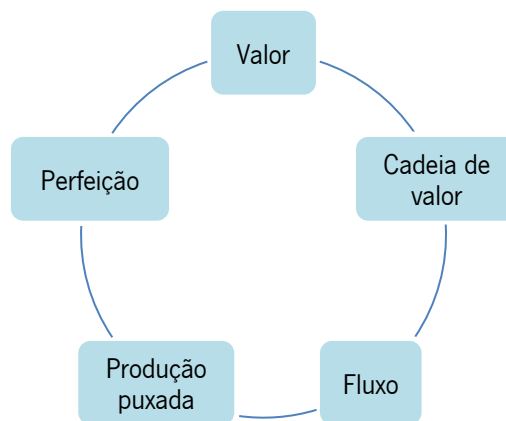


Figura 3 - Princípios do Lean Thinking. Adaptado de Womack e Jones (1996).

O detalhamento de cada um destes princípios pode ser tido como a seguir (LBS Partners, 2014):

- Valor: definição dos desejos e necessidades do cliente final com relação ao produto. Todas as características e requisitos que o cliente está disposto a pagar são considerados valores, todo o resto é tido como desperdício e deve ser eliminado. Para verificar se a atividade agrega ou não valor ao produto podem ser feitas algumas perguntas: 1. o cliente paga?, 2. o produto foi transformado ou melhorado durante o processo? e 3. o produto foi feito de forma correta logo na primeira vez? Se para alguma dessas questões a resposta for não, então não há acréscimo de valor na atividade em questão;
- Cadeia de valor: compreende todas as etapas de produção de determinado produto ou fornecimento de um serviço, tanto aquelas que agregam quanto as que não agregam valor ao produto final. Para a identificação das atividades que são consideradas desperdícios é preciso uma análise do estado atual da cadeia de valor da empresa no que diz respeito aos produtos e ao fluxo de informações entre clientes e fornecedores, dessa forma, é possível montar um plano de base para melhoria contínua;
- Fluxo: corresponde ao contínuo fluxo dentro do sistema produtivo, desde a matéria prima até o cliente final, sem interrupções e de modo a evitar todo e qualquer tipo de desperdício, maximizar

a utilização dos recursos, diminuir o *lead time* e tornar possível a identificação de problemas em tempo real.

- Produção puxada: garante que só é produzido aquilo que o cliente busca no momento e na quantidade que ele deseja. A ideia principal é que, considerando as atividades A e B, A produza unicamente o que o processo seguinte B precisa no momento em que há a necessidade. Portanto, é fundamental que todos os processos formem um fluxo produtivo.
- Perfeição: a busca pela perfeição engloba o processo de melhoria contínua, que gera um novo estado atual, o qual deve ser atualizado a cada melhoria que é realizada ao longo da cadeia produtiva.

2.1.4 Conceito e tipos de desperdício

Ohno (1988) considera desperdício todo e qualquer tipo de atividade ou parte do sistema produtivo que utiliza recursos mas não agrega valor ao produto final a partir da visão do cliente. Ele ainda identificou sete desperdícios como os principais: transporte (de materiais ou produtos, que não agrega valor), stock, movimentações (de pessoas, também sem agregar valor), tempo de espera (por materiais, pessoas, máquinas ou informações), sobreprodução (excesso de inventário de produto acabado), sobreprocessamento (etapa que não agrega valor do ponto de vista do cliente) e qualidade (produtos fora das especificações desejadas).

Além dos sete desperdícios principais, Liker (2004) e Womack e Jones (1996) identificaram ainda um oitavo desperdício, o qual denominaram de intelectual, isto é, a subutilização do potencial humano, que pode ser representado por talentos, conhecimentos e habilidades dos indivíduos. O detalhamento de cada um desses sete desperdícios, de acordo com Ohno (1988), é dado a seguir:

- Transporte: movimentações desnecessárias de produtos e/ou matérias-primas, o que gera riscos de danos e perdas, além de aumentar os tempos dos processos e não acrescentar valor ao produto final pela visão do cliente;
- Stock: o acúmulo de matérias-primas, produtos intermédios (entre os postos de uma linha) ou produtos finais não agrega valor ao produto e ainda gera custos para a empresa sem benefício ao consumidor final;
- Movimentações: semelhantes ao transporte, mas fazem referência ao tempo perdido por conta das movimentações dos próprios operadores que não trazem nenhum valor ao produto final por não haver nenhum tipo de processamento no produto, como é o caso da busca por ferramentas, procura por informações, entre outros;
- Tempo de espera: refere-se ao tempo que é perdido entre os processos por conta de paragens de pessoas, equipamentos ou processos e não adiciona qualquer tipo de valor ao cliente;

- Sobreprodução: relaciona-se ao desperdício de stock, é resultado de não responder à demanda do cliente, produzir continuamente aquilo que não é pedido, em quantidade maior do que é pedida e fora do período necessário gera acúmulo de stock entre as etapas dos processos e no final;
- Sobreprocessamento: realiza-se mais trabalho do que o necessário para cumprir os requisitos dos clientes;
- Defeitos: ao não se fazer o trabalho de forma correta logo na primeira vez, há necessidade de retrabalho, o que adiciona custos ao processo;

Liker (2004) usa ainda outros três termos para se referir aos tipos de desperdícios que podem ser encontrados no ambiente de trabalho. *Muda*, *Muri* e *Mura* são termos japoneses que dizem respeito às tarefas e operações que geram desperdícios e devem ser reduzidas ou, no cenário ideal, eliminadas.

A eliminação da *Muda* está relacionada com a eliminação dos desperdícios citados acima, que são aqueles que não agregam valor ao produto final, aumentam o *lead time* e ainda aumentam os custos de produção, como são os casos de transportes e atividades que não são necessários, longos períodos de espera e a criação de stocks (LEI, 2003).

O desnivelamento ou variabilidade da produção ou falta de estabilidade no ritmo da produção gera o *Mura*, que, segundo LEI (2003), se refere à falta de regularidade em uma operação, ou seja, os colaboradores trabalham muito durante um pequeno período de tempo e a seguir têm muitos momentos de espera.

LEI (2003) define *Muri* como a sobrecarga que pode ser relacionada aos operadores (ergonomia) e às máquinas. Quando presente, essa sobrecarga exige que o trabalho seja realizado mais rápido, de modo a dar a resposta necessária ao sistema produtivo. É importante destacar que nestas situações, os recursos utilizados podem sofrer algum tipo de fadiga devido ao grande esforço e intensidade a que são submetidos.

2.1.5 Métodos e ferramentas do *Lean Production* e outras

As ferramentas do pensamento *Lean* buscam, de modo geral, melhorar o processo produtivo por meio da eliminação de atividades e outros tipos que pela perspectiva do cliente são considerados desperdícios. A seguir, são brevemente caracterizadas algumas dessas ferramentas.

2.1.5.1 Value stream mapping (VSM)

O mapeamento do fluxo de valor, mais conhecido pela sigla em inglês VSM, é uma ferramenta, ilustrada na Figura 4, que busca ilustrar todo o fluxo dos processos e das informações para identificar todas as transformações sofridas pelo produto ao longo da cadeia, de modo que sejam identificadas as fontes de desperdícios e criadas formas para eliminá-los (Womack e Jones, 1996; Rother e Shook, 1998).

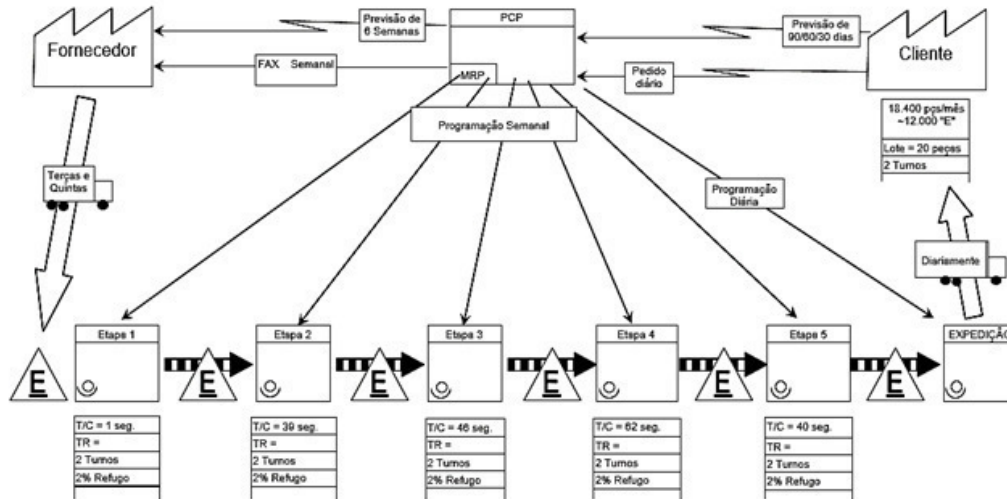


Figura 4 - Modelo de VSM. Adaptado de Rother e Shook (1998).

O acompanhamento é feito desde o fornecedor das matérias-primas até ao cliente que recebe o produto final e mostra como todo o fluxo garante que sejam cumpridos seus requisitos. Com essa gestão, é possível identificar o estado atual do processo em questão e prever o cenário futuro com as medidas de melhoria que surgirem ao realizar a análise dos fluxos (Singh et al., 2011). No anexo I é mostrada a simbologia utilizada no desenvolvimento de um VSM.

2.1.5.2 Heijunka

De origem japonesa, a palavra *Heijunka* foi definida por Slack et al. (2009) como o nivelamento do planejamento da produção, de forma que seja garantido que o mix e o volume de produtos sejam constantes ao longo do tempo, assim como os fluxos de material e informação sejam contínuos.

O sistema nivelado conduz as operações a serem *Lean*, dessa forma são evitadas as perdas e sobrecargas do processo (Liker, 2004). O objetivo deste tipo de planejamento da produção é estabelecer um fluxo contínuo de diversos produtos para abastecer as demandas de um ou mais clientes (Furmans, 2005).

2.1.5.3 Técnica 5S

Assim como *Heijunka*, as palavras que formam o acrônimo 5S são de origem japonesa: *Seiri* (separar), *Seiton* (organizar), *Seiso* (limpar), *Seiketsu* (padronizar) e *Shitsuke* (manter). Sendo assim, é possível descrever os 5S's como um conjunto de bons gestos e padrões que facilitam o gerenciamento do fluxo e do ambiente de trabalho (Campos, 2013).

O processo de aplicação dos 5S no ambiente fabril, muitas vezes, serve como base para a introdução de outros instrumentos de gestão na sequência, e tem como objetivo possibilitar a transformação do meio com o benefício de melhorar a qualidade dos postos de trabalho, além da diminuição dos desperdícios, a redução de custos e o aumento da produtividade (França, 2003; Lee, 2006).

2.1.5.4 Trabalho normalizado

De acordo com a definição proposta por Ohno (1988), o trabalho normalizado define um padrão de trabalho com regras claras e específicas para cada procedimento e operação de um processo produtivo, tendo em conta o tempo de ciclo (*takt time*) – velocidade com a qual é possível atender às demandas dos clientes –, a sequência do trabalho – ordenação das operações – e o estoque padrão – a quantidade mínima de estoque ao longo do processo que garante o fluxo contínuo da produção (Rother e Harris, 2002; Kishida et al., 2006).

O trabalho normalizado baseia-se na movimentação do colaborador em processos repetitivos, o que pode gerar aumento da produtividade, redução da variabilidade com menores taxas de erro, facilidade ao estabelecer pontos de melhoria, atualização constante da documentação dos processos e diminuição dos riscos de acidentes (Monden, 1998; Ohno, 1988; Shingo, 1996; Kishida et al., 2006)

2.1.5.5 Ciclo PDCA

O ciclo PDCA (*Plan – Do – Check – Act*) é a sigla que dá nome a uma metodologia de melhoria contínua usada na resolução de problemas. Foi resultado do desenvolvimento de um conceito inicial criado por Frederick Taylor, no início do século XX, e servia como referência para o planejamento das atividades básicas existentes em um processo de produção (Ishikawa, 1986).

O trabalho de Taylor passou por diversas alterações, entre elas, na década de 1920, por Walter Shewhart, que, baseado no método científico (hipótese, experimento e análise), criou uma simplificação generalizada: *plan, do, see* (planeie, faça, veja). Até que finalmente foi aprimorado por William Edwards Deming e durante a década de 50 foi apresentado como o modelo que conhecemos atualmente. O ciclo

PDCA é estruturado em quatro fases que têm como objetivo tornar mais clara a visão do processos, problemas, possíveis causas e soluções (Campos, 1992):

- *Plan* (planejar): é necessário ter uma boa definição e bom detalhamento do problema, atividade ou processo que será analisado e melhorado, assim como dos objetivos que se espera alcançar e como isso poderá ser feito.
- *Do* (executar): colocar em prática o plano definido, realizar testes e experiências, coletar todos os dados necessários e registrá-los para análise na próxima etapa.
- *Check* (verificar): estudar, analisar e discutir os resultados obtidos por meio dos dados coletados na etapa anterior, além de identificar as hipóteses que podem ser validadas ou não.
- *Act* (agir): padronizar as ações executadas na etapa anterior, garantir que no caso de existirem não conformidades, as mesmas sejam corrigidas e melhoradas.

A base dessa ferramenta é a repetição, e sua aplicação sucessiva nos processos busca garantir que a melhoria seja contínua. De acordo com Campos (2014), a ação é a parte de maior importância pois pode servir de ponto de partida para o início de um novo ciclo, com novos objetivos, informações e problemáticas mais complexas e novas estratégias de melhoria.

2.1.5.6 *Kaizen* – Melhoria contínua

A palavra *Kaizen* tem origem japonesa e é a junção das palavras *Kai* (contínua) e *Zen* (melhoria), ou seja, é uma filosofia que defende o princípio de que tudo deve ser melhorado constante e continuamente, possibilitando o aumento da produtividade e a melhoria da qualidade com pequenas ações de baixo ou nenhum custo associado (Singh e Singh, 2009; Imai, 1986).

É uma ferramenta que busca o envolvimento de todos os trabalhadores da empresa desde a base até o topo, e foca nas pessoas (esforços humanos, comunicação, aprendizados, trabalho em equipa e autodisciplina) para alcançarem um objetivo em comum – a melhoria de produtos, processos e instalações – por meio de simples ferramentas de resoluções de problemas.

O anteriormente citado ciclo PDCA é uma forma de dar seguimento às ações associadas com a implementação do *Kaizen* uma vez que desafia repetidamente os envolvidos a alcançarem desempenhos ainda melhores do que aqueles definidos inicialmente (Imai, 1986). Dessa forma, entende-se que as melhorias geradas no *Kaizen* devem ocorrer de forma cíclica.

2.1.6 Benefícios e desafios da implementação

De acordo com Saurin (2008), a aplicação do pensamento *Lean* apresenta algumas vantagens internas para a empresa, como a organização física do próprio ambiente de trabalho, o que pode ser considerado uma das fontes de satisfação dos colaboradores. Além disso, Tubino et. al (2006) cita alguns fatores externos de grande importância, como é o caso da redução de custos, da flexibilidade do sistema produtivo em ajustar-se nos casos de variações das demandas, da redução do *lead time* e da garantia de altos padrões de qualidade.

A aplicação das ferramentas *Lean* nas organizações é uma forma bastante eficiente para identificar problemas e deficiências nos processos produtivos de uma companhia, e é também um meio de orientação para diminuí-los ou eliminá-los (Pereira, 2020).

Para a adoção da filosofia do *Lean Thinking* é preciso que as empresas e seus colaboradores como um todo estejam dispostos e disponíveis para mudanças que possam ser necessárias durante o período de transição de culturas. É essencial destacar que pelo facto de cada atividade ter suas especificidades, é preciso que as ferramentas anteriormente citadas sejam adaptadas caso a caso, visto que nem sempre podem ser aplicadas da mesma maneira nas diferentes linhas, áreas e mesmo nos diferentes tipos de empresas (Muniz et al., 2009).

De acordo com Mirzaei (2011) e Amaro et al. (2019), a filosofia *Lean* pode ser aplicada em qualquer tipo de empresa e resulta na redução de custos, na eliminação de resíduos e na melhoria do desempenho dos processos. A Tabela 1 identifica alguns outros benefícios que as organizações de grande e pequena dimensões podem obter com a implementação do *Lean* em seus ambientes de trabalho.

Tabela 1 - Benefícios da implementação de Lean nas pequenas e grandes organizações (Mirzaei, 2011)

Organização de pequena dimensão	Organização de grande dimensão
Fácil e rápida mudança da cultura organizacional	Acesso a recursos
Rápida tomada de decisão	Colaboradores experientes
Menor número de camadas de gestão	Melhor compreensão dos benefícios do <i>Lean</i>
Elevado nível de inovação	Fácil envolvimento dos recursos humanos
Comunicação simples, clara e direta	Maior probabilidade em ter métricas e dados disponíveis
Proximidade com os clientes, rápido feedback	Aplicabilidade de ferramentas
Flexibilidade	Oportunidade para a eficiência devido à falta de padronização de processos
Maior facilidade em implementar equipas multifuncionais	Poder de negociação com os fornecedores para uma cadeia de abastecimento mais fácil
Forte lealdade dos colaboradores	

É importante ter em conta que há também algumas limitações ou ainda desafios no momento da implementação do *Lean* por conta das mudanças que podem acontecer. O desafio talvez mais difícil que pode aparecer é relacionado à resistência à mudança de algumas pessoas: é um fenómeno natural e inevitável pela busca da manutenção da estabilidade e de tudo aquilo que já é conhecido (Hernandez e Caldas, 2001): fazer alguma atividade cotidiana de uma nova maneira significa deixar para trás o que já se sabe e é habitual, e isso pode causar receio e dificuldades para a equipa. Uma forma de amenizar esta situação é por meio de formações e treinamentos, que envolvam o maior número de pessoas, dessa forma, é possível encontrar e monitorar os focos de resistência, assim como inculcar a mudança de cultura dos colaboradores em busca da melhoria contínua (Santos et al., 2015, Vieira et al., 2018).

A integração entre as pessoas é essencial no momento de implementação do *Lean*. A diversidade hierárquica e departamental que um grupo de trabalho pode ter é um foco de atenção, uma vez que os interesses desta implementação podem se tornar conflitantes quando não são inicialmente bem definidos, para isso é também preciso uma liderança que tenha o compromisso e dedicação necessários para motivar a equipa em todas as fases, principalmente quando os resultados ainda são pouco perceptíveis (Santos et al., 2015).

A comunicação é a fonte de toda a motivação da equipa. É por meio de comunicações que os resultados alcançados são divulgados e é possível avaliar a situação e definir os próximos passos (Santos et al., 2015).

2.2 Sinergia entre *Lean Production* e ergonomia

Tendo como objetivo a eliminação de desperdícios, a filosofia *Lean* busca também eliminar os esforços desnecessários dos trabalhadores, o que pode simultaneamente melhorar o desempenho do sistema como um todo, assim como as condições de trabalho às quais os colaboradores estão sujeitos (Alves et al., 2019).

A repetitividade de movimento durante as tarefas dentro de um processo de produção não é alvo de muitas ações de melhoria e automatização sempre que é possível, entretanto, pode ser às vezes inevitável e necessário, e, de acordo com Kester (2013), pode fazer com que os trabalhadores adotem posturas inadequadas e que requerem grandes esforços durante o dia de trabalho.

A ergonomia e o ambiente de trabalho se interligam no que diz respeito à adaptação do meio produtivo (tarefas, sistemas, postos, máquinas, ferramentas e equipamentos) às necessidades dos operadores e

suas limitações (Karwowski, 1996). Portanto, em outras palavras, a ergonomia busca adequar o ambiente de trabalho ao homem.

A integração entre *Lean* e ergonomia busca identificar todo e qualquer risco que o trabalhador possa vir a correr, assim como todos seus possíveis fatores geradores. Além disso, busca otimizar a performance do sistema global garantindo as condições necessárias para o bem estar do operário, portanto pode-se dizer que as soluções dos potenciais problemas que possam ocorrer no sistema produtivo devem ser orientadas ao trabalhador, e se possível, contar com sua participação e envolvimento (Oliveira et. al, 2017).

Bittencourt et al. (2011) detalharam as técnicas e ferramentas *Lean* que se relacionam com as questões ergonômicas. Bittencourt et al. (2011) basearam-se na tabela de Elias e Merino (2007) para montar uma síntese com as principais características ergonômicas para cada técnica *Lean* aplicada ao sistema produtivo e os autores correspondentes a cada situação, o que pode ser visto na Tabela 2.

Tabela 2- Características ergonômicas relacionadas às técnicas de produção Lean (Bittencourt et al., 2011)

Técnica/Ferramenta	Principais aspetos ergonômicos e benefícios
5S	Mais responsabilidade aos trabalhadores, menos acidentes pela confusão no posto de trabalho, menor esforço, menor fadiga, menor stress e menos frustração, mais moral.
Sistema Kanban	Uso de cores no ambiente de trabalho; enriquecimento do trabalho; maior autonomia; maior motivação.
Produção Celular	Maior responsabilidade, pode fomentar o trabalho em equipa, enriquecimento do trabalho; gestão participativa nas melhorias e soluções de problemas; tendência de o operador passa a trabalhar de pé, movimentando-se entre os postos; possível alternância de postura poderá ser vantajosa; adequação da altura dos postos de trabalho para operadores multifuncionais com diferenças antropométricas; tendência a menor esforço biomecânico para movimentação de cargas em virtude das menores distâncias.
Setup Rápido	Menor setup pode conduzir a menor esforço pelo não carregamento contínuo das peças acumuladas, menos lotes de trabalhos juntos às máquinas, menos stress de não saber o que fazer pois o atendimento às tarefas prescritas referentes aos procedimentos para troca rápida estão definidos e facilitam o entendimento dos operadores; projeto mais ergonômico das ferramentas e dos meios de movimentação de peças para possibilitar troca rápida sem comprometer a segurança.
Autonomation, Poka-yoke e Sistema andon	Aumento do nível de responsabilidade para não ocorrência de erros. Enriquecimento do trabalho pois o trabalhador passa a ter maior controlo sobre o que faz e como faz, dando-lhes maior autonomia, nomeadamente, para parar a linha em caso de problemas e em caso de perigo (aumentar a segurança).
Manutenção Produtiva Total	Enriquecimento do trabalho, necessidade de formação para que a exigência de atuar na manutenção da máquina não se constitua em fator de stress por sobrecarga mental, maior orgulho no trabalho com qualidade (redução de defeitos).
Gestão Visual	Facilidade de compreensão dos avisos através do tamanho adequado de letras e números e combinação de cores (gestão à vista): identificação das competências das pessoas através de matriz de "skills", indicadores de desempenho conhecidos por todos os trabalhadores.
Standard Work	Procura pela melhoria contínua pois o trabalho normalizado pode ser melhorado. Instruções de trabalho documentadas e visualizadas para facilitar a compreensão das tarefas normalizadas. Isto causará menos stress de não saber o que fazer ou como fazer a tarefa seguinte.
Kaizen ou Melhoria Contínua	Maior flexibilidade, maior segurança e melhor serviço que podem conduzir à maior satisfação do trabalhador

2.3 Tipos de sistemas de produção

A revolução industrial deu origem a um modelo de produção industrial que cresceu e tem sido aprimorada até hoje. Inicialmente a descoberta do motor como meio auxiliar à produção trouxe grandes melhorias às fábricas, e atualmente, a tecnologia de modo geral tem criado cenários produtivos cada vez mais otimizados e automatizados.

No caso da produção artesanal, a qualificação da mão-de-obra é imprescindível na busca pelo alcance dos requerimentos dos clientes. Entretanto, é uma forma de produção de elevados custos, com baixa produtividade e instabilidade nas questões de qualidade.

A grande quantidade de setores empresariais ao redor do mundo torna visível as variações de sistemas produtivos que podem ser encontrados. O sistema de produção adotado em uma organização pode ser definido não apenas pelo tipo de produto, mas também pelas circunstâncias nas quais a empresa se encontra.

Para definir o tipo de sistema que deve ser implementado nas indústrias, devem ser levadas em consideração as características específicas de cada setor, as disponibilidades de recursos (matéria-prima e pessoas) e o objetivo de alcance de mercado da empresa em questão (Yin et al., 2018).

2.3.1 Células, linhas e oficinas de produção

Os sistemas de produção podem ser classificados quanto ao seu *layout* que é a forma como se organizam ou dispõe no espaço físico os recursos. Segundo Silva e Alves (2002), as configurações mais frequentes dos sistemas de produção são células, linhas e oficinas (Figura 5). De acordo com Alves (2007), os sistemas de produção orientados ao produto (SPOP) são organizados de acordo com o produto a ser produzido, enquanto que os sistemas de produção orientados à função (SPOF) reúnem em um mesmo espaço os recursos que têm a mesma função. Exemplos de SPOP são as linhas e as células de produção.

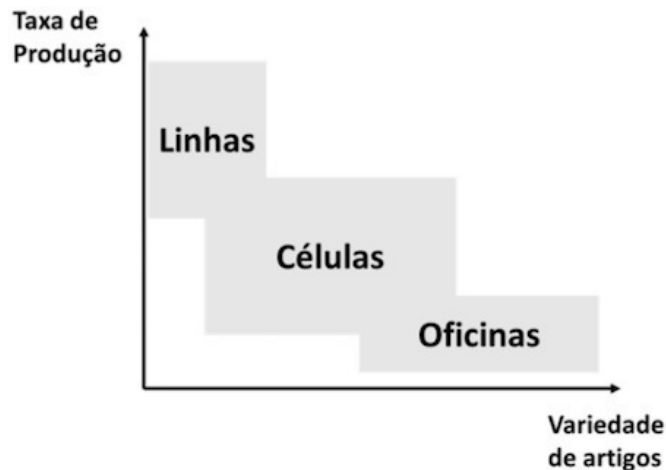


Figura 5 - Tipos de sistemas de produção de acordo com a variedade de artigos e a taxa de produção. (Carmo-Silva, 2011)

A disposição física dos postos de trabalho em uma fábrica é pensada de modo a facilitar o fluxo de materiais, pessoas (quando necessário) e informações. A dimensão daquilo que é produzido gera impacto direto na definição de como a linha vai ser montada, assim como a quantidade a ser produzida, que pode gerar a necessidade de automatização das tarefas, e a variedade de produtos que deve passar pela linha sem comprometer os tempos dedicados a cada uma das operações (Bhat, 2008).

O *layout* de uma fábrica é montado tendo em conta a forma como as operações são realizadas e é responsável por muitos dos desperdícios que podem ser encontrados nas linhas de produção. O tipo celular de organização fabril é o que mais auxilia na redução dos desperdícios do ponto de vista *Lean* (Dal Forno et al., 2007).

Arranjo físico diz respeito à disposição ou posicionamento dos postos de trabalho no ambiente fabril, sejam eles máquinas, equipamentos e até mesmo dos colaboradores, e pode ainda ser utilizado como ferramenta de melhoria e otimização do espaço, de forma a eliminar movimentações desnecessárias e aumentar a produtividade (Freire e Marinho, 2015). Slack et al. (2007) considera o arranjo físico como “uma das características mais evidentes de uma operação produtiva porque determina sua ‘forma’ e aparência”.

No arranjo celular, as diferentes máquinas são agrupadas de acordo com o *mix* de produtos que passa por procedimentos e operações semelhantes na linha em questão, dessa forma, é possível tornar o processo produtivo flexível levando em conta o fluxo de materiais e a questão operacional (Prata, 2002). Também Oliveira e Alves (2009) definem células de produção como “sistema dedicado para a produção de famílias de partes idênticas”, ou seja, é um modelo produtivo que requer recursos, máquinas,

equipamentos e ferramentas semelhantes para determinado conjunto de produtos, o que permite classificá-lo como SPOP. É um tipo de organização implementada quando há médias procura e variedade de produtos.

Os benefícios operacionais das células giram em torno das melhorias com relação à utilização dos recursos e do espaço físico (Hyer e Brown, 1999). Sendo assim, o percurso e conseqüentemente o tempo de deslocamentos internos são reduzidos e isso permite o trabalho com uma menor quantidade de peças por lote. Dessa forma, é possível melhorar não somente o *lead time*, mas também a qualidade do produto final.

Um outro benefício das células produtivas é relacionado à autonomia da equipa de trabalho criada pela auto gestão, com isso, a equipa aumenta seu senso de reponsabilidade, poder, cooperação e reduz a necessidade de intervenções externas (Turniansky e Hare, 1998).

As linhas de produção, também consideradas SPOP, são bastante implementadas no caso de produção em massa, quando as quantidades produzidas são grandes, porém a variabilidade é baixa. Carnahan et al. (2001) definem linha de montagem como uma “série de estações de trabalho de montagem manual ou automatizada, pelas quais um ou mais produtos são montados sequencialmente”.

As vantagens ao adotar esse sistema produtivo se baseiam nos ganhos de produtividade e redução de custos. Após verificarem os bons resultados das linhas de produção na Ford, implementadas em 1913, as outras empresas, principalmente de bens duráveis, decidiram por também instalar esse meio em suas fábricas e se adaptarem aos novos requerimentos dos clientes para permanecerem no mercado competitivo (Silva et al., 2015).

Já as oficinas de produção, classificadas como SPOF, são sistemas utilizados nos casos em que há uma grande variação de produtos a ser produzida, porém em pequenas quantidades. A flexibilidade exigida pelas oficinas de produção deve ser capaz de ter em conta a diversidade de operações necessárias para cada tipo de produto e suas especificidades (Silva e Alves, 2004).

Pelo facto de ter dificuldades a nível operacional do sistema (controlo complexo, fluxos perturbados e resposta ao cliente defasada), Ashton e Cook (1989), consideram os SPOF arcaicos e desatualizados. A versatilidade das oficinas de produção é ao mesmo tempo a força e a fraqueza desse sistema:

- Força: é possível produzir produtos variados desde que tenhas as mesmas unidades funcionais;

- Fraqueza: se o processamento dos produtos for simultânea, os recursos do sistema não são suficientes, o que gera a necessidade de espera e a falta de fluidez das atividades produtivas.

Dentre os pontos mais importantes a serem considerados na montagem de um *layout* eficaz, podem ser citados (Oliveira, 2011; Peinado e Graeml, 2007):

- Facilidade de adaptação: no caso de ser necessária uma rápida resposta às demandas do mercado, as linhas devem ser capazes de adaptar-se a uma nova realidade de forma quase instantânea, seja com a inserção de novos postos de trabalho, seja com o rearranjo da linha em si;
- Flexibilidade: devido à grande variação dos produtos que passam por uma linha, ela deve ser flexível o suficiente para englobar as atualizações ou situações não planejadas nos mix de produtos;
- Integração: os postos existentes na linha devem integrar-se entre si para que respeitem o fluxo produtivo e garantam as condições e meios para que todas as operações necessárias durante o processo de produção estejam disponíveis;
- Menor deslocamento entre os postos: dessa forma, o tempo gasto com esse deslocamento de pessoas, incursos e informações é o menor possível, e tal desperdício é reduzido ou ainda eliminado;
- Respeito às regras de segurança: os corredores entre as linhas e dentro delas, a capacidade máxima de pessoas que podem trabalhar dentro das linhas, sinalização e acessibilidade às saídas de emergência

Outros autores, por exemplo, Slack et al. (2007) consideram quatro tipos básicos de *layout*, a partir dos quais todos os outros são originados são: linear (ou por produto), funcional (ou por processo), celular e fixo. De acordo com Slack et al. (2007), a escolha do tipo de *layout* é dada de acordo com as características relativas ao volume e a variedade de produtos, como é possível ver na matriz da Figura 6.

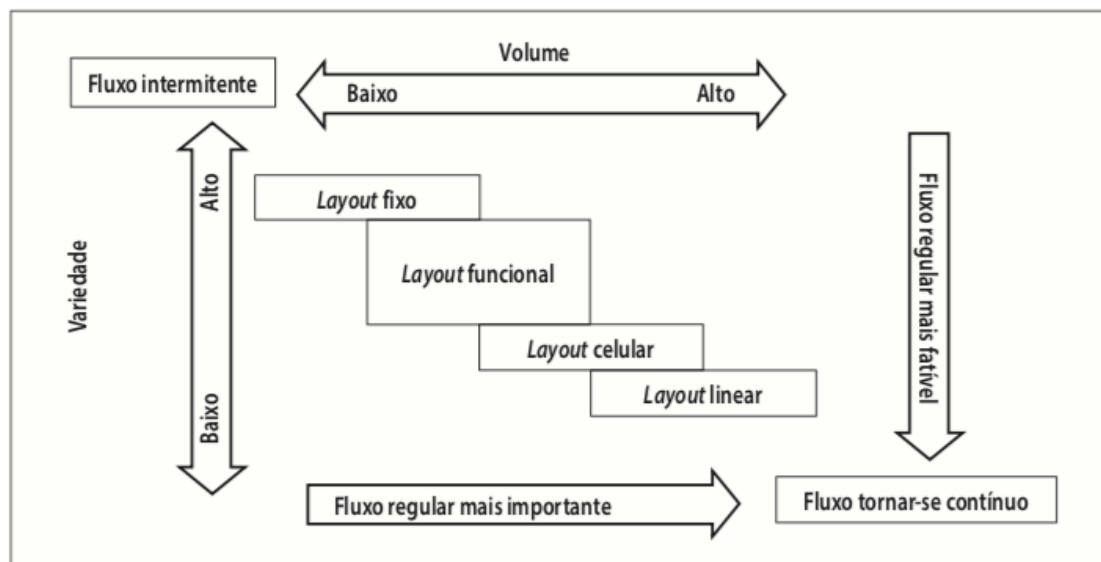


Figura 6 - Matriz volume de produção x variedade de produtos. Adaptado de Slack et al. (2007)

Cada tipo de *layout* tem suas particularidades, suas características, suas vantagens e desvantagens. A Tabela 3 compara os modelos de organização física que podem ser adaptados em cada caso de alterações.

Tabela 3 - Modelos de layout. Adaptado de Peinado e Graeml (2007).

Modelo	Definição	Objetivo
Linear ou Produto	Máquinas posicionadas de acordo com a sequência de montagem dos produtos	Proporcionar alta produtividade
Funcional ou Processo	Caracterizado por máquinas com mesma função agrupadas	Minimizar os custos com fluxo de produtos e recursos no processo
Celular	Máquinas, processos e mão de obra no mesmo local	Localizar os recursos transformadores de acordo com a melhor conveniência
Fixo	Produto permanece no mesmo local e os recursos e operações se deslocam ao seu redor	Melhorar a eficiência dos recursos transformadores
Híbrido, Combinado ou Misto	Combina as características de dois ou mais modelos citados acima	Conciliar o processos, produtos e máquinas de acordo com as características dos diferentes modelos

A Tabela 4 apresenta as vantagens e desvantagens de cada tipo de *layout*.

Tabela 4 - Vantagens e desvantagens dos modelos de layout (Rosa et al., 2014)

Modelo	Vantagens	Desvantagens
Linear	<ul style="list-style-type: none"> - baixos custos unitários para altos volumes de produção - baixa quantidade de stocks de produtos em processamento - movimentação adequada de materiais 	<ul style="list-style-type: none"> - baixa flexibilidade de mix - trabalho repetitivo, prejudicando a moral e motivação dos colaboradores - alta dependência entre as atividades, sendo que a falha em uma etapa pode afetar todo o processo
Funcional	<ul style="list-style-type: none"> - alta flexibilidade de mix e produto - fácil supervisão de equipamentos e instalações - facilidade no treinamento, visto que há menor quantidade de funções 	<ul style="list-style-type: none"> - baixa utilização de recursos, maior ociosidade - maior stock em processo - menor velocidade de movimentação - maior número de setup
Celular	<ul style="list-style-type: none"> - trabalho em grupo incentiva motivação - equilíbrio entre custo e flexibilidade para operações com alta variedade - maior facilidade no planeamento e controlo da produção 	<ul style="list-style-type: none"> - possível dificuldade de adaptação dos colaboradores pela alta variedade de atividades - alto custo para reconfigurar o arranjo - reduz níveis de utilização de recursos
Fixo	<ul style="list-style-type: none"> - flexibilidade muito alta de mix e produto - alta variedade de tarefas para a mão de obra - produto ou cliente não movido 	<ul style="list-style-type: none"> - custos unitários muito altos - programação de atividade ou espaço pode ser complexa - pode exigir muita movimentação de máquinas e mão de obra

Kamaruddin et al. (2013) salienta que é essencial que a escolha do *layout* a ser implementado seja definida de acordo com o for definido como objetivo da organização, tendo em conta suas especificidades relacionadas aos produtos que serão produzidos.

2.3.2 Projeto e reconfiguração de células e linhas de produção

O modo como as fábricas são fisicamente organizadas é fruto de intensos estudos, não uma disposição aleatória dos postos de trabalho, máquinas e equipamentos. Segundo Rosa et al. (2014), o dinamismo das organizações que lidam com constantes incertezas e variações faz das mudanças e reconfigurações partes essenciais e impactantes na busca da garantia operacional.

Ainda que custoso e demorado, o redesenho fabril é feito como estratégia de aperfeiçoamento e melhoria das instalações e consequente aumento da eficácia de produção. Essa flexibilidade às mudanças às vezes imediata pode ser uma jogada ofensiva, por antecipar possíveis distúrbios tanto internos quanto externos à empresa e até mesmo sendo responsável pelas novas regras competitivas do mercado, como

também pode ser defensiva, como forma de reação às mudanças e problemas, reagindo às novas exigências do mercado global.

O *layout* deve ser pensado de forma a respeitar diversos requisitos para que seja possível seguir o melhor fluxo produtivo. A necessidade de alterações físicas pode ser justificada pela necessidade de eliminar desperdícios, balancear linhas de modo a evitar gargalos (postos com as operações mais demoradas nos processos produtivos), otimizar a área ocupada e melhorar o ambiente de trabalho (Oliveira et al., 2019).

O projeto detalhado de uma célula de produção é dividido em cinco etapas, identificadas na Figura 7, de acordo com Alves (2007). A dependência que essas etapas têm entre si torna necessário que elas sejam realizadas iterativamente, de modo que os resultados obtidos devam ser ajustados. O objetivo deste tipo de projeto é a criação de células independentes, em que sejam minimizados ou eliminados todo e qualquer tipo de fluxo intercelular.

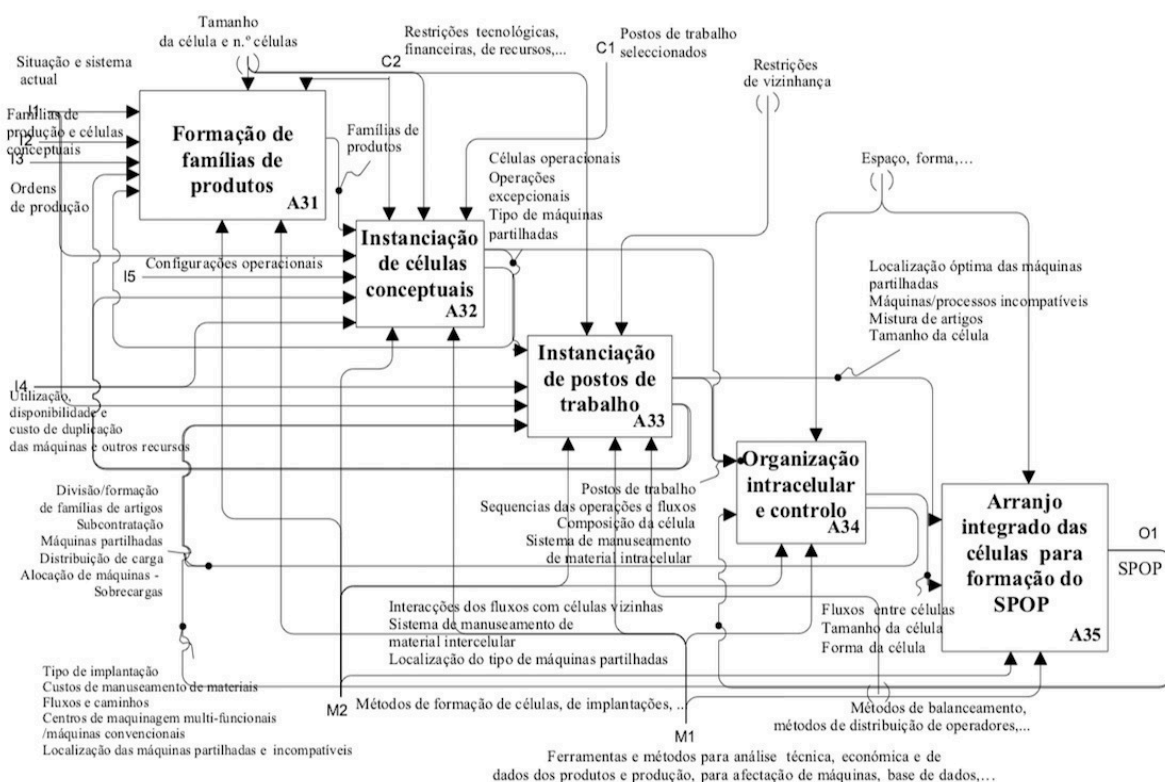


Figura 7 - Projeto detalhado. (Alves, 2007)

A primeira atividade do projeto detalhado tem a ver com a formação de famílias de produtos, sejam eles finais ou intermédios. Essa formação pode se basear nas características físicas dos produtos (atributos de projeto) ou ainda no processo produtivo (atributos de produção). No primeiro caso, por conta da

normalização já aplicada, o suporte de novas peças é facilitado com o uso de desenhos já existentes, além disso, a variedade de componentes é controlada de modo a garantir que apenas o necessário seja difundido (Alves, 2007).

Já no caso da formação relacionada aos atributos de produção, Alves (2007) cita a possibilidade de melhoria do fluxo produtivo, de diminuição dos tempos de preparação, além da normalização dos planos de processo, dentre outros mais. De modo geral, a criação das famílias de produto tem em conta a geometria, o tamanho, o peso, a matéria prima, o processo produtivo e a sequência de operações, as ferramentas, as similaridades em produtos diferentes, tamanho do lote trabalhado e quantidades totais, qualidade, expedição e serviço ao cliente (Alves, 2007).

A segunda etapa, instanciação das células conceituais, diz respeito à busca pela melhor forma de configuração das células, sendo que, de início, são recolhidas informações relacionadas aos produtos, seus tempos de operações e a consequente capacidade e disponibilidade de meios, ferramentas, máquinas ou equipamentos para responder à quantidade prevista, e assim são definidos os fluxos e os meios necessários para que tais fluxos sejam respeitados, além de evitar a ocorrência de fluxos intercelulares (Alves, 2007).

Em seguida, segundo Alves (2007), a etapa de instanciação de postos de trabalho leva em conta as informações do produto e do processo importantes também à etapa anterior, uma vez que nesta terceira atividade é necessário que seja calculado o número de colaboradores que deve existir em cada célula, que seja feito o balanceamento das células e a seleção e afetação dos operadores às células, sendo esta a mais importante das tarefas a se realizar.

A dificuldade em ter flexibilidade dentro de uma célula de produção muito tem a ver com as competências e polivalência adquiridas pelos operários durante não apenas a vida profissional, mas também pessoal. As características sócio psicológicas em muito afetam o comportamento das pessoas no ambiente de trabalho e devem ser bastante exploradas (Alves, 2007).

Os investimentos em formações, motivação e reconhecimento profissional podem ser a chave para garantir as condições necessárias de uma maior gama de conhecimento, competências e portanto polivalência, o que possibilita maior flexibilidade dentro das células de trabalho. Dessa forma, a facilidade de alocação dos operários nos diversos postos de trabalho permite que, quando necessário, seja feito um rápido rebalanceamento e reconfiguração operacional da linha (Alves, 2007).

Alves (2007) explica que a quarta etapa, organização intracelular e controlo de cada célula, tem como objetivo encontrar o modo como a célula deve ser arranjada em termos de máquinas e postos de trabalho de forma a viabilizar e facilitar a circulação minimizando toda e qualquer movimentação desnecessária; escolher qual será o modo operatório dos colaboradores, isto é, qual deverá ser a movimentação do trabalhador dentro da célula; e enfim, definir e lançar os produtos da forma adequada no momento certo, o que diz respeito à determinação prévia do tamanho do lote, à definição das prioridades para responder ao cliente e à disponibilidade da matéria-prima associada aos produtos em questão.

A quinta e última atividade é o arranjo integrado do SPOP pode ser dividida em dois passos: a definição da implantação intercelular de células busca uma forma de garantir a coordenação da interligação entre as células, ou seja, o manuseamento e transporte intercelular adequados; e a integração e coordenação do SPOP global tem intenção de identificar o sistema de planeamento e controlo da produção e busca integrar e coordenar todas as células de fabricação e montagem dedicadas a um produto ou a uma família (Alves, 2007).

Na metodologia do projeto detalhado é possível identificar as etapas a serem seguidas, identificar as informações necessárias para o alcance do objetivo, analisar os possíveis cenários de implementação, verificar as especificidades de cada um deles e definir a solução mais adequada ao objetivo.

2.4 Polivalência e matriz de competências

Balsamo (2001) define polivalência como o crescimento das habilidades e competências humanas através do conhecimento e da capacidade de interagir e realizar um elevado número de funções. A divisão rígida das tarefas, a centralização e especialização dos conhecimentos deram lugar a ambientes cada vez mais polivalentes, com aumentos bastante consideráveis no nível de flexibilidade empresarial (Kovács, 2005).

Por conta da evolução cada vez mais instável e imprevisível do mercado, o cenário de competitividade afeta principalmente empresas de grande porte, como é o caso das multinacionais, e isso gera nessas empresas a crescente necessidade de inovar para ganhar destaque, e além das novas ideias, novas ferramentas e novos métodos de aperfeiçoamento do sistema, é sempre importante lembrar que a procura pela polivalência é uma das estratégias que ajuda na obtenção desses resultados (Magalhães, 2012).

A polivalência dentro das equipas é um item bastante importante no dia a dia das empresas. Diferentes *backgrounds* e formações garantem que os integrantes de uma equipa sejam capazes de complementar os conhecimentos do grupo, que se torna mais flexível e adaptável. O investimento que muitas empresas fazem em formações para seus trabalhadores, busca não apenas aumentar suas grades curriculares como também garantir o contínuo aprendizado do grupo e que todos tenham as condições necessárias para assumirem projetos além de suas esferas pessoais (Esteves, 2014).

Uma forma como a polivalência pode ser adquirida ao longo do tempo é por meio de formações. A cada formação, as pessoas ganham novas habilidades, novos conhecimentos, portanto, novas competências. A publicitação dessas competências adquiridas pelos colaboradores em uma empresa pode ser bastante motivadora para que eles consigam visualizar tudo aquilo que é conhecimento já adquirido e o que ainda podem aprender.

Uma matriz de competências é uma ferramenta que mostra a avaliação das habilidades individuais, e por meio dela é possível verificar o nível de aprendizado em que se encontram os trabalhadores, identificar quais são as pessoas mais adequadas a determinado posto de trabalho ou atividade e ainda definir quais as competências necessárias para funções específicas (Fernandes et al., 2011).

Fernandes et al. (2011) identificaram alguns benefícios importantes para o crescimento da empresa e desenvolvimento de seus colaboradores, dentre eles:

- Compreensão clara das habilidades de cada colaborador;
- Fácil verificação das áreas em que há necessidade de formação;
- Identificação de qual ou quais colaboradores estão melhores preparados para determinadas atividades;
- Verificação de quais são as áreas mais fortes.

Uma das matrizes de competências de fácil entendimento é a matriz ILUO (um exemplo é mostrado na Figura 8), na qual são informados os níveis das habilidades dos trabalhadores em certas funções. Cada letra identifica um nível de habilidade, que são alcançados por meio de avaliações práticas e teóricas (Alfaro, 2017):

- Nível I: pessoas que estão em formação em determinada operação;
- Nível L: pessoas que realizam a operação ainda sob supervisão;
- Nível U: pessoas que têm autonomia ao realizar a operação;

- Nível 0: pessoas com capacidade de formarem seus colegas na operação.

Nomes	Atividade 1	Atividade 2	Atividade 3	Atividade 4	Atividade 5
Colaborador 1	I	□	□	I	U
Colaborador 2	L	I	□	□	L
Colaborador 3	U	I	U	I	□
Colaborador 4	U	I	L	U	□
Colaborador 5	□	L	□	I	I

Figura 8 - Exemplo de matriz de competências ILUO. Adaptado de Santiago (2018).

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

O terceiro capítulo é dedicado à apresentação da empresa onde foi realizado o estudo. Os subcapítulos mostram uma visão global da mesma, sua história, o grupo ao qual está inserida, a estrutura organizacional e produtiva, seus clientes e produtos. Por questões de confidencialidade, nenhum nome será citado, as linhas de produção abordadas terão nomes fictícios, a empresa será denominada de empresa “A” e o grupo de “L”.

3.1 História do grupo

O grupo a que a empresa onde foi realizada esta dissertação é responsável por abastecer uma grande porção do mercado de luxo de desde bolsas e malas, até roupas, sapatos, acessórios e perfumes, o grupo L teve início em 1854, quando abriu sua primeira fábrica na França, na qual, ainda hoje, se fabricam peças que são exportadas ao redor do mundo.

Em 1987 o grupo L juntou-se com outras duas empresas e criaram um grupo ainda maior e especializado em bens de luxo, e hoje contam com mais de 70 marcas consideradas sinónimos de qualidade, sofisticação e luxo.

Atualmente, o grupo L tem mais de 30 fábricas e subsidiárias espalhadas pela França, Estados Unidos, Roménia e Espanha, conta com mais de 9 500 colaboradores e cerca de 435 lojas em 63 países, sendo que em Portugal, a única loja da marca pode ser encontrada em Lisboa.

3.2 A empresa em Portugal

A empresa A faz parte do grupo L, especializada na fabricação de componentes de bolsas e carteiras, tem duas unidades localizadas no norte de Portugal e está a expandir para a terceira fábrica, que será destinada à produção de componentes de calçados. A empresa faz parte do setor têxtil com Código da Atividade Económica (CAE) número 15120 – Fabricação de artigos de viagem e de uso pessoal, de marroquinaria, de correio e de seleiro.

A primeira fábrica abriu em Portugal em 2011, a segunda abriu 7 anos depois, em 2018 e a terceira está prevista para abrir em 2021. A empresa tem cerca de 750 colaboradores em suas duas fábricas a tem previsão de crescer e chegar aos 1000 trabalhadores em breve. No país, a empresa é responsável

pela fabricação de componentes de bolsas e de carteiras, e estes componentes são enviados para as fábricas que são responsáveis pela fabricação do produto acabado.

A preocupação em seguir os padrões de qualidade e fiabilidade exigidos pelo grupo vem ao encontro das várias formações que são dadas aos colaboradores desde a primeira semana de trabalho. A exclusividade e disponibilidade, que são pontos fortes da marca, são altamente associadas ao foco que é dado no cliente do produto final. A variedade de artigos encomendados são produzidos de modo a seguir o design e especificações fornecidos pelo cliente.

Os artigos produzidos utilizam peles de animais, tecidos sintéticos e outros consumíveis. Não é apenas com as matérias-primas que a empresa e o grupo como um todo se preocupam. Para que possam garantir a qualidade tanto de componentes quanto do produto final, há uma grande exigência de que muitos dos processos produtivos sejam feitos artesanalmente, dessa forma, é necessário que os colaboradores sigam um rígido padrão e sejam bem preparados. O know-how é indispensável na manufatura das peças e o investimento nesse quesito gera trabalhadores polivalentes, com múltiplas competências, para que possam atuar nos vários postos e linhas existentes dentro das fábricas.

3.3 Estrutura organizacional

Por fazer parte de um grupo francês, muitas das questões organizacionais de base são provenientes do standard do grupo. Os departamentos abordados para a dissertação têm a estrutura organizacional mostrada no organograma representado pela Figura 9.

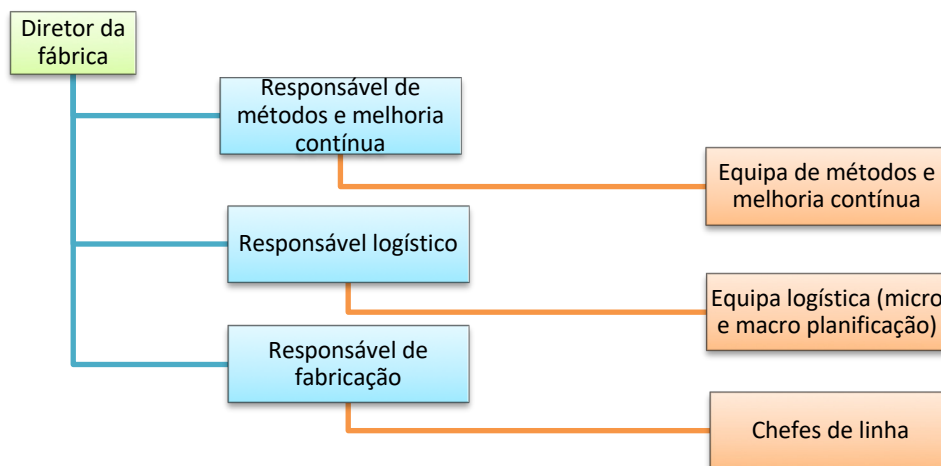


Figura 9 - Organograma geral das áreas englobadas neste estudo.

3.4 Descrição geral do sistema produtivo

Por conta do dinamismo da empresa, o sistema produtivo tem passado por diversas transformações, entretanto, para este trabalho será considerado o modo com foi encontrado no momento em que os dados foram recolhidos. A fábrica tem três andares:

- 1º andar: armazém, embalagem, área de expedição e depósito de máquinas, ferramentas e equipamentos obsoletos
- 2º andar: ambiente fabril, escritórios, recepção e salas de reunião
- 3º andar: escritórios, salas de reunião e cantina

O ambiente fabril é formado por sete linhas, as quais são atualmente divididas em função do tipo de produto que passa pelas mesmas, e conseqüentemente, cada uma delas tem algum tipo de especificidade com relação às máquinas, postos e processos que podem ser realizados. Para efeitos deste estudo, as linhas analisadas foram chamadas de Corda e Componentes Planos.

A produção é feita com base no que os clientes encomendam. Por ser atuante na indústria da moda, a procura de mercado é definida de acordo com as tendências, isto é, a procura é sazonal. O ano é dividido em trimestres, sendo que a cada três meses são lançados produtos novos que acompanham as tendências da estação em vigor. Há casos em que a única alteração é com relação às cores em que os produtos são lançados, dessa forma, torna-se parcialmente possível que se tenham previsões das procuras, porém, isso não acontece em quantidades suficientes para justificar que se utilize o sistema de produção em massa.

A Figura 10 mostra, de forma geral, um esboço de como era o arranjo físico das linhas no momento inicial da recolha de dados, considerando as três famílias de produtos as quais se dividiam pelas seis linhas mais a área do corte.

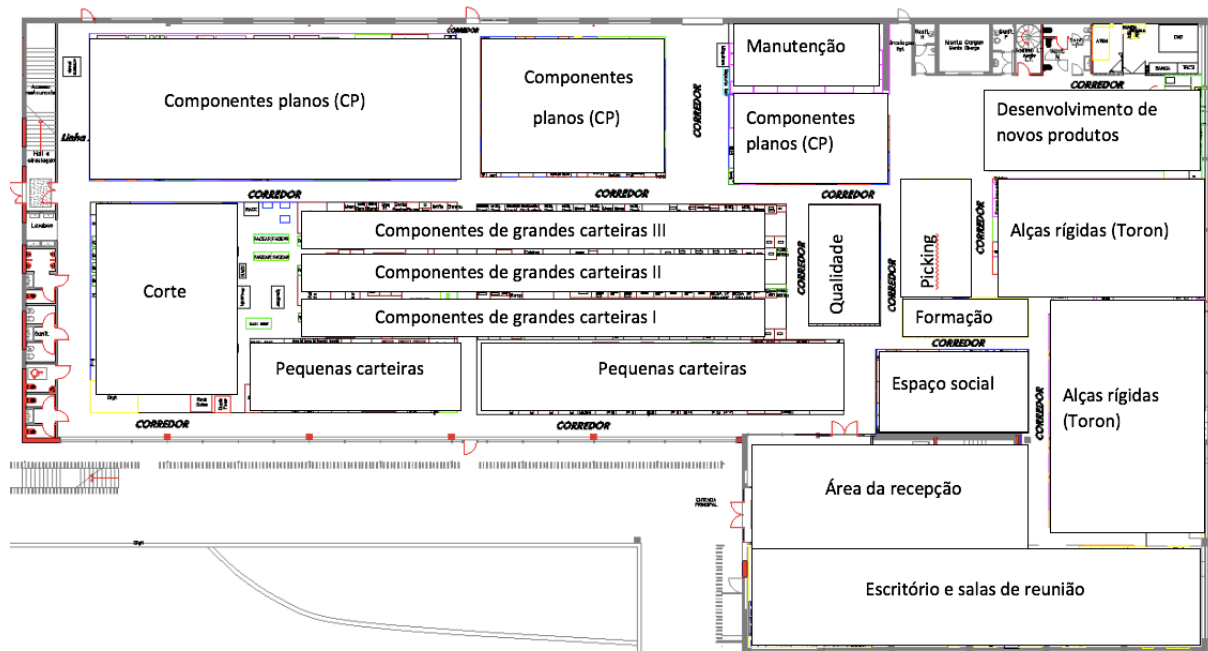


Figura 10 - Esboço da planta da fábrica.

O pensamento *Lean* é continuamente aplicado, de modo que as melhorias contínuas sejam frequentes, recorrentes e incentivadas. Além de outras, uma das atividades semanalmente realizadas pelos integrantes da equipa de métodos é a realização de observações de postos em busca de pequenas alterações nas máquinas, nos postos ou nos processos que possam de alguma forma melhorar e simplificar as condições de trabalho.

Além de procurar essas melhorias, é feita também uma rápida análise de ergonomia que avalia, por meio de uma *checklist*, o que é aceitável ou não no posto em questão. Em seguida, os pontos destacados nas duas análises são mostrados ao chefe de linha para que em conjunto possam criar um plano de ações (PDCA) para diminuir ou eliminar tais desperdícios e melhorar as condições do posto de trabalho para os colaboradores.

4. RECONFIGURAÇÃO DA LINHA PARA INTRODUIR NOVO PRODUTO

Neste capítulo é detalhado o funcionamento geral do sistema de produção onde se reconfigurou a linha para o novo produto. Apresenta-se ainda o modo como os processos envolvidos na concepção do produto escolhido para ser acompanhado neste trabalho são divididos. Também são apresentados os postos de trabalho e meios produtivos, a forma na qual as linhas envolvidas no estudo estavam organizadas no momento inicial da recolha de dados e ainda como é feito o controlo da produção ao final da linha.




4.1 Funcionamento geral do sistema de produção

Como anteriormente descrito, a empresa em estudo trabalha para a fabricação de artigos de pequena marroquinaria, os quais são apresentados em grande variedade, e por conta disso, estão atualmente separados em três famílias de produtos, componentes planos (CP), alças (Toron) e componentes de pequenas e grandes carteiras (PP).

Essas famílias possuem suas diferenças em três pilares principais: dimensões, tipo de corte e os consumíveis que são utilizados em sua confecção, sendo que estes últimos são determinados de acordo com a cor dos componentes e matérias-primas que devem ter os produtos finais. Além das peles, a lista de matérias-primas é composta, entre outros, por tecidos sintéticos, fechos, cola, filtros, tinta, linhas de costura e fitas adesivas, os chamados consumíveis.

De modo geral, é possível fazer a divisão do sistema produtivo em três seções, como apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 - Breve descrição do sistema produtivo geral da fábrica

<p style="text-align: center;">Corte</p> <p>As peles recebidas dos fornecedores são cortadas nos formatos aproximados dos vários componentes que constituem um produto final. As peles podem apresentar variações e defeitos, e para garantir que os requisitos de qualidade exigidos pelos clientes sejam cumpridos, atualmente é possível ter em média 90% de aproveitamento.</p>	
<p style="text-align: center;">Preparação</p> <p>Após o corte, as peças seguem o fluxo produtivo para as áreas de preparação, onde inicia-se o processo de transformação dos componentes, que saem desta etapa com aspeto já bastante diferente do que tinham inicialmente. Cada uma das famílias tem sua área de preparação. (as fotos ao lado exemplificam o processo do produto alça trançada)</p>	
<p style="text-align: center;">Montagem</p> <p>Ao saírem da preparação, as peças seguem para a seção de montagem, onde passam pelas últimas operações e ficam prontas a serem embaladas e enviadas aos clientes. Da mesma forma que a etapa anterior, cada família de produtos conta com sua própria área de montagem (as fotos ao lado exemplificam o processo do produto alça trançada).</p>	

O corte não é apenas responsável pelo corte de peles, mas também dos materiais sintéticos e reforços utilizados, quando especificado nas gamas operatórias, no interior dos componentes para garantir a rigidez requerida e determinada nas fichas de qualidade.

De forma geral, o corte de peles é feito para os produtos das linhas de componentes de pequenas e grandes carteiras, assim como o corte de sintéticos, enquanto que o corte de reforços é mais comumente realizado para os produtos das famílias de componentes planos e de alças. Nesse último caso, o próprio cliente envia a pele já previamente cortada nos formatos próximos àqueles que serão utilizados na produção do componente final.

As linhas de preparação são formadas por operações iniciais, como aplicações de cola, uniões das partes de cima e de baixo da peça, cortes e marcações a quente. A pele e os reforços entram nas linhas de preparação sem qualquer modificação prévia além do corte inicial. As alterações feitas nas peças nas linhas de preparação as deixam com o formato final da peça, a qual em seguida segue para as linhas de montagem.

Nas linhas de montagem as peças passam principalmente pelas operações de coloração, montagem e costura, e após tais operações a peça é finalizada com os acabamentos necessários e passa também pelo rígido controlo de qualidade.

4.2 Introdução do produto selecionado na linha de Componentes Planos

Para descrever detalhadamente os processos de produção e devido a haver produtos muito diferentes foi necessário selecionar um produto. O produto foi identificado devido a três motivos principais: 1) grande complexidade e especificidade de uma operação em especial, que gerou a necessidade de um demorado período de acompanhamento pelas formadoras e aprendizagem da parte dos colaboradores; 2) as previsões dadas pela logística foram de quantidades bastante significativas, o que tornou imprescindível o seguimento da produção; 3) possibilidade de reconfiguração da linha de produção após a verificação dos meios de trabalho necessários durante o processo produtivo.

4.2.1 Processo de produção

O produto a ser acompanhado e estudado pelas razões enunciadas na secção anterior, apresenta algumas especificidades com relação a um dos processos que fazem parte de sua produção: leva uma espécie de trança, que é um processo bastante diferente dos restantes e muito demorado, quando comparado com as outras operações, e isso faz com que esta tarefa de fazer a trança seja considerada o gargalo da operação, isto é, a operação mais demorada que determina o ritmo da linha na produção específica deste componente.

Quando o produto é desenvolvido internamente, é possível definir a qual família vai pertencer, e também em qual linha deverá ser produzido. Enquanto que se o produto é desenvolvido externamente, é apenas possível definir a sua linha de produção, de acordo com os meios necessários e os que estão disponíveis, mesmo que, geralmente a escolha da linha seja feita automaticamente após a classificação da família pela sede.

Por conta da família na qual o produto foi alocado no momento de seu desenvolvimento (anteriormente ao início da recolha dos dados) que aconteceu em um outro atelier do grupo, esta alça trançada poderia apenas ser produzida na linha dos componentes planos. Uma eventual reconfiguração na linha de produção requer que sejam estudados os meios e as capacidades das linhas envolvidas, assim como as previsões de produção dos produtos em questão.

Após a verificação dos postos de trabalho existentes em cada uma das linhas, verificou-se que a linha das alças Toron também poderia receber a produção da alça trançada. Entretanto, por conta dos motivos citados a seguir, foi mantida a produção na linha dos componentes planos:

- Previsão das encomendas: de acordo com as previsões das semanas seguintes à recolha de dados, o número de pessoas a trabalhar na linha, e conseqüentemente o número de horas disponíveis eram suficientes para acolher também a nova produção de alças trançadas;
- Capacidade produtiva dos postos de trabalho: a Tabela 6 mostra o comparativo da maior parte dos postos encontrados nas linhas de componentes planos e de alças de Toron e de sua taxa de utilização. Dessa forma, é possível verificar que de modo geral a disponibilidade dos postos passíveis de serem utilizados na linha dos componentes planos é, em média, 12% maior e pode, portanto, integrar as novas alças. Em itálico, foram destacados os postos que as linhas têm em comum e que fazem parte da gama operatória da alça trançada.

Tabela 6 - Tabela comparativa de postos de trabalho e suas respectivas taxas de ocupação

Linha de componentes planos		Linha de alças de Toron	
<i>Acabamento de fios - Queima</i>	52%	<i>Acabamento de fios - Queima</i>	3%
Aplicação automática de cola	38%	Aplicação automática de cola	36%
<i>Aplicação automática de cola reativável</i>	48%	<i>Aplicação automática de cola reativável</i>	48%
Colagem e prensagem	19%	Coloração em lote	63%
Coloração em lote	43%	<i>Coloração unitária peças compridas</i>	49%
<i>Coloração unitária peças compridas</i>	67%	Coloração unitária peças pequenas	52%
Coloração unitária peças pequenas	20%	Corte à quente	46%
Corte à quente	22%	Corte de corda	48%
Corte e marcação à quente	18%	Corte de excesso da alça	71%
<i>Corte surcoupe</i>	24%	Corte e marcação à quente	49%
<i>Costura em máquina</i>	29%	Corte extremidade corda	18%
Costura manual	3%	<i>Corte surcoupe</i>	73%
Cravação e colocação de agrafos	18%	<i>Costura em máquina</i>	34%
<i>Forno de reativação</i>	23%	Costura manual	80%
<i>Igualizar</i>	30%	Cravação	4%
Igualizar negativo	23%	<i>Forno de reativação</i>	19%
<i>Lixa</i>	11%	<i>Igualizar</i>	78%
Ponte de corte	46%	<i>Lixa</i>	72%
Prensa de rolo	24%	Prensa	22%
<i>Rampear/Facear</i>	17%	Prensa de rolo	44%
		<i>Rampear/Facear</i>	29%

A gama operatória deste produto encontra-se no anexo II, assim como os tempos, em horas, para cada uma das operações. As únicas atividades críticas do processo inteiro são encontradas na parte final, que correspondem às operações de números 44, 45 e 46, realizadas em um mesmo posto de trabalho, ou seja, a mesma pessoa que inicia a operação 44 realiza também as operações 45 e 46.

A Tabela 7 mostra os tempos do processo como um todo e a percentagem que as últimas operações, com exceção do controlo (número 47), representam dentro do processo. Portanto, é possível observar que o conjunto das três operações críticas representa 17% de todas as 47 operações contidas na gama operatória, uma percentagem bastante alta quando se verifica que os 83% restantes são divididos entre

44 operações, ou seja, aproximadamente 6% do tempo corresponde a conjuntos de três operações dessas 44.

Tabela 7 - Comparação do tempo total com o tempo utilizado nas operações específicas de trança





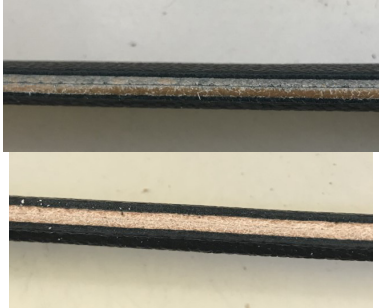


Tempo total (h)	Tempo operações de trança (h)	% tempo utilizado para as operações 44, 45 e 46
0,8895	0,1478	17%

Como anteriormente citado na secção 4.1, as operações destinadas ao corte são apenas dos reforços que o componente leva e do relevo (também considerado um tipo de reforço que dá a espessura desejada ao componente). A pele utilizada já vem previamente cortada dos clientes, assim como as peças metálicas utilizadas.

Portanto este conjunto de materiais é colocado em caixas e levado à entrada da área do corte pelo armazém com as quantidades pré-determinadas pela logística (cada caixa possui os componentes necessários para a fabricação de 30 peças). O corte então adiciona nas caixas os reforços e o relevo (também em quantidades suficientes para a produção das 30 peças) de acordo com a identificação com o número da ordem de fabricação (OF).

Algumas das operações que acontecem a partir do momento em que esta caixa está completa com todos os materiais necessários para as 30 peças finais serão brevemente descritas na Tabela 8, não em ordem de ocorrência, mas apenas para breve conhecimento de cada uma dessas operações.

Tabela 8 - Descrições e fotos das operações

Operações	Descrição	Fotos
Iguarizar	A pele recebida pelo cliente e os reforços passam por esse processo para chegar à espessura desejada especificada para cada produto	
Aplicar cola reativável	Esse tipo de cola deve receber uma termo ativação para ter ação, e após a união, obrigatoriamente as peças devem ser prensadas para garantir a colagem	
Corte/Surcoupe	A operação de corte aproxima mais precisamente a peça de seu formato final, com melhor acabamento e melhores condições para as colorações (corte mais limpo gera menos pelo na pele, o que facilita o processo de coloração)	
Rampear	Esse processo gera um desnivelamento na parte da peça que é rampeada, isto é, forma-se uma “rampa” na extremidade que garante a qualidade da colagem do chamado retorno	
Lixa	As peças são passadas na lixa para garantir a altura ideal e preparar a peça para receber o primário	
Aplicação de primário	O primário é uma base que garante o nivelamento e a uniformização da área a ser pintada	
Operações de trança	A alça trabalhada ao longo do processo serve como a base na qual as fitas são de facto trançadas, em seguida suas extremidades excedentes são cortadas e com uma ferramenta adaptada são abertos os buracos para a costura final	

4.2.2 Meios de produção

Os meios necessários para a produção desta alça trançada não têm grandes especificidades quando comparados aos meios existentes na fábrica como um todo. As tarefas consideradas críticas são realizadas em mesas, com auxílio de gabaritos e suportes criados e produzidos internamente, o que dá certa flexibilidade para sua alocação nas linhas de produção.

A Tabela 9 relaciona a listagem das operações existentes na gama operatória da alça trançada após as operações de corte com os meios que são utilizados para tais (mesa ou máquina).

Tabela 9 - Listagem das operações e seus respectivos meios de produção

Operação	Meios de produção	Operação	Meios de produção
Aplicar dupla-face no relevo	Mesa	Rampear	Máquina
Corte	Máquina	Igualizar costas	Máquina
Rampear	Máquina	Igualizar reforço costas	Máquina
Igualizar frentes e costas	Máquina	Aplicar cola reativável	Máquina
Aplicar cola reativável	Máquina	Reativar + união	Máquina/Mesa
Reativar e união	Máquina/Mesa	Calandragem	Máquina
Calandragem	Máquina	Corte	Máquina
Surcoupe	Máquina	Rampear	Máquina
Corte manual	Mesa	Aplicar cola reativável	Máquina
Aplicação de primário	Mesa	Reativar e união	Máquina/Mesa
Coloração	Máquina	Prensar	Mesa
Corte das extremidades	Mesa	Lixa	Máquina
Costurar	Mesa	Aplicação de primário	Mesa
Igualizar frente	Máquina	Coloração	Mesa
Igualizar reforço frente	Máquina	Aplicar cola reativável	Máquina
Surcoupe	Máquina	Reativar, posicionar metálica e colar retorno	Máquina/Mesa
Aplicar cola reativável	Máquina	Prensar	Mesa
Reativar e união	Máquina/Mesa	Costurar	Mesa
Prensar	Mesa	Trançar	Mesa
Coloração interior	Mesa	Cortar excedente e abrir buracos	Mesa
Corte	Máquina	Costura final	Mesa
Aplicar cola reativável	Máquina	Controlo	Mesa

Ao comparar as Tabelas 6 e 9, é possível concluir que os meios necessários para a produção da alça trançada estão também disponíveis na linha de alças Toron, o que possibilita certa flexibilidade de produção entre essas linhas.

4.2.3 Objetivos de produção e *layout* da linha

A partir do momento em que a logística registra o pedido das encomendas, a informação é passada à micro planificação, que verifica qual o prazo desejado pelos clientes e cria as ordens de produção para serem alocadas ao plano de produção da semana em que for necessário para atender às demandas. Todos os dias, os chefes das linhas recebem o plano diário com as prioridades e os objetivos a serem cumpridos.

A definição das quantidades de peças como objetivos é feita de forma a considerar maioritariamente um bom fluxo ao cliente, mas não apenas, também são consideradas a quantidade de pessoas a trabalhar nas linhas e a capacidade total da mesma. Além disso, no caso de um novo produto ou introdução de alguma operação complexa ou muito diferente do que já existe em linha, é necessário também considerar o tempo que os colaboradores levam para aprender a nova tarefa, ou seja, o tempo de ramp-up que a pessoa leva até ter domínio da atividade. No caso da alça trançada, os objetivos semanais de 10 semanas foram definidos de acordo com o tal tempo de ramp-up, e são mostrados na Tabela 10.

Tabela 10 - Objetivo da quantidade de peças a serem produzidas por semana

Semanas	Objetivo semanal	Semanas	Objetivo semanal
S8	100	S13	300
S9	100	S14	350
S10	150	S15	400
S11	200	S16	400
S12	250	S17	400

A disposição dos postos no espaço ocupado pela linha de componentes planos no momento de recolha de dados pode ser observado no *layout* da Figura 11, bem como está indicado o fluxo que a maior parte dos produtos segue dentro da linha. Há exceções que fazem um pequeno contra fluxo (indicado na Figura 11) por conta de especificidades, e por não terem volume considerável, não justificam a alteração do *layout*.

O contra fluxo identificado no *layout* acontece apenas para um tipo de componente, por conta de seu tamanho bastante diferente dos demais. Sendo assim, este componente só consegue ter sua coloração

feita no banco de coloração indicado na Figura 11. A passagem deste componente pela linha representa 10% (cerca de 120 peças) de tudo que lá passa diariamente. Qualquer alteração que fosse feita na tentativa de resolver este problema, acabaria por criar ainda mais contra fluxos para os outros componentes que passam pela linha, o que geraria ainda mais movimentações dentro da mesma.

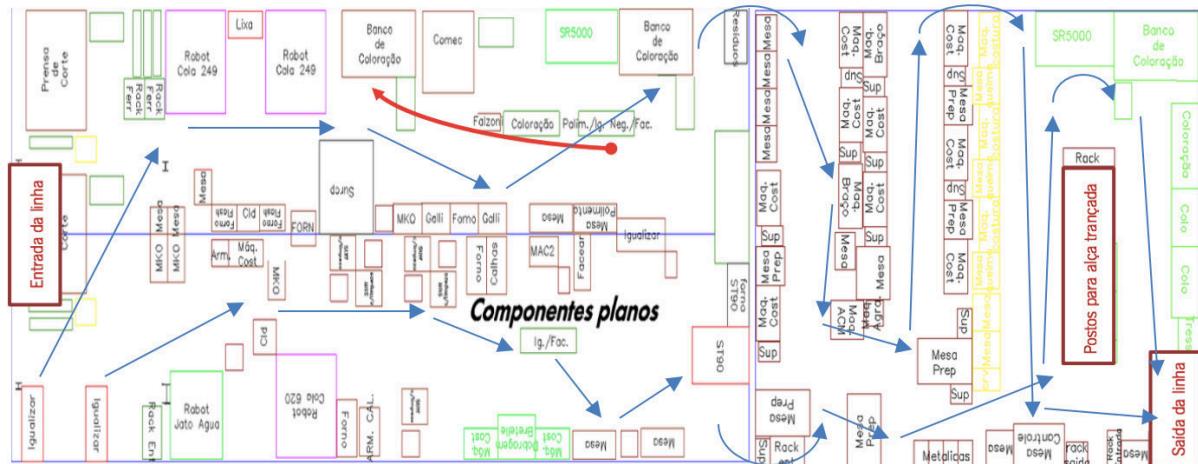


Figura 11 - Layout da linha de componentes planos com identificação do fluxo normal geral (em azul) e do contra fluxo (em vermelho) (as cores dos postos de trabalho não têm qualquer significado).

4.2.4 Controlo de qualidade e da atividade produtiva

Em todas as linhas, o último posto é chamado de controlo. Nele é feito, não apenas o controlo de qualidade peça a peça, mas também é registada a produção que por ali passa, dentro das caixas, em ordens de fabricação de, geralmente, 30 unidades. Apenas acontece de uma ordem conter menos peças nos casos em que os clientes pedem peças de reposição, ou seja, pedem uma quantidade menor que 30 para repor alguma necessidade que tenha surgido no momento do fabrico do produto final.

O controlo de qualidade é bastante rígido, para cada produto são seguidos padrões pré-definidos pelo departamento de qualidade da sede francesa. Os parâmetros mais avaliados são relacionados aos aspetos da coloração, aos pontos da costura, às dimensões como um todo, às marcas e riscos nas peças metálicas e à peça final em si. É incutido na filosofia da empresa que deve haver o autocontrolo, ou seja, cada pessoa é responsável por apenas deixar a peça seguir se estiver conforme o que é exigido.

Nas gamas operatórias estão identificados os parâmetros que devem ser seguidos, por exemplo o tipo de linha a ser usado, o código da tinta que deve ser utilizada na operação de coloração, o número de camadas de tinta que devem ser aplicadas ao produto, qual o tipo de cola que a peça deve receber, entre outros.

Além disso, para algumas operações, notadamente as que tenham aspeto visível na peça final (costuras, colorações, marcas a quente), o cuidado é ainda maior: no caso das costuras, o tamanho dos pontos e a distância entre eles são garantidos com o uso das chamadas “chaves” e com réguas, enquanto que para as colorações e para as marcações a quente existem os chamados masters, os quais determinam as faixas aceitáveis das tonalidades que a peça ganha, estes exemplos são mostrados na Figura 12.

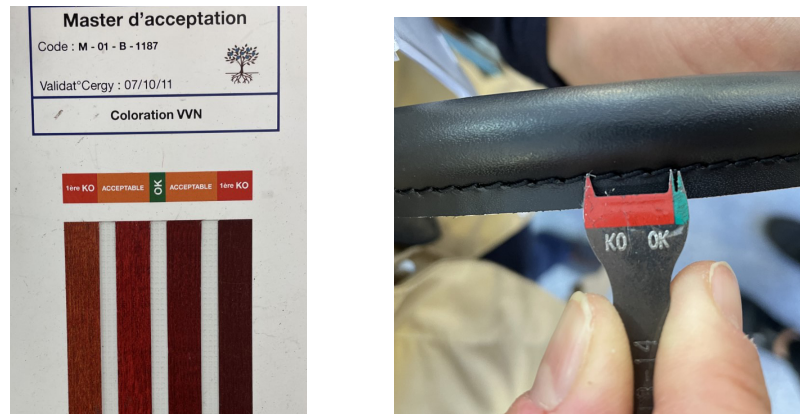


Figura 12 - Exemplos de guia de coloração e chave medidora do tamanho dos pontos.

Caso existam peças que não seguem todas as regras de qualidade, é verificada a possibilidade de refazer aquilo que não está conforme, ou seja, reparar apenas o necessário para que a peça possa ser enviada em boas condições. Se não for possível fazer reparações, a peça é enviada mesmo assim ao cliente, com uma etiqueta que identifique o motivo do defeito.

No sistema, são registadas todas as peças que passam pelo posto do controlo, tenham elas defeitos ou não, para que se possa manter uma análise de peças produzidas no total, peças produzidas sem qualquer defeito e ainda peças produzidas que foram enviadas ao cliente com algum defeito identificado internamente. É importante tal acompanhamento para que, caso a frequência dessas incidências seja alta, seja possível atuar diretamente no problema identificado, ou ao menos tentar encontrar a causa raiz para então agir da forma mais adequada.

O registo da produção é feito pela pessoa que está a ocupar o posto do controlo, porém, a gestão para o cumprimento do plano de produção diário é tarefa dos chefes das linhas, que devem garantir que as quantidades pedidas nas encomendas sejam alcançadas ao longo da semana e estejam disponíveis para envio no prazo desejado. Caso isso não seja feito, o responsável da produção intervém de modo a analisar as possíveis causas da não produção e as ações que podem ser tomadas com o intuito de minimizar ao máximo a produção em atraso.

Com o intuito de tornar mais visível para os próprios colaboradores as necessidades do cliente e a produção real, foi colocado ao final da linha um quadro, semelhante ao mostrado na Figura 13. Na parte de cima, deve ser identificado o turno em curso e colocada a data; na coluna a) estão as oito horas de trabalho, para cada qual é colocada a produção realizada de cada um dos produtos identificados na coluna b). Na coluna c), devem ser colocadas as quantidades objetivo de cada produto; a quantidade de pessoas a trabalhar na linha deve ser colocada na coluna d); a coluna e) deve ser preenchida com as quantidades de peças sem defeitos de cada produto a cada hora e na coluna f) deve estar a informação relativa à quantidade de peças que faltaram ser produzidas para alcançar o objetivo de cada hora, ou seja, o desvio; os motivos dos desvios ou ações para corrigi-los são descritas na coluna g).

	a	b	c	d	e	f	g
1º		0	3/5		0	-5	
2º		0	3/5		0	-10	
3º		0	3/5		0	-15	
4º		31	3/5		0	+11	
5º		31	3/5		0	+5	
6º		24	3/5		24	+6	
7º		-	2/5		0	+4	
8º		-	3/5		0	-24	
TOTAL		24	61	20	40	0	
TOTAL		0	0				

Figura 13 - Quadro de acompanhamento diário da produção.

O quadro de seguimento da produção é importante por envolver as pessoas e mostrar que o bom trabalho delas é importante e indispensável para que os objetivos sejam cumpridos e o cliente fique satisfeito ao receber as peças na quantidade correta e no tempo determinado. O envolvimento dos colaboradores faz com que se sintam ainda mais responsáveis pelo bom funcionamento da cadeia produtiva.

Após o fim de cada turno, o chefe da linha passa os dados recolhidos durante as oito horas de trabalho do turno em questão para um ficheiro que possibilita o acompanhamento mensal e anual da produção dos produtos monitorados e dessa forma é possível, em conjunto com a equipa de métodos e micro planificação, prever as capacidades máximas que a linha tem para fabricá-los.

As reuniões entre métodos e a equipa de micro planificação acontecem às terças-feiras, que é o dia no qual a logística partilha os dados quanto às encomendas confirmadas e os prazos estabelecidos com os clientes. Nessa reunião são analisadas as cargas que devem ser alocadas a cada linha tendo em conta a matriz de capacidade de cada uma delas, na qual é considerado um posto gargalo aquele que apresentar taxa de ocupação maior ou igual a 85%.

5. MELHORIAS À OPERAÇÃO E AJUSTAMENTO DA LINHA

Este capítulo apresenta as melhorias realizadas à linha onde foi introduzido a alça trançada depois da análise de todos os dados que foram recolhidos e apresentados ao longo do capítulo 4.

5.1 Indicadores do desempenho da linha

O gráfico da Figura 14 compara as quantidades de peças produzidas nas três famílias de produtos durante os seis meses de recolha de dados, entre janeiro e junho de 2020, em que PP corresponde às linhas de componentes de pequenas e grandes carteiras e CP diz respeito à linha de componentes planos.

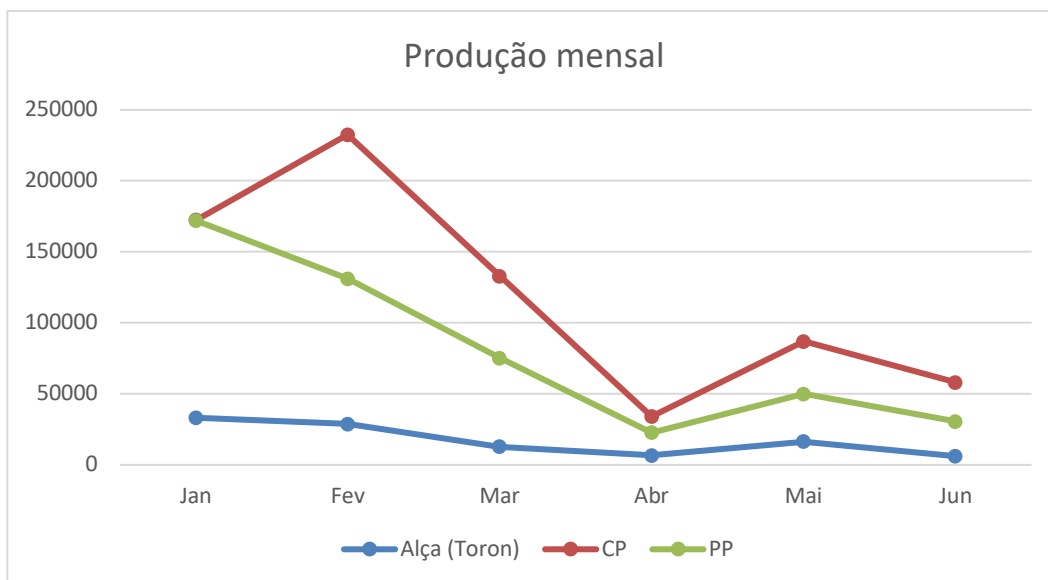


Figura 14 - Distribuição da produção entre as famílias de produtos.

A grande queda produtiva em todas as famílias no mês de abril justifica-se pelo período de layoff no qual a fábrica foi obrigada a reduzir drasticamente o número de colaboradores a trabalhar diariamente, e até o momento final da recolha de dados, a recuperação ainda não havia sido concluída.

De um modo geral, os componentes produzidos pela família de alças são de tamanhos pequenos, porém são produtos com operações demoradas quando comparadas com os produtos das outras duas famílias, e isso explica a diferença brusca entre o número de peças produzidas pela família de alças e a quantidade de peças produzidas tanto pela família CP quanto pela família das pequenas e grandes carteiras.

Outra mudança que ocorreu de forma abrupta quanto às demandas dos clientes foi a enorme diminuição dos pedidos de produção dos componentes das famílias PP e alças Toron. O gráfico na Figura 15 indica as alterações nos números de horas médias que foram requeridas pelo grupo que aconteceram durante o ano de 2020, e isso é justificado pela passagem da produção de muitos produtos das famílias PP e alças Toron para outros ateliês do grupo, além do enorme aumento na demanda dos componentes planos pelo facto de a produção de outros ateliês do grupo ter sido passada para os ateliês portugueses.

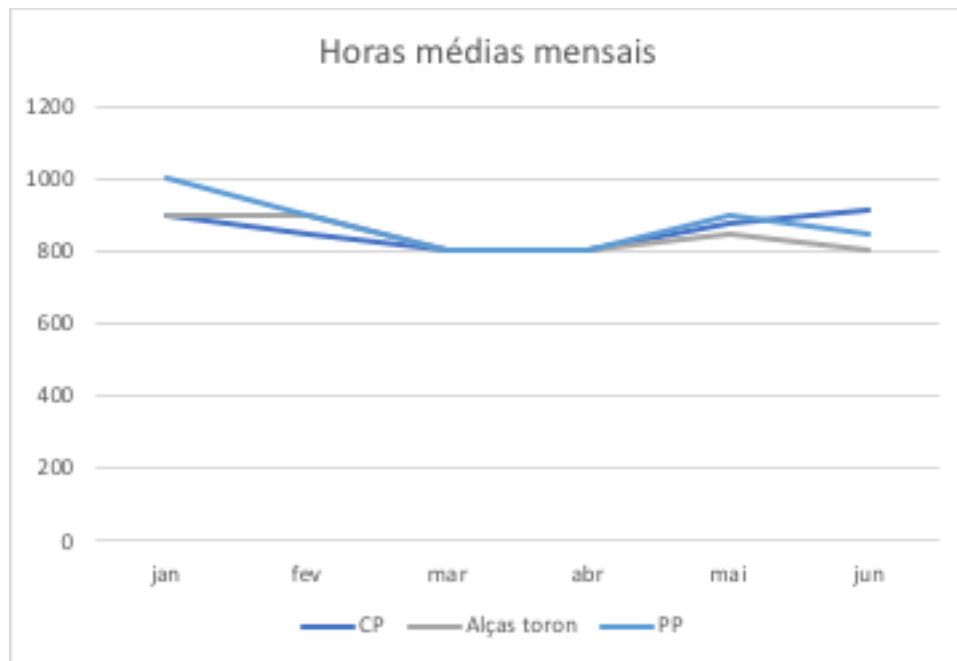


Figura 15 - Acompanhamento do número de horas médio requeridos por mês em 2020.

O sistema de produção é mantido o mesmo no que diz respeito às áreas de corte e à divisão entre preparação e montagem. Com a necessidade da reconfiguração da linha de produção da alça trançada, algumas mudanças relacionadas ao processo produtivo, aos meios de produção e sua distribuição na linha e a conseqüente mudança do *layout* precisaram ser levadas em conta.

Com relação ao controlo da qualidade e da atividade produtiva, são itens que não sofreram alterações: as pessoas deviam ser instruídas com relação aos parâmetros que deviam ser controlados (medidas de pontos, tipos de coloração, por exemplo) e o quadro do final da linha específico para o seguimento desta produção poderia ser colocado ao final da linha de alças Toron.

5.2 Ajuste ao processo e meios de produção

Ao falar do processo de produção, é necessário retomar a Tabela 6, secção 4.2.1, na qual são mostradas as listagens dos meios das linhas CP e Toron e destacados aqueles que são necessários em ambas as

linhas para a montagem das alças trançadas. Também como mostrado na Tabela 6, secção 4.2.1, é possível afirmar que as capacidades da linha CP correspondiam bem às necessidades da fábrica naquele momento. Entretanto, após as mudanças na carga do ateliê como um todo, as capacidades das linhas também foram alteradas, o que pode ser observado na Tabela 11 para o caso da taxa de utilização dos meios da linha de alças Toron.

Tabela 11 - Taxa de utilização dos meios da linha de alças Toron após queda de carga

Linha de alças de Toron	
<i>Acabamento de fios - Queima</i>	2%
Aplicação automática de cola	27%
<i>Aplicação automática de cola reativável</i>	36%
Coloração em lote	47%
<i>Coloração unitária peças compridas</i>	37%
Coloração unitária peças pequenas	39%
Corte à quente	35%
Corte de corda	36%
Corte de excesso da alça	53%
Corte e marcação à quente	37%
Corte extremidade corda	14%
<i>Corte surcoupe</i>	55%
<i>Costura em máquina</i>	26%
Costura manual	60%
Cravação	3%
<i>Forno de reativação</i>	14%
<i>Igualizar</i>	59%
<i>Lixa</i>	54%
Prensa	17%
Prensa de rolo	33%
<i>Rampear/Facear</i>	22%

Como a taxa de utilização dos meios encontrados na linha de alças Toron sofreu queda de em média 11% por conta da baixa que teve a demanda, conclui-se que estes meios estariam portanto disponíveis para os produtos que levam alça trançada, uma vez que a parte crítica do processo é realizada em mesas, com o auxílio dos gabaritos já existentes que podem ser deslocados da linha CP para a linha de alças.

Mesmo com a diminuição de carga, o posto de costura manual na linha de alças Toron ainda é o com maior taxa de ocupação alcançando os 60%, entretanto, isso não interferiu na passagem da alça trançada para a linha, uma vez que essa operação não faz parte da gama operatória de sua produção.

5.3 Ajuste ao *layout* e pessoas

O grande aumento na demanda dos componentes da linha CP a partir de julho de 2020, requereu o correspondente aumento dos postos de trabalho dessa linha. São 11 os postos dedicados à confecção das alças trançadas, e eles correspondem ao espaço utilizado por aproximadamente sete pessoas (é utilizado um rácio de 1,6 postos por pessoa, regra imposta pelo grupo de forma a garantir as condições de segurança adequadas nos ateliês), sendo isso o equivalente a 110h de trabalho por dia.

De acordo com a logística, seria necessário o crescimento em 100h por dia da linha CP para atender aos pedidos dos clientes, o que se traduz em 10 postos. Dessa forma, ao retirar da linha ou adaptar os postos exclusivos da alça trançada, seria possível alcançar tais objetivos.

Por conta da complexidade do processo de trança, qualquer que seja a nova linha a produzir esse componente, seria necessário que houvesse um período de formação, e o intercâmbio de pessoas entre as duas linhas envolvidas seria bastante favorável para uma passagem de informações mais precisa. Além disso, fez-se imprescindível o seguimento dessas pessoas, de modo a acompanhar seu desenvolvimento e garantir que o ritmo adequado fosse atingido para que não se houvesse dificuldade em entregar a produção objetivo ao final do dia. A matriz de competências da parte da montagem da linha Toron antes da formação é mostrada no Anexo III.

A formação deveria ser pensada de forma que a produção não fosse impactada, ou seja, nas oito semanas necessárias, em média, para os colaboradores alcançarem o ritmo esperado, mostrado na Tabela 10, secção 4.2.3, e conseguirem entregar as 400 peças ao final de uma semana, é importante garantir que não serão apenas as peças produzidas pelos formandos que contarão, mas que haja também pessoas mais experientes que possibilitem que o objetivo diário seja respeitado.

Após a definição do plano de ação, que incluía a mudança de linha de produção do componente alça trançada, mudanças de *layout* e formação das pessoas, foi preciso ainda definir qual o número necessário de pessoas a ter formação em cada turno para dar resposta às demandas do cliente. Como a complexidade da produção é devida às atividades relacionadas à trança, a formação das pessoas é unicamente necessária nessa parte do processo.

Por conta do grande aumento da carga na linha de componentes planos e da crescente necessidade de disponibilidade dos meios, além da diminuição considerável da carga na linha de alças Toron, foi proposta a alteração da linha de produção das alças trançadas de forma que deixassem de ser produzidas na linha CP e fossem, portanto, produzidas na linha de alças Toron.

Para atender às demandas semanais fixadas como objetivos, sugeriu-se o número de pessoas mínimo que deveriam estar formadas entre as semanas de ramp-up, de forma a garantir também a rotatividade necessária que deve ser realizada a cada 2h, ou seja, cada pessoa poderia apenas passar 4h por dia nos postos de trabalho onde é feita a trança.

Com relação ao número de postos necessários para atender às demandas do componente de alça trançada, foram propostos seis postos exclusivos às operações de trança desse componente, e outros cinco postos flexíveis, de modo a atender à demanda deste produto e também serem ajustados para responder à demanda dos outros componentes da linha quando necessário. Foi também proposta a quantidade de pessoas que precisariam ser formadas durante o período de ramp-up até atingir o objetivo de 80 peças produzidas por dia, mostrada na Tabela 12.

Tabela 12 - Quantidade necessária de pessoas formadas no período de ramp-up.

Semanas	Objetivo diário	Número de pessoas formadas/turno	Semanas	Objetivo diário	Número de pessoas formadas/turno
S21	20 peças/dia	4	S26	60 peças/dia	7
S22	20 peças/dia	4	S27	70 peças/dia	8
S23	30 peças/dia	4	S28	80 peças/dia	9
S24	40 peças/dia	4	S29	80 peças/dia	9
S25	50 peças/dia	6	S30	80 peças/dia	9

A Tabela 13 mostra quais seriam as taxas de utilização após a passagem da produção das alças trançadas para a linha das alças Toron, portanto, em média, a taxa de utilização dos postos os quais são parte do processo produtivo das alças trançadas aumentaria 11%. Com estes dados, é possível concluir que em termos de meios, a linha teria capacidade de incluir esse novo componente, de forma a não ultrapassar os 85% de utilização em nenhum posto, levando ainda em conta o objetivo de produção semanal de 400 peças (80 peças/dia * 5 dias/semana).

Tabela 13 - Taxa de utilização dos meios da linha de alças Toron após introdução da alça trançada na linha

Linha de alças de Toron	
<i>Acabamento de fios - Queima</i>	4%
Aplicação automática de cola	27%
<i>Aplicação automática de cola reativável</i>	58%
Coloração em lote	52%
<i>Coloração unitária peças compridas</i>	44%
Coloração unitária peças pequenas	47%
Corte à quente	35%
Corte de corda	36%
Corte de excesso da alça	53%
Corte e marcação à quente	37%
Corte extremidade corda	14%
<i>Corte surcoupe</i>	82%
<i>Costura em máquina</i>	36%
Costura manual	60%
Cravação	3%
<i>Forno de reativação</i>	20%
<i>Igualizar</i>	76%
<i>Lixa</i>	59%
Prensa	17%
Prensa de rolo	33%
<i>Rampear/Facear</i>	28%

Em termos de *layout*, não haveriam grandes mudanças na linha CP, uma vez que as mesas até então utilizadas para a produção das alças trançadas seriam adaptadas para outras atividades, seja com a colocação de prensas manuais para operações de colagem, seja com a introdução de pequenas máquinas de coloração de pequenas partes, ou ainda apenas com recipientes de cola ou tinta, pincéis e gabaritos.

Já a linha de alças Toron, por conta da queda na demanda e alocação da produção das alças trançadas, sofreram uma pequena alteração (Figura 16) na disposição e quantidade de postos. Na área de preparação, as mesas foram equipadas com os gabaritos necessários para a produção das novas alças, enquanto que na área de montagem da linha, foram acrescentadas mesas adaptáveis, ou seja, mesas em que seria possível trabalhar em operações das alças trançadas e também em operações dos produtos tradicionais, dessa forma, dentro de uma mesma zona da linha é possível ter flexibilidade.

Após a validação das propostas relacionadas às alterações de linha e ao *layout* das linhas CP e Toron por parte dos chefes de cada linha e chefe de fabricação, foram colocadas em prática as mudanças. Todas as interferências foram programadas para serem feitas nos períodos de pausa, todos os colaboradores das linhas envolvidas foram alertados sobre as mudanças que ocorreriam durante as pausas, tentativa de não criar nenhum de impacto na produção.

Dentre as dificuldades no processo de alteração do *layout*, houve a pouca disponibilidade da equipa de manutenção, dessa forma as mudanças levaram mais tempo do que o previsto: com apenas um técnico disponível para ajudar na mudança, os 30 minutos de pausa em cada turno não eram suficientes, o que causou certos constrangimentos para a produção, uma vez que quando os colaboradores voltavam à linha, ainda haviam alguns postos de trabalho fora do lugar ou a serem ligados à energia.

Após contornar estes obstáculos utilizando um dia a mais que o planeado, todos os postos de trabalho dedicados às alças trançadas foram oficialmente inseridos na linha de alças Toron. O departamento de micro planificação pôde, portanto, criar as novas ordens de fabrico das alças trançadas, agora de modo a terem a linha. A equipa de *picking* também foi alertada de que a recolha da produção devia agora ser feita no final desta outra linha.

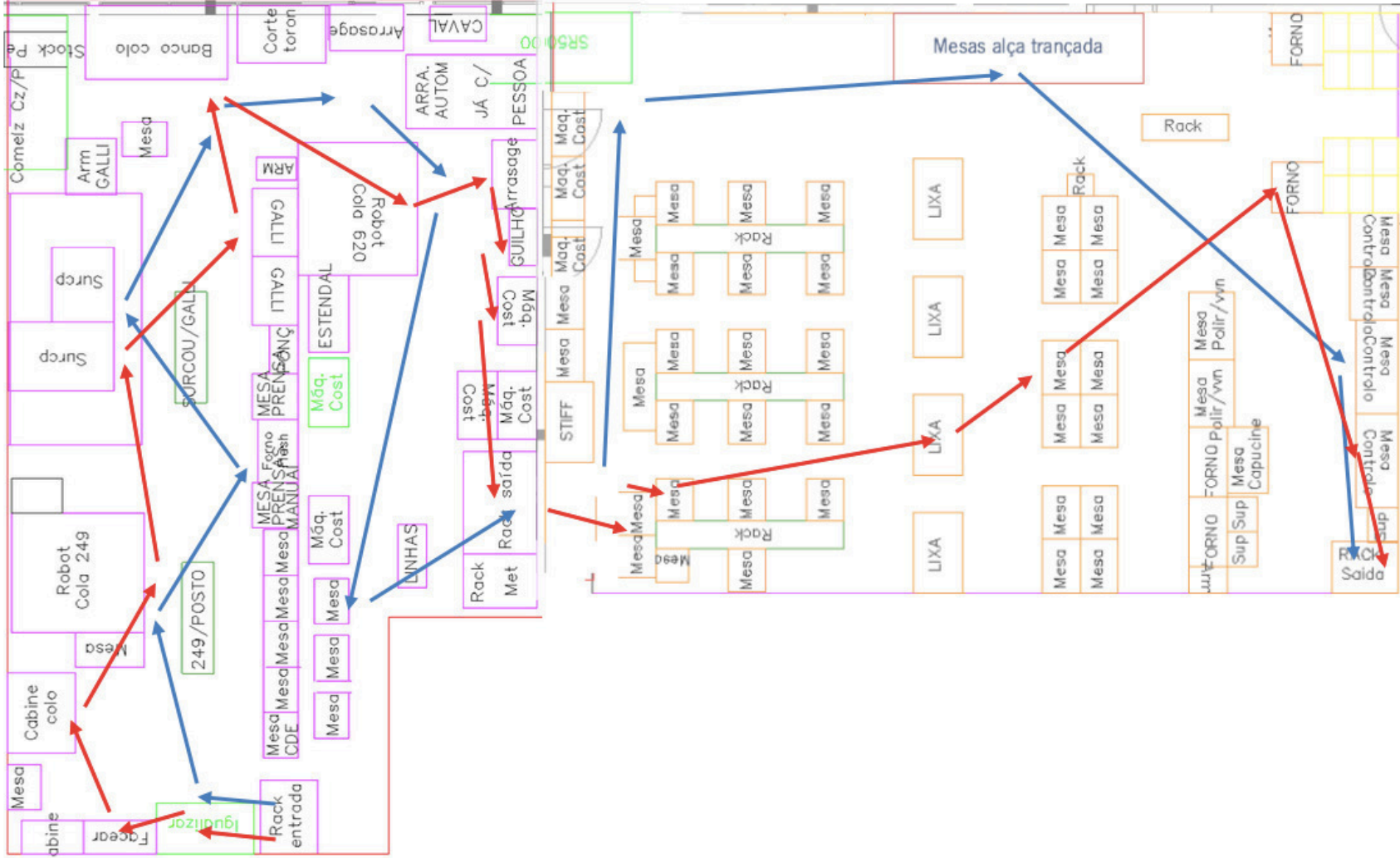


Figura 16 - Layout da linha de alças Toron com o fluxo para a alça trançada mostrado em azul e para os produtos padrão da linha em vermelho.

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Neste capítulo é apresentada a discussão dos resultados obtidos por meio das implementações realizadas. São apresentados também quais foram as dificuldades de implementação e os ganhos obtidos.

6.1 Atualização da matriz de competências

Com todos os postos devidamente instalados, foram dadas as condições necessárias para que os colaboradores comesçassem as formações. As formadoras fizeram o seguimento das pessoas levando em conta os objetivos que haviam sido definidos anteriormente e estão mostrados na Tabela 12, secção 5.3, o que foi previamente acordado com a logística, para que os clientes fossem informados e não fossem prejudicados.

A resistência que os colaboradores demonstraram em um primeiro momento quanto a este novo produto foi bastante percebida. Era um produto complexo, muito diferente de tudo que a linha produzia até o momento, envolvia alterações do espaço em que estavam habituados a ocupar e ainda um longo período de formação. A comunicação entre os chefes de equipa e os colaboradores foi de extrema importância. Os briefings motivadores e informativos ajudaram àqueles que mostravam algum tipo de receio quanto à complexidade e dificuldade que este novo produto parecia ter de forma a deixá-los ligeiramente mais à vontade no início da formação.

Pelo facto de ser a primeira vez que produziam as alças trançadas, os colaboradores sentiram muita dificuldade no início: o processo ainda estava em fase de melhorias, as ferramentas ainda estavam em fase de testes e validações, assim como os gabaritos, que estavam em fase de protótipos, e ainda não haviam sido produzidos em quantidade o suficiente para estarem disponíveis em todos os postos. Duas semanas após o início das formações já haviam ferramentas e gabaritos devidamente validados nos postos de trabalho, e o processo até hoje está em processo de melhoria (busca contínua por melhorias).

Mesmo com as dificuldades e complexidades iniciais, o progresso dos colaboradores foi rápido o suficiente para que fosse possível atingir o objetivo de 80 peças/dia antes mesmo das oito semanas que haviam sido definidas para desenvolvimento e progressão. Dessa forma, a partir da sexta semana, já foi possível garantir o envio das 400 peças ao final de uma semana.

No Anexo IV, é mostrada a matriz de competências dos colaboradores da montagem da linha Toron depois da formação, com as operações de trança destacadas. O aumento das competências dos colaboradores é visível e desejado.

6.2 Aumento da produção

O quadro de seguimento apresentado na Figura 13, da secção 4.2.4, foi sistematicamente preenchido, o que tornou possível acompanhar a produção e tornar visível aos colaboradores os frutos de seus esforços e dedicação. Ao perceberem que seus objetivos haviam sido alcançados, sentiam-se motivados a produzir ainda mais. Gradativamente familiarizaram-se com as alças trançadas, e quando estas entravam em linha, já não eram constrangimentos.

Com o acompanhamento da produção de alças trançadas por dez semanas, foi possível gerar o gráfico Figura 17, que mostra as quantidades de peças previstas durante este período, as quais foram definidas como objetivo, e as quantidades realmente produzidas. É possível observar que a produção real foi superior à quantidade inicialmente definida como objetivo, o que ocorreu pelo ramp-up dos colaboradores, que aconteceu de forma mais rápida do que o esperado, como mostrado na Figura 17.

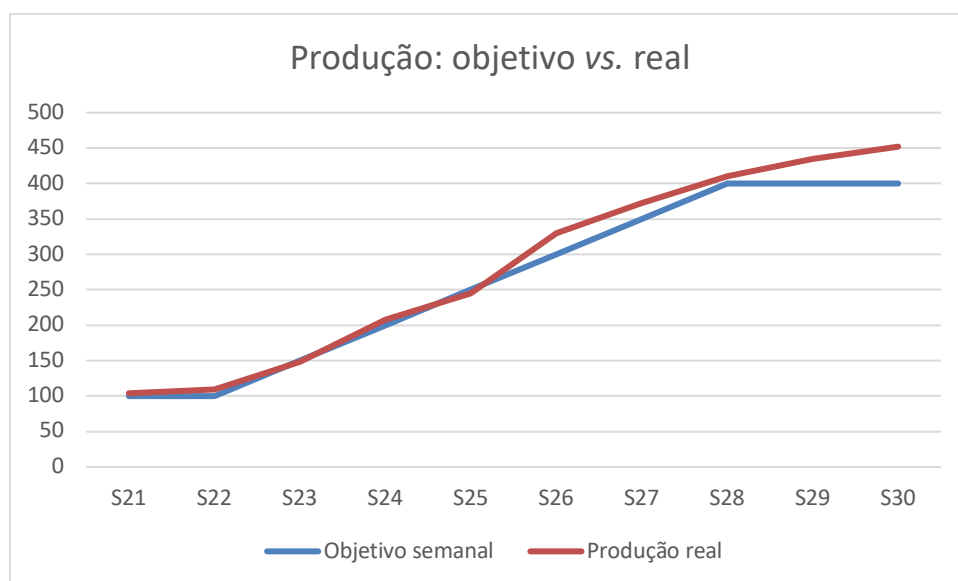


Figura 17 - Comparação entre as quantidades definidas para objetivo semanal e a produção real.

6.3 Aumento de capacidade

A passagem dos postos das operações de trança da linha CP para a linha Toron possibilitou o aumento de capacidade para ambas. A Tabela 14 mostra o número de postos que cada linha tinha antes das

mudanças realizadas, o máximo de pessoas que cada uma delas era capaz de alocar por turno e o consequente máximo de horas de trabalho que elas eram capazes de disponibilizar. Esses dados são então comparados com as informações recolhidas após as alterações.

Tabela 14 - Comparativo dos números de postos e capacidades máximas das linhas antes e depois das mudanças.

	Antes			Depois		
	Número de postos	Capacidade máxima (número de pessoas)	Capacidade máxima (horas/dia)	Número de postos	Capacidade máxima (número de pessoas)	Capacidade máxima (horas/dia)
CP	86	54	860	97	61	970
Toron	82	51	820	93	58	930

Verifica-se que as capacidades máximas das duas linhas aumentaram em cerca de 13%, sendo que a capacidade de CP aumentou além do que havia sido definido como objetivo inicialmente (10h a mais que o objetivo). Dessa forma, foi possível que o departamento de formação tivesse um planeamento quanto às necessidades de formação para alocação e distribuição dos novos colaboradores entre as linhas.

7. CONCLUSÃO

O capítulo sete é composto pelas principais conclusões acerca do projeto desenvolvido, abordando os objetivos atingidos e a forma como isso foi feito. Em seguida, foram sugeridos trabalhos a serem realizados no futuro.

7.1 Conclusões

O objetivo principal deste trabalho foi reestruturar duas linhas de produção de forma a possibilitar maior flexibilidade da linha Toron, para que fosse possível incluir na linha um produto diferente e mais complexo do que aqueles que costumam por ela passar, para responder às demandas dos clientes no prazo acordado. Para isso, foi realizado um estudo sobre os meios, máquinas e equipamentos encontrados em cada uma dessas linhas, sobre os tempos das atividades e quais seriam as quantidades máximas que poderiam ser entregues a cada semana, e ainda a considerar o período de desenvolvimento das competências necessárias com as formações.

Após todas as análises, concluiu-se que a mudança nos *layouts* dessas linhas seria necessária, além de um bom planeamento das formações, principalmente pelo facto de as operações de montagem deste componente serem bastante difíceis em um primeiro momento. Como os postos de trabalho utilizados para a operação de trança eram apenas mesas, a mudança foi pequena, mas mesmo assim levou dois dias para ficar pronta, uma vez que as movimentações eram feitas apenas durante os horários de pausa das linhas.

A partir do momento que a produção da alça trançada se iniciou de facto na linha Toron, foi possível atingir um bom nível de desenvolvimento das pessoas, isto é, o ritmo dos colaboradores deixou de ser considerado como “em evolução”, em apenas seis semanas, duas semanas a menos do que o planeado. Portanto ao final da sexta semana já foi possível garantir a produção das 400 peças definidas como quantidade objetivo. Com isso, desde a sexta semana as quantidades produzidas foram, em média, 7% maiores do que as quantidades definidas inicialmente.

Adicionalmente, houve o aumento das capacidades máximas de ambas as linhas: o número máximo de trabalhadores (por turno) cresceu de 54 para 61 na linha CP e de 51 para 58 na linha Toron. Este aumento representa mais 110h por dia em cada linha. A necessidade de aumento da linha CP era 100h, portanto foi possível atingir e ainda ultrapassar este valor.

Ao longo da realização das mudanças houveram alguns desafios e dificuldades, dentre eles a resistência que os colaboradores apresentaram a algo diferente do que já era usual (no caso do novo produto complexo que foi transferido à linha Toron) e o conseqüente medo. Estes obstáculos foram contornados com o estímulo, motivação e boa liderança por parte dos chefes de equipa, além do apoio constante das formadoras, que fizeram todo o acompanhamento necessário.

O desenvolvimento deste trabalho permitiu um maior contato com os conceitos de linhas de produção. Além disso, permitiu um aprofundamento das ideias que relacionam o *Lean* com a simplicidade através do fluxo contínuo, ou seja, com a possibilidade de resoluções de problemas de formas simples e económicas que gerem grandes melhorias. Dessa forma, uma consistente implementação do *Lean* deve sempre ter início com a comunicação entre o líder e seu grupo de trabalho, de forma a explicitar o que está envolvido, quais os benefícios e vantagens. O sucesso não está apenas nos momentos de implementação das melhorias, mas principalmente na manutenção das mesmas ao longo do tempo e na criação de uma cultura de respeito.

7.2 Trabalho futuro

A sugestão de trabalho futuro deve levar em conta o facto de que um plano de reconfiguração total da fábrica havia sido iniciado antes da conclusão deste trabalho, portanto atualmente novas mudanças e alterações já foram realizadas. Tendo isso em consideração, a autora acredita que como trabalho futuro devem ser estudadas mais linhas para se poderem tornar flexíveis de modo a absorverem ainda mais tipos de produto, ou seja, tornarem-se linhas de produção multi famílias e conseguir assim ir ao encontro das necessidades customizadas dos clientes.

A reestruturação das linhas para que tenham um menor número de colaboradores em cada uma é também bastante viável, uma vez que torna a gestão por parte dos chefes de equipa mais acessível e eficaz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaro, O. M. A. (2017). Estudio de Caso: prácticas de la gestión del conocimiento em el área electrónica de uma empresa manufacturera de classe mundial. Dissertação de Mestrado em Administração de Empresas. Universidade Iberoamericana. Puebla, México.
- Alves, A. (2007). Projeto Dinâmico de Sistemas de Produção Orientador ao Produto. Tese de doutoramento em Engenharia de Produção e Sistemas. Universidade do Minho.
- Alves, A. C., Ferreira, A. C., Costa Maia, L., Leão, C. P., & Carneiro, P. (2019). A symbiotic relationship between *Lean* Production and Ergonomics: insights from Industrial Engineering final year projects. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 10(4), 243–256. doi: 10.24867/IJIEEM-2019-4-244
- Alves, A. C., Sousa, R. M. e Dinis-Carvalho, J. (2016). Redesign of the production system: A hard decision-making process. in IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management. IEEE, pp. 1128–1132. doi: 10.1109/IEEM.2015.7385824.
- Alves, A. C., Sousa, R. M., Dinis-Carvalho, J., & Moreira, F. (2015). Production systems redesign in a *Lean* context: A matter of sustainability. *FME Transactions*, 43(4). Doi: 10.5937/fmet1504344A
- Amaro, P., Alves, A., Sousa, R. (2019). *Lean Thinking: A Transversal and Global Management Philosophy to Achieve Sustainability Benefits*. Doi: 10.1007/978-3-030-13515-7_1.
- Ashton, J. E.; Cook, P. X. (1989) Time to Reform Job Shop Manufacturing. *Harvard Business Review*, Março/Abril, p. 106-111.
- Balsamo, L. (2001). Estruturação de setor produtivo através do desenvolvimento de funcionários polivalentes. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica. Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Brasil.
- Batista, J. B., Muniz, J., Batista, E. D. (2008) Análise do Sistema Toyota de Produção: Estudo exploratório em empresas brasileiras do grupo Toyota. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Bhat, B. N. S. (2008) Cellular manufacturing – the heart of *Lean* manufacturing, *Advances in productions engineering and management*, 3(1), pp171-180.

- Bittencourt, W., Alves, A. & Arezes, P. (2011) 'Revisão bibliográfica sobre a sinergia entre *Lean* Production e Ergonomia'. In *CLME'2011*. Edições INEGI. Available at: <http://hdl.handle.net/1822/18865>
- Bryman, A. (1989) *Research Methods and Organization Studies (Contemporary Social Research)*. Routledge. Ed. 1. London.
- Carmo-Silva, S. (2011). *Textos e Elementos de Apoio - Organização de Sistemas de Produção I*. Escola de Engenharia, Departamento de Produção e Sistemas. Universidade do Minho, Gualtar, Braga.
- Campos, V.F. (1992) *T.Q.C. - Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)*. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni. Escola de Engenharia.
- Campos, V. F. (2013). *Gerenciamento da Rotina do Trabalho do dia a dia*. Ed. 9. Nova Lima: Falconi.
- Carnahan, B. J., Norman, B. A., & Redfern, M. S. (2001). Incorporating physical demand criteria into assembly line balancing. *IEEE Transactions*, 33(10), 875-887.
- Dal Forno, A. J.; Valle, A. C. R.; Tubino, D. F.; Silva, V. M. D.; Pereira, F. A.; Silva, G. G. M. P. (2007) *Implantação de layout celular na linha de solda de cabines para retroescavadeira*. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil.
- Deshmukh, S. G., & Haleem, A. (2020). Framework for Manufacturing in Post-Covid-19 World Order: An Indian Perspective. *International Journal of Global Business and Competitiveness*. <https://doi.org/10.1007/s42943-020-00009-1>
- Elias, S. J. B., Merino, E. (2007). Aspectos ergonômicos na utilização das técnicas de produção enxuta: uma contribuição para a melhoria global do sistema produtivo. ENEGEP 2007. In: Bittencourt, W.; Alves, A.; Arezes, P. (2011) *Revisão bibliográfica sobre a sinergia entre Lean production e ergonomia*.
- Esteves, A. L. B. (2014). *Da Flexibilidade à Polivalência Funcional: estratégia de gestão e perspectivas dos trabalhadores*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências do Trabalho e Relações Laborais. Departamento de Sociologia, Instituto Universitário de Lisboa.
- Fernandes, L.; Escamia, J. H.; Satolo, E. G.; Tamassia, L.; Junior, E. M. (2011). *Gestão do Conhecimento pela Matriz de Competência*. XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual: desafios da engenharia de produção na consolidação do Brasil no cenário econômico mundial. Belo Horizonte, Brasil.

- França, A. (2003). O programa 5S sem segredos: um roteiro para implementar o programa 5S em sua organização. CD - Falando de Qualidade. São Paulo: EPSE.
- Freire, A., Marinho, E. S. (2015). Proposta de Arranjo Físico Celular: estudo de caso em uma indústria têxtil. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Fortaleza, Brasil.
- Furmans, K. Models of Heijunka - Leveled Kanban Systems, 2005. Disponível em: <<http://www.icsd.aegean.gr/aic2005/papers/furmans.pdf>>. Acesso em: 17/fev/2020.
- Gomes, L. e de Faria Corrêa, R. (2018). Use of Overall Equipment Effectiveness (OEE) in manufacturing cells considering takt time. Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas. 13. 276-294. 10.15675/gepros.v13i3.1960.
- Hernandez, J. M. C., Caldas, M. P. (2001) Resistência à Mudança: uma revisão crítica. Revista de Administração de Empresas. São Paulo, v. 41, n.2, p. 31-45.
- Hyer, N.L., Brown, K.A. (1999) The discipline of real cells. Journal of Operations Management, 17. pp. 557-574.
- Hoeft, S. E. (2009) Stories from my Sensei: Two decades of lessons learned implementing Toyota-style systems. Ed. 1, Productivity Press, New York.
- Imai, M. (1986). The Key to Japan's Competitive Success. McGraw-Hill.
- Ishikawa, K. (1986). TQC – Total Quality Control: estratégia e administração da qualidade. Trad. Mário Nishimura. São Paulo: IMC.
- Kamaruddin, S.; Khan, A. Z.; Siddiquee, A. N.; Wong, Y. S. The impact of variety of orders and different number of workers on production scheduling performance: A simulation approach. Journal of Manufacturing Technology Management, v. 24 n. 8, p.1123- 1142, 2013.
- Karwowski, W. (1996). IEA Facts and Background. Louisville: IEA Press, January 43.
- Kester, J. (2013). A *Lean* look at ergonomics: Healthier continuous improvement processes can limit musculoskeletal disorders. Industrial Engineer Magazine.
- Kishida, M.; Silva, A.H.; Guerra, E. (2006) Benefícios da implementação do trabalho padronizado na Thyssenkrupp. São Paulo: *Lean* Institute Brasil.
- Koskela, L. (2004) Moving on - beyond *Lean Thinking*. *Lean Construction Journal*, 1 (1), pp. 24-37.

- Kovács, I. (2005). Emprego Flexível em Portugal: alguns resultados de um projeto de investigação. Flexibilidade de Emprego: riscos e oportunidades. Oeiras, Celta Editora.
- Krafcik, J.F. (1988) Triumph of the *Lean* Production System. *Sloan Management Review*, 30, 41-52.
- Lam, L. N. Q. et al. (2012) An Implementation of *Lean* Technology in an in-Plant Manufacturing System, a Furniture Company. *Applied Mechanics and Materials*, Vols. 110-116, pp 4799 – 4807.
- LBS Partners (2014) Introduction to Lean. ISBN: 978-0-9570203-4-4. Limerick, Ireland.
- Lee, Q. (2006) 5S and visual control: productivity improvement at the micro-level. Wyandotte, Kansas City. Consultado em 21/02/2020, disponível em <http://www.strategosinc.com/5Shtm>.
- Lean Enterprise Institute* (LEI) (2003) *Léxico Lean*: glossário ilustrado para praticantes do pensamento *Lean*. São Paulo: *Lean Institute* Brasil, 108p.
- Liker, J.K. (2004) *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*, McGraw-Hill, New York.
- MacCarthy, B.L. & Fernandes, F.C. (2000) A multidimensional Classification of Production Systems for the Design and Selection of Production Planning and Control Systems. *Production Planning & Control*, v.11, n.5.
- Magalhães, R. M. C. P. N. (2012) *Compreender a Polivalência em Contexto Organizacional: contributos da psicologia do trabalho*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Psicologia. Universidade Católica Portuguesa.
- Mamede, R. P., Pereira, M., Simões, A. (2020) *Portugal: Uma análise rápida do impacto da COVID-19 na economia e no mercado de trabalho*. Organização Internacional do Trabalho. Lisboa.
- Manteu, C., Monteiro, N., Sequeira, A. (2020) *O impacto de curto prazo da pandemia Covid-19 nas empresas portuguesas*. Occasional Papers 2020. Banco de Portugal, Lisboa.
- Mirzaei, P. (2011) *Lean production: introduction and implementation barriers with SME's in Sweden*. Master thesis from School of Engineering, Jonkoping.
- Monden, Y. (1998) *Toyota Production System – An Integrated Approach to Just-In-Time*, 3rd ed. Engineering & Management Press, Norcross, Georgia.

- Muniz, J., Ishihara, J. H., Santos, F. C., Freire, V. S., Gouvea, P. H. R. (2009) Análise do ambiente operário: Organização da produção, organização do trabalho e gestão do conhecimento. XXIX Encontro Nacional de engenharia de Produção. Salvador, Bahia, Brasil.
- Nagamachi, M. (1995). Requisites and practices of participatory ergonomics. *International Journal of Industrial Ergonomics*. ISSN 0169-8141. Vol. 15, n. 5, p.371-377.
- Ohno, T. (1988) *Toyota Production System – Beyond Large Scale Production*. Productivity Press, New York.
- Oliveira, A. R. S.; Alves, A. C. (2009). Operating modes in manufacturing cells – an Action Research study. *Proceedings International Conference on Intelligent Manufacturing & Logistics Systems IML2009 and Symposium on Group Technology and Cellular Manufacturing GTCM2009, Feb 16-18*.
- Oliveira, D. P. R. (2011) *Sistemas, organização e métodos: uma abordagem regencial*. 20. ed. São Paulo: Atlas.
- Oliveira, B., Alves, A., Carneiro, P., & Ferreira, A. C. (2017). Integration of Ergonomics and *Lean* Production to improve productivity and working conditions. In G. P. (eds. . Arezes, P., Baptista, J.S., Barroso, M.P., Carneiro, P., Cordeiro, P., Costa, N., Melo, R., Miguel, A.S., Perestrelo (Ed.), SHO2017 (pp. 107–109). Portuguese Soc. Occupational Safety & Hygiene. p. 107-109.
- Oliveira, M. S.; Moreira, H. D. A.; Alves, A. C.; Ferreira, L. P. (2019) Using *Lean Thinking* principles to reduce wastes in reconfiguration of car radio final assembly lines. 8th Manufacturing Engineering Society International Conference. *Procedia Manufacturing*, v. 41, p. 803-810.
- Peinado, J.; Graeml, A. R. (2007) *Administração da Produção: operações industriais e de serviços*. Curitiba: UnicenP.
- Pereira, V. J. C. (2020) *Aplicação da Filosofia Lean no Aumento de Produtividade da Operação de Separação de Pedidos de um Centro de Distribuição*. Monografia de conclusão do curso de Engenharia Civil. Campinas, Brasil.
- Prata, A. B. (2002) *Arranjo Físico Celular: Uma Abordagem Conceitual*. Monografia de conclusão do curso de Especialização em Engenharia de Produção. Fortaleza, Brasil.

- Rosa, G. P.; Craco, T.; Reis, Z. C.; Nodari, C. H. A (2014) A reorganização do *layout* como estratégia de otimização da produção. GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, Bauru, Ano 9, no 2, p. 139-154.
- Rother, M.; Harris, R. (2002). Criando fluxo contínuo: um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção. São Paulo: *Lean* Institute Brasil.
- Rother, M.; Shok, J. (1998). Learning to see: value stream mapping to create value and eliminate muda. 2 ed. Brookline: The *Lean* Enterprise Institute.
- Santiago, H. (2018). Herramientas para la Gestión de Calidad. Editorial Círculo Rojo, Espanha.
- Santos, M. K. A., Silva, J. E. R., Lima, G. P., Pires, A. H. P. (2015). Desafios e Resultados com a Implementação do *Lean* Six Sigma em Empresas de Diferentes Ramos: uma revisão integrativa de estudos de casos publicados em três artigos relevantes que ressaltam a aplicação desta metodologia. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Fortaleza, Brasil.
- Saurin, T. A., Ferreira, C. F. (2008). Diretrizes para avaliação dos impactos da produção enxuta sobre as condições de trabalho. *Production*, v. 18, n. 3, p. 508-522.
- Shingo, S. (1996). O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Silva, G. G. M. P., Tubino, D. F., Seibel, S. (2015). Linhas de montagem: revisão da literatura e oportunidades para pesquisas futuras. *Production*, v. 25, n. 1, p. 170-182.
- Silva, S. C; Alves, A. C. (2002) A framework for understanding Cellular Manufacturing Systems, 18th International Conference on CAD/CAM, Robotics and Factories of the future (CARs&FOF2002), Porto.
- Silva, S. C. & Alves, A. C. (2004) 'A framework for understanding Cellular Manufacturing Systems' in Ferreira, J. (ed.) *e-Manufacturing: Business Paradigms and Supporting Technologies*. Springer, pp. 163-172.
- Singh, B.; Garg, S. K.; Sharma, S. K. (2011) Value stream mapping: literature review and implications for Indian industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v. 53, n. 5-8, pp. 799-809.

- Singh J. e Singh H. (2009). Kaizen Philosophy: A Review of Literature. IUP Journal of Operations Management. Hyderabad. Vol. 8, Ed. 2; p. 51-73.
- Slack, N.; Chamber, S.; Harrison A.; Johnston, R. (2007). Operations Management. 5th ed. Trans-Atlantic Publications.
- Slack, N.; Chamber, S.; Johnston, R. (2009) Administração da Produção. Ed. 3. São Paulo: Atlas.
- Sugimori, Y. , Kusunoki, K. , Cho, F. and Uchikawa, S.(1977) 'Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect-for-human system', International Journal of Production Research, 15: 6, 553 – 564
- Susman, G. I., & Evered, R. D. (1978). An assessment of the Scientific Merits of Action Research. Administrative Science Quarterly, 23(4), 582-603. Consultado em 29/11/2019, disponível em <http://dx.doi.org/10.2307/2392581>
- Tubino, D. F.; Andrade, G.; Silva, G. 2006. Caminhando para a Manufatura Enxuta: Um Estudo de Caso. Gestão e Produção.
- Turniansky B., Hare P. A. (1998) Individuals and Groups in Organizations, Sage Publications.
- Vieira, I. L. M., Junior, A. C. P., Terra, L. A. A. (2018). Desafios do *Lean* Seis Sigma na Indústria de Bebidas. Iberoamerican Journal of Industrial Engineering. Florianópolis, Brasil, v. 10, n. 19, p. 35-55.
- Womack, J., Jones, D. and Roos, D. (1990) The Machine That Changed the World: The Story of *Lean* Production, Toyota's Secret Weapon in the Global Car Wars That Is Now Revolutionizing World Industry. Free Press, New York.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking*. Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. London: Simon & Schuster.
- Yin, Y., Stecke, K. E., & Li, D. (2018). The evolution of production systems from Industry 2.0 through Industry 4.0. International Journal of Production Research, 56(1-2), 848-861. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1403664>

ANEXOS

ANEXO I – SIMBOLOGIA UTILIZADA NA CONFIGURAÇÃO DE UM VSM

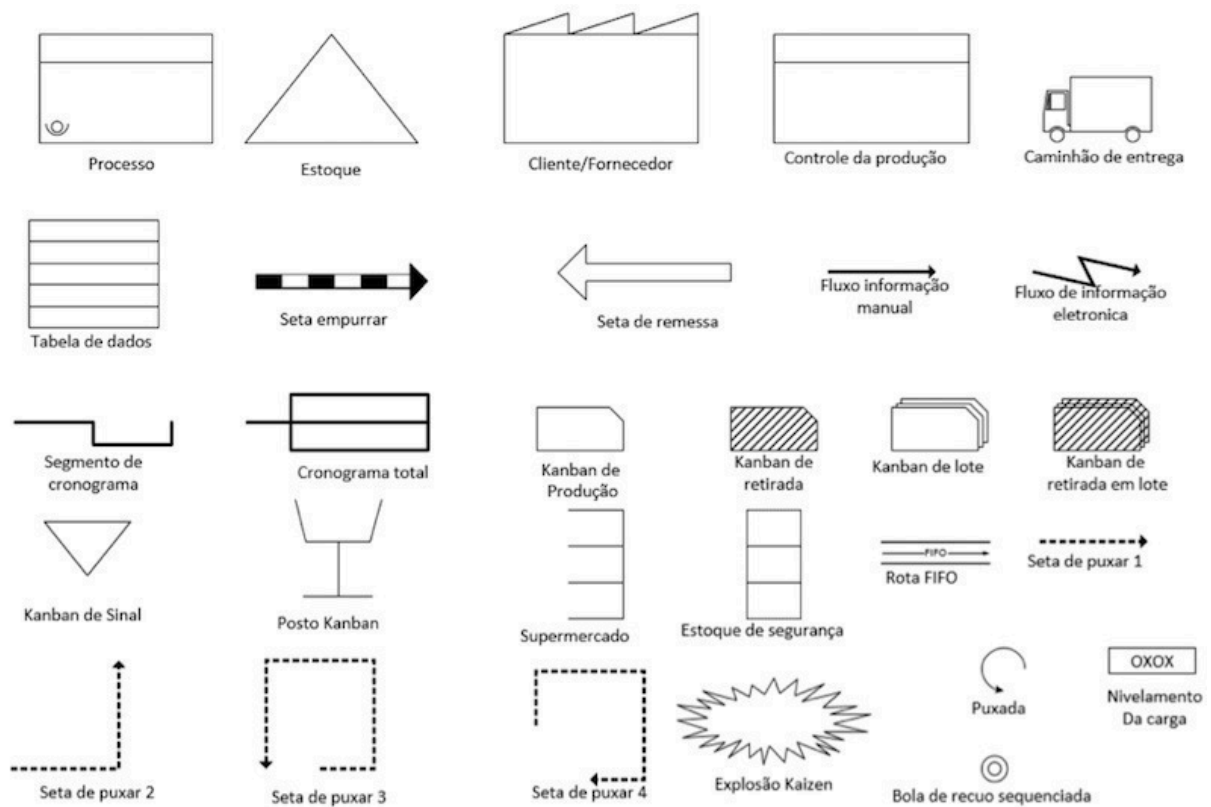


Figura 18 - Simbologia utilizada na configuração de um VSM. Adaptado de Rother e Shook (1998).

ANEXO II – GAMA OPERATÓRIA DO PRODUTO DE ALÇA TRANÇADA

GAMA OPERATÓRIA - ALÇA TRANÇADA			
CORTE	SEQ.	COMPONENTE	Tempos
	1	Reforço parte de trás	0,0058
	2	Reforço parte da frente	0,0043
	3	Relevo	0,0014
CP	SEQ.	OPERAÇÃO	Tempos
RELEVO	4	Aplicar dupla-face no relevo	0,0012
	5	Corte	0,0006
	6	Rampear	0,0037
FITAS DA TRANÇA	7	Igualizar frentes e costas	0,0188
	8	Aplicar cola reativável	0,0424
	9	Reativar e união	
	10	Calandragem	
	11	Surcoupe	0,0092
	12	Corte manual	0,0084
	13	Aplicação de primário	0,1780
	14	Coloração	0,0812
	15	Corte das extremidades	0,0103
16	Costurar	0,0630	
ALÇA (FRENTE)	17	Igualizar frente	0,0023
	18	Igualizar reforço frente	0,0023
	19	Surcoupe	0,0199
	20	Aplicar cola reativável	0,0183
	21	Reativar e união	
	22	Prensar	
	23	Coloração interior	0,0057
	24	Corte	0,0138
	25	Aplicar cola reativável	0,0057
	26	Rampear	0,0037
ALÇA (COSTAS)	27	Igualizar costas	0,0021
	28	Igualizar reforço costas	0,0021
	29	Aplicar cola reativável	0,0128
	30	Reativar + união	
	31	Calandragem	
	32	Corte	0,0098
	33	Rampear	0,0037
	34	Aplicar cola reativável	0,0025
ALÇA (FRENTE + COSTAS)	35	Reativar e união	0,0135
	36	Prensar	0,0179
	37	Lixa	
	38	Aplicação de primário	
	39	Coloração	0,0203
	40	Aplicar cola reativável	0,0057
	41	Reativar, posicionar metálica e colar retorno	0,0192
	42	Prensar	
	43	Costurar	
ALÇA + TRANÇA	44	Trançar	0,0694
	45	Cortar excedente e abrir buracos	0,0103
	46	Costura final	0,0681
	47	Controlo	0,0214

Figura 19 - Gama operatória do produto Alça Trançada com os tempos das operações em horas

ANEXO III – MATRIZ DE COMPETÊNCIAS ANTES DA FORMAÇÃO

MATRIZ POLIVALÊNCIA ATEPELI		POSTOS							% Polivalência p/ Atensão	
		19	24	31	32	54	72	73		79
Toron - Jan. 2020		Colocação (baleiros)	Controle	Centura	Centura Manual	Lixa	Preparo, furação e aplicação	Quemada de fios	Colocação (grandes)	
% Polivalência Equipe/Posto (níveis L-U-O)		73%	37%	17%	87%	37%	60%	40%	10%	
6	Colaborador 1	■		■	■		■	■	■	36%
16	Colaborador 2	■	■	■	■		■	■	■	57%
44	Colaborador 3	■			■	■		■		21%
49	Colaborador 4	■	■	■	■		■	■	■	50%
87	Colaborador 5	■		■	■		■	■	■	29%
179	Colaborador 6	■	■	■	■	■		■		57%
187	Colaborador 7	■	■		■	■		■		36%
237	Colaborador 8	■	■	■	■	■				43%
249	Colaborador 9	■	■		■	■		■	■	43%
270	Colaborador 10	■	■		■	■		■	■	43%
279	Colaborador 11	■		■	■				■	21%
351	Colaborador 12	■	■	■	■	■			■	50%
392	Colaborador 13	■	■	■	■		■	■		36%
410	Colaborador 14	■		■	■		■	■	■	36%
424	Colaborador 15	■		■	■	■		■	■	50%
425	Colaborador 16	■			■	■				43%
446	Colaborador 17				■	■		■	■	14%
460	Colaborador 18				■		■			14%
464	Colaborador 19	■	■	■	■		■			36%
512	Colaborador 20		■		■	■		■		29%
533	Colaborador 21	■			■	■	■	■		14%
562	Colaborador 22	■			■	■	■	■		21%
666	Colaborador 23	■	■	■	■	■		■	■	7%
685	Colaborador 24	■		■	■					7%
688	Colaborador 25	■			■	■	■			29%
694	Colaborador 26	■			■		■			21%
691	Colaborador 27	■	■		■	■		■		14%
881	Colaborador 28	■			■			■	■	14%
883	Colaborador 29	■		■	■		■		■	29%
903	Colaborador 30	■			■	■	■			14%

Figura 20 – Matriz de competências da montagem da linha Toron antes das formações

ANEXO IV – MATRIZ DE COMPETÊNCIAS DEPOIS DA FORMAÇÃO

MATRIZ POLIVALÊNCIA ATEPELI		POSTOS											% Polivalência	
		19	24	31	32	54	57	67	72	73	79	84		88
Toron - Jun. 2020		Colaboração (preparação)	Controle	Costura	Costura Manual	Uso	Cortar	Pressa	Preparar linhas e agulhas	Queima de fios	Colaboração (grampeio)	Trançar	Aplicação de Primário e Costo	
% Polivalência Equipe/Posto (níveis L-U-O)		77%	41%	22%	87%	37%	37%	60%	73%	57%	18%	27%	0%	
6	Colaborador 1	U		L	L				L	L				50%
16	Colaborador 2	O	O	L	L			O	L	L	O			57%
44	Colaborador 3	L	U		L	O			L	L				29%
49	Colaborador 4	L	L	L	L	L		O	O	L	L	U		50%
87	Colaborador 5	U		L	O	L			L	L		L		29%
179	Colaborador 6	L	O	L	L	L		O	O	L				57%
187	Colaborador 7	L	L		L	L		U		L				50%
237	Colaborador 8	U	L	L	L	L		L	L			U	U	50%
249	Colaborador 9	L	U		U	L			U	L	U			50%
270	Colaborador 10	L	L		U	L			L	L				43%
279	Colaborador 11	L		L	L			U	O			L	L	36%
351	Colaborador 12	U	L	L	L			U				O	L	57%
392	Colaborador 13	L	L		L			U		L				43%
410	Colaborador 14	L	L	L	L			U	L	L	U	L		43%
424	Colaborador 15	L		L	L	L		L	L		O	L		50%
425	Colaborador 16	L		L	L	L		U	L	O		L		50%
446	Colaborador 17			L	L	O		U		L	L			21%
460	Colaborador 18			L	L	L			L		L	L		14%
464	Colaborador 19	O	L	L	O			L	L		L	L		43%
512	Colaborador 20		U	L	O	L				L	L	U		29%
533	Colaborador 21	U	L		L	L		L	L	L	O			29%
562	Colaborador 22	U			L	L		U		L	L			29%
666	Colaborador 23	L	O	L	L	L		L		U	L			14%
685	Colaborador 24	L		L	L			U				L		14%
688	Colaborador 25	L			U	O			L		L			29%
694	Colaborador 26	U	L		U	L		U	L	L				36%
661	Colaborador 27	L	L		L	L		U	L	L	L	L		36%
881	Colaborador 28	U			L	L		U		L	O	L	L	29%
883	Colaborador 29	L	L	L	O			L	L		U	U		29%
903	Colaborador 30	L			L	O			L	L	U			21%

Figura 21 – Matriz de competências da montagem da linha Toron após as formações