

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

PEDRO HENRIQUE BARBOZA

Melhoria da sistemática de controle de ferramentas de produção em uma
empresa do setor automotivo

São Carlos

2019

PEDRO HENRIQUE BARBOZA

Melhoria da sistemática de controle de ferramentas de produção em uma
empresa do setor automotivo

Monografia apresentada ao Curso de
Engenharia de Produção, da Escola de
Engenharia de São Carlos da Universidade de
São Paulo, como parte dos requisitos para
obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Kleber Esposto

São Carlos
2019

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTA TRABALHO,
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues Fontes da
EESC/USP com os dados inseridos pelo(a) autor(a).

B238m Barboza, Pedro Henrique
Melhoria da sistemática de controle de ferramentas
de produção em uma empresa do setor automotivo / Pedro
Henrique Barboza; orientador Kleber Francisco Esposto.
São Carlos, 2019.

Monografia (Graduação em Engenharia de Produção
Mecânica) -- Escola de Engenharia de São Carlos da
Universidade de São Paulo, 2019.

1. Produtividade. 2. Melhoria contínua. 3.
Ferramentas de qualidade. I. Título.

Eduardo Graziosi Silva - CRB - 8/8907

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais pelo incentivo à
minha educação e apoio em todas
as decisões.*

AGRADECIMENTOS

À minha família, por sempre me apoiarem nas minhas decisões e por sempre me incentivarem a buscar o meu melhor.

À República 29, com quem partilhei grande parte das minhas experiências e estiveram dispostos a ser a minha família no meu período em São Carlos.

A todos os meus colegas de faculdade, com quem partilhei experiências incríveis e memoráveis.

Ao professor Kleber Esposto, por todos os ensinamentos e conversas durante esses anos.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidato: Pedro Henrique Barboza
Título do TCC: Melhoria da sistemática de controle de ferramentas de produção em uma empresa do setor automotivo
Data de defesa: 25/06/2019

Comissão Julgadora	Resultado
Professor Doutor Marcel Andreotti Musetti (orientador)	APROVADO
Instituição: EESC - SEP	
Professor Doutor Kleber Francisco Esposto	APROVADO
Instituição: EESC - SEP	
Professor Doutor Walther Azzolini Junior	Aprovado
Instituição: EESC - SEP	

Presidente da Banca: **Professor Doutor Marcel Andreotti Musetti**

RESUMO

BARBOZA, P. H. **Melhoria da sistemática de controle de ferramentas de produção em uma empresa do setor automotivo.** 64 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2019.

Com o aumento da competitividade do mercado, surge a necessidade de melhoria no desempenho, assim ele torna-se vital para a sobrevivência das organizações. Desta forma, a melhoria contínua auxilia no aumento da produtividade que impacta diretamente no desempenho da organização, uma vez que pode aumentar a qualidade e a velocidade e reduzir custos. O presente trabalho buscou demonstrar o ganho em produtividade, através de um estudo de caso, no processo de preparação de *setup* em uma empresa multinacional automotiva a partir do uso de técnicas de melhoria de processos - como diagrama de causa e efeito, matriz de priorização, diagrama de Pareto e mapeamento de processos - para identificar desperdícios em uma empresa do setor automotivo. Conseguiu-se reduzir a área utilizada por armários em 14% e a distância percorrida pelo operador em 60%, além da formalização do escopo de trabalho do operador. Ainda, foi estruturado um *warehouse* para o gerenciamento e armazenamento de todas as ferramentas utilizadas nas células envolvidas no estudo, trazendo melhorias para a organização e para os operadores responsáveis pelo processo.

Palavras-chave: Produtividade. Melhoria Contínua. Ferramentas da qualidade.

ABSTRACT

BARBOZA, P. H. **Improvement of the systematic control of production tools in an automotive company.** 64 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2019.

With the increase in market competitiveness, the need for performance improvement boosts, so it becomes vital for the organizations' survival. Therefore, continuous improvement helps increase productivity that directly impacts the organization's performance, as it can increase quality and speed and reduce costs. The present study sought to demonstrate the gain in productivity, through a case study, in the process of setup preparation in a multinational automotive company from the use of process improvement techniques - such as cause and effect diagram, prioritization matrix, Pareto diagram and process mapping - to identify waste in an industry. It was possible to reduce the area used by cabinets by 14% and the distance covered by the operator by 60%, besides the formalization of the operator's scope of work. Also, a warehouse was structured to manage and store all the tools used in the cells involved in the study, bringing improvements to the organization and to the operators responsible for the process.

Keywords: Productivity. Continuous Improvement. Quality tools.

Sumário

1. Introdução	17
1.1. Apresentação do problema e contexto	17
1.2. Objetivo	18
1.3. Metodologia de Pesquisa	18
1.4. Estrutura do Trabalho	18
2. Revisão Bibliográfica	20
2.1. Melhoria Contínua	20
2.2. Ciclo PDCA	22
2.3. Ferramentas para melhoria.....	23
2.3.1. Diagrama de causa e efeito	23
2.3.2. Matriz GUT	24
2.3.3. Diagrama Espaguete.....	25
2.3.4. Diagrama de Pareto.....	25
3. Estudo de Caso	27
3.1. Apresentação da Empresa.....	27
3.2. Mapeamento da Situação Atual.....	28
3.2.1. Mapeamento do Processo	28
3.2.2. Mapeamento do <i>Layout</i>	35
3.3. Proposição da Situação Futura.....	38
3.3.1. <i>Layout</i>	38
3.3.2. Processo	44
3.3.3. Implementação e próximos passos	48
4. Conclusão	50
Referências.....	51
Apêndices	54
Apêndice A: Roteiro de entrevista	54
Apêndice B: Ficha de cadastro dos armários	55
Anexo: Mapa e fluxo de células	56
Célula A1	56
Célula A2	57
Célula A3	58
Célula A4	59

Célula B1	60
Célula B2	61
Célula B3	62
Célula B4	63
Célula B5	64

1. Introdução

1.1. Apresentação do problema e contexto

Cada vez mais o mundo torna-se um ambiente mais competitivo, com as empresas competindo para ganhar mais espaço no mercado e aumentar seus lucros. Sendo assim, o desempenho das organizações torna-se vital para competir e pode ser dividido, no âmbito operacional, em qualidade, velocidade e custos.

De acordo com Slack, Brandon-Jones e Johnston (2014), qualidade é o atendimento consistente às expectativas dos clientes, ou seja, criar e entregar consistentemente produtos e serviços conforme a especificação, levando à satisfação do cliente externo. Esta característica torna-se importante para a competitividade pois quanto menores erros cometidos em cada processo, menor é o tempo necessário para corrigi-los e menor é o custo deste processo. Ainda, uma má qualidade do produto pode influenciar negativamente na satisfação do cliente, levando à perda de espaço no mercado pela empresa.

A velocidade, para Barros Neto, Fensterseifer e Formoso (2003), é a capacidade de uma empresa fazer determinada atividade ou serviço mais rápido que a concorrência. Ou seja, essa característica é o tempo de resposta aos clientes a partir de uma determinada demanda, seja ela produto ou serviço. Quanto mais rápido for a resposta aos clientes, provavelmente maior será a satisfação, tornando a empresa mais competitiva.

Todas as organizações querem manter seus custos baixos e compatíveis aos níveis de velocidade e qualidade que seus clientes requerem, apontam Slack, Brandon-Jones e Johnston (2014). Os custos influenciam na competitividade, pois está diretamente relacionado ao preço pago pelos clientes, de modo que torna a empresa mais competitiva ou não frente aos seus concorrentes.

Um indicador, que pode ser relacionado à competitividade, é a produtividade (ISTVAN, 1992). Ela é medida pela relação do produto da operação e seus *inputs*. Quando mais produtiva a empresa for, mais competitiva ela é.

Desta forma, segundo Slack, Brandon-Jones e Johnston (2014), um meio de tornar a empresa mais competitiva é pela produtividade. Em relação à qualidade, quanto menor a quantidade de erros no produto, maior o índice de produtividade, mantendo-se constante seus *inputs*. De maneira análoga, quanto menor o custo dos *inputs*, maior a produtividade.

1.2. Objetivo

O objetivo deste trabalho é a busca de resultados a partir da análise e solução de problemas no processo de preparação de *setup* em uma empresa multinacional alemã do ramo automotivo. Pretende-se identificar desperdícios e propor melhorias ao processo através da inserção do autor no ambiente de estudo e coleta e análise de dados, utilizando ferramentas da qualidade para auxiliar na tomada de decisão.

1.3. Metodologia de Pesquisa

Segundo Yin (2010), o estudo de caso caracteriza-se por uma estratégia em que o objetivo é examinar um fenômeno real dentro do seu contexto, buscando a resposta das questões “como” e “por que”. De acordo com McClintock et al. (1983), os objetivos da metodologia são capturar o esquema de referência e a definição da situação atual de um participante, facilitar a análise detalhada do processo organizacional e esclarecer os fatores identificados no caso que levam a maior um entendimento da situação descrita.

Ademais, Bressan (2000) afirma que o método de estudo de caso vem amplamente sendo utilizado nas áreas relacionadas à administração, pois auxilia no estudo dos problemas de administração que são difíceis de se abordar por outros métodos e oferece grandes oportunidades de evidenciar a teoria através da aplicação prática.

Desta forma, a metodologia de estudo de caso é a mais apropriada para este trabalho pois trata-se de uma pesquisa qualitativa e onde o ambiente natural é a principal fonte de dados.

1.4. Estrutura do Trabalho

O trabalho está dividido em 4 capítulos. O primeiro capítulo apresenta o contexto e a problemática deste estudo, bem como o objetivo buscado.

No segundo capítulo, apresentou-se uma revisão bibliográfica sobre os temas de Melhoria Contínua, ciclo PDCA e algumas ferramentas de qualidade, promovendo um maior esclarecimento para o estudo de caso.

O terceiro capítulo apresentou o estudo de caso, iniciando com a apresentação da empresa estudada. Em seguida expõe-se o mapeamento da situação atual, dividida em duas categorias – processo e *layout* – onde são coletados e analisados os dados do caso. A partir da análise dos dados, foi proposta uma solução para os problemas encontrados nas duas categorias.

Por fim, no quarto capítulo é apresentada a conclusão do trabalho, identificando se ele atingiu ou não o objetivo proposto.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Melhoria Contínua

Melhoria contínua, ou *Kaizen*, é um termo que tem origem japonesa e foi definida pela primeira vez por Imai (1994) como melhoramento ou tentativa de fazer o melhor e por Bessant, Caffyn e Gallagher (2001), como um processo que foca na inovação incremental e contínua.

Kaizen significa melhoramento. Melhoramento na vida pessoal, na vida doméstica, na vida social, e na vida de trabalho. Quando aplicada para o local de trabalho, *Kaizen* significa melhoramentos contínuos que envolvem administradores e trabalhadores igualmente. (IMAI, 1994, p.3)

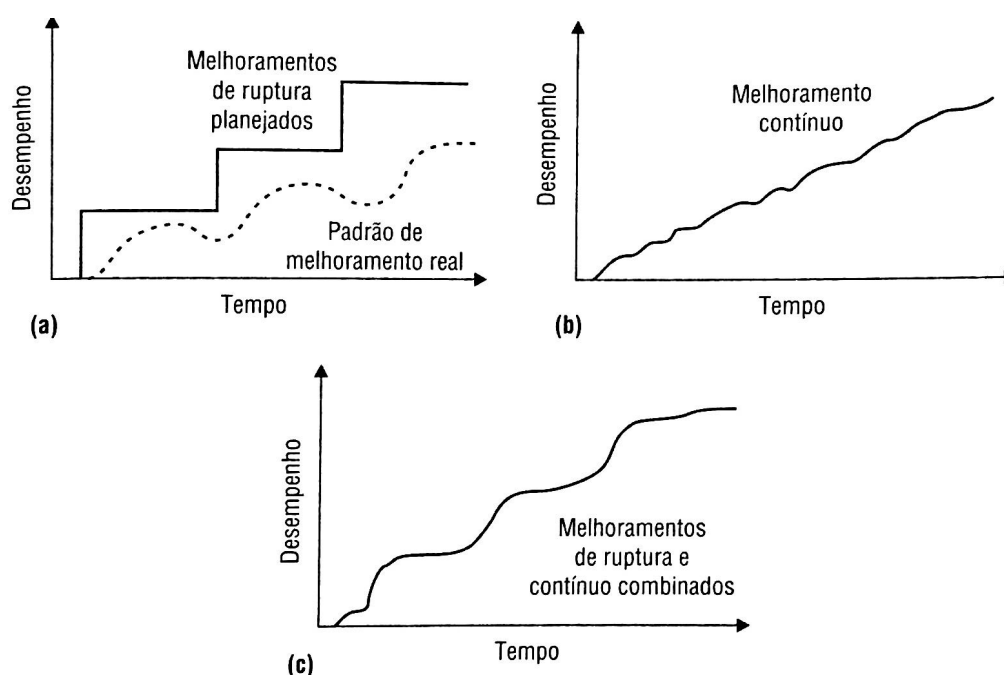
A palavra *Kaizen*, no processo de gestão, pode-se ser traduzida como aprimoramento contínuo e gradual, pois deve ser implementado pelo envolvimento e comprometimento de todos os níveis da organização na maneira como as coisas são feitas (WELLINGTON, 1998).

Oakland *apud* Chiavenato (2003) define o *kaizen* como “[...] uma filosofia de contínuo melhoramento de todos os empregados da organização, de maneira que realizem suas tarefas um pouco melhor a cada dia [...]”, afirmando a necessidade da prática diária por todos os membros da organização da melhoria contínua.

Para alguns autores, como Lizarelli, Alliprandini e Martins (2007), a melhoria também pode ser radical e não contínua. Esse tipo de melhoria introduz um novo processo com a finalidade de substituir e eliminar os desperdícios do processo anterior e, diferentemente da melhoria contínua, as mudanças são, geralmente, impostas pela alta gerência pois somente os que estão em altas posições nas organizações são capazes de reconhecer oportunidades de inovação (CAMPOS, 1992; DAVENPORT, 1994).

Slack, Brandon-Jones e Johnston (2014) corroboram na separação da melhoria em duas categorias – radical e contínua – trazendo a melhoria radical como uma melhoria ligada à inovação e ruptura e a melhoria contínua, ligada sempre a melhorias incrementais e constantes.

Figura 1: Desempenho e tipos de melhoria



Fonte: Slack, Brandon-Jones e Johnston (2014)

Assim, de acordo com a Figura 1:, percebe-se que o maior ganho em desempenho pode ocorrer combinando os dois tipos de melhoria, utilizando a melhoria radical, para trazer inovações ao processo, e a melhoria contínua, a fim de garantir melhorias incrementais a fim de otimizar e engajar membros da organização na busca do melhor desempenho.

Geralmente associada aos processos de fabricação, a melhoria contínua pode ser praticada em todos os processos de negócios, de modo a trazer pequenos benefícios em curto prazo que quando acumulados, trazem grandes benefícios às empresas (AGOSTINETTO, 2006).

Por fim, Moura (1997) afirma que a melhoria contínua é a busca por melhor desempenho nos processos, produtos ou atividades da empresa. Ela pode ser gerada por uma ação gerencial ou por sugestão dos funcionários.

Sendo assim, define-se a melhoria contínua como uma combinação de ações que buscam um melhor desempenho das atividades da empresa, com o envolvimento de todos os membros da organização. A melhoria contínua pode utilizar a melhoria radical para obter melhores resultados quando necessário, visto que a inovação pode trazer resultados incrementais e deve ser incentivada.

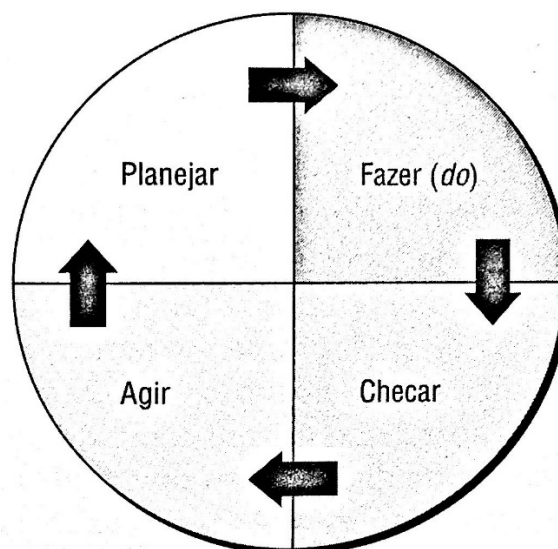
2.2. Ciclo PDCA

Para identificar oportunidades de melhoria, pode-se utilizar diversos métodos, sendo o mais genérico e amplamente utilizado o método do ciclo PDCA, ou ciclo de Deming (CARPINETTI, 2012).

De acordo com Werkema (1995), o ciclo PDCA é um método gerencial de tomada de decisões com a finalidade de garantir o alcance das metas necessárias à sobrevivência de uma organização. Este ciclo foi proposto na década de 30 pelo estatístico estado-unidense Walter A. Shewhart, porém tornou-se popular somente na década de 50 quando o especialista em qualidade, W. Edwards Deming, aplicou o método em trabalhos desenvolvidos no Japão e refinou o trabalho original, desenvolvendo o que ele chamou de Shewhart PDCA Cycle (PALADINI, 2012; DEMING, 1990).

O ciclo PDCA é composto por quatro etapas cíclicas: *plan* (planejar), *do* (executar), *control* (verificar) e *act* (agir) (BROCKA, 1994). O método está representado na Figura 2: Ciclo PDCA.

Figura 2: Ciclo PDCA



Fonte: Deming (1990)

A primeira etapa do ciclo é a *Plan* (planejar), onde o objetivo é estabelecido e os processos para entregar os resultados são planejados (FILHO, 2014). Segundo Carpinetti (2012), esta etapa inclui a identificação do problema, identificação das causas raízes, proposição e planejamento de soluções.

A segunda etapa é a *Do* (executar) e é nesta etapa que ocorre a implantação das ações necessárias para o atingimento do resultado e planejadas na etapa anterior. Ressalta-se a importância em treinar as pessoas para executarem as atividades com eficácia (BALLESTERO-ALVAREZ, 2010).

Após a execução dos procedimentos planejados, deve-se verificá-los. Esta etapa, *check*, consiste na coleta de dados e comparação do resultado alcançado com o objetivo proposto. Viera Filho (2015) aponta que esta etapa é puramente gerencial, pois verifica se a execução foi realizada conforme o planejamento.

Por fim, a última etapa do ciclo é a etapa de ação, *act*, onde são tomadas ações corretivas caso tenha ocorrido algum desvio observado na fase anterior. Segundo Carpinetti (2012), se necessário, deve-se replanear as ações de melhorar e reiniciar o ciclo PDCA.

Segundo Slack, Brandon-Jones e Johnston (2014), a natureza cíclica e repetida da melhoria contínua pode ser sintetizada pelo ciclo PDCA, pelo seu caráter cíclico e iterativo. Desta forma, a utilização deste método para o processo de melhoria contínua torna-se vantajoso pois garante a perenidade das ações de identificação de oportunidades de melhoria e busca por atingimento de melhores resultados, sejam eles de desempenho ou qualquer instância desejada.

2.3. Ferramentas para melhoria

No método do ciclo PDCA são utilizadas diversas ferramentas para estruturar o problema e apoiar a tomada de decisão, e a ampla aplicação destas guiará a um melhor entendimento dos problemas de um processo e, eventualmente, aumentará o conhecimento interno de sua performance (BAMFORD e GREATBANKS, 2005).

A seguir, foram descritas algumas ferramentas que podem ser utilizadas na execução do ciclo PDCA.

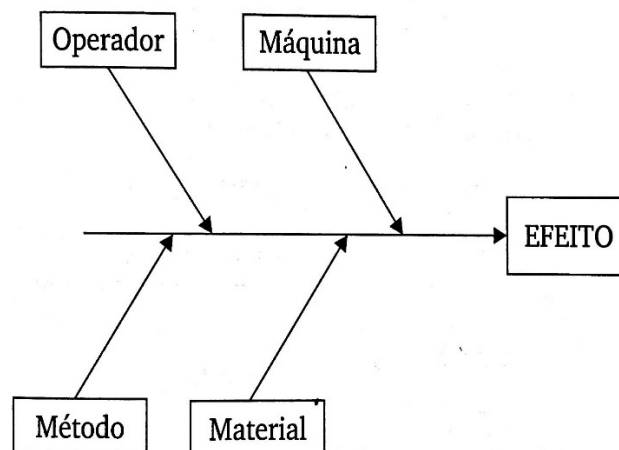
2.3.1. Diagrama de causa e efeito

Segundo Carpinetti (2012), o diagrama de causa e efeito, também chamado de espinha de peixe ou diagrama de Ishikawa, foi desenvolvido pelo professor Kaoru Ishikawa para explicar como vários fatores de um processo estavam inter-relacionados. Ou seja, o objetivo deste diagrama é representar as relações existentes entre um problema ou o efeito indesejável de um processo e todas as suas possíveis causas.

A análise de processo é a análise que esclarece a relação entre os fatores de causa no processo e os efeitos como qualidade, custo, produtividade etc., quando se está engajado no controle de processo. O controle de processo tenta descobrir os fatores de causa que impedem o funcionamento suave dos processos. Ele procura assim a tecnologia que possa efetuar o controle preventivo. Qualidade, custo e produtividade são efeitos ou resultados deste controle de processo. (Ishikawa,1993)

A estrutura básica de um diagrama de causa e efeito, representado pela Figura 3: , é composta por um efeito e suas causas, que são classificadas genericamente em quatro categorias básicas: método, máquina, material e homem. Outras categorias podem ser adicionadas caso tenham relevância para análise do efeito em questão.

Figura 3: Estrutura básica de um diagrama de Causa e Efeito



Fonte: Carpinetti (2012)

2.3.2. Matriz GUT

De acordo com Kepner e Tregoe (1981), a matriz GUT é uma ferramenta de definição de prioridades de forma eficiente e racional que consiste em analisar e atribuir pontos a cada item em questão em 3 diferentes dimensões – gravidade, urgência e tendência – e, a seguir, priorizá-los com o produto da pontuação obtida.

A primeira dimensão, a gravidade, avalia o impacto do item da matriz no processo, operação ou pessoas envolvidas. A segunda, urgência, avalia a brevidade necessária para a tomada de decisão relacionada ao item. E, por fim, a tendência avalia a capacidade do item em se manter constante ou não durante o tempo (OLIVEIRA, 1995).

Figura 4: Exemplo de Matriz GUT

Problema	Gravidade	Urgência	Tendência	G x U x T	Prioridade
Estiagem na região Oeste	2	5	3	30	3
Enchentes na região do Vale do Itajaí	5	3	4	60	2
Deslizamentos na região do Vale do Itajaí	5	5	5	125	1
Inundação na região Sul	2	2	3	12	4

Fonte: Faveri e Silva (2016)

2.3.3. Diagrama Espaguete

O Diagrama de Espaguete é uma ferramenta simples e eficaz para a visualização de fluxo de materiais, pessoas ou informações em um processo (ALLEN, 2010). Este diagrama demonstra os fluxos de movimentação e facilita a identificação daqueles que são desnecessários e que devem ser eliminados para que o processo fique mais enxuto (GASTINEAU, 2009).

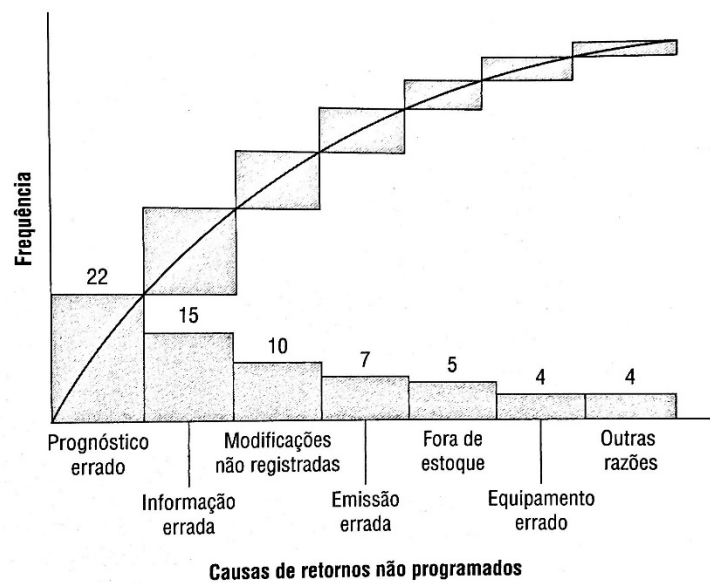
2.3.4. Diagrama de Pareto

Segundo Carpinetti (2012), o Diagrama de Pareto baseia-se no princípio de mesmo nome que diz que entre todas as causas de um problema, poucas são responsáveis pelos grandes efeitos indesejáveis. Este princípio pode ser visualizado por um gráfico de barras que demonstra, de maneira visual, a ordem de importância dos problemas evidenciando dados com maior ocorrência, conforme exemplo demonstrado pela Figura 5.

O tamanho das barras do gráfico pode representar a frequência de que o item ocorre ou o custo, em tempo ou dinheiro, deste mesmo item (ASQ, 2019). Além de evidenciar causas de um problema, o diagrama de Pareto também pode ser utilizado para visualização e classificação

de dados, como por exemplo, na classificação de itens no estoque de uma empresa (FILHO, 2008).

Figura 5: Diagrama de Pareto



Fonte: Slack, Brandon-Jones e Johnston (2014)

3. Estudo de Caso

3.1. Apresentação da Empresa

A empresa estudada é uma organização multinacional alemã, com cerca de 240 unidades distribuídas em 40 países distintos. Ela está inserida no mercado automotiva, fornecendo componentes para as principais montadoras de veículos no Brasil e no mundo.

Devido à situação atual no setor automobilístico, a empresa está buscando formas de se manter competitiva e diminuir custos de produção para continuar no mercado brasileiro e latino, pois o país é a sede da empresa na América Latina.

A planta abordada neste trabalho está localizada no interior de São Paulo e produz componentes automotivos para montadoras e para o mercado de reposição. Nela, trabalham cerca de 300 colaboradores em 9 células de trabalho, separadas em dois grupos. O primeiro, chamado aqui de grupo A, contém 4 células que produzem um determinado componente A e o segundo, grupo B, contém 5 células que produzem outro componente e montam o produto (componente B), agrupando o componente A e o componente produzido internamente.

O presente estudo de caso foi desenvolvido no processo de preparação do *setup* para a “virada” de produção pois identificou-se a oportunidade de melhoria, visto que operadores foram alocados para este processo, porém ele ainda não foi estruturado e não pode ser mensurado. Ademais, existem queixas de que este processo causa atrasos na produção dos componentes e pode ser otimizado para um ganho de produtividade e redução de custos da organização.

Intuitivamente, sabe-se que o processo de *pré-setup* impacta na produtividade das células e na qualidade do produto acabado. No caso da produtividade, os impactos causados provem do atraso que o *pré-setup* pode ocasionar no *setup* da célula. Já no caso da qualidade, a relação pode ser de uma má qualidade de ferramentas que ocasiona um refugo ou mal acabamento de produto no processo produtivo.

Não foi possível quantificar essas relações encontradas nos documentos da organização – por exemplo acompanhamento de produção e relação de refugos – pois não há uma classificação que demonstre que o processo de preparação de *setup* foi a causa da perda de produtividade ou de um número de refugos.

3.2. Mapeamento da Situação Atual

O mapeamento da situação atual iniciou-se com a coleta de dados para o entendimento do processo atual de preparação do *setup* e a sua influência na produtividade das células de produção. A fim de facilitar a análise, o mapeamento foi dividido entre processo e *layout*.

3.2.1. Mapeamento do Processo

Para iniciar a análise do processo de preparação do *setup*, foi elaborado um roteiro de entrevista, disponível no Apêndice A, que foi aplicado em 12 operadores das células de produção. O objetivo desta entrevista era conhecer o processo e seu impacto na operação.

Como resultado da entrevista, foi construído o quadro a seguir com as informações de cada célula coletada.

Quadro 1: Resumo das respostas da entrevista com os operadores

Célula	Pré-setup interno ou externo	Verificação da qualidade da ferramenta	Quantidade de armários de ferramentas
A1	Interno	Interno	4
A2	Externo	Interno	1
A3	Externo	Interno	3
A4	Externo	Externo	3
B1	Externo	Externo	3
B2	Externo	Interno	3
B3	Externo	Interno	4
B4	Externo	Externo	4
B5	Externo	Externo	4

Fonte: Autoria própria

Primeiramente, descobriu-se que todo o ferramental para a produção se encontra disponível em armários alocados em cada célula e que não há padronização da disposição dos itens dentro deles.

Observou-se que a preparação do *setup* é majoritariamente externa, com exceção da célula de produção A1 que será comentado em seguida, e que ela é feita por uma função recém-criada. O operador de pré-setup, assim chamado, prepara o ferramental que será trocado e deixa-a em uma bancada móvel próxima às operações que realizam a troca de ferramental, facilitando o trabalho para o operador que efetivamente realiza as trocas. No caso da célula A1, onde o pré-setup é interno, os próprios operadores dessa célula realizam a preparação do *setup*, de forma que um deles é deslocado da produção para preparar o ferramental.

Após a realização da troca de ferramentas, em geral o operador da célula guarda as ferramentas utilizadas nos armários de maneira pouco estruturada e não verifica se existe alguma ferramenta danificada. Caso existe alguma ferramenta danificada, ela será descoberta durante a utilização na produção, o que ocasiona parada de produção com a quebra dela pois o operador da máquina deve retirar a ferramenta danificada e levar até o setor de manutenção corretiva e esperar até que a ferramenta seja corrigida e possa retornar à produção. Esse fato ocorre pois, geralmente, não há reservas de ferramentas no armário da própria célula e não se sabe se existe alguma ferramenta disponível no armário de alguma outra célula de produção.

Contudo em duas células em particular, o operador de *pré-setup* realiza a verificação da qualidade da ferramenta e a armazenagem dela no armário da célula. Caso a ferramenta esteja danificada, ele leva para a manutenção corretiva.

Ainda, foram coletadas quais operações de cada célula necessitam de troca de ferramental quando há mudança de produção de componentes. O mapa de cada célula com a numeração de cada operação pode ser visualizado no Anexo A.

Após a entrevista com os operadores das células, pode-se conhecer a operação e a particularidade de cada célula em relação à preparação do *setup* – disposição dos armários, locais onde o “carro” das ferramentas é deixado – porém era necessário conhecer o processo de preparação de *setup*.

Para isso, foi realizada uma reunião com o operador de *pré-setup* do turno diurno com o objetivo de conhecer seu trabalho e mapear o processo, uma vez que não havia uma formalização desta função na planta. O resultado da reunião foi o conhecimento completo do processo e de todas as ferramentas necessárias para a operação.

Observou-se que todo o processo de preparação de *setup* não é formalizado e não há um procedimento padrão a ser seguido. O procedimento é totalmente conduzido pelos operadores responsáveis por este processo e todo o controle de ferramentas e planejamento do processo é realizado pelos responsáveis do processo.

Conforme a

Em seguida, ele inicia a separação das ferramentas, apanhando-as nos armários da célula e colocando-as no “carro”. Caso falte alguma, ele procura a ferramenta similar e compatível no armário das outras células. Quando a separação estiver terminada, o “carro” é

deixado no local alinhado com os operadores da célula para que eles possam realizar a troca de ferramental.

Após a utilização das ferramentas, o operador de *pré-setup*, nas duas células que o armazenamento das ferramentas utilizadas é responsabilidade dele, verifica se existe a necessidade de manutenção corretiva e caso houver, ele leva a ferramenta para a manutenção e utiliza uma planilha para realizar o controle das peças que estão lá. Caso não houver, ele armazena as ferramentas nos armários e identifica se existe alguma possibilidade de melhoria no processo de produção – ajustes de desenho técnico, ajuste no programa CNC das máquinas.

A partir desta reunião, sentiu-se a necessidade de coletar os tempos de preparação do *setup* de cada célula e verificar as ferramentas que o operador de *pré-setup* utiliza. Os resultados do tempo de preparação do *setup* encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1: Tempo de preparação de *setup*

Célula	Tempo médio de <i>pré-setup</i> (min)
A1	90,0
A2	15,0
A3	15,0
A4	15,0
B1	5,0
B2	40,0
B3	40,0
B4	40,0
B5	40,0

Fonte: Autoria própria

Figura 6, o processo inicia-se com a checagem na reunião matinal de produção de quais células necessitarão de troca de ferramental. A seguir, é realizada a priorização da preparação junto ao departamento de produção, que transmite quais células devem ser priorizadas de acordo com a demanda de produtos. Essa priorização se torna a agenda diária do operador de *pré-setup*.

Em seguida, ele inicia a separação das ferramentas, apanhando-as nos armários da célula e colocando-as no “carro”. Caso falte alguma, ele procura a ferramenta similar e compatível no armário das outras células. Quando a separação estiver terminada, o “carro” é deixado no local alinhado com os operadores da célula para que eles possam realizar a troca de ferramental.

Após a utilização das ferramentas, o operador de *pré-setup*, nas duas células que o armazenamento das ferramentas utilizadas é responsabilidade dele, verifica se existe a necessidade de manutenção corretiva e caso houver, ele leva a ferramenta para a manutenção e utiliza uma planilha para realizar o controle das peças que estão lá. Caso não houver, ele armazena as ferramentas nos armários e identifica se existe alguma possibilidade de melhoria no processo de produção – ajustes de desenho técnico, ajuste no programa CNC das máquinas.

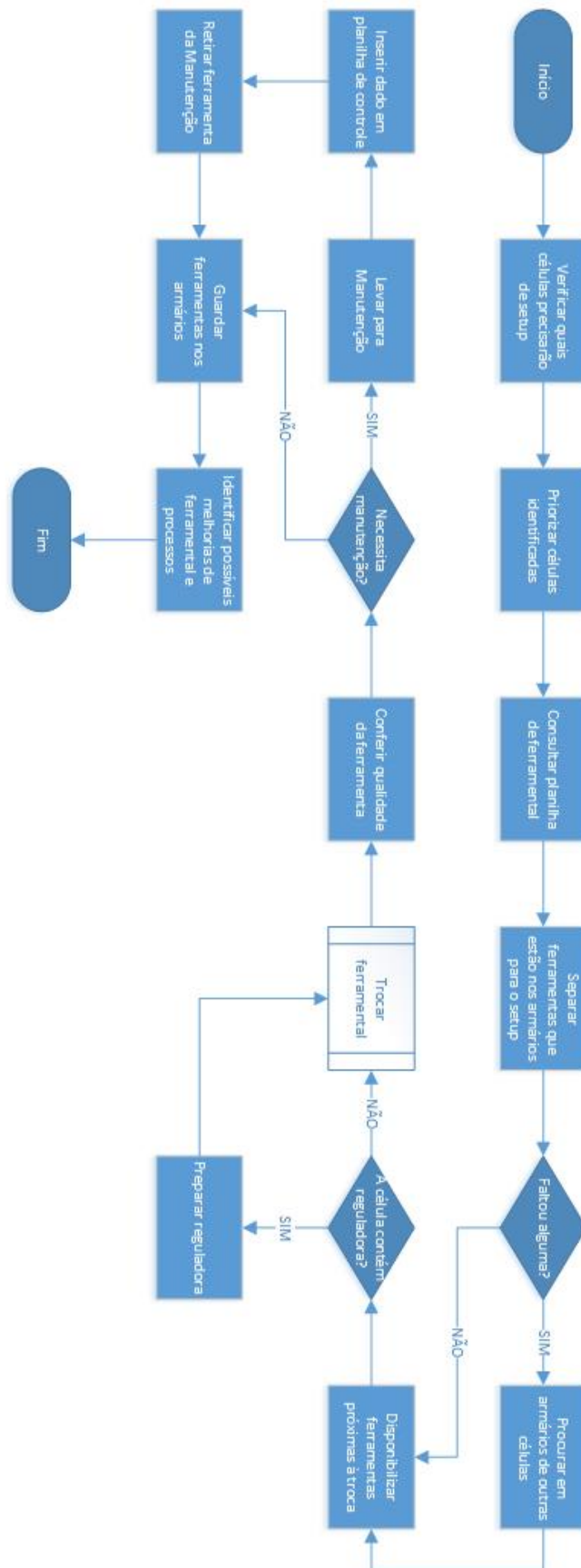
A partir desta reunião, sentiu-se a necessidade de coletar os tempos de preparação do *setup* de cada célula e verificar as ferramentas que o operador de *pré-setup* utiliza. Os resultados do tempo de preparação do *setup* encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1: Tempo de preparação de *setup*

Célula	Tempo médio de <i>pré-setup</i> (min)
A1	90,0
A2	15,0
A3	15,0
A4	15,0
B1	5,0
B2	40,0
B3	40,0
B4	40,0
B5	40,0

Fonte: Autoria própria

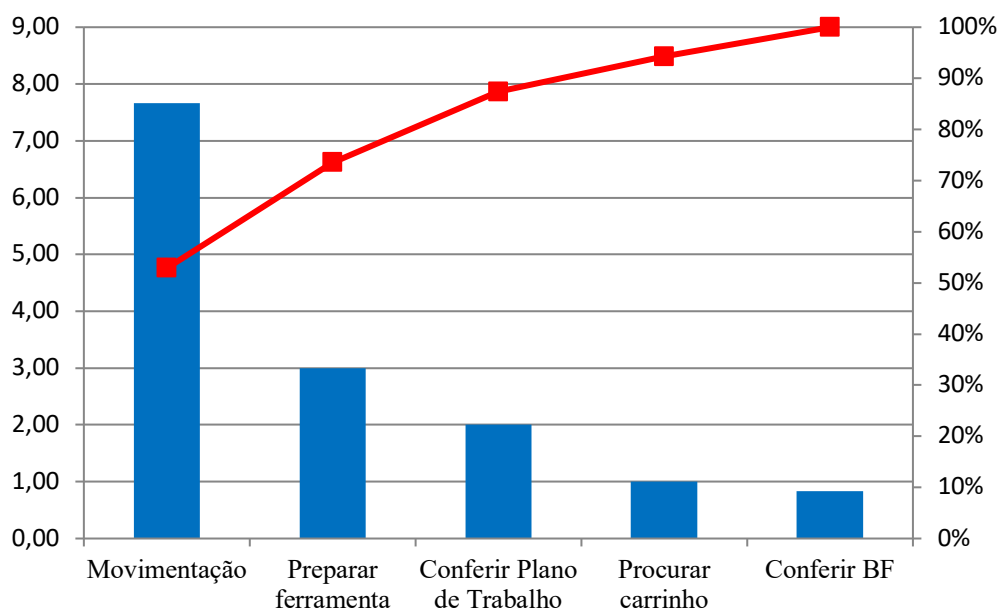
Figura 6: Situação atual do processo de preparação de *setup*



Fonte: Autoria própria

O tempo médio de preparação de *setup* coletado foi de 34 min para o grupo A e 33 min para o grupo B e com a finalidade de entender detalhadamente a composição do tempo, elaborou-se o digrama de Pareto, disponível na Figura 7, onde para cada item foi utilizado a média obtida da coleta de resultados.

Figura 7: Atividades que compõem o pré-*setup*



Fonte: Autoria própria

Pode-se visualizar que o operador perde metade do tempo somente com movimentação e que a preparação das ferramentas, tarefa principal do processo, representa aproximadamente 30%.

Ademais, foi necessário entender quais tipos de componentes eram produzidos em cada célula e quais células poderiam compartilhar ferramentas para produzir componentes. Para isso, foram utilizados dados do departamento de produção, processos e auxílio do operador de pré-*setup* para a construção de planilhas que demonstram a similaridade de produção e de ferramental.

Com base nas entrevistas realizadas com 12 operadores e nos dados coletados, verificou-se que há alguns problemas nesse processo de pré-*setup* interno. Os operadores, que recorrem ao armário para a troca de ferramental, não checam a qualidade das ferramentas, portanto, não há um controle adequado destas. Além disso, o pré-*setup* dos pallets demora mais

tempo do que o necessário porque o operador que o realiza precisa dar suporte para toda a célula, por isso, tem que interromper sua função de realizar o *pré-setup* várias vezes.

A partir da análise dos dados coletados, foi identificado que o principal problema é a falta de controle das ferramentas de produção. Então, analisou-se cada causa identificada na coleta dos dados nos seis aspectos do diagrama de Causa e Efeito, que se encontra disponível na Figura 8.

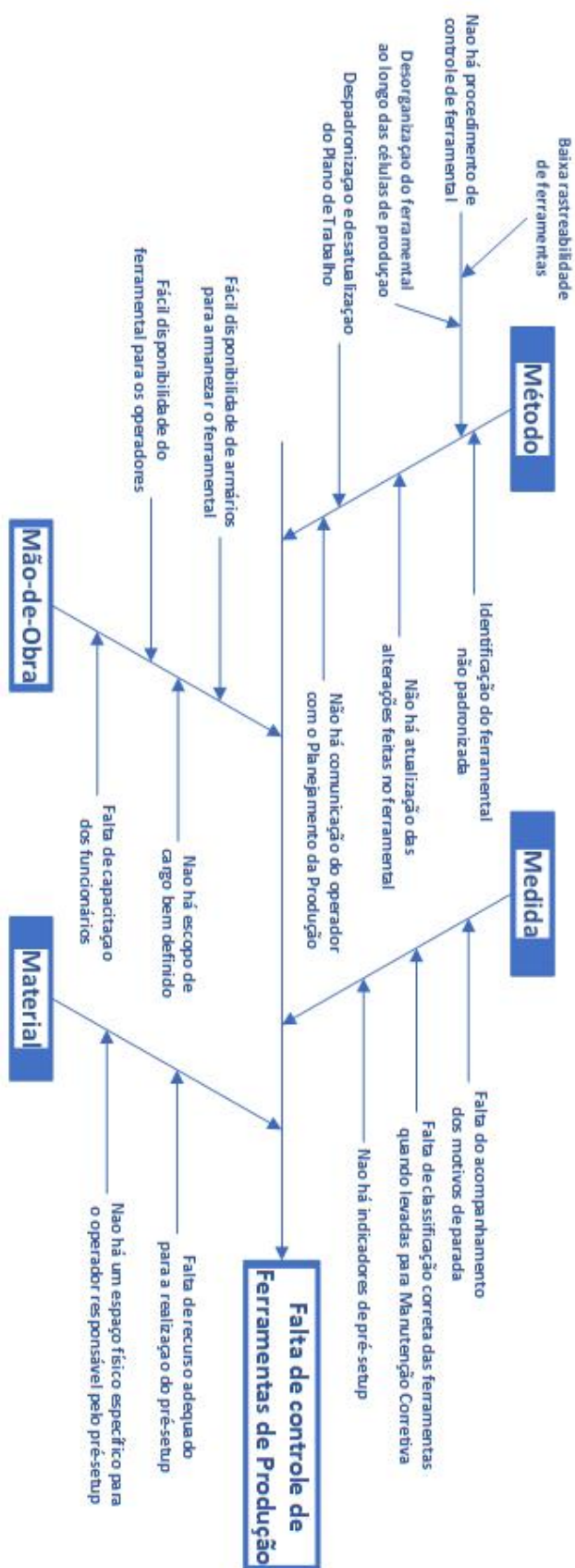
Destacam-se algumas causas que impactam significativamente no problema, como a falta de indicadores relacionados ao *pré-setup*, a ausência de comunicação entre o operador e o planejamento da produção, a despadronização e desatualização do plano de trabalho, a fácil disponibilidade do ferramental para os operadores e a ausência de um escopo bem definido para o processo de preparação do *setup*.

Para identificar em quais causas dever-se-ia focar, foi realizada uma matriz de priorização em uma reunião com integrantes dos departamentos de produção, manutenção, processos e qualidade. As causas raízes foram dispostas em uma matriz GUT, onde foram avaliados em conjunto os três aspectos - gravidade, urgência e tendência.

Ao final, foi possível identificar quais causas são mais significativas, destacadas na Figura 8. Ressalta-se que as duas primeiras causas não fazem parte do escopo do projeto, pois demandam estudos direcionados e dedicados, e não serão tratadas na proposição de melhoria deste estudo.

Pode-se observar que grande parte das causas priorizadas são decorrentes da recente criação e falta de planejamento desta função na planta. Até então, o processo não está formalizado e o operador não conta com as ferramentas e local necessário para exercer sua função.

Figura 8: Causas-raízes encontradas



Fonte: Autoria própria

Quadro 2: Priorização das causas-raízes

#	Causas-raízes	Gravidade	Urgência	Tendência	GUT
1	Despadronização e desatualização do Plano de Trabalho	5	5	3	75
2	Não há comunicação da atualização das alterações feitas no ferramental	5	5	2	50
3	Não há escopo de cargo bem definido	4	4	3	48
4	Falta de capacitação dos funcionários	4	4	3	48
5	Fácil disponibilidade do ferramental para os operadores	4	4	2	32
6	Fácil disponibilidade de armários para armazenar o ferramental	4	4	2	32
7	Não há um espaço físico específico para o operador responsável pelo <i>pré-setup</i>	3	2	4	24
8	Falta de recurso adequado para a realização do <i>pré-setup</i>	3	3	1	9
9	Identificação do ferramental não padronizada	2	3	1	6
10	Não há comunicação do operador com o Planejamento da Produção	1	2	1	2
11	Falta do acompanhamento dos motivos de parada	2	1	1	2
12	Falta de classificação correta das ferramentas quando levadas para Manutenção Corretiva	2	1	1	2
13	Não há indicadores de <i>pré-setup</i>	2	1	1	2

Fonte: Autoria própria

3.2.2. Mapeamento do *Layout*

Foi informado que o *layout* das células sofrerá mudanças e questionado se a localização e dimensão dos armários era apropriada e poderia ser otimizada. Então, foi elaborado uma ficha de cadastro dos armários, disponível no Apêndice B, a fim de coletar informações como dimensões dos armários, quantidade de slots disponíveis e quais ferramentas eram armazenadas ali.

Depois que a ficha de cadastro foi preenchida para todas as células, foi realizada uma visita a cada armário junto ao operador de *pré-setup* para verificar quais ferramentas estão obsoletas e se havia a possibilidade de otimização e rearranjo de área e volume dos armários. A Tabela 2 demonstra os resultados obtidos da coleta de dados.

Tabela 2: Área e volume ocupados por armários nas células

Célula	Área ocupada por armários (m ²)	Volume ocupado por armários (m ³)
A1	6,44	7,76
A2	1,51	3,02
A3	1,09	1,65
A4	2,34	3,61
B1	1,91	2,55
B2	2,42	3,26
B3	3,95	5,75
B4	3,23	4,86
B5	3,29	4,58
<i>Total</i>	<i>26,18</i>	<i>37,04</i>

Fonte: Autoria própria

Ou seja, atualmente são utilizados, aproximadamente, 26m² e 37m³ para armazenagem de ferramentas nas células. Durante a visita, percebeu-se que há uma grande subutilização dos armários e existe uma quantidade significativa de ferramentas que podem estar obsoletas, pois estão cobertas por poeira que podem demonstrar que elas não são utilizadas com frequência. A Figura 9 demonstra a condição atual dos armários.

A fim de avaliar a distância percorrida pelo operador de *pré-setup*, foi realizado um diagrama de espaguete e medição da distância percorrida. Com a finalidade de simplificar o modelo, foram escolhidas duas células para a realização do diagrama considerando tempo de *pré-setup* e disposição dos armários na célula como critérios de seleção.

Figura 9: Armário da célula A3

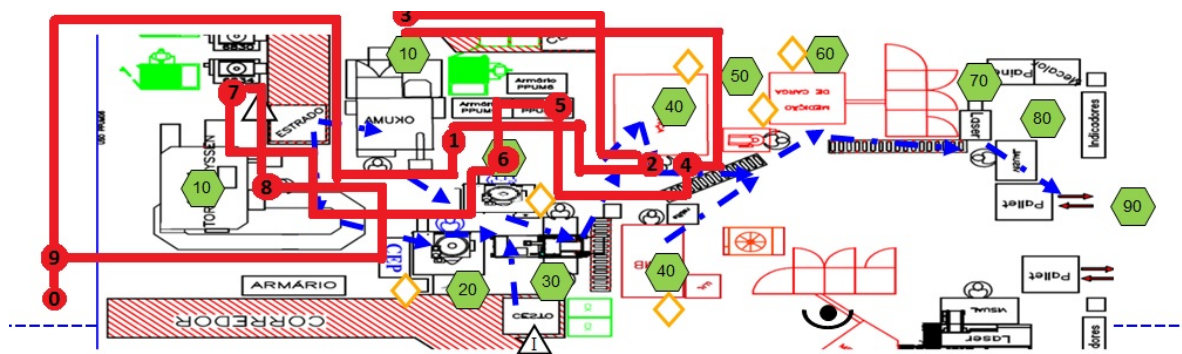


Fonte: Autoria própria

As células escolhidas foram a B3 e a B4, porque na primeira célula, os armários estão centralizados, enquanto na segunda célula, os armários estão distribuídos ao longo da célula. Os diagramas de espaguete estão apresentados a seguir. O ponto 0, demarcado nos diagramas, é o local onde o operador inicia o processo, porque ali se encontra o computador e todas as ferramentas que ele utiliza para executar o processo.

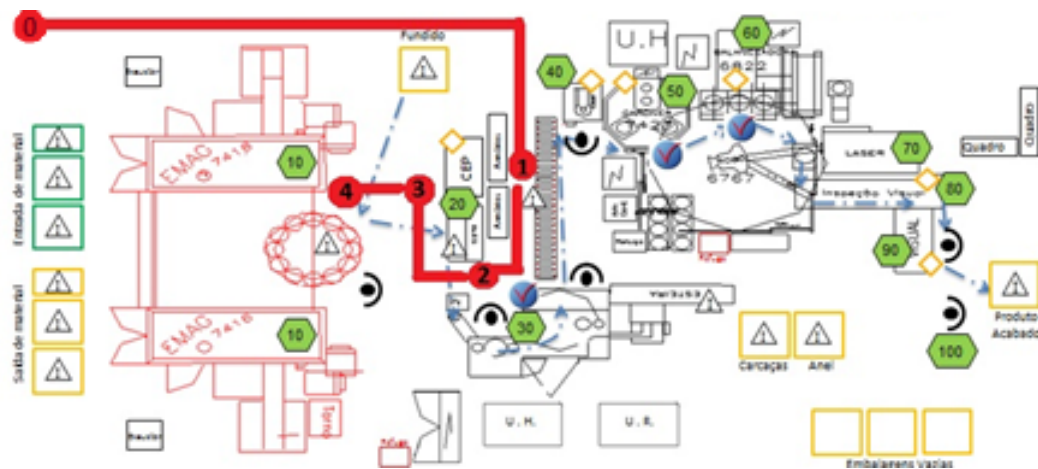
O diagrama da célula B3, Figura 10, demonstra que há uma grande quantidade de paradas durante o processo, pois as ferramentas não estão dispostas em um só local. Além disso, a movimentação do operador não é contínua e a distância percorrida é de 72 metros.

Figura 10: Movimentação de pré-setup na célula B3



Fonte: Adaptado da empresa

Figura 11: Movimentação de pré-setup na célula B4



Fonte: Adaptado da empresa

Diferentemente do diagrama da B3, o diagrama da A4,

Figura 11, apresenta somente 3 paradas, pois o armário da célula é centralizado, e a movimentação é contínua e segue um fluxo mais racional, percorrendo uma distância de 40 metros no total.

Portanto, é possível notar que quando o ferramental está centralizado, o fluxo do operador torna-se mais contínuo e a distância percorrida pelo operador, menor. Ademais, há uma grande subutilização dos armários, por apresentar grandes espaços não utilizados e ferramentas cobertas com poeira.

3.3. Proposição da Situação Futura

A partir da análise de todos os dados coletados, foi possível identificar três grandes oportunidades.

A primeira é a criação de uma sistemática de controle de ferramental, que ataca cerca de 50% das causas raízes encontradas. Ela surge para instituir uma maneira de controle deste processo para que se possa obter uma melhor organização e controle de ferramentas, bem como garantir a sua rastreabilidade. Ainda, a sistemática pode gerar dados para a criação de indicadores de acompanhamento e controle deste processo.

A segunda é a definição do escopo do operador, pois atualmente não há um processo bem definido. Ainda, é importante definir para os operadores das células qual o papel do operador de *pré-setup* para que uma ação destes não impacte no processo de preparação de *setup*.

A terceira é a possível mudança de *layout* da planta, pois foi informado que um estudo está sendo realizado para alocar a nova linha na planta e que há a possibilidade de melhoria no *layout* das células. Reitera-se que as melhorias de *layout* dentro do escopo deste estudo são relacionadas ao processo de preparação de *setup*, ou seja, disposição de armários e bancadas dentro das células e localização do ambiente de trabalho do operador.

Seguindo o raciocínio de análise de mapeamento da situação atual, a proposição de melhoria foi dividida em duas frentes – *layout* e processo.

3.3.1. Layout

Iniciou-se o estudo da proposição de melhoria pelo *layout* pois a proposta de processo será conforme a nova disposição.

A partir da análise do *layout* apresentada anteriormente, foi possível concluir que um espaço único para armazenar todo o ferramental diminui a distância percorrida do operador responsável pelo pré-*setup* uma vez que seu fluxo se torna mais padronizado e contínuo.

Além disso, através da centralização do ferramental, é possível uma liberação de espaço considerável de área de armários dentro de cada célula, facilitando a disposição do maquinário no novo *layout* das células com a chegada da nova linha na planta.

Com o intuito de verificar qual o tamanho necessário do armazém de ferramental, foi realizada, em conjunto com o operador de pré-*setup*, uma verificação de todos os armários, considerando o rearranjo das ferramentas, otimização de espaço e utilização das ferramentas.

Tabela 3: Otimização da área e volume ocupados por armários nas células

Célula	Área atual ocupada (m ²)	Área futura ocupada (m ²)	Ganho em área	Volume atual ocupado (m ³)	Volume futuro ocupado (m ³)	Ganho em volume
A1	6,44	4,71	26,9%	7,76	3,91	49,6%
A2	1,51	1,51	0,0%	3,02	1,90	37,2%
A3	1,09	1,04	4,2%	1,65	1,15	30,2%
A4	2,34	2,99	-27,6%	3,61	2,39	33,7%
B1	1,91	1,71	10,7%	2,55	2,08	18,6%
B2	2,42	2,24	7,6%	3,26	2,98	8,6%
B3	3,95	3,63	8,2%	5,75	3,77	34,4%
B4	3,23	2,98	7,7%	4,86	4,33	10,9%
B5	3,29	1,70	48,4%	4,58	2,35	48,7%
<i>Total</i>	<i>26,18</i>	<i>22,50</i>	<i>14,1%</i>	<i>37,04</i>	<i>24,86</i>	<i>32,9%</i>

Fonte: Autoria própria

Otimizando-se a utilização destes armários, conforme Tabela 3, pode-se obter uma área e volume ocupados de 23m² e 25m³, que representa melhoria de 14% e 33%, respectivamente.

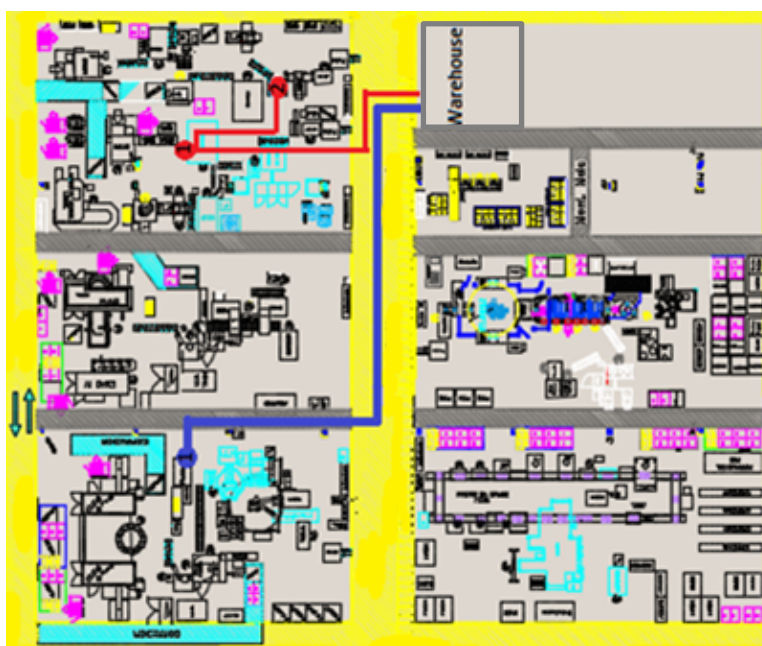
Sabendo-se que a área do *Warehouse* deve ter pelo menos 23m², foi iniciada a busca de um espaço com pelo menos 30m² para que sejam alocados os armários de ferramentas, bancada e mesa para o operador executar sua função e espaço para movimentação de bancadas móveis para o transporte das peças até as células de produção. Foi encontrado, no desenho mais recente da planta, um espaço vazio, identificado na Figura 12, de 132m² ao lado do grupo A e próximo às linhas mais versáteis.

Foi realizada uma simulação de movimentação da área identificada até as bancadas das células B3 e B4 para comparar com a situação atual. Constatou-se, de acordo com a Figura 12, que o ferramental armazenado em apenas um local facilita o fluxo do operador responsável

pelo pré-*setup* e, apesar de ter um aumento de 2 metros na distância percorrida para a B4, estima-se que ocorrerá uma diminuição na distância percorrida pelo operador.

Pensando na otimização da utilização da área, organização dos armários e movimentação, foi desenvolvido três tipos possíveis de *layout* funcional para o *Warehouse*.

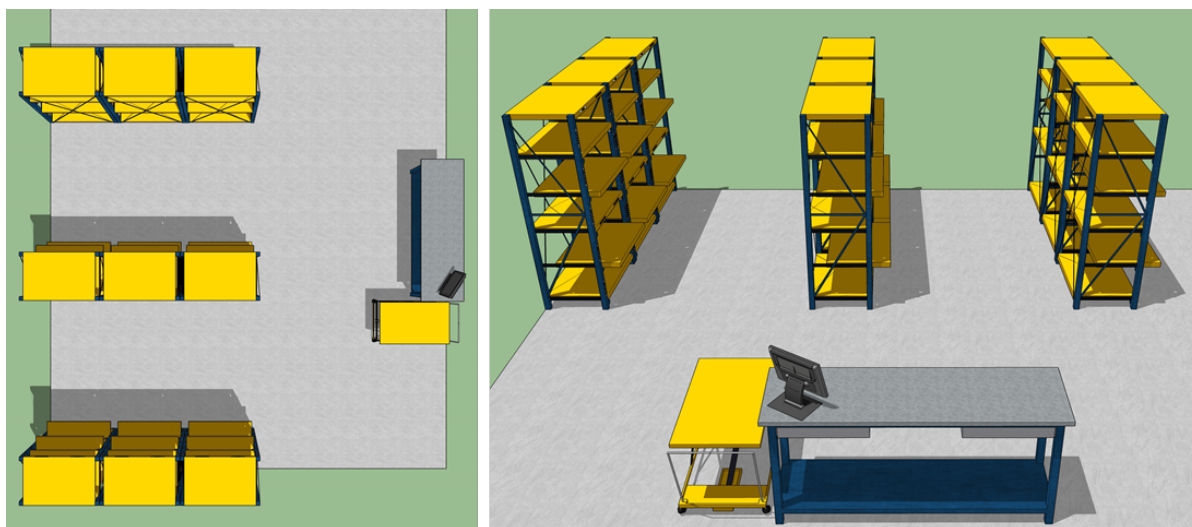
Figura 12: Movimentação do *Warehouse* até as células B3 e B4



Fonte: Autoria própria

O primeiro, apresentado pela Figura 13 a seguir, tem uma disposição similar ao almoxarifado presente na planta. As dimensões necessárias são 6,0 m x 5,9 m, resultando em uma área de 35m². Ainda, a área útil deste modelo é de 6,5 m², ou seja, há uma utilização de 18%. A vantagem é que existe uma maior facilidade de movimentação de ferramentas dentro do armazém.

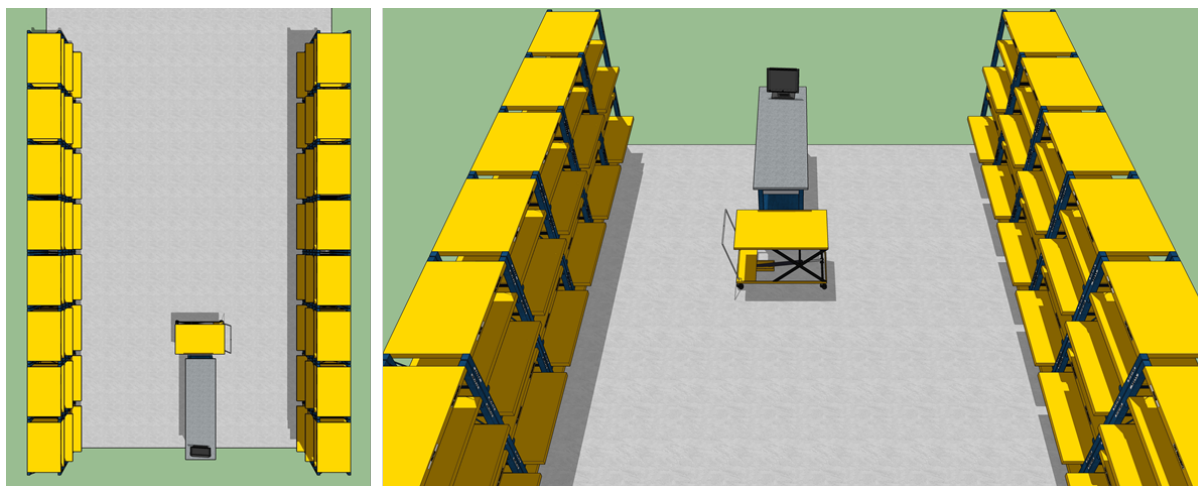
Figura 13: Primeiro modelo de *layout* sugerido



Fonte: Autoria própria

O segundo modelo, apresentado pela Figura 14, conta com a concentração dos armários nas laterais e com um corredor livre para transporte. A área necessária é de 40,13 m² (5,62 m x 7,14 m) e a área útil é de 6,43 m², resultando em uma utilização de 16%. Neste modelo, há um benefício na facilidade de movimentação e possibilidade de integração da nova linha.

Figura 14: Segundo modelo de *layout* sugerido

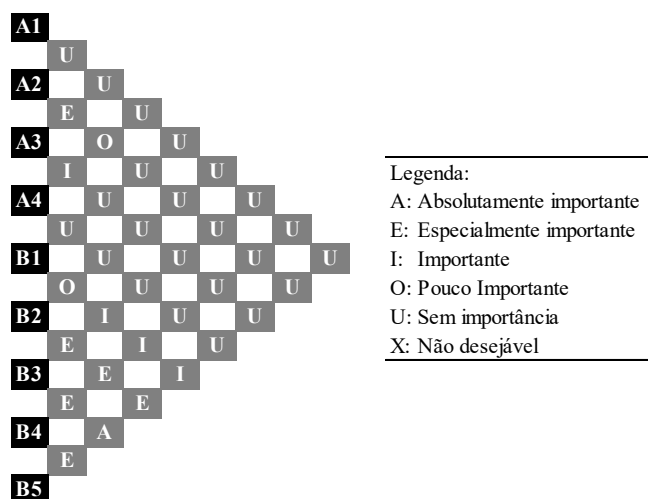


Fonte: Autoria própria

Já o terceiro modelo, apresentado pela Figura 15, dispõe de uma organização em “U”. Este modelo apresenta uma área de 33,96 m², 6 m x 5,66 m, e uma utilização de 19%. Como benefício, apresenta uma maior utilização e movimentação.

Portanto, propõe-se que para a organização espacial do *Warehouse* seja utilizada o terceiro *layout*, pois há um maior aproveitamento da área e não há possíveis impedimentos na movimentação de ferramentas ou no processo do operador, tornando o trabalho mais rápido e com menos perdas.

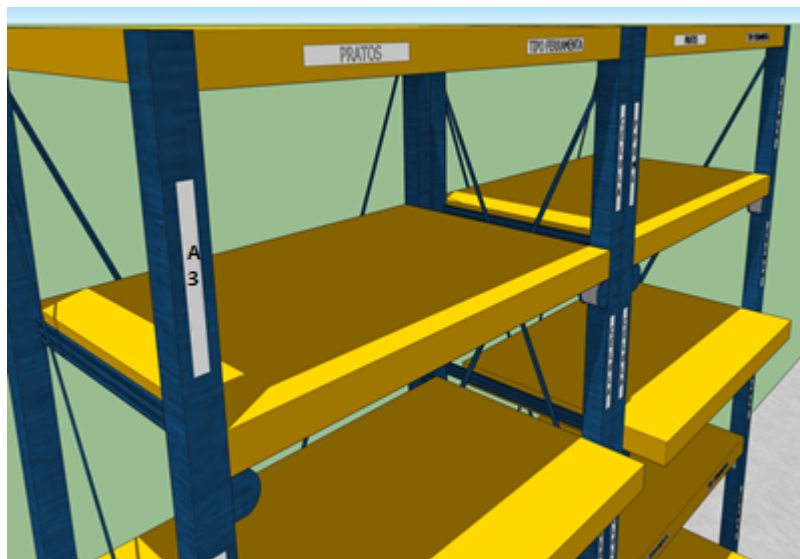
Figura 16: Inter-relações entre as ferramentas das células



O *Warehouse* será organizado para o ferramental do componente A e do componente B juntos. Porém, de um lado localizam-se as ferramentas do componente A com três estantes, enquanto no outro lado localizam-se as ferramentas do componente B com quatro estantes.

A organização das estantes será por tipo de ferramenta e célula que a utiliza, de acordo com as relações apresentadas pela Figura 16 e conforme apresentada na Figura 17. Dividindo, portanto, a estante em colunas e linhas (prateleiras), a coluna representaria o tipo de ferramenta (prato, disco, medição), enquanto a prateleira representaria a célula que utiliza a ferramenta determinada. Caso a ferramenta seja compartilhada por mais de uma célula diferente, a mesma prateleira representará essas células. Todas as prateleiras e colunas das estantes terão uma identificação correta.

Figura 17: Organização das prateleiras do *Warehouse*



Fonte: Autoria própria

No centro do *Warehouse*, haverá uma bancada para que o operador possa preparar o ferramental antes de transportar para a célula. Ao lado dessa bancada, o operador terá a sua disposição um carrinho hidráulico para transportar o ferramental pronto para as células.

Por fim, foi identificado o local ideal para disponibilizar o ferramental preparado para a realização do *setup* em cada célula. O resultado está apresentado na Figura 18.

Figura 18: Disposição sugerida da bancada móvel de pré-setup nas células



Fonte: Adaptado da empresa

3.3.2. Processo

Para facilitar o processo de preparação do *setup*, sugere-se um sistema de operação deste processo e um novo fluxo. Desta maneira, torna-se mais fácil para o operador operá-lo e controlá-lo.

O sistema sugerido pode ser executado de duas maneiras distintas. A primeira é por meio de uma planilha de controle onde o operador responsável pelo *Warehouse* teria acesso para realizar sua função. Ela é composta por cinco funções distintas. A primeira é a de cadastro, alteração e visualização de ferramentas, onde o operador insere o código da ferramenta ou sua descrição e pode consultar a localização – dentro do *Warehouse* ou em alguma célula. A segunda é a de cadastro, alteração ou visualização de produto, onde o operador insere o *part number* do componente e a célula que o produto é produzido e pode cadastrar, visualizar ou alterar as ferramentas que são utilizadas de acordo com o plano de trabalho atualizado. A terceira é a função de inserção de nota de pré-setup, onde o operador insere o *part number* do componente que será produzido e sua célula correspondente para verificar quais e onde estão as ferramentas necessárias, e ainda, para concluir a nota, ele deve registrar todas as ferramentas por meio de um leitor de código de barras para garantir que ele não se esqueça ou leve alguma ferramenta errada. Em complemento a função anterior, a quarta função é a de armazenagem, onde o operador a utiliza para registrar o armazenamento das ferramentas e fechar a nota de

preparação de *setup*, e registrar o estado da ferramenta. A quinta e última função deste sistema é a listagem de ferramentas que necessitam de manutenção para que o operador abra notas e as leve para que ocorra uma manutenção corretiva.

Outra maneira de realizar o controle deste processo é pelo SAP, análoga a maneira como uma outra planta da empresa realiza a gestão de ferramental. O processo se inicia com a abertura de uma nota de *setup* no sistema pelo operador no módulo de cadastro de ordem de *setup* em que ele define a prioridade deste *setup*, sendo baixa (faltam 3h ou mais para a virada de *setup*) ou alta (falta 1h para virar o *setup*). A partir disso, fica disponível essa ordem em um painel de visualização, onde o operador pode verificar todas as ordens cadastradas.

Quando o operador vai realizar um *setup*, ele transfere a ferramenta para o centro de custo de destino, garantindo assim a rastreabilidade desse ferramental, e ela não se encontra mais disponível no *Warehouse*. De maneira contrária, quando ele retorna o material para a armazenagem, ele transfere novamente o material para o centro de custo do *Warehouse*. Ainda, é possível gerenciar todo o ferramental, desde a sua localização até o seu estado físico, garantindo assim uma visualização de ferramentas que necessitam de manutenção corretiva e abertura de notas de manutenção quando necessário.

Além disso, para os dois sistemas possíveis, a aquisição de dados pode ser efetuada de maneira automatizada com um código de barras, evitando-se assim, erros de digitação e excesso de tempo.

Conforme mostrado na coleta e análise de dados, atualmente não existem indicadores relacionados ao controle do processo de *pré-setup*. Elaborou-se alguns indicadores, disponíveis no Quadro 3, que seriam interessantes de ser coletados, medidos e analisados para manter o controle do processo.

Alguns dos indicadores necessitam de uma interface com outras áreas, uma vez que o processo de *pré-setup* está relacionado com várias outras áreas envolvidas com a Produção, como a Manutenção, Qualidade e Processos.

Quadro 3: Indicadores propostos

Indicador	Descrição	Métrica	Meta
Duração do pré- <i>setup</i>	Quantidade de tempo da duração da preparação do ferramental	Minutos	A definir
Número de atrasos do <i>setup</i> por motivos de pré- <i>setup</i>	Quantidade de <i>setups</i> que atrasaram por conta de atrasos na preparação do ferramental	Número absoluto	A definir
Índice de Manutenção Corretiva	Quantidade de ferramentas que passaram pela Manutenção Corretiva	Número Absoluto	A definir

Fonte: Autoria própria

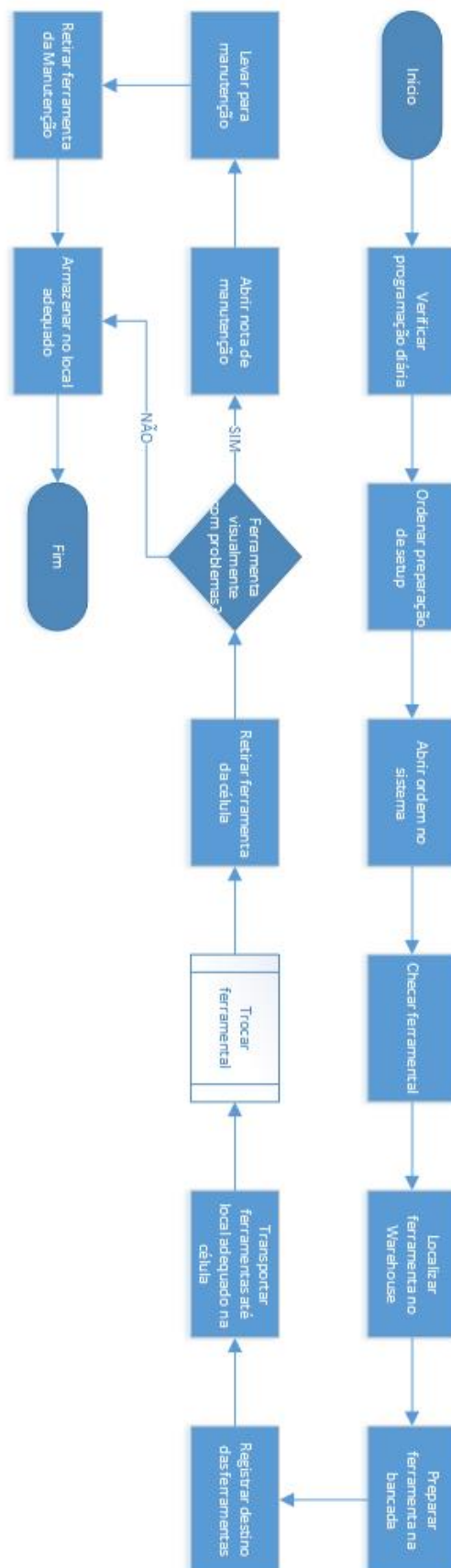
Por fim, para operação do processo de preparação de *setup*, foi construído o escopo do cargo que é composto por 3 funções:

A. Preparação do *Setup*

Esta função consiste em todo o processo proposto. Inicia-se com recebimento da requisição de *setup* de célula por parte do operador, posterior separação de ferramentas e transporte até o local específico na célula antes do *setup*. Depois do *setup*, o operador retira as ferramentas e realiza uma inspeção visual, com a finalidade de verificar se há algum desgaste aparente que necessita de manutenção corretiva, para depois armazená-las no local adequado. O processo de preparação de *setup* foi otimizado de acordo com o novo *layout* e está apresentado na Figura 19: Processo sugerido de preparação de *setup*.

Ainda, foi realizada uma simulação desta proposição para coletar os novos tempos do processo e o resultado está apresentado no diagrama de Pareto na Figura 20: Atividades que compõem o processo futuro de pré-*setup*. Pode-se observar que a preparação do *setup*, agora, é a tarefa que representa cerca de 90% do tempo do processo, enquanto as outras tarefas de apoio, somadas, representam 10% do tempo total. Além disso, o tempo médio de pré-*setup* reduziu em 65% neste processo, trazendo uma melhora significativa.

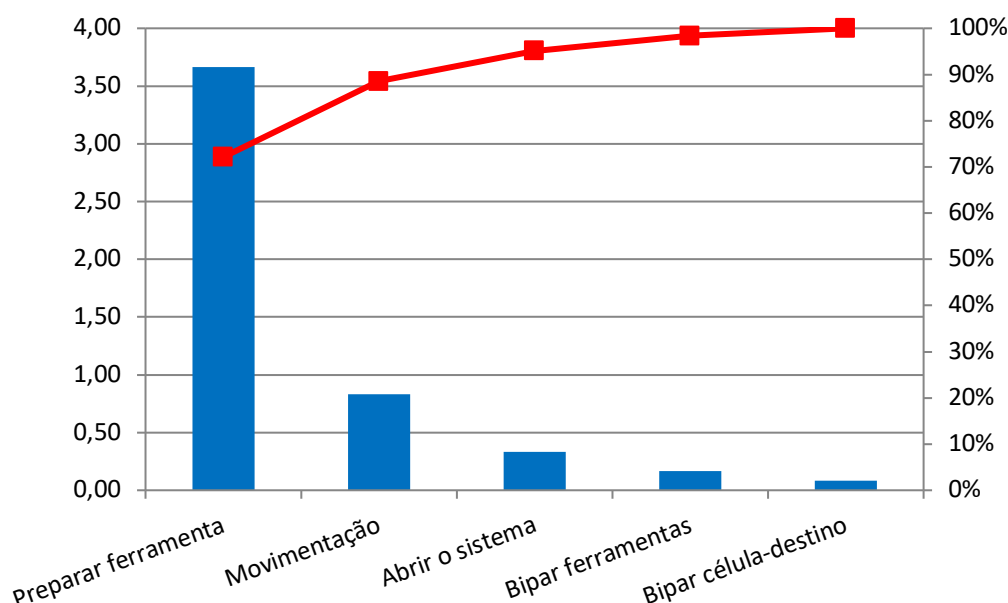
Figura 19: Processo sugerido de preparação de *setup*



Fonte: Autoria própria

Ressalta-se que a inspeção visual aqui sugerida deve ser efetuada rapidamente e não detalhadamente, pois não faz parte do escopo do operador de preparação de *setup* analisar ferramentas. Ainda, se a ferramenta quebrar durante o processo, o operador da célula é o responsável por levar esta ferramenta ao setor de manutenção, e não o operador de pré-*setup*.

Figura 20: Atividades que compõem o processo futuro de pré-*setup*



Fonte: Autoria própria

B. Gerenciamento do Sistema do *Warehouse*

O operador é responsável pela inserção e controle dos dados do processo de preparação de *setup* no sistema, ou seja, ele deve alimentar o sistema com informações de separação e armazenagem de ferramentas, rastrear as ferramentas e checar quais materiais necessitam de manutenção para posteriormente transportá-los ao departamento específico.

C. Organização do *Warehouse*

A organização do local consiste em manter as ferramentas em suas localizações pré-definidas e os armários limpos e ordenados. Além disso, a bancada de trabalho também deve ser mantida limpa e organizada pelo operador.

3.3.3. Implementação e próximos passos

Para analisar a viabilidade do projeto, contatou-se alguns fornecedores internos da empresa e realizou-se um quadro de orçamento, que não está apresentado neste trabalho por questões de política da organização, para estimar o custo de implementação da primeira fase

do projeto, que consiste na implementação do novo processo e na construção do *Warehouse* dentro da planta. O custo para a implementação das propostas de melhoria é de R\$ 12.000,00.

Visando a continuidade e a completa operação do processo proposto, é necessário que a empresa realize os seguintes passos.

A. Atualização dos planos de trabalho

É fundamental que os planos de trabalho sejam atualizados com os códigos das ferramentas e com os desenhos de ferramental atualizados. Essa é a principal fonte de informação que permite que o operador responsável pelo *pré-setup* execute sua função.

B. Padronização dos códigos das ferramentas

É extremamente importante que os códigos BF de todo o ferramental da fábrica sejam padronizados, uma vez que esse dado alimentará o software que o operador responsável pelo *pré-setup* utilizada para executar sua função. Sem esse dado, o tempo de *pré-setup* continua alto, o que dificulta a implementação do projeto.

C. Categorização do ferramental

É importante que seja feita uma categorização do ferramental, ou seja, identificar as características gerais de cada ferramenta como peso, medida e função. A ideia é identificar famílias de ferramentas, para que elas possam ser armazenadas próximas no *Warehouse*, facilitando o trabalho do operador.

D. Mapeamento do armazenamento do ferramental

É preciso mapear a necessidade de armazenamento de cada ferramenta, pensando na adequação ao uso, ergonomia e facilidade de acesso. Cada ferramenta tem a sua particularidade, portanto, essa etapa demanda bastante atenção e dedicação para que o espaço definido do *Warehouse* seja otimizado.

4. Conclusão

Pode-se verificar que o trabalho cumpriu seu objetivo ao demonstrar que é possível obter os ganhos com a melhoria deste processo. A otimização do espaço dentro das células, cerca de 14% em área, é um fator positivo à empresa, visto que ela estuda um novo arranjo físico. Além disso, a estruturação do processo trouxe a visão geral de como ele é executado e a sua importância para a operação da planta para todos os departamentos envolvidos.

De forma qualitativa, pode-se observar uma melhoria nas condições de trabalho para os operadores encarregados da função, uma vez que agora eles têm um espaço próprio para executar suas funções além de contarem com um processo formalizado e medido por indicadores. A distância percorrida foi reduzida em 60%, deixando o operador mais focado na atividade principal da sua função.

Além disso, a empresa aprovou este projeto para a implementação e por isso propõe-se que a empresa realize o levantamento de dados para o impacto desta melhoria na produtividade e na eficiência da planta e que encoraje outras áreas a conduzir estudos similares para obter maior vantagem competitiva através da otimização operacional.

Referências

AGOSTINETTO, J. S. **Sistematização do processo de desenvolvimento de produtos, melhoria contínua e desempenho: o caso de uma empresa de autopeças**. 121 p. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006. Disponível em <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde-23042007-091901/pt-br.php>>. Acesso em 01 de junho de 2019.

ASQ. **What is a Pareto chart?** Disponível em <<https://asq.org/quality-resources/pareto>>. Acesso em 20 de maio de 2019.

ALLEN, T. T. **Introduction to Engineering Statistics and Lean Sigma: Statistical Quality Control and Design of Experiments and Systems**. EUA. Springer. 2010.

BALLESTERO-ALVAREZ, M. E. **Gestão da qualidade, produção e operações**. São Paulo: Atlas, 2010.

BAMFORD, D. R.; GREATBANKS, R. W. **The use of quality management tools and techniques: a study of application in everyday situations**. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 22, n. 4, p. 376-392, 2005. Disponível em <<https://doi.org/10.1108/02656710510591219>>. Acesso em 01 de junho de 2019.

BARROS NETO, J. P.; FENSTERSEIFER, J. E.; FORMOSO, C. T. **Os critérios competitivos da produção: um estudo exploratório na construção de edificações**. *Revista de Administração Contemporânea*, v.7, n.1, p.67-85, 2003. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-65552003000100004>>. Acesso em 01 de junho de 2019.

BESSANT, J., CAFFYN, S.; GALLAGHER, M. **An evolutionary model of continuous improvement behaviour**. *Technovation*, v. 21, n. 1, p. 67-77, 2001. Disponível em <[http://dx.doi.org/10.1016/S0166-4972\(00\)00023-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0166-4972(00)00023-7)>. Acesso em 01 de junho de 2019.

BRESSAN, F. **O método do estudo de caso**. *Administração On line*, São Paulo. v. 1, n.1, 2000. Disponível em <http://www.fecap.br/adm_online/art11/flavio.htm>. Acesso em 27 de maio de 2019.

BROCKA, B.; BROCKA, M.S. **Gerenciamento da qualidade**. São Paulo: Makron Books, 1994.

CAMPOS, V. F. **TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade: conceitos e técnicas**. Atlas, 2012.

CHIAVENATO, I. **Os novos paradigmas: como as mudanças estão mexendo com as empresas**. São Paulo: Atlas S.A. 2003.

DAVENPORT, T. H. **Reengenharia de processos: como inovar na empresa através da tecnologia da informação**. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

DEMING, E. W. **Qualidade: a revolução na produtividade**. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1990.

FAVERI, R.; SILVA, A. **Método GUT aplicado à gestão de risco de desastres: uma ferramenta de auxílio para hierarquização de riscos**. Revista Ordem Pública e Defesa Social. v.9. n.1. 2016. Disponível em <<https://rop.emnuvens.com.br/rop/article/view/112/105>>. Acesso em 02 de junho de 2019.

FILHO, E. **O Uso da Curva ABC nas Empresas**. Disponível em <<https://administradores.com.br/artigos/o-uso-da-curva-abc-nas-empresas>>. Acesso em 20 de maio de 2019.

FILHO, G. V. **Gestão da Qualidade Total: uma abordagem prática**. Campinas: Alinea, 2014.

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

IMAI, M. **Kaizen: A Estratégia para o Sucesso Competitivo**. São Paulo: IMAM, 1994.

ISHIKAWA, K. **Controle de qualidade total: à maneira japonesa**. Rio de Janeiro: Campos, 1993.

ISTVAN, R. L. **A new productivity paradigm for competitive advantage**. Strategic Management Journal. v. 13. 1992.

KEPNER, C. H.; TREGOE, Be. B. **O administrador racional**. São Paulo: Atlas, 1981.

LIZARELLI, F. L.; ALLIPRANDINI, D. H.; MARTINS, R. A. **Análise das similaridades e diferenças entre as diferentes abordagens para melhoria**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Foz do Iguaçu, 2007.

McCLINTOCK E. et al. ***Close relationship***. New York: W.H. Freeman and Company, 1983. p. 150.

MOURA, L. R. **Qualidade simplesmente total: uma abordagem simples e prática da gestão da qualidade**. Rio de Janeiro: Qualimark, 1997.

PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Atlas, 2012.

OLIVEIRA, S. T. **Ferramentas para o aprimoramento da qualidade**. Série Qualidade Brasil. 1995.

SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHSNTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2014.

WELLINGTON, P. **Estratégias Kaizen para Atendimento ao Cliente**. São Paulo: Educator Editora, 1998.

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2010.

Apêndices

Apêndice A: Roteiro de entrevista

Operadores de cada célula

1. Como é realizada a troca de ferramental?
2. Quanto tempo demora essa troca?
3. Onde você pega a ferramenta que será trocada?
4. Onde você guarda a ferramenta após a utilização?
5. Você costuma checar a ferramenta depois do uso? Se sim, o que você faz se identificar alguma irregularidade na ferramenta?
6. Se a ferramenta quebra durante a operação, qual é o procedimento que você segue?
7. Você é comunicado das manutenções preventivas na máquina?
8. O que você considera como maior dificuldade no momento da troca de ferramenta?
9. Você tem alguma sugestão?

Ferramenteiros







1. Como é realizada a Manutenção Preventiva?
2. Quanto tempo demora para realizar o processo?
3. Onde você pega a ferramenta para fazer a Manutenção?
4. Onde você guarda a ferramenta após a Manutenção?
5. Caso você identifique alguma incoerência no desenho da ferramenta, você reporta isso para quem?
6. Você comunica a célula que irá realizar a Manutenção? Se sim, com quanto tempo de antecedência?
7. Você recebe a programação da produção?
8. O que você considera como maior dificuldade na manutenção preventiva?
9. Você tem alguma sugestão?

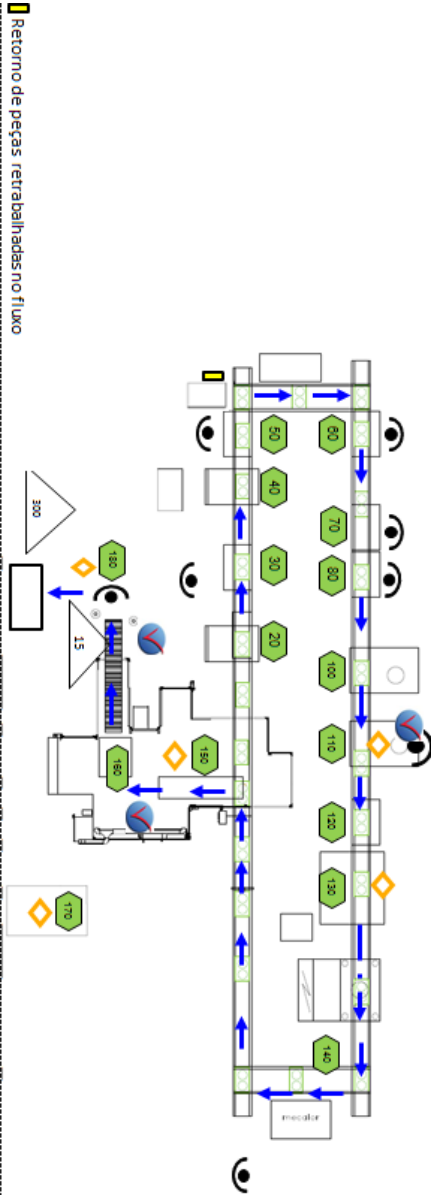
Apêndice B: Ficha de cadastro dos armários

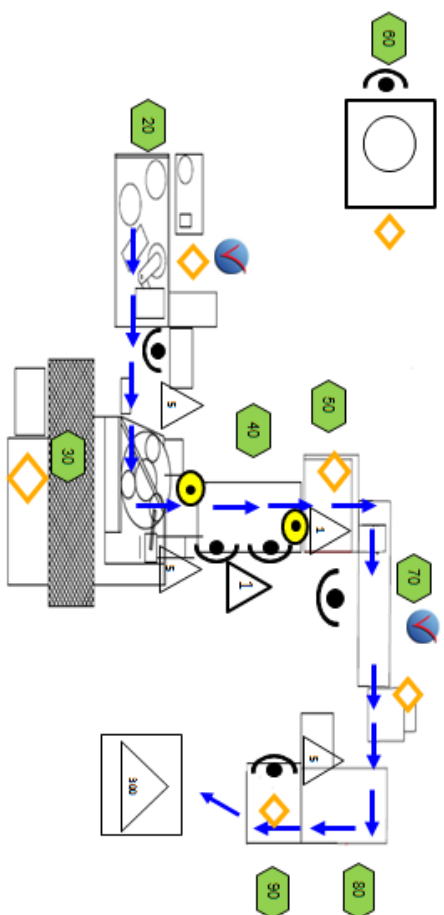
Logo da empresa				<table border="1"><tr><td>Data:</td><td></td></tr><tr><td>Célula:</td><td></td></tr></table>		Data:		Célula:	
Data:									
Célula:									
Armario	Dimensão	Slot	Qtde	Dimensão	Obs				

Anexo: Mapa e fluxo de células

Célula A1

 Operador		 Posto de trabalho		 Controle de qualidade		 Fluxo de Material		 Limite estoque em Processo		 Poka Yoke	
No.	Postos de trabalho:	Folha Trabalho Padronizado	Setup	No.	Postos de trabalho:	Folha Trabalho Padronizado	Setup				
20	Posicionar rebites tubulares automaticamente	FTP - 652 - 20	ID - 652 - 20.5	110	Posicionar molas de guarnição automaticamente	FTP - 652 - 110	ID - 652 - 110.6				
30	Posicionar revestimento automaticamente	FTP - 652 - 30	ID - 652 - 30.5	120	Posicionar disco de torção automaticamente	FTP - 652 - 120	ID - 652 - 120.5				
40	Posicionar rebites tubulares automaticamente	FTP - 652 - 40	ID - 652 - 40.5	130	Inspeção visual automática	FTP - 652 - 130					
50	Montar componentes no posto manual 1	FTP - 652 - 50		140	Rebilar o subconjunto e o conjunto completo	FTP - 652 - 140	ID - 652 - 140.2				
60	Montar componentes no posto manual 2	FTP - 652 - 60		150	Medição das características funcionais	FTP - 652 - 150	ID - 652 - 150.3				
70	Montar componentes no posto manual 3	FTP - 652 - 70		160	Realizar gravação automática à laser	FTP - 652 - 160	ID - 652 - 160.2				
80	Montar componentes no posto manual 4	FTP - 652 - 80		170	Verificar desbalanceamento do disco	FTP - 652 - 170	ID - 652 - 170.6				
100	Posicionar rebites maciço automaticamente	FTP - 652 - 100	ID - 652 - 100.5	180	Inspeção visual 100% pelo operador e embalagem	FTP - 652 - 180					
					Retornar retrabalho de peças no fluxo	FTP - 652 - RET					





Retorno de peças retrabalhadas no fluxo



Operador



Posto de trabalho



Controle de qualidade

Fluxo de Material

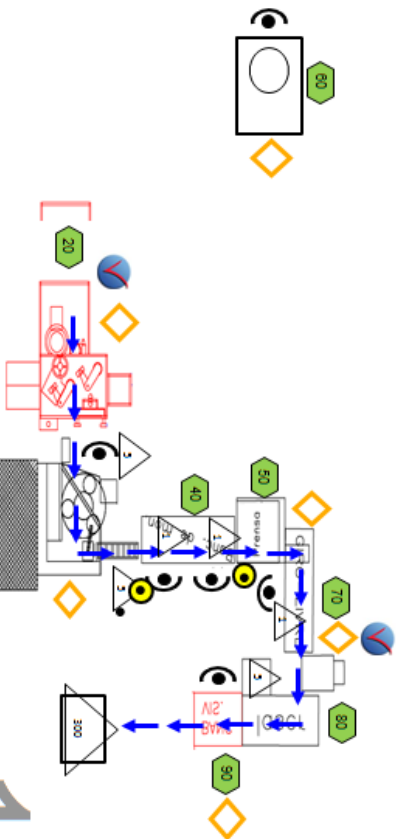


Limite estoque em processo

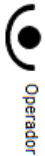


Poka Yoke

No.	CC*	Postos de trabalho:	Folha Trabalho Padronizado	Setup	No.	CC*	Postos de trabalho:	Folha Trabalho Padronizado	Setup
20		Rebilar subconjunto torção	FTP - 653 - 20	D - 653 - 20,7			Retornar retrabalho de peças no fluxo	FTP - 653 - RET	
30		Rebilar subconjunto guarnição	FTP - 653 - 30	D - 653 - 30,6					
40		Montar o pacote torcional	FTP - 653 - 40					
50		Rebilar o pacote torcional	FTP - 653 - 50	D - 653 - 50,4					
60		Verificar o desbalanceamento do disco	FTP - 653 - 60	D - 653 - 60,6					
70	B	Medição das características funcionais	FTP - 653 - 70	D - 653 - 70,5					
80		Realizar a gravação automática à laser	FTP - 653 - 80	D - 653 - 80,7					
90		Inspeção visual 100% pelo operador e embalagem	FTP - 653 - 90					



Retorno de peças retrabalhadas no fluxo



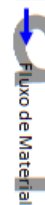
Operador



Posto de trabalho



Controle de qualidade



Fluxo de Material



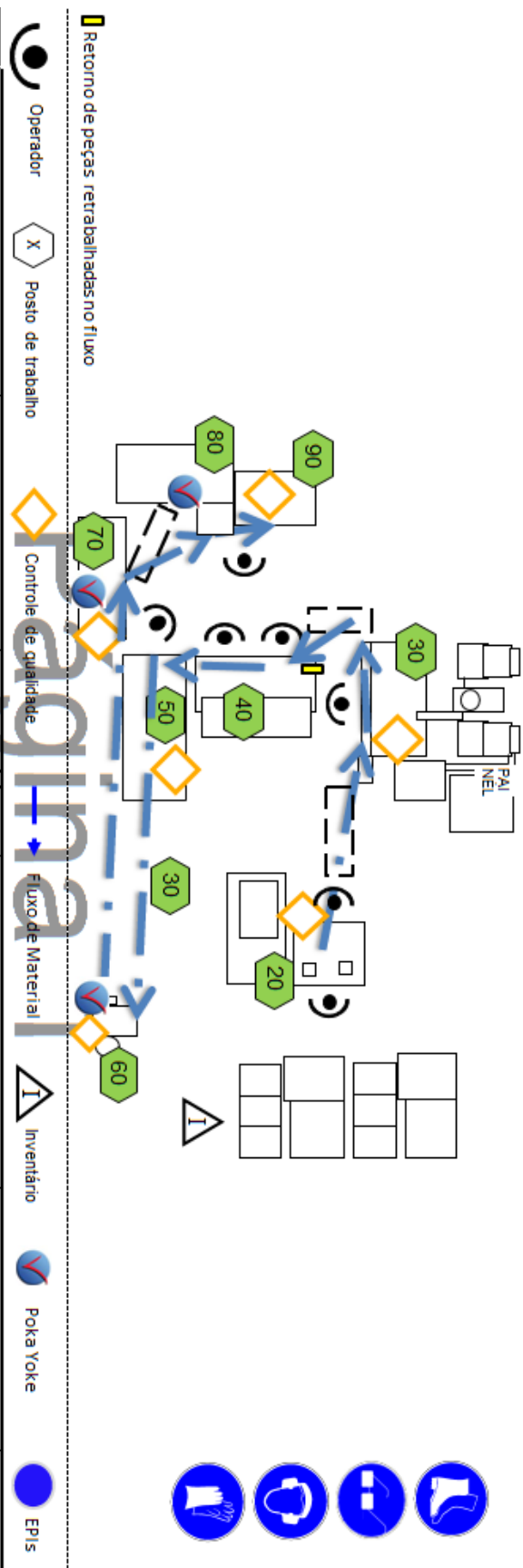
Limite de estoque



Poka Yoke

No.	CC*	Postos de trabalho:	Folha Trabalho Padronizado	Setup	No.	Postos de trabalho:	Folha Trabalho Padronizado	Setup
20		Rebilar subconjunto torção	FTP - 654 - 20	ID - 654 - 20.7				
30		Rebilar subconjunto guarnição	FTP - 654 - 30	ID - 654 - 30.5				
40		Montar pocote torcional	FTP - 654 - 40				
50		Rebilar pacote torcional	FTP - 654 - 50	ID - 654 - 50.4				
60		Verificar desbalanceamento do disco	FTP - 654 - 60	ID - 654 - 60.6				
70	B	Medição das características funcionais	FTP - 654 - 70	ID - 654 - 70.5				
80		Realizar gravação automática à laser	FTP - 654 - 80	ID - 654 - 80.7				
90		Inspeção visual 100% pelo operador e embalagem	FTP - 654 - 90				
		Retornar retrabalho de peças no fluxo	FTP - 654 - RET					

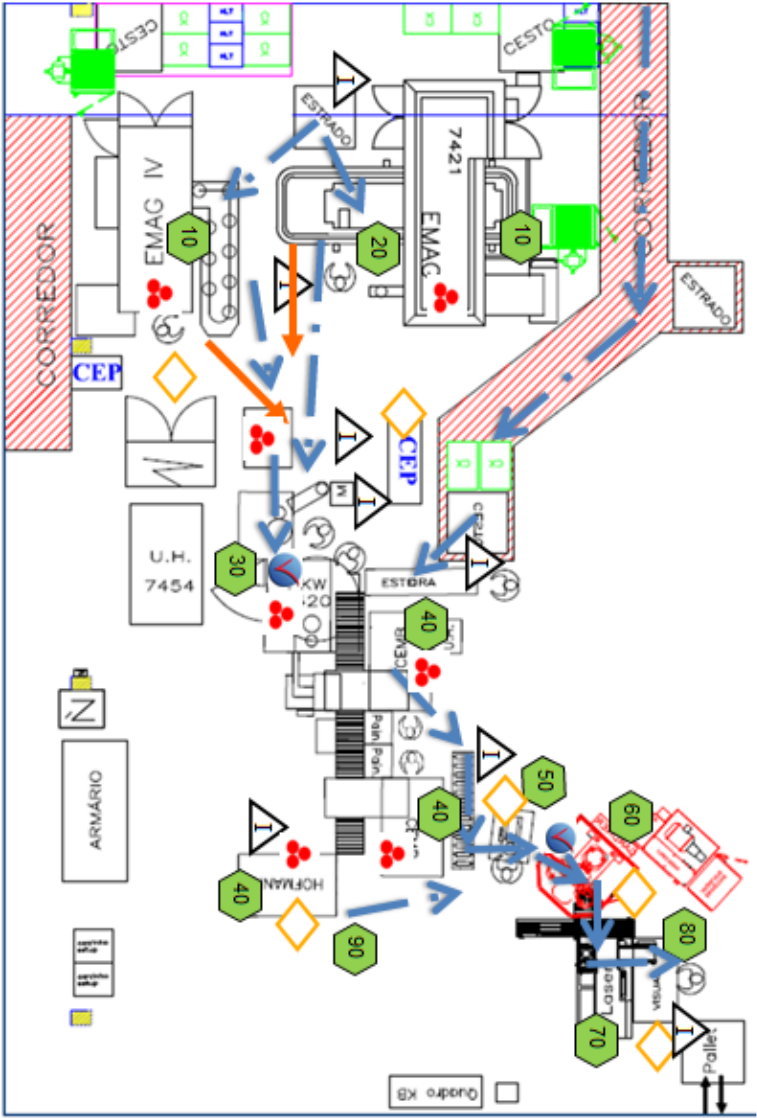
Célula A3



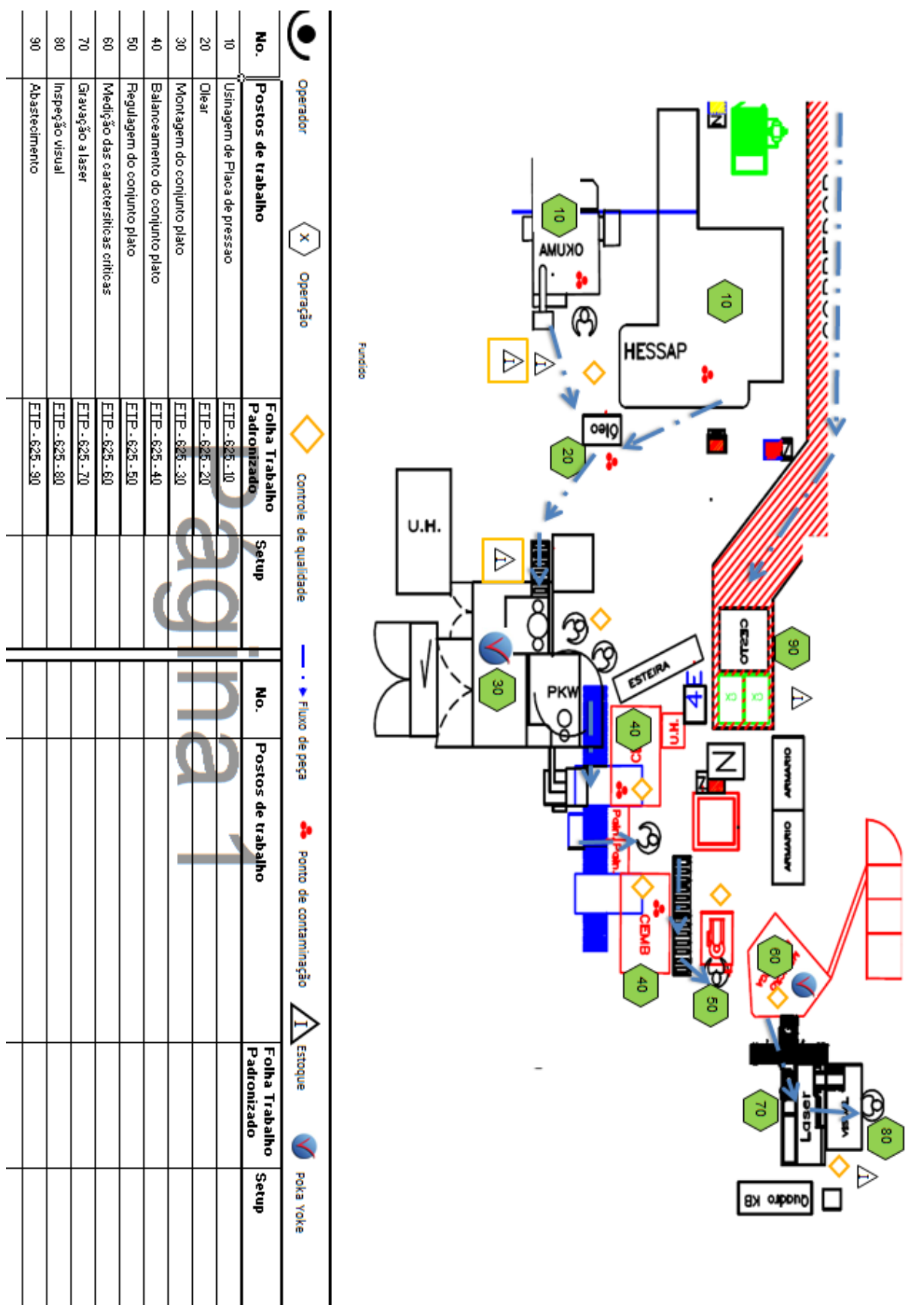
No.	Postos de trabalho:	Folha Trabalho Padronizado	Setup
20	Montar e rebitar subconjunto disco de torção.	<u>FTP - 655 - 20</u>	ID - 655 - 20.7
30	Rebilar guarnições no subconjunto utilizando rebites tubulares	<u>FTP - 655 - 30</u>	ID - 655 - 30.7
40	Montar pacote torcional	<u>FTP - 655 - 40</u>	
50	Rebilar fechamento do conjunto	<u>FTP - 655 - 50</u>	ID - 655 - 50.7
60	Balancear conjunto	<u>FTP - 655 - 60</u>	ID - 655 - 60.7
70	Medir características funcionais	<u>FTP - 655 - 70</u>	ID - 655 - 70.6
80	Gravar conjunto	<u>FTP - 655 - 80</u>	ID - 655 - 80.5
90	Inspeção visual	<u>FTP - 655 - 90</u>	

Célula B1

No.	Postos de trabalho	Folha Trabalho Padronizado	Setup	No.	Postos de trabalho	Folha Trabalho Padronizado	Setup
10	Usinagem de Placa de pressão	ETP - 624 - 10					
20	Limpeza da placa de pressão	ETP - 624 - 20					
30	Montagem do conjunto plato	ETP - 624 - 30					
40	Balanceamento do conjunto plato	ETP - 624 - 40					
50	Regulagem do conjunto plato	ETP - 624 - 50					
60	Medição das características críticas	ETP - 624 - 60					
70	Gravação a laser	ETP - 624 - 70					
80	Inspeção visual	ETP - 624 - 80					
90	Abastecimento	ETP - 624 - 90					

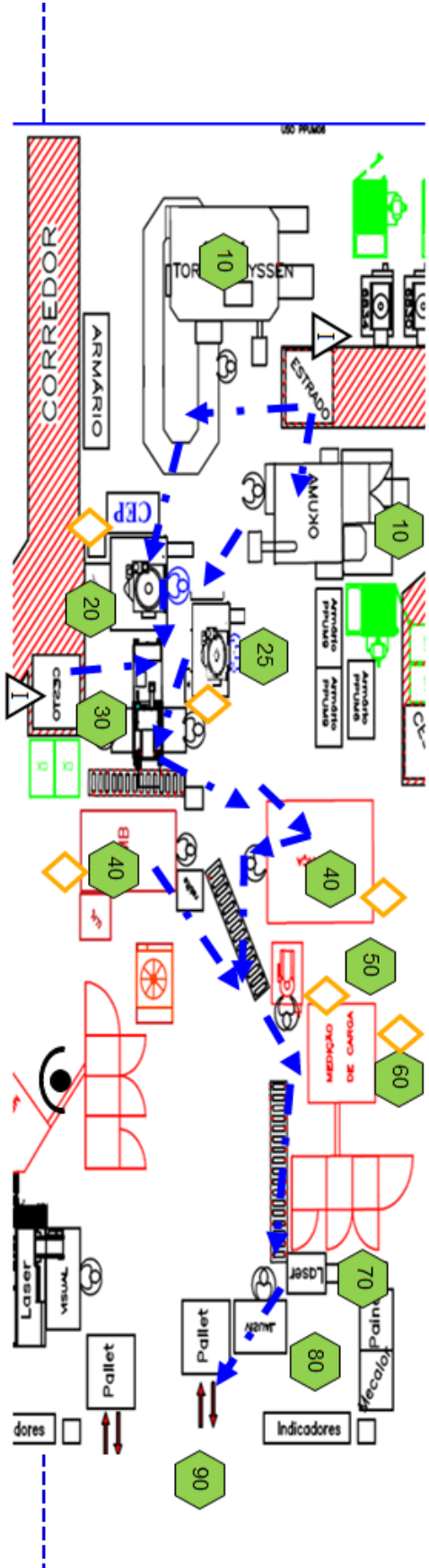


Célula B2



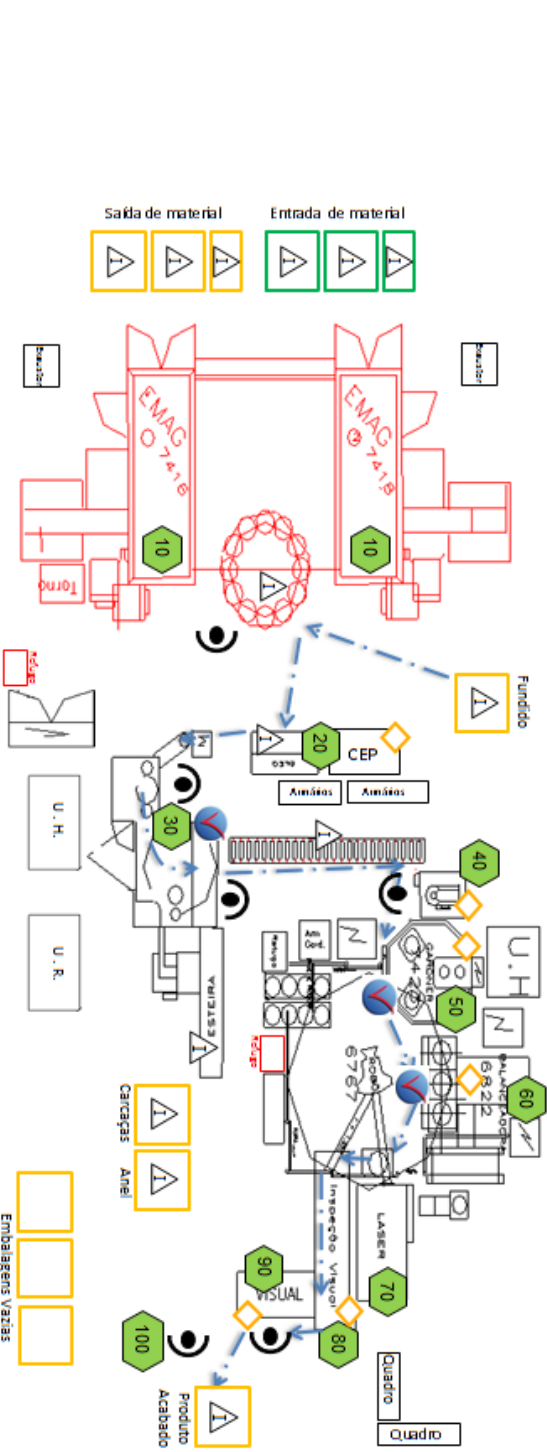
Célula B3

Postos de trabalho		Folha Trabalho Padronizado		Postos de trabalho		Folha Trabalho Padronizado	
No.			Detalhe	No.			Detalhe
10	Usinagem de Placa de pressao	FTP - 626 - 10					
20	Balaceamento da placa	FTP - 626 - 20					
25	Montagem da placa X-Tend	FTP - 626 - 25					
30	Montagem do conjunto plato	FTP - 626 - 30					
30	Montagem do conjunto plato	FTP - 626 - 30					
40	Balaceamento do conjunto plato	FTP - 626 - 40					
50	Regulagem do conjunto plato	FTP - 626 - 50					
60	Inspeção das Características críticas	FTP - 626 - 60					
70	Gravação a laser	FTP - 626 - 70					
80	Inspeção visual	FTP - 626 - 80					
90	Abastecimento	FTP - 626 - 90					



Célula B4

Postos de trabalho		Folha Trabalho	Postos de trabalho		Folha Trabalho
No.		Padronizado	No.		Padronizado
1	Usinagem da placa de pressão	FTP - 627 - 10			
2	Clear Placa de Pressão	FTP - 627 - 20			
3	Montar conjunto de platô	FTP - 627 - 30			
4	Regular dedos da mola membrana	FTP - 627 - 40			
5	Medição automática das características funcionais	FTP - 627 - 50			
6	Balancamento automático do conjunto platô	FTP - 627 - 60			
7	Realizar a gravação automática à laser	FTP - 627 - 70			
8	Inspeção visual automática Pollux	FTP - 627 - 80			
9	Inspeção visual 100% pelo operador	FTP - 627 - 90			
10	Abastecedor interno e embalagem	FTP - 627 - 100			



Célula B5

Operator		Posto de trabalho	Controle de qualidade		Fluxo de material		Estoque	Poka Yoke	
No	Postos de Trabal	Folha de trabalho Padronizado	Setup					Setup	
10	Usinagem de Placa de pressao.	ETP - 628 - 10							
30	Montar sub-conjunto placa de pressao	ETP - 628 - 30							
40	Montar sub-conjunto carcaça	ETP - 628 - 40							
50	Montar sub-conjunto plato completo	ETP - 628 - 50							
60	Balanceamento do conjunto plato	ETP - 628 - 60							
70	Regular sub-conjunto plato	ETP - 628 - 70							
80	Gravação a laser								
90	Inspecção visual plato	ETP - 628 - 90							
100	Medir sub-conjunto plato	ETP - 628 - 80							

