

**TÍTULO: APLICAÇÃO DO LEAN MANUFACTURING NO SETOR DE
USINAGEM PARA MELHORIA DA PRODUTIVIDADE E REDUÇÃO DE
CUSTOS**

Autor: Baccarin, Lucas e ¹

Orientador: Ximenes, Edson Aguiar ²

Resumo. Este trabalho apresenta a aplicação dos princípios do Lean Manufacturing em uma pequena empresa do setor de usinagem com o objetivo de aumentar a produtividade e reduzir custos. Por meio da utilização das ferramentas 5S, SMED, TPM, Kaizen e da eliminação sistemática de desperdícios (Muda), buscou-se promover a organização do ambiente, reduzir o tempo de setup, melhorar a eficiência dos equipamentos e incentivar a melhoria contínua. A implementação resultou em avanços significativos, como a diminuição do tempo de máquina parada, redução de retrabalhos e maior aproveitamento da mão de obra e dos recursos disponíveis. A experiência demonstra que o Lean Manufacturing é viável e eficaz mesmo em empresas de pequeno porte, desde que haja engajamento da equipe e compromisso com a padronização e a disciplina organizacional.

Palavras-chave: Lean Manufacturing; Usinagem; Produtividade; Redução de custos; Melhoria contínua.

Abstract. *This paper presents the application of Lean Manufacturing principles in a small machining company, aiming to increase productivity and reduce costs. Through the use of tools such as 5S, SMED, TPM, Kaizen, and the systematic elimination of waste (Muda), the project aimed to improve workplace organization, reduce setup times, ensure equipment efficiency, and foster continuous improvement. The implementation led to significant results, such as reduced machine downtime, lower rework rates, and better utilization of labor and available resources. The experience demonstrates that Lean Manufacturing is feasible and effective even in small-sized companies, provided there is team engagement and a strong commitment to standardization and organizational discipline.*

Keywords: *Lean Manufacturing; Machining; Productivity; Cost reduction; Continuous improvement.*

Junho/2025

¹Graduando do Curso de Fabricação Mecânica – Faculdade de Tecnologia de Sorocaba – “José Crespo Gonzales” – Sorocaba / SP – Lucas.baccarin@fatec.sp.gov.br

² Prof. Eng. Especialista em Docência no Ensino Superior – Faculdade de Tecnologia de Sorocaba – “José Crespo Gonzales” – Sorocaba/SP – edson.ximenes@fatec.sp.gov.br

1 INTRODUÇÃO

No cenário industrial atual, a competitividade exige que as empresas busquem constantemente otimizar seus processos produtivos, reduzir custos e garantir a qualidade dos produtos. Nesse contexto, o sistema de gestão Lean Manufacturing surge como uma filosofia de trabalho voltada para a eliminação de desperdícios e a maximização da eficiência, por meio da padronização, melhoria contínua e engajamento dos colaboradores.

No setor de usinagem, caracterizado pela variedade de peças, necessidade de setups frequentes e rigorosas tolerâncias dimensionais, a aplicação do Lean Manufacturing pode trazer benefícios significativos, como a redução de retrabalhos, melhor aproveitamento de matéria-prima, organização do ambiente de trabalho e aumento da produtividade.

Este trabalho tem como objetivo aplicar os princípios do Lean Manufacturing em uma pequena empresa de usinagem, utilizando as ferramentas 5S, SMED, TPM, Kaizen e o combate sistemático aos desperdícios (Muda). A proposta é melhorar o ambiente de trabalho, reduzir o tempo de setup, garantir a manutenção eficiente dos equipamentos, incentivar a melhoria contínua e eliminar atividades que não agregam valor, buscando resultados sólidos e sustentáveis.

2 METODOLOGIA

AQ\ em uma pequena empresa do setor de usinagem, que atualmente enfrenta desafios relacionados à desorganização, desperdícios de tempo e recursos, peças fora de especificação e dificuldade no cumprimento de prazos. A pesquisa propõe a utilização das ferramentas 5S, SMED, TPM, kaizen e a identificação de desperdícios (Muda) como base para melhorar o desempenho produtivo e a qualidade das operações.

3 DESENVOLVIMENTO

De acordo com J.P. Womack (2004), a manufatura enxuta foi criada no Japão pós-guerra, quando, em 1950, o engenheiro japonês Eiji Toyoda realizou uma peregrinação de três meses a fábrica Rouge da Ford, em Detroit, EUA. Com intuito de melhorar a capacidade produtiva da Toyota Motor Company que enfrentada terríveis dificuldades produtivas e trabalhistas, Eiji, após estudar meticulosamente Rouge, até então o maior e mais eficiente complexo fabril do mundo, escreveu para sua empresa que “pensava ser possível melhorar o sistema de produção”. De volta

a sua cidade, Eiji Toyoda, e seu gênio da produção Taiichi Ohno, logo chegaram à conclusão de que por motivos estruturais, econômicos e culturais, a produção em massa não funcionaria no Japão, essas condições impulsionaram a criação do Sistema Toyota de Produção, que depois se tornaria a base do Lean Manufacturing focado em eficiência, eliminação de desperdícios e produção sob demanda.

A implantação da produção enxuta na Toyota gerou grandes resultados, como a redução drástica de desperdícios, redução de tempo de produção, melhoria na qualidade dos seus produtos e crescimento e liderança global. Tais resultados foram possíveis pela criação de conceitos incorporados nas ferramentas do Lean Manufacturing sendo algumas delas 5S, TPM, SMED, Kaizen, Gestão Visual e Muda.

O Lean Manufacturing, ou manufatura enxuta, é uma filosofia de gestão que busca a eliminação sistemática de desperdícios nos processos produtivos, com o objetivo de aumentar a eficiência, qualidade e geração de valor para o cliente. Seu foco principal está em produzir apenas o necessário, no momento certo, com o menor uso possível de recursos, promovendo melhorias contínuas em todos os níveis da organização.

Segundo Womack e Jones (2004), o Lean se baseia em cinco princípios fundamentais: definição de valor sob a perspectiva do cliente, identificação do fluxo de valor, criação de fluxo contínuo, produção puxada (sistema Pull) e a busca pela perfeição por meio da melhoria contínua (kaizen). Esses princípios orientam a tomada de decisões e a estruturação dos processos, visando tornar o sistema produtivo mais enxuto, ágil e eficaz.

De acordo com Slack et al. (2010), o Lean Manufacturing contribui significativamente para a redução de estoques, diminuição de tempos de espera, eliminação de retrabalhos e melhoria da qualidade final dos produtos e serviços. Entre as ferramentas mais utilizadas estão o mapeamento do fluxo de valor (Value Stream Mapping – VSM), o sistema 5S, kanban, SMED, padronização de trabalho e poka-yoke, que auxiliam na identificação de gargalos e oportunidades de melhoria.

Além disso, sua aplicação é viável não apenas em grandes indústrias, mas também em pequenas e médias empresas, especialmente nos segmentos de usinagem e manutenção, onde a gestão eficiente dos recursos e a redução de desperdícios podem representar um diferencial competitivo importante. A adoção do Lean permite um ambiente mais organizado, com maior controle dos processos e foco constante na satisfação do cliente.

Dentre as ferramentas fundamentais do Lean, destaca-se o método 5S, originado no Japão, que visa melhorar as condições de trabalho por meio da disciplina, organização, higiene e eficiência, promovendo mudanças de comportamento no ambiente empresarial. Segundo Campos (2005), sua implementação consiste na aplicação de cinco princípios: Seiri (Senso de Utilização), Seiton (Senso de Organização), Seiso (Senso de Limpeza), Seiketsu (Senso de Padronização) e Shitsuke (Senso de Disciplina).

O 5S não se limita a ações pontuais, sendo uma jornada contínua que busca manter bons hábitos e promover uma cultura de melhoria contínua (Kaizen). Quando aplicado de forma integral, o método favorece a preparação da organização para projetos mais complexos, como a Gestão da Qualidade Total, criando ambientes transparentes, colaborativos e voltados para a excelência. Além de contribuir para o aumento da produtividade, higiene e segurança no ambiente de trabalho, o 5S também reforça aspectos sociais e ambientais, como a coleta seletiva e a sustentabilidade.

O sucesso do 5S depende do comprometimento de toda a organização e de uma compreensão aprofundada de seus princípios, pois ele atua como um alicerce que possibilita melhorias sistêmicas e a implementação de processos de mudança organizacional mais abrangentes.

Figura 1 – os sentidos do 5s



Fonte: 8quali 2019

Outra ferramenta essencial é o SMED, que significa "Single Minute Exchange of Die" ou, em português, Troca Rápida de Ferramentas. Segundo Adriano (2014), é uma metodologia desenvolvida por Shingo na década de 1980. Ela tem como objetivo principal diminuir ao máximo o tempo necessário para trocar ferramentas ou ajustar máquinas durante o processo de produção.

Quanto mais rápido esse procedimento for realizado, maior será a eficiência da produção, a flexibilidade para atender diferentes demandas, além de reduzir custos e aumentar a produtividade.

A aplicação do SMED envolve uma série de etapas bem estruturadas, geralmente divididas em quatro fases principais. Começa-se pela separação das atividades internas (que só podem ser feitas com a máquina parada) das atividades externas (que podem ser feitas enquanto a máquina continua operando). Depois, o foco é transformar o máximo possível de atividades internas em externas, facilitando a troca de ferramentas com menos tempo de inatividade.

Durante a implementação, realiza-se o levantamento detalhado de cada passo necessário na troca, buscando eliminar ou simplificar atividades que não agregam valor. Técnicas como a padronização de atividades, o uso de dispositivos de fixação rápidos, além do desenvolvimento de checklists, são frequentemente usadas para agilizar o processo.

Aplicar o SMED permite às empresas serem mais ágeis em um mercado cada vez mais competitivo. Com tempos menores de troca de ferramentas, é possível produzir uma variedade maior de produtos, atender a mudanças rápidas na demanda e reduzir custos associados ao tempo ocioso das máquinas. Além disso, a implementação do SMED costuma ser associada a melhorias na organização do ambiente, segurança e qualidade do processo. (Parisotto, Cassio, 2016).

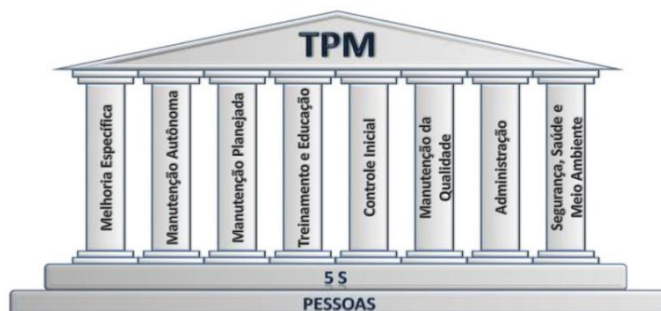
A Manutenção Produtiva Total (TPM) é outra prática relevante, uma metodologia que visa aumentar a eficiência dos equipamentos, por meio do envolvimento de toda a equipe, especialmente dos operadores, na manutenção e na melhoria contínua das máquinas. Seu objetivo principal é reduzir perdas, como quebras, paradas e defeitos, promovendo a manutenção autônoma, na qual os operadores realizam inspeções simples, lubrificações e ajustes básicos, garantindo uma operação mais eficiente e confiável.

Para implementar o TPM, é fundamental realizar campanhas de divulgação, treinamento dos operadores para que desenvolvam habilidades de inspeção e correção de pequenas falhas, além de estabelecer planos de ação voltados à eliminação de perdas crônicas. A aplicação dessa metodologia permite não só a redução do tempo de parada das máquinas, mas também melhora a qualidade do produto, diminui custos de manutenção e aumenta a produtividade da linha de produção.

A evolução do TPM ao longo do tempo mostra que seu foco na redução de perdas e na manutenção preventiva é especialmente relevante para o setor de usinagem, onde o desempenho das máquinas influencia diretamente na precisão, eficiência e qualidade do processo de usinagem.

Dessa forma, o TPM se apresenta como uma ferramenta-chave para otimizar a operação, aumentar a vida útil dos equipamentos e fortalecer a competitividade da indústria. (Yamaguchi, 2005).

Figura 2: pilares da TPM



Fonte: Abecom (2015)

Por fim, a filosofia Kaizen, originária do Japão, está fundamentada na ideia de que pequenas melhorias contínuas nos processos podem gerar impactos significativos na produtividade e na qualidade (Imai, 1994). O termo "Kaizen" é composto pelas palavras japonesas *kai* (mudança) e *zen* (para melhor), sendo amplamente aplicado em ambientes industriais que buscam otimização de processos com baixo custo e alto envolvimento dos colaboradores. (Imai, 1994).

Segundo Campos (2004), o Kaizen se diferencia de outras abordagens por enfatizar o envolvimento de todos os níveis da empresa, desde os operadores até a alta gestão, na identificação e solução de problemas do dia a dia. Essa filosofia é um dos pilares do Sistema Toyota de Produção e está diretamente relacionada aos princípios do Lean Manufacturing, como a eliminação de desperdícios (*muda*), melhoria do fluxo produtivo e aumento da eficiência.

O Kaizen, mesmo com ações simples e de baixo custo, pode gerar ganhos significativos em produtividade e qualidade, especialmente em processos com alto grau de repetitividade, como os encontrados na usinagem.

Nesse contexto a Dalgo Ferramentaria, localizada em Sorocaba – SP, foi escolhida como objeto de estudo para a aplicação dos conceitos do Lean Manufacturing. Fundada em 2015, a empresa atua no ramo de usinagem e manutenção de peças e componentes, atendendo principalmente empresas de extrusão de alumínio. Atualmente conta com uma equipe de 15 funcionários, com um acervo de 14 máquinas operatrizes, incluindo tornos mecânicos, fresadoras, retíficas, e máquinas CNC, que operam em diferentes demandas conforme a necessidade dos clientes. Apesar de seu porte reduzido, a Dalgo se destaca por atender serviços técnicos de alta

precisão, o que exige um controle rigoroso dos processos produtivos e da qualidade das peças fabricadas.

Contudo, a empresa vinha enfrentando desafios recorrentes relacionados à produtividade, organização do ambiente de trabalho, tempo ocioso de máquinas e retrabalhos constantes. Esses fatores comprometeram não apenas a capacidade de entrega, mas também a competitividade da empresa no mercado. Entre os principais problemas observados estavam os elevados tempos de setup, que podiam chegar a até 60 minutos por máquina, o que gerava gargalos e atrasos na produção. Além disso, a desorganização no ambiente dificultava a localização de ferramentas e insumos, acarretando perda de tempo e falhas operacionais.

Outro ponto crítico era a ocorrência frequente de paradas não programadas devido a falhas em equipamentos, resultando em interrupções imprevistas e baixa eficiência na utilização dos recursos produtivos. Aliado a isso, identificou-se um índice médio de 20% de retrabalho mensal causado por peças fora de especificação dimensional, demonstrando fragilidade no controle de qualidade e ausência de padronização nas medições e operações.

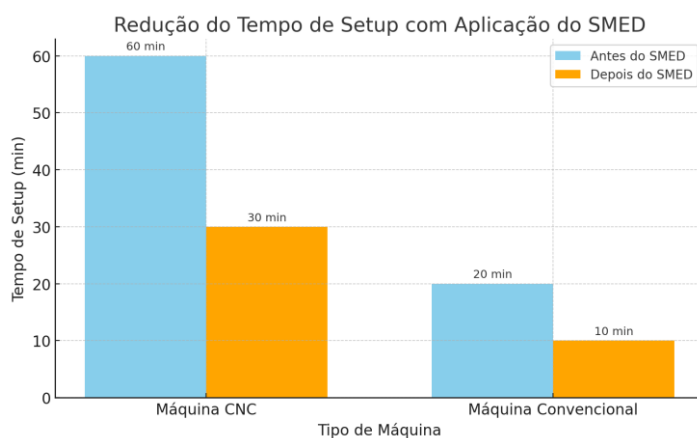
Diante desse cenário, identificou-se a necessidade de adotar um sistema de gestão que possibilite a eliminação de desperdícios, a padronização dos processos e a melhoria contínua da produção. O Lean Manufacturing, reconhecido por sua eficácia em ambientes industriais, apresenta-se como uma solução estratégica para otimizar os recursos da empresa, reduzir retrabalhos, melhorar o fluxo de trabalho e aumentar a competitividade no mercado. A proposta central foi aplicar, de maneira integrada, ferramentas como 5S, SMED, TPM e Kaizen, adequando-as à realidade da empresa e ao seu ritmo operacional.

Durante o levantamento inicial, foram identificadas diversas falhas que comprometem a eficiência do processo produtivo. Observou-se, por exemplo, tempos de setup elevados, que podem chegar a até 60 minutos por máquina. Além disso, o ambiente de trabalho encontrava-se desorganizado, dificultando a localização de ferramentas e insumos necessários à produção. Também foram registradas frequentes paradas não programadas devido a falhas em equipamentos, bem como retrabalho gerado por não conformidades dimensionais, o que representa, em média, 20% da produção mensal. Essas condições evidenciam a necessidade de uma intervenção estruturada baseada nos princípios do *Lean Manufacturing*, com foco na eliminação de desperdícios e melhoria da eficiência.

Com base nisso, foi implantado um programa de 5S em todos os setores da empresa, com a participação de todos os colaboradores. A implantação ocorreu em um dia de baixa demanda na produção, denominado “dia D”. Nesse dia, foi realizado um treinamento com todos os funcionários, apresentando os conceitos e aplicações da ferramenta. Após o treinamento, cada colaborador aplicou o 5S em sua própria estação de trabalho. As ações executadas incluíram o mapeamento e descarte de materiais desnecessários (Seiri); a organização de ferramentas em painéis e gavetas etiquetadas (Seiton); a implementação de rotinas diárias de limpeza, com responsáveis designados (Seiso); a padronização visual por meio de etiquetas, sinalizações e checklists (Seiketsu); e, por fim, a programação de treinamentos e auditorias internas regulares para manter a disciplina (Shitsuke).

A seguir, aplicou-se a ferramenta SMED com base em análises dos tempos de troca de ferramentas, em conjunto com os operadores das máquinas. O objetivo foi desenvolver processos padronizados e dispositivos que reduzissem os tempos de parada dos equipamentos. As principais medidas implementadas incluíram a separação das atividades de setup em internas e externas, ou seja, diferenciando as ações que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento daquelas que exigem sua paralisação. Como exemplo, destacam-se o zeramento da ferramenta nos centros de usinagem CNC (atividade interna) e a montagem de ferramentas no mandril (atividade externa). Além disso, foram padronizados dispositivos e ferramentas, como calços para altura de ferramentas em tornos mecânicos, dispositivos de fixação para peças seriadas e mandris com ferramentas pré-montadas. Também foi adquirida uma caixa de ferramentas para cada máquina, contendo todos os itens necessários para facilitar e agilizar a preparação. Por fim, foram realizados treinamentos práticos com os operadores para garantir a correta execução das novas práticas.

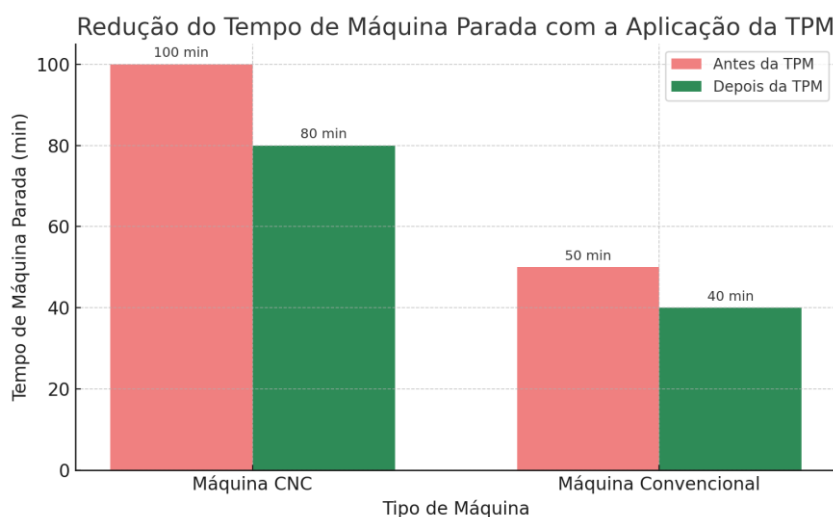
Gráfico 1 – Tempo médio de setup antes e depois do SMED



Fonte: Autor

Dando continuidade ao plano de melhorias, foi iniciado um programa de Manutenção Produtiva Total (TPM), com a designação de um operador responsável por executar os procedimentos em cada máquina-ferramenta. O plano incluiu checklists semanais para inspeções visuais e lubrificação, além de manutenções preventivas agendadas quinzenalmente. Também foi implementado um sistema de registros de falhas, acompanhado de planos de ação corretiva.

Gráfico 2 – Tempo de máquina parada antes e depois de TPM



Fonte: Autor

Por fim, a cultura da melhoria contínua foi fortalecida por meio da adoção da filosofia Kaizen. Reuniões semanais foram realizadas entre os setores operacionais e a liderança, com o objetivo de identificar e propor soluções para problemas como a alta taxa de retrabalho, peças fora de tolerância e desperdício de insumos. As ações decorrentes dessas reuniões incluíram a implantação de uma caixa de sugestões acessível a todos os colaboradores, a reorganização do fluxo de peças entre tornos, fresadoras e centros de usinagem CNC, bem como a criação de metas diárias de produção, acompanhadas por ordens de produção e responsáveis designados. Houve ainda a padronização de processos operacionais, com detalhamento das etapas para a execução de determinadas atividades, e a padronização dos procedimentos de medição, estabelecendo a posição correta de medição, os equipamentos adequados para diferentes graus de tolerância, a calibração dos instrumentos e o aumento da frequência de medições ao longo da usinagem. Complementarmente, foram implementados treinamentos rápidos, com duração de 20 minutos, duas vezes por semana.

4 CONCLUSÃO

A aplicação do Lean Manufacturing na Dalgo Ferramentaria ainda está em processo, no entanto demonstrou que ações simples e direcionadas, mesmo sem alto investimento financeiro, são capazes de promover ganhos operacionais significativos. A integração entre as ferramentas 5S, SMED, TPM e Kaizen favoreceu a organização, reduziu desperdícios e aumentou a produtividade.

Mesmo com recursos limitados, a empresa obteve avanços significativos na organização, na produtividade e na qualidade. O programa 5S possibilitou maior controle e padronização dos postos de trabalho, reduzindo desperdícios relacionados à movimentação e à procura por ferramentas. A aplicação do SMED resultou em tempos de setup reduzidos, o que aumentou a flexibilidade da produção e o aproveitamento das máquinas. Já o TPM contribuiu para a diminuição das paradas não programadas, promovendo uma cultura de manutenção preventiva e corretiva mais eficaz. Por fim, o incentivo ao Kaizen engajou os colaboradores na melhoria contínua, criando um ambiente propício à inovação e à resolução prática de problemas do dia a dia.

Essas melhorias se refletiram não apenas em indicadores operacionais, mas também na motivação da equipe, na redução de custos e no fortalecimento da cultura organizacional voltada à excelência. A experiência da Dalgo Ferramentaria mostra que o Lean não é exclusivo de grandes corporações, sendo perfeitamente adaptável à realidade de pequenas e médias empresas que desejam se manter competitivas em um mercado cada vez mais exigente.

No entanto, alguns desafios persistem, como a resistência à mudança por parte de alguns colaboradores, além da necessidade de reforçar a cultura de disciplina e padronização. Para garantir a sustentabilidade dos resultados, é primordial o envolvimento de todos os colaboradores da empresa, fazendo-se aos poucos o pensamento enxuto tornar-se cultura dentro da organização.

REFERÊNCIAS

Elementos essenciais

WOMACK, J. P. et al. **A máquina que mudou o mundo**. [s.l.] Rio De Janeiro Campus, 2004.

Elementos complementares

APLICAÇÃO DA FERRAMENTA SMED EM UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE REFRIGERADORES. (2024). *Revista Eletrônica Multidisciplinar UNIFACEAR*

CAMPOS, R., OLIVEIRA, L. C. Q. D., Silvestre, B. D. S., & Ferreira, A. D. S. (2005). A ferramenta 5S e suas implicações na gestão da qualidade total. *Simpep–Simpósio de Engenharia de Produção*, 12, 685-692.

GUPTA, Shaman; JAIN, Sanjiv Kumar. Uma revisão de literatura sobre manufatura enxuta. **Revista internacional de ciência da gestão e gestão de engenharia**, v. 8, n. 4, p. 241-249, 2013.

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

Método SMED: Análise e aperfeiçoamento. *Dirección y Organización*, [S. l.], n. 60, p. 4–23, 2016.

MIGUEL, Fabio; SAMED, Marcia Marcondes Altimari. A Utilização do Sistema Lean Manufacturing em Uma Empresa de Usinagem. **Trabalhos de Conclusão de Curso do DEP**, v. 1, n. 1, 2005.

NATALI, Adriano et al. APLICAÇÃO DA FERRAMENTA SMED EM UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE REFRIGERADORES. *Revista Eletrônica Multidisciplinar UNIFACEAR*, v. 2, n. 3, p. 1-30, 2014.

PACHECO, Diego Augusto de Jesus. Teoria das Restrições, Lean Manufacturing e Seis Sigma: limites e possibilidades de integração. **Produção**, v. 24, pág. 940-956, 2014.

PARISOTTO, Cassio; DE JESUS PACHECO, Diego Augusto. Método SMED: Análise e aperfeiçoamento. *Dirección y Organización*, p. 4-23, 2016.

PIERRE, Fernanda Cristina; MARTINS, William. Avaliação das Melhorias Alcançadas por Meio da Aplicação da Metodologia Kaizen em uma Empresa de Usinagem. **Tekhne e Logos**, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2016.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. *Administração da Produção*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

SOUZA, Fernando Rodrigo. Lean Manufacturing na Identificação e Eliminação de Desperdícios: Um Estudo de Caso em Usinagem. **Revista Científica Cintec**, v. 2, n. 2, p. 116-131, 2024.

WOMACK, J. P. et al. A máquina que mudou o mundo. [s.l.] Rio De Janeiro Campus, 2004.

YAMAGUCHI, Carlos Toshio. TPM–Manutenção produtiva total. São João Del Rei: ICAP, 2005.