

INTRODUÇÃO DE MANIPULADOR PNEUMÁTICO PARA MELHORIA DAS CONDIÇÕES OPERACIONAIS DE UMA INDÚSTRIA DE VIDROS TEMPERADOS

INTRODUCTION OF A PNEUMATIC HANDLER TO IMPROVE THE OPERATING CONDITIONS OF A TEMPERED GLASS INDUSTRY

Gabriel da Silva Jesus¹
Nicolas Dias Fernandes²
Luci Mendes de Melo Bonini³
Daniel Rodrigues de Sousa⁴

RESUMO: Estuda-se a introdução de um manipulador pneumático para a melhoria das condições operacionais de uma indústria de utensílios de cozinha de vidro temperado. O objetivo desta pesquisa descrever a implantação de um manipulador pneumático, um equipamento alimentado por ar comprimido em um sistema com pontos de ar de baixa pressão numa indústria de utensílios de cozinha de vidro temperado, a fim de se reduzir o tempo de troca de ferramental e otimizar ao máximo a produtividade da máquina. Trata-se de um relato de experiência dos pesquisadores numa indústria de utensílios domésticos para cozinha fabricados com vidros temperados. Os resultados demonstraram que houve a diminuição do tempo médio das atividades de trocar as formas, nas primeiras 30 medições feitas do tempo de troca do equipamento foi obtido uma média de 50 minutos, com variações de tempo de 35 a 70 minutos, já no segundo período de coleta dos dados após a instalação do manipulador pneumático, se obteve uma média de 15 minutos por troca, com uma variação menor de tempos entre 10 a 20 minutos para cada troca de equipamento, a soma da amostragem antes do equipamento é de 1510 minutos, após a instalação é de 447 minutos, correspondendo a uma redução de 70,4%. Concluiu-se que a aplicação deste projeto no setor de produção de utensílios de vidro, gera redução de custo, reduz desperdícios e diminui o indicador de tempo de máquina parada, além de proporcionar melhores condições de trabalho para os operadores, evitando assim que eles sejam afastados por lesões corporais, dando condições de fazer uma atividade com mais agilidade e segurança, sem exposição a risco de acidente.

Palavras-chave: Redução de tempo de troca de ferramenta. Metodologia SMED. Vidros temperados.

¹Estudante do curso superior de Tecnologia em Gestão da Produção Industrial- Faculdade de Tecnologia de Ferraz de Vasconcelos.

²Estudante do curso superior de Tecnologia em Gestão da Produção Industrial- Faculdade de Tecnologia de Ferraz de Vasconcelos.

³Dra. em comunicação e Semiótica pela PUC-SP, docente na Faculdade de Tecnologia de Ferraz de Vasconcelos.

⁴ Mestre em ciências da Computação pela Universidade Federal do ABC e docente nas FATECs de Itaquera, Ferraz de Vasconcelos e Guarulhos.

ABSTRACT: The introduction of a pneumatic manipulator to improve the operating conditions of a tempered glass kitchenware industry is studied. The objective of this research is to describe the implementation of a pneumatic manipulator, an equipment powered by compressed air in a system with low pressure air points in a tempered glass kitchenware industry, to reduce the tool change time and maximize machine productivity. This is an experience report by researchers in an industry of domestic kitchen utensils made with tempered glass. The results showed that there was a decrease in the average time of the activities of changing the shapes, in the first 30 measurements made of the time of changing the equipment, an average of 50 minutes was obtained, with time variations from 35 to 70 minutes, already in the second period. of data collection after installing the pneumatic manipulator, an average of 15 minutes per change was obtained, with a smaller variation of times between 10 to 20 minutes for each equipment change, the sum of the sampling before the equipment is 1510 minutes, after installation is 447 minutes, corresponding to a reduction of 70.4%. It was concluded that the application of this project in the glassware production sector, generates cost reduction, reduces waste, and decreases the indicator of machine downtime, in addition to providing better working conditions for operators, thus preventing them from being away due to bodily injury, enabling them to carry out an activity with more agility and safety, without exposure to the risk of an accident.

Keywords: Tool change time reduction. SMED methodology. Tempered glasses.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos dentro das empresas tem ocorrido de forma cada vez mais rápida a expansão e aplicação de novos conceitos de gestão, produção e desenvolvimento de produtos e serviços para melhorar a produtividade, neste cenário é notório que é necessário melhorar os métodos de fabricação para que assim tenha linhas de produção mais eficientes com melhores resultados, atendendo às expectativas dos clientes externos e internos.

As mudanças constantes e o aumento da tecnologia vieram para mais uma vez formarem uma revolução na área da indústria, estamos na Quarta Revolução industrial que é também conhecida como a Industrial 4.0, que é um conceito que aborda a utilização das tecnologias mais modernas para inovação nos processos de produção, seu termo abrange em grande escala os campos da automação e da tecnologia da informação, aplicado aos processos de manufatura (SACOMANO *et al.*, 2018).

A utilização de tecnologias de última geração deve permitir a entrada nos campos digitais e cibernéticos, assim podendo atingir sistemas cyber-físicos, internet das coisas e a

internet de serviços, com margem nesses campos, as indústrias tendem a ter um processo produtivo mais eficiente, autônomos e customizados, criando contato direto com sistemas de dados, máquina, produtos e pessoas. Esse processo promete gerar e gerenciar ambientes de manufatura altamente flexíveis e autoajustáveis à demanda de mercado que vem em uma constante crescente, em busca de produtos cada vez mais customizados e com zero defeitos com Just in Time mais rápido (BRIZOLLA, 2019).

Para o Portal da Indústria, a indústria 4.0 é um conceito que representa a automação industrial e a integração de diferentes tecnologias como inteligência artificial, robótica, internet das coisas e computação em nuvem com o objetivo de promover a digitalização das atividades industriais melhorando os processos e aumentando a produtividade (PORTAL DA INDÚSTRIA, 2021).

Entende-se, neste trabalho, que é necessário promover projetos de melhoria no chão de fábrica. No caso específico deste estudo, busca-se a melhoria da produção de uma empresa de utensílios de cozinha de vidro temperado com base na metodologia Single Minute Exchange of Dies (SMED), uma metodologia que trouxe ferramentas para reduzir o tempo de troca de ferramental.

A metodologia de Shigeo Shingo (SMED – single minute exchange of die) foi publicada pela primeira vez no Ocidente em 1985, e é referência principal quando se trata de redução dos tempos de setup de máquinas. A metodologia enfatiza a separação e a transferência de elementos do setup interno para o setup externo. As diversas aplicações industriais e os artigos existentes indicam a relevância do tema e da metodologia (SUGAI *et al.*, 2007, p.1).

A fim de desenvolver essa pesquisa buscaram-se recursos teóricos para aplicação os conceitos de Single Minute Exchange of Dies (SMED) e Project Management Body of Knowledge (PMBOK) a fim de descrever a implementação de um manipulador pneumático que tem como objetivo principal fazer a movimentação de cargas com compostos articulados, capaz de levantar a carga e fazer movimentos em 360°, avançar e recuar, trazendo mais agilidade no processo produtivo e menos riscos de lesões e acidentes aos trabalhadores

Este trabalho tem como objetivo descrever a implantação de um manipulador pneumático, um equipamento alimentado por ar comprimido em um sistema com pontos de ar de baixa pressão numa indústria de utensílios de cozinha de vidro temperado, a fim de se reduzir o tempo de troca de ferramental e otimizar ao máximo a produtividade da máquina.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Single Minute Exchange of Dies (SMED)

A indústria 4.0 vai trazer grandes benefícios para as indústrias, pois deve aumentar o processo produtivo, reduzir o número de funcionários por linhas, customizar produtos, conquistar mais clientes com entregas mais rápidas e poder acessar dados e gerenciar a empresa de modo remoto (SAKURAI; ZUCHI, 2018).

Diante dos novos desafios impostos pela Indústria 4.0, os processos de gestão da produção industrial adquiriram um novo contorno. A gestão da produção industrial é uma atividade de gestão de recursos destinada a controlar todos os processos da cadeia produtiva que fornecem bens ou serviços para atender às necessidades de produção, incluindo o uso e manuseio de matérias-primas, processamento de materiais, armazenamento de produtos, gestão de pessoal e pesquisa técnica, garantindo que o processo de produção eficiente projetado para maximizar as linhas de produção e reduzir custos (CHIAVENATO, s/d).

Neste ponto, busca-se o conceito de Single Minute Exchange of Dies (SMED) - troca rápida de ferramenta, que é uma metodologia elaborada pela Toyota, por Shigeo Shingo, que tem como objetivo reduzir o tempo necessário para execução da operação de setup para que o tempo seja inferior a dez minutos, ou seja, um número expresso em um único dígito. Em fábricas, onde uma máquina é alternada entre vários tipos de ferramentas (uma para produzir cada produto), o tempo de troca das ferramentas pode acarretar um alto lead time, diminuindo assim a produtividade. A metodologia enfatiza a separação e a transferência de elementos do setup interno para o setup externo (SUGAI *et al.*, 2007).

Setup é o período que a produção é interrompida para que os ferramentais sejam trocados e/ou ajustados para assim produzir outros tipos de produtos, é considerado tempo de setup o período de parada entre a última peça produzida de um produto e a primeira peça boa do produto seguinte a entrar em máquina (BORLIDO, 2017).

Os Setups são classificados como internos e externos, os setups internos são as atividades que necessitam de que a máquina esteja parada para executar ajustes ou reparos como por exemplo as montagens, desmontagens, ajustes em altura, troca de molde entre outros, já os setups externos são as atividades que podem serem executadas com a máquina

em funcionamento como inspeções, limpeza, preparação de equipamento entre outras atividades (BORLIDO, 2017).

Em qualquer análise das operações de setup, é importante distinguir entre o que pode ser feito enquanto a máquina está funcionando e o que deve ser feito quando a máquina está parada. A justificativa para a melhoria do conjunto é converter as operações internas do conjunto em operações externas do conjunto (COSTA *et al.*, 2004).

Nos dias atuais com mercado cada vez mais competitivo, a previsão de vendas tornou-se mais difícil devido à diversificação da demanda do cliente, aumentando a variedade de produtos requeridos, ficando, assim, mais difícil de saber qual será o pedido do cliente. Este cenário demonstra que as máquinas deverão fabricar diversos produtos dentro de seus tempos de setups, e se a empresa não buscar acelerar esse lead time terá prejuízos elevados. A metodologia SMED existe para se elaborar um projeto de trocas de ferramentas com mais agilidade de modo a se alcançar diversos benefícios como:

- Redução do custo de produção, pois setups mais rápidos representam menos tempo de máquina parada;
- Aumento de capacidade de produção, pois é possível produzir mais no mesmo tempo;
- Viabilidade de lotes menores, pois é possível se fazer mais setups no mesmo tempo de parada;
- Redução de estoques, devido à produção viável de lotes menores;
- Melhoria do tempo de resposta a mudanças de demanda, pois setups rápidos possibilitam mais flexibilidade na programação de produção.

Shingo (1985, apud SUGAI *et al.*, 2007) observou que o tempo necessário para a configuração interna pode ser reduzido em 30-50% se um esforço científico for feito para realizar o maior número possível de operações de configuração do ambiente de produção. Controlar a separação entre configurações internas e externas é o passaporte da SMED.

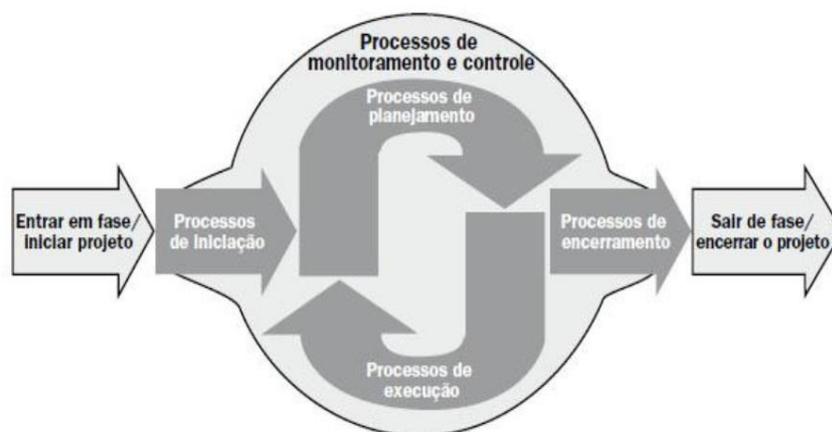
2.2 Gestão de projetos

Gestão de projetos é o processo de liderar o trabalho de uma equipe para alcançar todas as metas do projeto dentro das restrições dadas, essas informações geralmente são descritas na documentação do projeto, criada no início do processo de desenvolvimento e

tem como objetivo produzir um projeto completo que atenda aos objetivos dos clientes e suas necessidades.

De acordo com PMBOOK, projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. A natureza temporária dos projetos indica que eles têm um início e um término definidos; também pode ser caracterizado por gerar algo diferente novo ou de uma forma nova para um determinado problema ou necessidade (CRUZ, 2013). Ele é constituído de etapas conforme descreve a figura 01, a seguir:

Figura 01. Etapas de um projeto conforme PMBOOK.



Fonte: SANTOS; CABRAL (2008)

O projeto tem início quando se identificam as necessidades e informações estimadas, para definir os problemas a ser solucionado no projeto, além disso também é definido as metas, produtos, recursos, expectativas e critérios dos clientes e esclarecer as partes envolvidas. Esse processo gera o termo de abertura, o qual é um documento que gera autorização formal ao projeto, concede autoridades e responsabilidades ao gerente de projetos para utilizar recursos das organizações no desenvolvimento do projeto, e muito importante que o patrocinador, cliente ou principal interessado no resultado do projeto valide o termo de abertura (CRUZ, 2013).

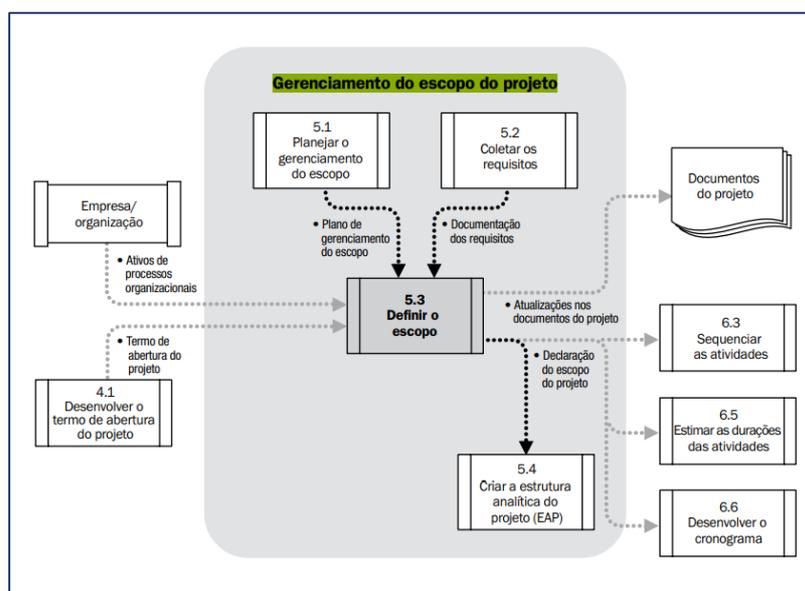
Normalmente o termo de abertura contém, o nome do gerente de projetos, requisitos das partes interessadas, descrição do projeto ou produto, objetivos, justificativa, cronograma somente com os marcos mais importantes, as partes interessadas, premissas e seja muito bem definido e entendido evitando problemas no desenvolvimento do projeto (CRUZ, 2013).

Em seguida entra-se na fase do Planejamento do Projeto, que servirá como guia na realização do projeto para que ocorra conforme planejado mitigando os riscos, definindo as atividades e tarefas necessárias para atingir os objetivos do projeto e o plano de gerenciamento do tempo (CRUZ, 2013).

Seguindo-se ao planejamento, vem a definição do escopo do projeto como as metas contidas no termo de abertura do projeto e as principais atividades para que o projeto alcance as metas definidas.

A figura 02 a seguir representa como deve ser gerenciado o escopo do projeto durante o desenvolvimento.

Figura 02. Gerenciamento do Escopo do projeto.



Fonte: SANTOS; CABRAL (2008).

O escopo quando traçado da maneira correta e uma base fundamental, visto que melhora as estimativas de custos, prazos e riscos, evitando assim as mudanças que geralmente aparecem durante o projeto.

Ao escopo segue-se a Estrutura Analítica do Projeto (EAP), um diagrama de árvore que tem como finalidade organizar o escopo do projeto de forma visual afim de alcançar os objetivos do projeto, tendo em seu “tronco” os requisitos primários, que fica na parte superior, e logo abaixo os seus “ramos” que são as atividades necessárias para execução das atividades primarias (CRUZ, 2013).

Com todas as atividades descritas na estrutura analítica do projeto (EAP), torna-se possível visualizar de forma detalhada todas as etapas dos projetos com suas entregas, saídas

e seus responsáveis. O principal benefício desse processo é o fornecimento de uma visão estruturada do que deve ser entregue. As entradas, ferramentas e técnicas, e saídas desse processo (CRUZ, 2013).

Riscos de um projeto são eventos que podem acontecer durante o desenvolvimento que podem gerar ameaças, e que caso ocorram durante o projeto podem ter grande influência no objetivo do projeto. Para que se possível mitigar os efeitos dos riscos é necessário, identificar os riscos, realizar análises qualitativas e quantitativas, planejar respostas aos riscos e controlar os riscos (CRUZ, 2013).

E para se prevenir os riscos é necessário fazer o gerenciamento dos mesmos, para isso pode se utilizar da ferramenta Estrutura Analítica dos Riscos (EAR), onde a ferramenta possibilita a identificação dos riscos, assim podendo avaliar, tratar e monitorar o mesmo (CRUZ, 2013).

A execução é a etapa delicada do processo em que os planejamentos do projeto são colocados em prática, onde é importante a coordenação de pessoas e dos recursos necessários para executar o planejado, ponto em que o gerente de projetos irá acompanhar e verificar se o que foi planejado está atendendo os requisitos e objetivos do projeto.

Nesse processo é criado o processo ou produto, portanto deve ser monitorado continuamente comparando-o com o planejado, gerenciando para que possíveis ações corretivas possam ser geradas com antecedência evitando alterações no custo e cronograma do projeto, sendo necessário adotar ações preventivas ou corretivas para atender ao objetivo do projeto.

Alguns fatores são críticos para processo como mudanças no planejamento devem ser comunicadas as partes interessadas, participação do cliente ou interessados, comprometimento da equipe e acompanhamento do prazo executado com o planejado. Ponto importante, pois, testa se toda a estruturação realizada na parte de iniciação e planejamento foi realizada de forma clara, objetiva e eficiente.

É o processo de finalização do projeto onde se deve fazer todas as entregas previstas durante o termo de abertura e escopo do projeto, deve-se orientar as pessoas envolvidas na manutenção do processo, além de gerar arquivos com a documentação do projeto.

Fatores importantes que devem ser considerados, aceitação do usuário final e objetivos do projeto obtidos. Além de alertar todas as partes interessadas sobre ações corretivas ou preventivas necessárias durante as etapas anteriores. Nessa etapa é preciso que

ocorra uma validação formal do cliente ou solicitante pelo projeto de que o escopo, requisito, especificação e serviços prestados foram atendidos conforme combinado.

A seguir, as ferramentas de qualidade têm a finalidade de mensurar, analisar, definir e propor soluções para diversos tipos de problemas encontrados nos processos.

Assim como as ferramentas da qualidade são importantes, as ferramentas estruturais têm o objetivo de estruturar as ideias com o intuito de gerar planejamentos melhorando a tomada de decisões, identificar as causas e consequências, são utilizadas normalmente quando não existem dados disponíveis e confiáveis, são algumas delas:

- **Brainstorming:** Levantar os aspectos de um tema, em curto espaço de tempo;
- **Votação Múltipla:** Coleta de opiniões ou votos, para selecionar os itens de mais importância ou preferidos de uma lista já elaborada.
- **Técnica de Grupo Nominal:** Gerar e selecionar uma lista de opções, de forma estruturada
- **Diagrama de Causa e Efeito:** Mostrar graficamente e de forma ordenada, as causas que contribuem para um determinado resultado.
- **Análise do campo de força:** Analisar a relação entre as forças que atuam sobre determinadas mudanças.
- **Fluxograma:** Proporcionar uma visão global do processo, detalhando-o em gráfico.
- **Listas de Verificação:** Identifica o que pode ser controlado e define os itens que devem ser verificados.
- **Diagrama de Afinidades:** Estruturar as ideias, opiniões ou aspectos, agrupando aquelas que se relacionam naturalmente e identificando o conceito que abrange cada grupo.
- **Diagrama em árvore:** Organizar, sistematicamente e em detalhamento crescente, as tarefas e a sequência necessária para atingir um objetivo principal e os objetivos intermediários a ele relacionados.
- **Diagrama de Relacionamento:** Levantar graficamente as relações de causa e efeito entre muitos itens já identificados.
- **Matriz de Prioridades:** Estabelecer prioridades entre tarefas, aspectos ou opções possíveis baseadas em critérios conhecidos e ponderados.

- **Matriz GUT:** estabelecer prioridades entre problemas, aspectos ou opções possíveis baseadas nos critérios gravidade, urgência e tendência.

Ferramentas estatísticas são técnicas que são utilizadas para organizar, resumir, analisar, interpretar dados, a fim de extrair conhecimentos deles e propor solução de forma quantitativa problemas dentro do processo, seus métodos probabilísticos explica as frequências de ocorrências de eventos, dessa forma estima ou possibilita a previsão de fenômenos futuros, são algumas delas:

- **Folha de Verificação:** Formulário para registrar a coleta de dados
- **Plano de Amostragem:** Estabelecer a forma de coletar dados baseados em amostras
- **Diagrama de Pareto:** Ressaltar causas, pela ordem decrescente da frequência com que ocorrem.
- **Gráfico de Tendência:** Mostra, ao longo do tempo a existência de variações na média da característica observada no processo.
- **Gráfico de Controle:** Detectar se as variações do processo são devidas a causas comuns ou especiais e verificar se o processo está sob controle.
- **Índice de Capacidade:** Comparar a distribuição da capacidade com os limites de especificação do processo.
- **Histograma:** Mostrar, graficamente, a variação existente em um processo.
- **Diagrama de Dispersão:** Estudar a possibilidade de relação entre duas variáveis.
- **Gráfico de Setor:** Mostrar resultados, em forma de círculo, dividido em setores, correspondentes, no tamanho, aos valores percentuais obtidos.
- **Gráfico de Barras:** Mostrar resultados em forma de barras, correspondentes, no tamanho, aos valores obtidos.
- **Plano de Amostragem:** Estabelecer a forma de coletar dados baseados em amostras
- **Gráfico de Tendência:** Mostrarão ao longo do tempo a existência de variações na média da característica observada no processo (WERKEMA, 2014).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo trata-se de um relato de experiência dos pesquisadores numa indústria de utensílios domésticos para cozinha fabricados com vidros temperados.

O relato de experiência, segundo Das e Singh (2021) é uma maneira distinta de transmitir uma informação e oferece uma boa oportunidade para profissionais mais jovens se familiarizarem com os detalhes de escrever um trabalho acadêmico, pois fornecem novas possibilidades de abordagem de um determinado objeto.

Os pesquisadores observaram a necessidade de implementar mais agilidade na troca das formas nas quais são colocados os vidros que receberão a têmpera, pois elas eram muito pesadas - cada forma varia de 40kg a 80kg - e eram necessários dois funcionários ao mesmo tempo para poder trocá-las e ainda, essa ação podia ter como consequências lesões ou acidentes graves.

Foi montado um grupo de trabalho para estudar as condições atuais da máquina e assim fazer as medições, controle e preparativos para execução do projeto de implantação do manipulador pneumático, para eliminar os problemas descritos anteriormente.

Com base na metodologia de projetos, foi feito o termo de abertura do projeto (TAP), para dar início ao projeto e todos os envolvidos estarem sem dúvidas e garantir que os resultados sejam alcançados.

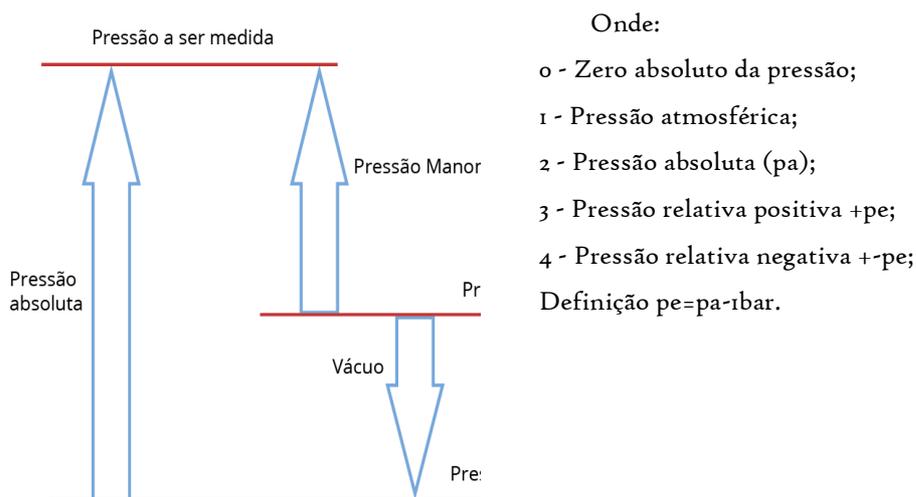
O primeiro passo foi encontrar o mecanismo adequado. No mercado existem diversos tipos de movimentador pneumático, cada um com seus diferentes tipos de aplicação de fabricação.

Para este projeto os componentes precisaram de adequação: necessitava-se de um equipamento com braços rígidos e ganchos, estrutura metálica e o **sistema pneumático**, conjuntos para serem feitas as articulações. Esses conjuntos fazem com que a movimentação manual das formas seja substituída por um equipamento mais eficaz, **fazendo com que o peso submetido aos operados seja içado em carga zero, ou seja, o operador não precisa fazer força para suspender a carga, ele somente precisara guiar a carga do ponto A para o ponto B**, com isso é eliminado os riscos com problemas ergonômicos decorrentes da elevação de carga manual, gerando assim melhores condições de trabalho e garantindo qualidade de vida no trabalho.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os manipuladores de ar comprimido não são novidades na humanidade. Os gases são formados por partículas em movimento assim produzem forças de pressão no recipiente em que o gás está armazenado. Indicações de pressão podem ter como referência o vácuo (pressão absoluta) ou a pressão atmosférica. Portanto em Pressão absoluta e pressão relativa. A pressão atmosférica é produzida pela camada de ar que envolve a terra e depende da densidade e da altitude, portanto esta não tem um valor constante. A pressão atmosférica ao nível do mar vale 1,013 bar ($=1,013 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 = 10^5 \text{ Pa}$). A figura 03 indica o conceito de pressão relativa e absoluta.

Figura 03. Pressão relativa e absoluta.



Fonte: IMD Metr pole Digital (2010)

Assim, usando o vácuo (zero absoluto) como ponto de referência, os dados de pressão são definidos como pressão absoluta. Usando-se a pressão atmosférica como ponto de referência os dados de pressão são definidos como pressão relativa. Importante notar que a pressão relativa pode ser positiva ou negativa, mas a pressão absoluta é sempre positiva. O valor da pressão normalmente é indicado por um man metro.

Analisando-se as características do ar comprimido entende-se as características dos sistemas pneumáticos.

Entre as vantagens da utilização do ar comprimido tem-se: i) facilidade de obtenção (volume ilimitado); ii) ausência de riscos de faísca em atmosfera explosiva; iii) fácil armazenamento; iv) não contamina o ambiente (limpo e atóxico); e v) não necessita de linhas de retorno (escape para a atmosfera), ao contrário de sistemas elétricos e hidráulicos. Vários equipamentos utilizam-se desse processo.

Um compressor é uma máquina responsável por transformar energia mecânica (ou elétrica) em energia pneumática (ar comprimido), através da compressão do ar atmosférico.

Os atuadores pneumáticos são classificados em atuadores lineares que geram movimentos em linha e atuadores rotativos que geram movimentos em até 360°. Os primeiros consistem no acionamento por uma válvula com a passagem do ar exerce sua função e que ao fim do seu movimento com o corte do ar retorna por meio de uma mola. Os segundos consistem no acionamento por uma válvula que nesse tipo de cilindro faz a função de acionar e retornar o cilindro para sua posição inicial.

As válvulas pneumáticas comandam e influenciam o fluxo de ar comprimido. São quatro tipos de válvulas: i) Válvulas Direcionais: Acionam a partida, parada e sentido de movimento do atuador; ii) Válvulas de Bloqueio: bloqueiam o fluxo de ar apenas num sentido preferencial; iii) Válvulas de Fluxo: restringem a vazão de ar comprimido e iv) Válvulas de Pressão: mudam a pressão do ar comprimido ou são acionadas pela pressão.

Depois da breve descrição da engenharia que compõe um equipamento de ar comprimido, passa-se a descrever sua implantação.

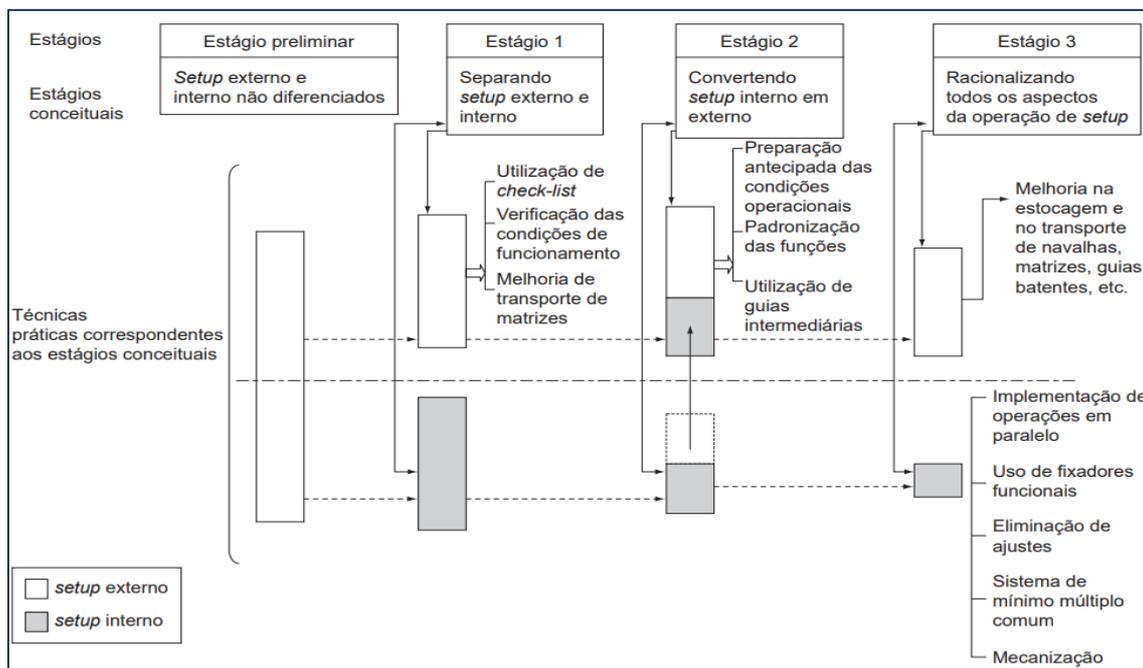
4.1 Implementação de um manipulador pneumático: relato de caso

O SMED, foca a atenção exatamente na simplificação de todo o processo de setup. Desta forma, na teoria, é possível que qualquer operador seja capaz de realizar regularmente o setup.

Como o objetivo da implementação do manipulador pneumático estava focado na simplificação do processo, buscou-se compreender seus estágios conceituais.

Na Figura 04, um diagrama do SMED contém os estágios conceituais e suas respectivas técnicas. A partir da figura, percebe-se que há dois níveis distintos no SMED, que são os estágios conceituais e as técnicas correspondentes aos estágios conceituais

Figura 04. Desenvolvimento do SMED



Fonte: Shingo (2007)

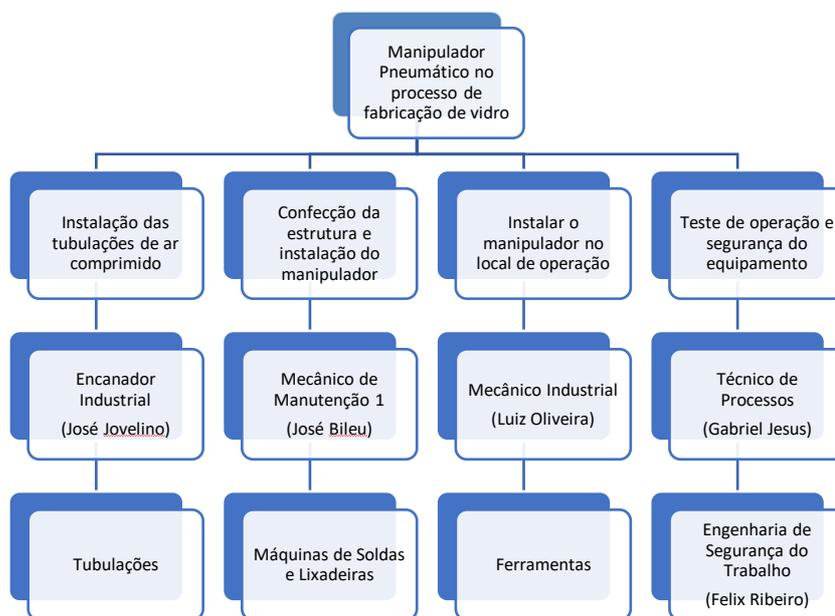
Observe-se que os estágios conceituais estão ordenados da seguinte forma:

- *Estágio 1:* Utilização de um check-list; verificação das condições de funcionamento; melhoria no transporte de matrizes;
- *Estágio 2:* Preparação antecipada das condições operacionais; padronização de funções; utilização de guias intermediárias.
- *Estágio 3.* Melhoria na estocagem e no transporte de navalhas, matrizes, guias, batentes etc.; Implementação de operações em paralelo; Uso de fixadores funcionais; Eliminação de ajustes; Sistema de mínimo múltiplo comum; e Mecanização (SHINGO, 2007).

Este diagrama, foi utilizado a fim de se elaborar o processo de implantação: num primeiro momento o setor de engenharia de processos deu início a uma pesquisa de algum equipamento que pudesse atender a necessidade de melhoria do set up, e assim, se depararam com um manipulador pneumático, usado em outras áreas para manipular paletes, tambores de 200 litros entre outros.

A metodologia de projetos auxiliou na delimitação do escopo ao qual se seguiu a estrutura analítica do projeto (EAP), e o diagrama de árvore na figura 05, descreve esse momento.

Figura 05. Diagrama de árvore da estrutura analítica do projeto de implementação do manipulador pneumático



Fonte: os autores

A empresa passou as especificações dos produtos existentes e o departamento de engenharia de processos encaminhou para o setor de projetos a fim de que fosse realizada uma modificação no pegador na parte frontal do manipulador, de modo que fosse possível pegar todas as formas de que as máquinas da empresa dispunham. Essa medida era necessária para que ele se tornasse compatível com os desenhos necessários.

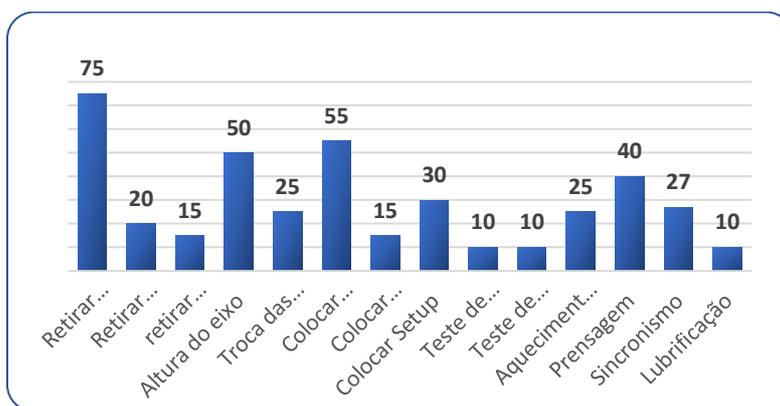
Depois da entrega do manipulador, foi acionado o setor de manutenção para que fosse feita a instalação mecânica no local adequado, ao lado da máquina de prensagem do vidro.

Feita instalação, foram realizados os testes de funcionamento e então passou-se a utilizar esse manipulador, que a partir de então necessitava apenas um funcionário operando botões. Ação que melhora a qualidade de vida do trabalhador, já que se eliminava o risco de acidentes por conta do peso, lesão por esforço repetitivo e a agilidade na produção (WERKEMA, 2014).

Foram feitas as avaliações com relação ao tempo e à produtividade, e para isso utilizou-se um gráfico de barras, que é usado geralmente para representar dados de uma tabela de frequência com uma variável qualitativa, no gráfico cada barra representa a

frequência da respectiva variável. Esse gráfico é utilizado para representar dados de forma simples e eficiente, além de facilitar a comparação dos dados que podem ser tanto variáveis discretas como qualitativas, a figura 06 apresenta o tempo médio das atividades de setup.

Figura 06. Média dos tempos das atividades de Setup (minutos)



Fonte: Os autores

Em seguida, elaborou-se o Diagrama de Pareto, conforme descreve a **figura 07**.

Figura 07. Tempos das atividades do Setup (minutos)



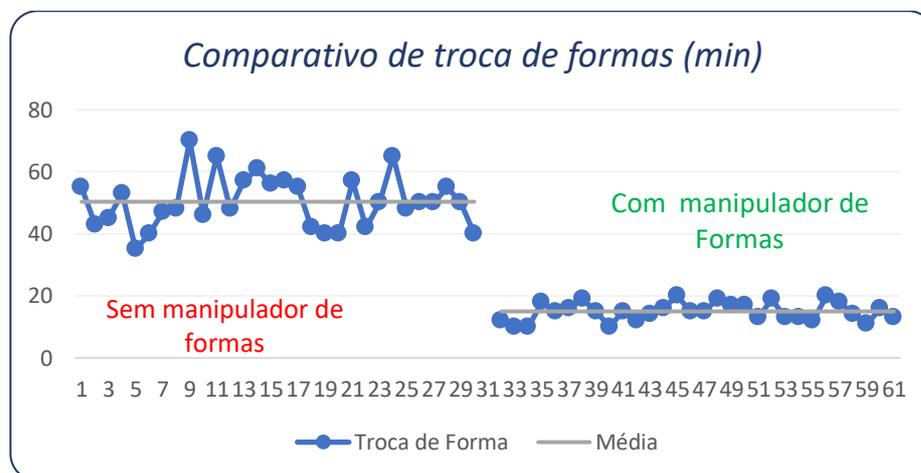
Fonte: Os autores

Conforme indica no gráfico, 18% do tempo total das atividades é devido a retirada das formas, acumulando a retirada das formas com a colocada das novas formas, soma um tempo total de 130 minutos, que corresponde a 32% do tempo total com todas as atividades da troca de mercadoria.

Segundo Campos (2004), o diagrama de Pareto divide um grande problema a ser analisado em problemas menores, mais fáceis de serem solucionados e mais objetivos. A ferramenta indica os parâmetros e itens que expressão influência sobre cada processo estudado, mostra o resultado que pode ser obtido caso determinado problema seja resolvido,

permite estabelecer metas concretas e possíveis, mostra que um problema pode ter várias causas, porém somente algumas podem ser as responsáveis por representar grandes impactos no processo.

Figura o8. Comparativo antes e depois do manipulador pneumático



Fonte: Os autores

Conforme o gráfico da figura 08, podemos observar a efetividade do manipulador pneumático em funcionamento, notasse a diminuição do tempo médio das atividades de trocar as formas, nas primeiras 30 medições feitas do tempo de troca do equipamento foi obtido uma média de 50 minutos, com variações de tempo de 35 a 70 minutos, já no segundo período de coleta dos dados após a instalação do manipulador pneumático, se obteve uma média de 15 minutos por troca, com uma variação menor de tempos entre 10 a 20 minutos para cada troca de equipamento, a soma da amostragem antes do equipamento é de 1510 minutos, após a instalação é de 447 minutos, correspondendo a uma redução de 70,4%.

CONCLUSÃO

Este trabalho tinha como objetivos desenvolver um manipulador pneumático afim de proporcionar melhorias para a empresa e para seus colaboradores, reduzindo os tempos de trocas de equipamento, setups da máquina e o índice de absenteísmo dos funcionários, com os resultados obtidos foi notório a eficácia do equipamento, gerando impactos positivos diretamente nos resultados da produção, aumentando sua capacidade de fabricação e sua disponibilidade, assim otimizando o processo.

Entendeu-se que esse objetivo foi atingido na medida em que, pautados em metodologias de projetos para mudança de ações no chão de fábrica, um projeto de adaptação de um manipulador pneumático, se mostrou um ótimo investimento com grandes retornos

Notou-se mais agilidade de movimentação e troca de formas, identificou-se a redução dos tempos de setup, de paradas não programadas devido a troca de equipamento, de afastamento devido a doenças ocupacionais, aumento nos números dos indicadores de produção, esse conjunto de vantagens é benéfico e traz ganhos financeiros.

Concluiu-se que a aplicação deste projeto no setor de produção de utensílios de vidro, gera redução de custo, reduz desperdícios e diminui o indicador de tempo de máquina parada, além de proporcionar melhores condições de trabalho para os operadores, evitando assim que eles sejam afastados por lesões corporais, dando condições de fazer uma atividade com mais agilidade e segurança, sem exposição a risco de acidente.

REFERÊNCIAS

BORLIDO, D.J.A. Indústria 4.0 – aplicação a sistemas de manutenção. **Dissertação de Mestrado**. Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade do Porto, Portugal. 23.01.2017. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/102740/2/181981.pdf>. Acesso em 02.09.2022.

BRIZOLLA, R.K. Indústria 4.0-Um estudo de caso na Saur equipamentos S/A. **Trabalho de Conclusão de Curso em Administração**. Universidade Santa Maria. 2019. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/102740/2/181981.pdf>. Acesso em: 02.09.2022.

1219

CAMPOS, V.F. **TQC - Controle de qualidade total** (no estiole japonês) 8. ed. Nova Lima – MG: INDG, 2004.

CHIAVENATO, I. **Gestão da produção: uma a rodagem introdutória**. São Paulo: Manole, s/d

CRUZ, F. **SCRUM e PMBOK: unidos no gerenciamento de projetos**. Rio de Janeiro: Brasport: 2013.

DAS A, SINGH I. How to Write a Case Report? **Indian Dermatol Online J.** 2021 Sep 12;12(5):683-686. doi: 10.4103/2229-5178.325856. PMID: 34667753; PMCID: PMC8456267.

IMD – METRÓPOLE DIGITAL. Curso de Automação Industrial. **Aula 9 controle de pressão e controle de temperatura**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2010. Disponível em: <https://materialpublic.imd.ufrn.br/curso/disciplina/1/63/9/4>. Acesso - 2.09.2022.

PORTAL DA INDÚSTRIA. Indústria 4.0: entenda seus conceitos e fundamentos. **CNI, SESI, SENAI, IEL**. 2021. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/industria-4-0/>. Acesso em 02.09.2022.

SACOMANO, J.B., SILVA, M.T.; GONÇALVES, R.F.; BONILLA, S.H.; SÁTYRO, W.C. **Indústria 4.0 – conceitos e fundamentos**. Editora Blucher: São Paulo, 2018.

SAKURAI, R.; ZUCHI, J. D. AS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS ATÉ A INDÚSTRIA 4.0. **Revista Interface Tecnológica**, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 480-491, 2018. DOI: 10.31510/inf.v15i2.386. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/386>. Acesso em: 30 ago. 2022.

SANTOS, R.F.S.; CABRAL, S. FMEA and PMBOK applied to project risk management. **JISTEM, Journal of Information Systems and Technology Management** [online]. 2008, v. 5, n. 2, pp. 347-364. Available from: <<https://doi.org/10.4301/S1807-17752008000200008>>. Acesso em: 02.09.2022.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção** – o ponto da engenharia de produção. Porto alegre: Bookman, 2007.

SUGAI, M.; MCINTOSH, R.I.; NOVASKI, O. Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso. **Gestão & Produção** [online]. 2007, v. 14, n. 2 [Acessado 30 Agosto 2022], pp. 323-335. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0104-530X2007000200010>>. Epub 28 Set 2007. ISSN 1806-9649. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2007000200010>.

WERKEMA, C. **Ferramentas Estadísticas básicas do Lean Six sigma integradas ao PDCA e DMAIC**. Elsevier: Rio de Janeiro. 2014