

Avaliação da Maturidade Lean em uma Célula de Manufatura

Leonir da Silva Rodrigues e Ivandro Cecconello

Resumo

As diversas ferramentas de manufatura, utilizadas para controle em processos enxutos, são indispensáveis para a aplicação eficiente dos recursos industriais. Este artigo buscou identificar, em meio aos modelos de maturidade *Lean* existentes, qual proposta de avaliação se enquadraria em uma célula de manufatura de solda. O estudo utilizou uma avaliação dos fatores que sustentam o método proposto, e os resultados indicam que a medição do grau de maturidade proporciona um entendimento real dos recursos utilizados pela organização. Para isso, se fez necessária uma revisão bibliográfica sobre a importância das ferramentas e uma análise para definir o modelo mais adequado à célula de manufatura de solda. Os autores concordam que, de maneira a obter melhores resultados, é preciso que os níveis de maturidade sejam nivelados entre si para que haja coerência, e, portanto, boa aplicabilidade ao contexto da organização. O questionário aplicado, baseado no modelo proposto, reuniu todas as áreas envolvidas nos processos da célula de manufatura de solda. Conclui-se que as ferramentas *Lean* são base para organizações que buscam resultados através da redução do uso de recursos de entrada e aumento de rendimentos, e a maturidade desses processos se torna indispensável na organização que busca crescer de forma competitiva em seu segmento do mercado, agregando valor ao cliente através de um controle afinado dos recursos.

Palavras-chave

Grau de maturidade; Lean Manufacturing; Célula de manufatura;

Evaluation of Lean Maturity in a Manufacturing Cell

Abstract

The various manufacturing tools used to control lean processes are indispensable for the application of industrial resources. This article sought to identify, among the existing Lean maturity models, which evaluation proposal would fit into a weld manufacturing cell. This study used an evaluation of the factors that support the proposed method, it is possible to arrive at results that certify that the measurement of the degree of maturity provides a real understanding of the resources used by the organization. For this, it was necessary through a bibliographic review under the importance of the tools and an analysis by the most appropriate model for the welding manufacturing cell. The authors agree that, for better results, it is understood that for changes in level, steps need to be in harmony. The applied questionnaire, based on the proposed model, brought together all the areas involved in the welding manufacturing cell processes. To conclude that Lean tools are the basis for organizations that seek results using less input resources and increase yields, the maturity of these processes becomes indispensable in the organization that seeks to grow competitively in the market segment, adding value to the customer through a control of resources through maturity.

Keywords

Degree of maturity; Lean Manufacturing; Manufacturing cell;

I. INTRODUÇÃO

O sistema Lean, com berço no Sistema Toyota de Produção (STP), traz diversas práticas que visam um movimento ascendente de eficiência *versus* redução de custos. A disseminação do conceito esbarra em algumas variáveis, como: estrutura organizacional, cultura, aceitação, resistência, assimilação dos processos, nível e hierarquia organizacional, foco de atuação, entre outros [1]. Ao adotar o *Lean Manufacturing*, cria-se uma tendência de aumento nos resultados operacionais positivos e de redução de custos, assim como um aumento da qualidade e redução do tempo necessário para o desenvolvimento do produto [2]. No

entanto, quando aplicada de forma incompleta ou inadequada, a ferramenta cria uma falsa sensação de entendimento, e pode ocorrer confusão, resultando na aplicação de investimentos em áreas que não são essenciais naquele momento [3].

É preciso entender que, no sistema *Lean*, os indicadores de manufatura, por si só, não são capazes de fornecer um retrato preciso do cenário global da organização: eles precisam estar relacionados entre si para que possam gerar um diagnóstico de maturidade adequado [4]. Conhecer a empresa e o que ela oferece ao mercado é o primeiro ponto a se avaliar para que a organização tenha um entendimento claro sobre o nivelamento de sua maturidade e do sistema aplicado, e, com isso, consiga entender de forma coerente onde ela está e para

Pós-graduação em Engenharia Industrial – Universidade de Caxias do Sul (UCS)

E-mails: lsrodrigues2@ucs.br; iceccone@ucs.br

Data de envio: 19/04/2021

Data de aceite: 17/05/2021

<http://dx.doi.org/10.18226/23185279.v9iss1p44>

onde deseja direcionar seus esforços [5]. O artigo tem como objetivo central a elaboração de um diagnóstico, baseado em pesquisa bibliográfica, de uma célula de manufatura. O tema proposto neste artigo sugere o entendimento do sistema *Lean* e a mensuração dos resultados empíricos, para com isso auxiliar a empresa a se tornar mais competitiva, agregando valor ao cliente através de processos enxutos [6].

O diagnóstico do sistema *Lean* mostrará o grau de maturidade do método e o grau de entendimento por parte da organização. Uma revisão dos modelos de maturidade *Lean Manufacturing* revelará os pontos fortes, os quais devem ser monitorados e, se possível, melhorados.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

A. *Lean Manufacturing*

O pensamento *Lean Manufacturing* está consolidado há três décadas, e, por consequência, está fortemente estabelecido na engenharia de produção, tendo forte atividade de pesquisa e desenvolvimento em áreas como gestão e administração [8]. Este método está centralizado em práticas de produção paralelas a sistemas de qualidade, conforme a demanda do mercado e visando o desperdício zero [9]. O sucesso de implementação e desenvolvimento só será possível com uma liderança fortificada, e, para atrair a atenção de forma crescente dos funcionários, a organização deve implementar iniciativas de melhorias contínuas [10].

Baseando-se nesse contexto, tudo aquilo que não agrega valor pode ser mapeado utilizando a ferramenta *Value Stream Mapping* (VSM), a qual permite identificar os pontos cruciais em relação a desperdícios, e, assim, elaborar planos de contenção [11].

Para que a aplicação do *Lean Manufacturing* ocorra de forma síncrona, todos os departamentos devem seguir uma coordenação, e o entendimento do sistema deve ser conduzido de forma coerente pelo nível hierárquico mais alto [12]. Em outras palavras, o tamanho da organização pode influenciar a aplicação do *Lean Manufacturing*: em empresas de grande porte pode haver resistência à implementação de ferramentas de manufatura devido à dificuldade de entendimento por parte de alguns líderes, e no caso de pequenas empresas, a escassez de mão-de-obra simpática ao desenvolvimento de novas estratégias e conceitos tem potencial para afetar o desenvolvimento de algumas ferramentas *Lean* [9].

A construção e o entendimento do *Lean Manufacturing* podem ser observados de forma gráfica através da “casa *Lean*”. Tal analogia com uma construção permite observar a lógica do pensamento de maneira macro, mostrando que a “fundação da casa” é formada através do estudo dos critérios bases, seguida pelos “pilares” de sustentação do processo, que favorecem o equilíbrio do método, como apresentado na Figura 1 [13]. A falha no entendimento pode ocorrer na implementação *Lean* devido à variedade do produto fornecido em relação ao fluxo de valor [14].

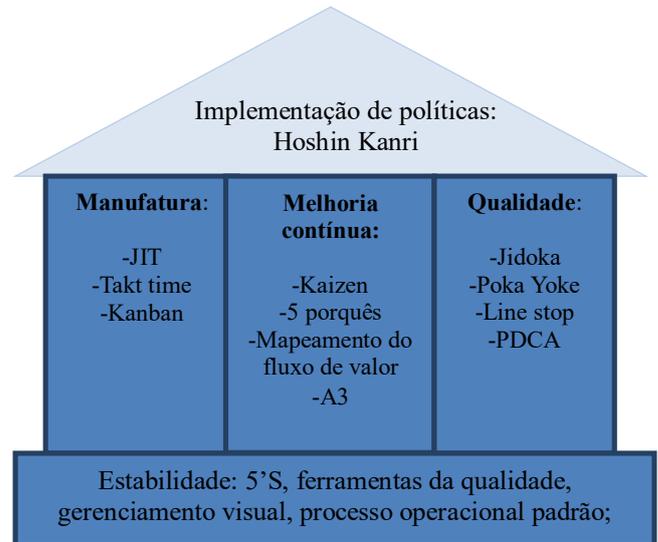


Fig. 1: Casa *Lean* [12].

Se faz claro que não existe uma “receita universal” para a implementação do sistema *Lean Manufacturing*, e por isso é importante ressaltar que processos não claros e/ou falhos causam transtornos e resultados opostos ao desejado, gerando não só desconfiança e desconforto entre os colaboradores, mas também o desvio de investimentos em áreas fundamentais para o bom andamento do método a ser aplicado em detrimento de áreas menos ou pouco importantes no contexto da organização naquele momento [15]. O caminho para executar o sistema *Lean* se divide, basicamente, em elaboração, projeto e implementação. No entanto, apesar do sistema apresentar um roteiro a ser seguido, este deve ser adaptado às necessidades da organização sob risco de sofrimento de revezes durante o processo que podem acabar em prejuízos à empresa, no momento da ação ou mesmo futuramente [16], [17]. Alguns autores, posteriormente citados nesse artigo, sugerem que as ferramentas e suas práticas podem ser trabalhadas por departamentos [18].

B. Princípios e métodos *Lean Manufacturing*

O *Lean Manufacturing* traz consigo princípios, apresentados na Figura 2, que devem ser desenvolvidos para que se atinja a maturidade [19]. Ao trabalhar com os princípios *Lean* deve se ser atualizado e reciclado constantemente, de modo que não caia na inércia. Para tanto, são necessários uma equipe treinada, o uso de ferramentas, como *kaizen*, que deem suporte à resolução de problemas cotidianos, e líderes aptos capazes de criar um clima agradável, favorável e produtivo [20].

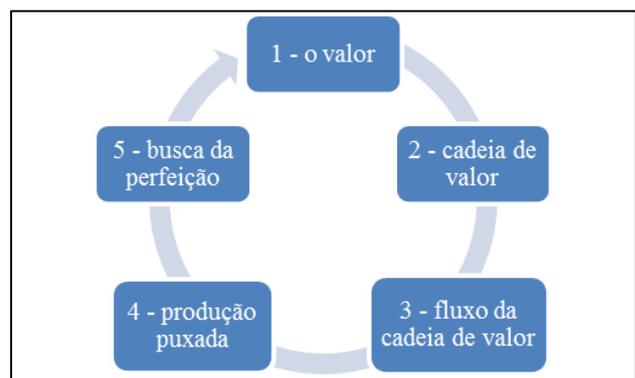


Fig. 2: Princípios *Lean* [19].

Devido à desconfiança sobre os métodos quantitativos nos processos industriais, o *Lean* nasce em meio às turbulências do crescimento industrial automobilístico [21]. Com base no Sistema Toyota de Produção (STP) e seus pensadores Taiichi Ohno e Sakichi Toyoda, fundador da *Toyota Company*, tem como origem a base cultural japonesa, visando à produção em larga escala e a soluções de problemas [22].

Apesar do receio de que ineficiência e desperdício fossem atrelados ao sistema *Lean*, mediante as exposições propostas de redução de custos, foram obtidos avanços significativos através da sua implementação, atribuídos a certos fundamentos consolidados, apresentados no Quadro 1 [23].

Para a compreensão adequada dos princípios e sua interpretação se faz necessário desmembrá-los e adequá-los à realidade da organização, levando em conta fatores como localização, aspectos culturais, ramo de atividade e tamanho.

Método	Direcionamento	Fundamentos
Lean	Jidoka	Stop line
		5 porquês
	Just in time	Takt time
		Kanban
Melhoria contínua	Kaizen	
Pessoas	Trabalho em equipe	

Quadro 1: Fundamentos *Lean* [o autor].

Desse modo, apresenta-se uma abordagem de algumas das ferramentas utilizadas.

- 1) O *Just-in-time* (JIT) aborda a redução do tempo desde o início do processo produtivo de manufatura até a realização da entrega, ou seja, retrata a busca por volume sem desperdício de tempo [24]. O cliente apresenta sua necessidade de recebimento, e o fabricante trabalha conforme essa demanda e com um estoque mínimo para minimizar os impactos das oscilações nos pedidos [25]. O uso de métodos como inventários pode auxiliar no sucesso do JIT [26];
- 2) Troca Rápida é o nome dado para técnicas utilizadas para realizar paradas no processo produtivo para a troca de subprocessos ou métodos sem afetar o rendimento da produtividade [27]. O método, quando bem aplicado, promove uma resposta adequada quanto ao rendimento do colaborador, evitando atrasos e sobrecarga do mesmo [28]. Em alguns casos especiais, como trocas de gabaritos, deve-se atentar a questões de eficiência produtiva, e o controle de produção favorece um *setup* com um tempo adequado abaixo de dois dígitos e sem desperdícios [29]. A figura 3 ilustra o momento em que ocorre a troca “A” após a parada da produção do produto 1 com alteração e observação do tempo “B” na retomada com o produto 2 [30];

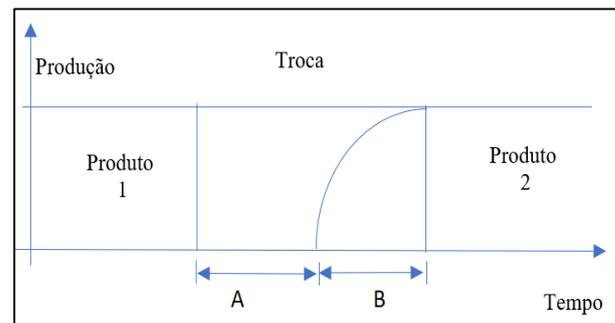


Fig. 3: gráfico da troca rápida [30].

- 3) Os 5 sentidos (5'S) é uma das ferramentas que organiza e facilita a colaboração entre as áreas envolvidas. O 5'S, quando bem aplicado, propicia a visão do todo e torna-o mais eficiente e seguro [28]. O método é aplicado por 5 processos japoneses: *Seiri* (Arrumar), *Seiton* (Ordenar), *Seiso* (Limpar), *Seikso* (Padronizar) e *Shitsuke* (Disciplina) [31]. Neste item, é importante ressaltar sua forte ligação ao aspecto cultural, ou seja, depende muito da organização e das pessoas diretamente envolvidas e menos da formulação para implementação [32];
- 4) O *Poka Yoke*, desenvolvido em 1961 pela *Toyota Motor Company*, tem como objetivo detectar falhas nos processos finais, seguindo a regra de 100% dos produtos revisados e de coleta de dados de qualidade [33]. Essa ferramenta facilita a inspeção autônoma, muitas vezes pelo próprio operador, podendo identificar problemas de forma precoce e atuar na causa raiz de forma mais eficiente [27]. Ele favorece a redução de tempo de revisão e monitoramento, já que acusará automaticamente discrepâncias entre o que é projetado e o que é realizado [34];
- 5) A Gestão de qualidade total (*Total Quality Management* – TQM) busca a melhoria contínua dos processos, abrangendo também pessoas, cliente satisfeito, *Key Performance Indicators* – KPIs, de forma concisa e harmônica, de modo que as resoluções de problemas sejam rotineiras e sempre alcançadas [35]. Ferramentas como a *Lean Six Sigma* auxiliam nesse processo de TQM, melhorando a competitividade da empresa [36], levando à redução de custos e promovendo novas estratégias [37].

C. A importância de modelos de maturidade

A importância dos processos *Lean Manufacturing* e das pesquisas a seu respeito fez com que eles alcançassem outros setores, como construção civil, logística, escritórios, área hospitalar e outros, o que mostra a necessidade de um nivelamento dos conceitos aplicados devido à sua abrangência [38]. As organizações sabem que precisam desenvolver-se mediante *feedbacks*, porém estes não trazem indicadores de onde essa mudança deve ser realizada para ser realmente eficiente. No entanto, com uma análise da maturidade de seus processos, pode-se detectar o foco adequado a ser trabalhado [39]. O entendimento da maturidade se concretiza quando as ferramentas são bem definidas, documentadas e claras, e a imaturidade se manifesta através de improvisações, subjetividades e falta de entendimento dos processos [40].

Ao longo do desenvolvimento dos processos *Lean Manufacturing* surgiu a necessidade de melhorias e da mensuração das mesmas [41]. Desse modo, modelos de

avaliação da maturidade foram desenvolvidos para tanto, com foco especial na medição dos processos como um todo [42]. Os modelos de maturidade podem ser divididos em micro e macro, este último visando à implementação dos processos, baseando-se em teorias e conceitos, na técnica das operações, e apresentando maior eficácia sobre as falhas na implementação do sistema [43].

Faz-se necessário esclarecer que, a exemplo do Sistema Toyota de Produção – STP, as ferramentas *Lean* por si só não revelam o nível de maturidade do sistema. Processos como melhoria contínua e defeito zero sempre estarão elevando seus indicadores, o que pode causar confusão na visualização adequada do cenário ideal para realização de nivelamento [44]. O uso de métricas é de extrema importância, pois revela o entendimento do que a organização busca e o que ela obtém através de suas práticas, processo que pode ser observado através da eficiência operacional ou pelo Mapeamento do Fluxo de Valor [45]. O tema abrange campo vasto de estudo, e carece de entendimento aprofundado sobre um modelo prático de avaliação por parte das pessoas envolvidas [46].

A literatura apresenta estudos com várias ramificações sobre as diferentes ferramentas que podem ser utilizadas de acordo com o processo produtivo da organização e de como implementar a medição dos resultados do método *Lean* mais adequado à cultura da empresa [47]. O interesse da organização na implementação das ferramentas *Lean Manufacturing* é a coerência entre método e as necessidades reais da empresa, tendo como foco a agregação de valor ao produto e a redução dos custos [48].

Pesquisadores na área de manufatura afirmam que organizações que focam na estratégia de sua organização através de um ciclo de definição, planejamento, avaliação, gerenciamento e controle têm maiores chances de sucesso e nivelamento da maturidade *Lean* [49]. Para que haja um entendimento adequado da importância da medição da maturidade, deve-se fazer uma relação entre os diagnósticos apresentados e a estrutura dos mesmos, como mostra o Quadro 2 [50].

AUTOR / MODELO	ESTRUTURA
Shingo Prize (2011)	Onze ferramentas
Kobayashi (1988)	Vinte ferramentas
LEM – <i>Lean Enterprise Model</i>	Seis princípios
SAE J4000 e J4001	Cinquenta e duas ferramentas
Soriano-Meier e Forrester (2002)	Treze princípios
Fernandes, Godinho Filho e Dias (2005)	Doze princípios
<i>Benchmarking enxuto</i>	Quatro princípios
<i>Lean Assessment</i>	Variável (à necessidade do cliente)
ADPE - Avaliação de Desempenho de Práticas da Produção Enxuta	Oito princípios

Quadro 2: Relação entre autor e/ou diagnóstico e sua estrutura de avaliação [51].

O uso de conceitos estatísticos auxilia em uma abordagem de avaliação do sistema. O método lógico *fuzzy*, por exemplo, torna mais objetivo o entendimento do *Lean* na organização, faz uso da estocástica para análise gráfica dos processos e potencializa o entendimento da empresa sobre sua própria saúde organizacional [51]. Ressalta-se a importância da implementação contínua, ou seja, através de auditorias do *Lean Manufacturing* na maturidade aplicada, de forma a garantir a confiabilidade dos resultados e planejamento eficiente e relevante de melhorias futuras [52].

A implementação de análises é crucial para o entendimento dos processos, podendo ocorrer preferencialmente com o auxílio de consultores especializados na área, já que falhas neste processo podem resultar em superficialidade dos processos *Lean*, acarretando em distorções e gerando dados não confiáveis [18]. A equipe de análise da maturidade deve sempre prezar por: entendimento dos prazos a serem avaliados; comprometimento; clareza nos itens avaliados; integralidade; e *feedback* [44].

A necessidade de eficiência e compreensão clara no processo de equiparação de resultados trouxe o desenvolvimento do método *Capability Maturity Model Integrated* – CMMI. Este é dividido em cinco níveis, cada um deles contendo diferentes oportunidades de avanço, sendo eles: inicial; gerenciamento; definição; gerenciamento quantitativo; otimização [54]; Para atingir novos níveis de otimização se faz necessário mitigar barreiras, mudar a cultura empresarial, envolver toda a equipe em todos os níveis hierárquicos e desenvolver inovações, que podem ser tecnológicas [55]. O diagnóstico do método resulta em eficiência dos recursos e aumento da participação dos funcionários de acordo com sua confiança no método [15].

Os níveis de maturidade mudam de acordo com o foco do autor, mas todos consentem que a escala aumenta conforme o entendimento da organização cresce, e que só há avanço quando houverem respostas satisfatórias em todas as etapas anteriores [51]. Para uma organização ser considerada enxuta, as etapas devem ser seguidas de forma metódica [56]. Como exemplo desses níveis, para o artigo proposto, apresentam-se no Quadro 3 alguns modelos aplicados [57].

Autor / Modelo	Níveis de maturidade
Lyonnet (2010)	Nível 1: Inexistente Nível 2: Existente Nível 3: Método Nível 4: Sistemático Nível 5: Exemplar
<i>Lean Construction Maturity Model</i> (LCMM)	Nível 1: Incerto Nível 2: Despertando Nível 3: Sistemático Nível 4: Integrado Nível 5: Desafiador
<i>Lean and Green Maturity Model</i>	Nível 1: Inicial Nível 2: Gerenciado Nível 3: Definido Nível 4: Gerenciado quantitativo Nível 5: Otimização
Maasouman e Demirli (2016)	Nível 1: Entendimento Nível 2: Implementação Nível 3: Melhoria Nível 4: Sustentação

Quadro 3: Níveis de maturidade [57].

O trabalho de recursos humanos é fundamental para o sucesso, pois lida com o indicador que trata do entendimento de cada processo avaliado por parte do operador. A mera disponibilização das ferramentas *Lean* não garante o sucesso no diagnóstico da maturidade, é necessário que o colaborador receba orientações sobre as ferramentas disponibilizadas e sua aplicação, bem como da importância desta aplicação para o todo [58]. Desse modo, os *Key Performance Indicators* – KPIs podem sofrer alterações para adaptarem-se ao processo organizacional, tendo em vista os objetivos individuais de cada organização: por exemplo, uma empresa de tecnologia terá um nivelamento diferente de uma organização prestadora de serviços [5].

As ferramentas escolhidas devem ter conexão direta não apenas com a organização a ser analisada, mas também com o modelo escolhido de diagnóstico. É preciso que sejam usados indicadores que suportem a estratégia escolhida pela administração da empresa [59]. Existem semelhanças entre as ferramentas escolhidas e mencionadas por cada autor, apresentadas no Quadro 4, o que não apenas facilita a interpretação das próprias ferramentas e de seus resultados, mas também valida a base pesquisada e expressa sua coerência [60].

Ferramenta	Autor
Redução de desperdícios	Christer Karlsson e Pär Ahström (1996); Soriano-Meier H, Forrester PL (2002)
Melhoria contínua / Desenvolvimento do fornecedor / Lead time / Padronização	Christer Karlsson e Pär Ahström (1996), Soriano-Meier H, Forrester PL (2002), Alireza Anvari, Norzima Zulkifli (2011), Fullerton, R. R., Kennedy, F. A., Widener, S. K (2014)
Zero defeitos	Christer Karlsson e Pär Ahström (1996), Soriano-Meier H, Forrester PL (2002), Alireza Anvari, Norzima Zulkifli (2011)
JIT / Produção puxada	Christer Karlsson e Pär Ahström (1996), Soriano-Meier H, Forrester PL (2002), Alireza Anvari, Norzima Zulkifli (2011)
Redução do tempo de <i>setup</i> / Manutenção produtiva	Rachna Shah e Peter T. Ward (2007), Fullerton, R. R.; Kennedy, F. A.; Widener, S. K (2014)
5 S's	Fullerton, R. R.; Kennedy, F. A.; Widener, S. K (2014)
<i>Kaizen</i>	Fullerton, R. R.; Kennedy, F. A.; Widener, S. K (2014)

Quadro 4: Ferramentas *Lean* [61].

Por outro lado, destacam-se os fatores que sinalizam organizações que optam não apenas pelo *Lean*

Manufacturing, mas também pelo controle cíclico de seus processos. Dentre tais fatores, autores destacam: compromisso e capacidade de liderança; cultura organizacional voltada a processos enxutos; menor tendência à resistência; pós-vendas altamente qualificado; clareza e dinamismo nos resultados operacionais; e trabalho em equipe [12]. A dinâmica de cada organização está em constante mudança, e às vezes não se consegue acompanhar as necessidades da estratégia da empresa, tornando o diagnóstico um desafio [52].

III. MÉTODO

Para o alcançar o objetivo deste estudo se faz necessária a identificação, através da literatura, de um modelo conceitual de maturidade aplicado à célula de manufatura e a testagem deste modelo por meio do diagnóstico de uma empresa. Dessa forma, é possível mensurar a maturidade da organização em questão para posterior desenvolvimento de habilidades *Lean* que estejam dentro do processo analisado.

O uso das ferramentas *Lean* foi avaliado para o entendimento do cenário real de maturidade da empresa investigada, bem como para o reconhecimento das limitações da organização.

Um questionário elaborado baseando-se na literatura *Lean* será aplicado aos responsáveis pelas áreas pertinentes da célula de manufatura, permitindo uma resposta resumida no fechamento do questionário. Os dados obtidos e detalhados serão analisados para obter um diagnóstico que seja o mais completo possível em relação ao nivelamento da maturidade *Lean*.

Para alcançar o objetivo deste artigo, a metodologia está estruturada nas seguintes etapas:

- etapa 1: identificação na literatura do modelo de maturidade mais adequado para o diagnóstico de uma célula de manufatura;
- etapa 2: definição e caracterização do objeto de estudo;
- etapa 3: realização do diagnóstico e síntese dos resultados;
- etapa 4: proposição de melhorias.

IV. RESULTADOS

A análise dos resultados se dará em três partes: o modelo de maturidade escolhido; o objeto de estudo; e o diagnóstico e as melhorias sugeridas nas etapas atingidas nesse processo.

A. Modelo de maturidade

Após a realização de pesquisa bibliográfica, apresentada neste artigo, chegou-se à conclusão de que o método mais adequado de diagnóstico se baseia em quatro níveis de maturidade [3], permitindo obter um modelo que trabalhe com os objetivos que direcionam continuamente os esforços da organização [5, 67]. O método abordado atua de forma direta na célula de manufatura, buscando entender a dinâmica de atuação da organização na área trabalhada [5].

Ao desenvolver o método, a busca por equilíbrio entre princípios investigados é fator de estabilidade nas estratégias da organização, e, para isso, uma descrição de cada fator estudado pode auxiliar na percepção dos resultados alcançados. O modelo tratado proporcionou interação entre as partes interessadas, facilitando a estruturação da pesquisa aplicada e o resultado obtido por cada ferramenta. O Quadro 5 mostra a relação entre cada fator medido com as ferramentas aplicadas.

Fator	Abordagem
Pessoas	-Taxa de absenteísmo e suas estratégias de contenção; -Habilidades multifuncionais dos colaboradores e controle da organização sobre os treinamentos operacionais;
Gestão das instalações	-Disposição de máquinas e bancadas e recursos para funcionamento adequado de manufatura; - 5 sensores;
Manutenção	-Investigação sobre ciclos de operações e manutenção preventiva;
Premissas de trabalho	-Bem-estar dos colaboradores, garantindo segurança, meio ambiente e ergonomia;
Processos	-Operações voltadas à redução de custos e ao aumento de valor ao cliente;
Qualidade	-Realização da operação com maior eficiência pela primeira vez;
JIT	-Entrega do produto solicitado pelo cliente; -Produção puxada;
Líderes	-Conhecimento pelos gestores sobre os processos Lean; -Condução rumo a resultados operacionais.

Quadro 5: Eixo de maturidade *Lean* [o autor].

As operações realizadas são baseadas nos indicadores das ferramentas *Lean* e suas práticas. O método atribui um questionário apresentado no Apêndice 1 deste artigo com uma escala de 0 a 10, onde o menor valor representa que o indicador avaliado é “não aplicado/há conhecimento” e o maior valor aplicado representa “otimização”.

B. Objeto de estudo

A organização diagnosticada fica na cidade de Caxias do Sul, e atua no segmento de cilindros hidráulicos para o ramo agrícola, implementos rodoviários, florestais e outros.

Dentre as operações de manufatura, a célula escolhida é a de solda, que se destaca por ser uma das etapas com maior número de processos manuais, favorecendo uma análise mais crítica e capaz de gerar volume mais rico de dados para se trabalhar.

O fluxograma da Figura 4 mostra o caminho percorrido pelo produto desde o recebimento, seguido pela montagem, a solda do cilindro e sua liberação.

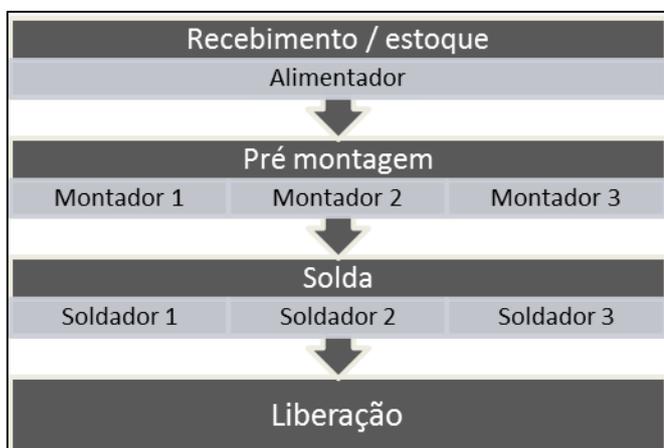


Fig. 4: Processo percorrido pelo produto [o autor].

A célula de manufatura atua em dois turnos e com um mix de produtos variados. Somados os dois turnos, o setor conta com dois alimentadores de linha, seis montadores e seis soldadores. Cada montador receberá um volume adequado para a produção do turno e distribuirá respectivamente a cada soldador, de modo que ao fim do dia produtivo a soma dos turnos alcance os resultados projetados.

C. Diagnóstico e proposição de melhorias

Para realizar o diagnóstico, um questionário foi aplicado, abordando os oito princípios do modelo escolhido. A entrevista ocorreu com o gestor da área em um local adequado, de modo que não sofresse interrupções.

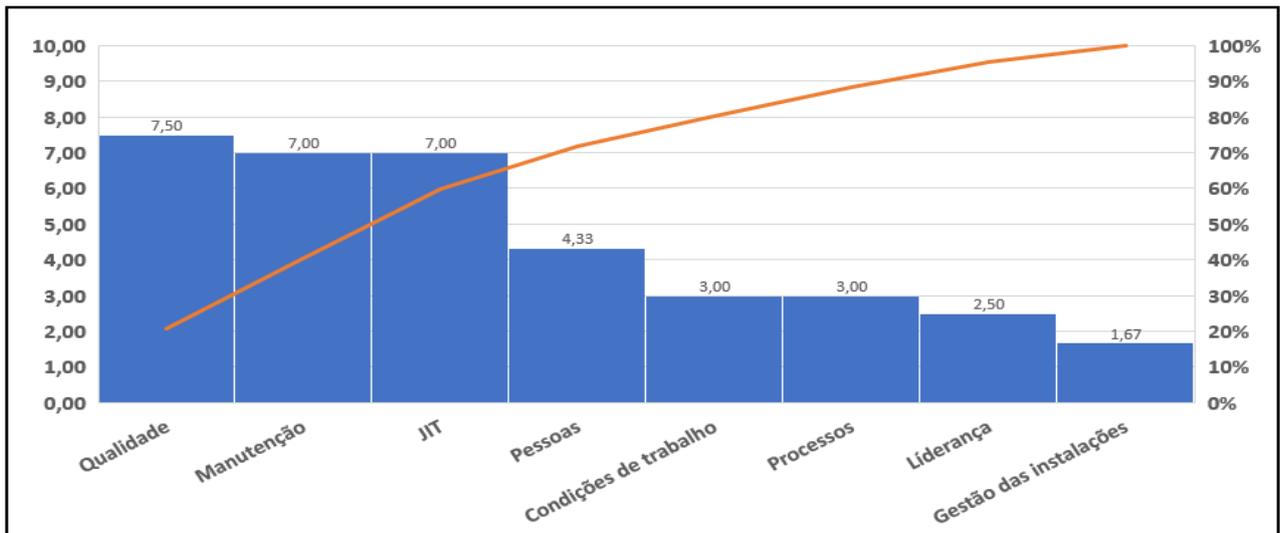
Com base no modelo de maturidade escolhido, os fatores foram dispostos de maneira lógica. Todas as perguntas foram baseadas na premissa do uso das ferramentas *Lean* e seus indicadores, acompanhados de forma cíclica. Através da média das notas de todos os princípios pode-se entender o nível de maturidade de cada parâmetro diagnosticado.

De modo a evitar uma interpretação potencialmente errônea dos dados, utilizou-se o resultado mais baixo de cada questionamento. Tome-se como exemplo as ferramentas abordadas em “Gestão das instalações e Layout”, onde 5’S e Layout apresentariam valores de 7,0 e 1,67, respectivamente. A média dos dois valores seria de 4,3, valor que poderia ser considerado aceitável, e, portanto, receber menos atenção do setor de qualidade. Usaremos então, nesse caso, como forma de garantir a atenção adequada, o valor 1,67, valendo-se da premissa de que as mesmas ferramentas estavam sob o mesmo princípio, como mostra o Gráfico 1.

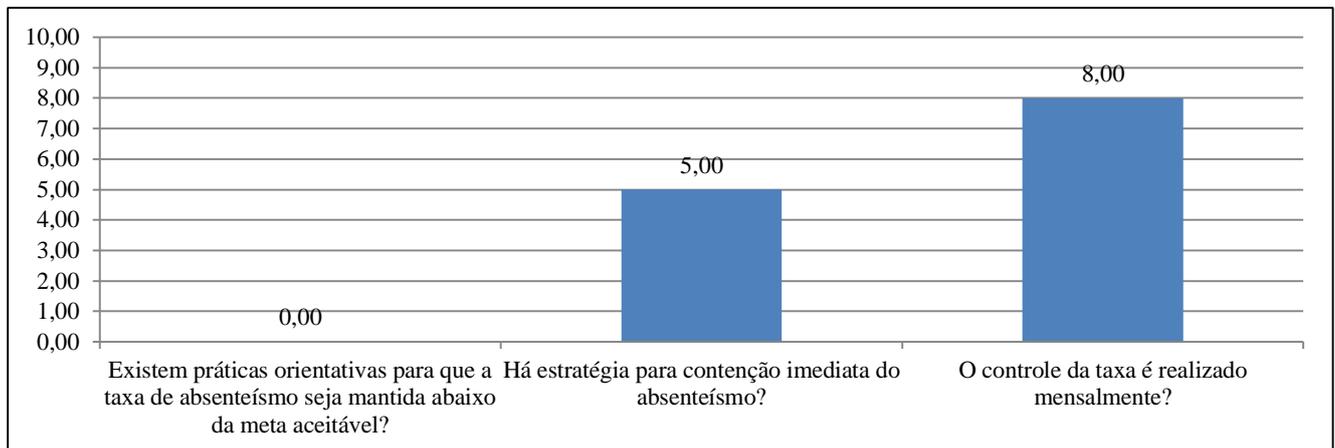
Ao aplicarmos o conceito de Pareto aos dados do Gráfico 1 destacam-se os eixos “Pessoas”, “Premissas de trabalho”, “Gestão das instalações e layout” e “Líderes”. É facilmente observável que é necessária uma estratégia voltada primariamente a estes eixos, de modo que a pontuação baixa possa aumentar, juntamente com a qualidade geral do setor. Cada eixo foi avaliado com as ferramentas voltadas à realidade do método *Lean* conforme o estudo proposto, e, a exemplo de avaliação de qual item deve ser trabalhado, pode-se observar o princípio “Pessoas”: nele, duas ferramentas são aplicadas para a geração do seu valor respectivo, neste caso, Absenteísmo e Multifuncionais. Estas possuem categorias internas, que geram pontuações que, juntas, por sua vez geram o valor deste pilar específico, conforme os Gráficos 2 e 3.

Para obter-se um resultado confiável do grau de maturidade faz-se necessário ter clareza na aplicação das ferramentas ao realizar o diagnóstico. Se acaso for detectado que alguma ferramenta é desconhecida da organização (mas, talvez, utilizada), é fundamental o esclarecimento das dúvidas que surgirem para que não sejam coletadas respostas falhas ou subentendidas.

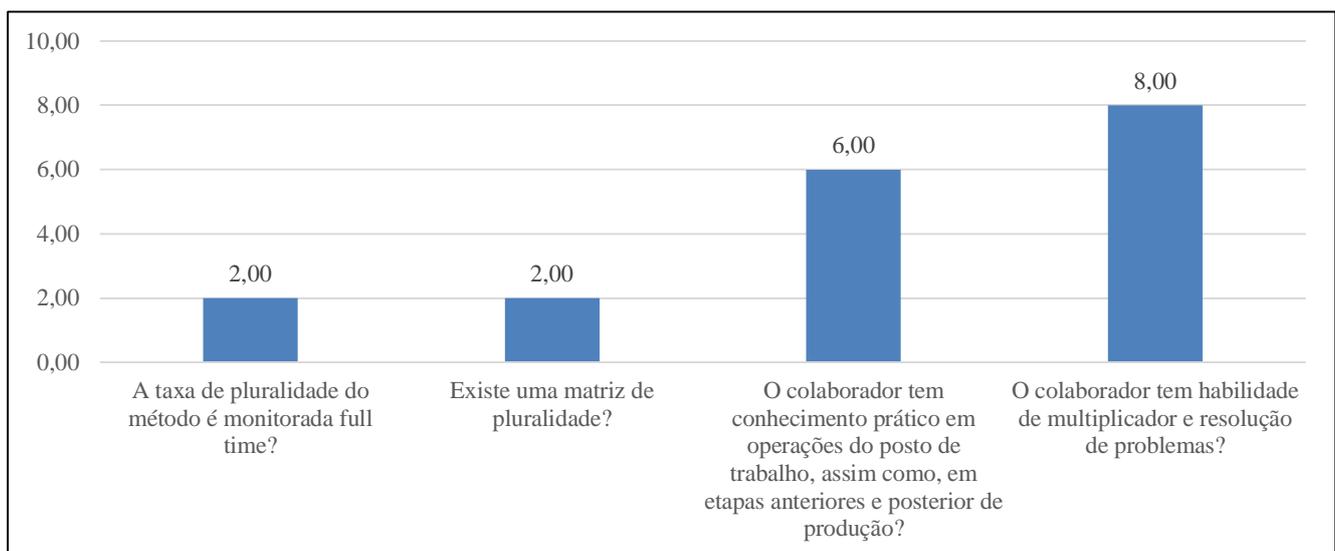
O grau de maturidade da célula em questão como um todo é a média aritmética simples das notas obtidas em todos os oito parâmetros. No caso do estudo em questão, o valor obtido foi de 4,58, e a Figura 5 apresenta a categoria na qual a organização se encontra com este resultado.



Gráf. 1: Princípios *Lean*.



Gráf. 2: avaliação da ferramenta Absenteísmo



Gráf. 3: avaliação da ferramenta Multifuncionalidades

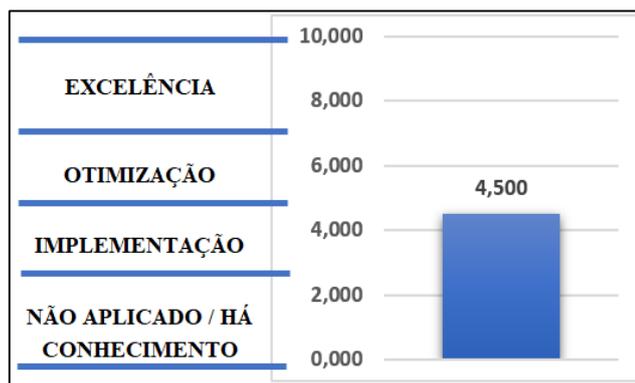


Fig. 5: grau de maturidade

O resultado do grau de maturidade é o principal indicador a ser trabalhado, já que traduz a situação real dos princípios avaliados. O grau obtido reflete a variação entre os resultados individuais de cada princípio, mostrando as oportunidades de melhorias nas ferramentas trabalhadas para alcançar um aumento do nível de maturidade.

Ao entendermos a importância deste resultado conseguimos olhar de forma mais crítica para as ferramentas *Lean* e investigar de forma mais coerente os impactos e os pontos a serem tratados. Tomando como exemplo o Gráfico 2, os resultados permitem que a empresa perceba a importância de analisar suas estratégias para que o número de faltas diminua. Esse é um exemplo destacado do diagnóstico aplicado, cujo resultado contribui para o entendimento do nível de implementação da maturidade *Lean*.

O gestor responsável esclarece que não há orientação ou tratativa almejando que ocorrências desse tipo não se repitam. A gestão reconhece a necessidade de se utilizar o indicador para atuar de forma mais precisa, e salienta que medidas administrativas podem ser meios utilizados para a contenção em curto prazo, de modo que o indicador mantenha-se dentro do aceitável, bem como reconhece a inexistência de práticas orientativas que poderiam facilitar e agregar aos resultados.

Sendo assim, um item a ser avaliado, de tal modo que sejam realizados ajustes na estratégia da organização, são os itens que apresentam baixa aderência. As ferramentas *Lean* atingem um grau de maturidade elevado quando as práticas vêm acompanhadas de orientação, treinamento e reciclagem.

O princípio “Multifuncionais” busca avaliar o nível de conhecimento do colaborador em relação às práticas da célula de manufatura, sem resumir-se apenas a práticas operacionais, mas sim levando em conta o conhecimento dos processos *Lean* que rodeiam seu posto de trabalho, como, por exemplo, 5’S, JIT, *Poka-yoke*, etc. O Gráfico 3 retrata o panorama encontrado nessa área, e mostra como o responsável da área poderá concentrar seus esforços para ser eficiente e obter uma melhora significativa.

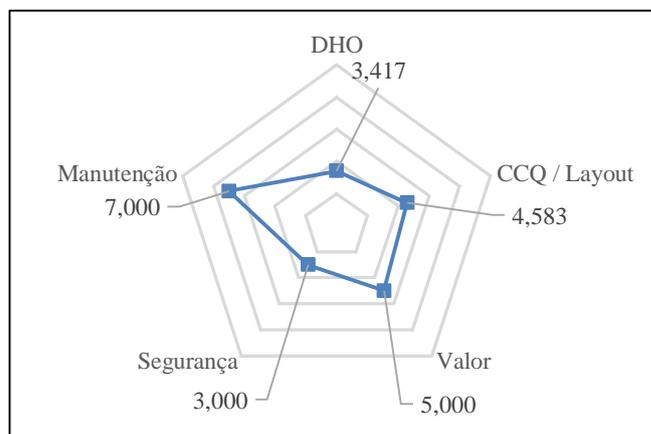
A gestão entende que as ferramentas trabalhadas não exigem mudanças drásticas, e é possível traçar um plano de mudança buscando resultados eficientes de forma estratégica, mantendo os padrões organizacionais de modo a não afetar a dinâmica da organização.

Para um entendimento mais objetivo dos resultados, sugere-se que os princípios sejam adequados aos departamentos da organização, de modo que a gestão possa identificar facilmente os pontos a serem trabalhados e contribuir para uma visão ampla dos processos.

Os seguintes princípios foram reestruturados, conforme os

departamentos da organização: “Pessoas” e “Liderança”, tornando-se “Desenvolvimento Humano e Organizacional” (DHO); “Gestão das instalações e layout” e “Qualidade”, tornando-se “Círculo de Controle e Qualidade (CCQ) e Layout”; “Processos” e “JIT”, tornando-se “Valor”; “Premissas de trabalho” em “Segurança” e “Manutenção”.

Dessa forma, os valores foram recalculados, de acordo com essa nova estrutura, e apresentados no formato de Radar *Lean*, como mostra o Gráfico 4.

Gráf. 4: Radar *Lean*.

O grau de maturidade de 4,50 corresponde ao nível de maturidade de implementação. A execução das ferramentas em fase de amadurecimento coincide com a ascensão da organização, portanto sugere-se um acompanhamento próximo dos processos de modo que seja possível manter ou acelerar o ritmo de crescimento.

V. CONCLUSÕES

O modelo proposto neste trabalho foi desenvolvido para células de manufatura, e obteve-se êxito para o entendimento de processos definidos, assim como no entendimento da necessidade de investir em processos de nivelamento para que seja aplicado, gradualmente, o método *Lean*. Pode-se observar a importância de investigar o grau de maturidade, destacando assim a importância das ferramentas aplicadas no estudo.

As ferramentas abordadas neste modelo ficaram totalmente voltadas às operações da célula de manufatura analisada, e é necessário que se faça uma busca não apenas nas taxas dos indicadores, mas no entendimento dos dados gerados através deles e suas ações no contexto da empresa como um todo. O modelo também buscou entender o nível de entendimento das ferramentas por parte dos gestores e quais as buscas por melhorias contínuas.

A compreensão dessas ferramentas e suas aplicabilidades foram fundamentais para definir os pontos relevantes ao processo de diagnóstico e à identificação de indicadores essenciais para mensurar a célula de manufatura. Desse modo, foi possível obter um resultado mais preciso do grau de maturidade com o uso de ferramentas adequadas ao modelo proposto.

O estudo mostrou a relevância de outros modelos aplicáveis, conforme a realidade da organização na qual a análise será desenvolvida. As ferramentas podem ser adaptadas conforme essa realidade, e, assim, apresentar maior

confiabilidade no diagnóstico do grau de maturidade, levando a melhorias contínuas e eficientes.

O estudo revelou, em concordância com autores da literatura estudada, que só é possível estar em determinado nível após a consolidação eficiente dos indicadores, e que treinamento e reciclagem são fatores de sucesso em todos os princípios abordados [12], [44]. Entende-se como investimento de recursos a especialização da mão-de-obra em operações já realizadas.

O modelo enxuto avaliado, voltado à célula de manufatura de solda, pode ser replicado a outras células, bem como outros setores administrativos que se utilizem de ferramentas *Lean*, podendo levar a um diagnóstico em nível organizacional, sendo assim trabalhado como método de auditoria.

O diagnóstico proporcionou um levantamento e entendimento detalhado de cada princípio durante a aplicação do método. Os dados coletados por cada ferramenta trouxeram compreensão através das análises dos nivelamentos obtidos, e, desse modo, cada área responsável pela célula de manufatura pôde atuar de forma focada em suas tratativas e melhorias.

O questionário presente no Apêndice A, contendo trinta e três perguntas, se mostrou eficiente, já que a investigação buscava entender não apenas o uso das ferramentas, mas também o modo de tratamento dos resultados obtidos. Os dados gerados pelos indicadores foram bem utilizados e facilitaram o entendimento do cenário.

É importante destacar que cada processo deve ser avaliado individualmente por seus setores, de forma que cada área atue de forma concentrada em seus indicadores. Por exemplo, o setor de Gestão de Pessoas pode trabalhar em alternativas que visem melhorar os treinamentos voltados para a área produtiva e às lideranças; os setores de Qualidade podem focar em ferramentas de controle, e assim por diante.

O controle de nivelamento deve ser atribuído a um gerente de projetos, de forma a avaliar os resultados e monitorar de maneira contínua o desenvolvimento, buscando uma elevação constante do grau de maturidade. Uma periodicidade na análise dos resultados, bem como metas bem definidas, são fatores que facilitaram a implementação e o controle dos resultados.

Para pesquisas futuras, abre-se a oportunidade de replicar o mesmo diagnóstico em períodos cíclicos para medir o andamento do grau de maturidade ao longo do tempo e ampliar a coleta de dados. A réplica do método em outras células produtivas, assim como em áreas administrativas, usando conceitos *LeanOffice*, também é recomendada pelos autores. Também seria interessante e relevante a aplicação de outros métodos de análise para comparação de resultados, tornando possível definir qual o melhor para a realidade da empresa em questão.

VI. BIBLIOGRAFIA

- [1] J. Peinado e A. R. Graeml, "A prática da gestão de operações nas organizações", *Rev. Adm. Empres.*, São Paulo, v. 54, n. 5, p. 483-495, out. 2014.
- [2] Angel Martínez Sánchez e Manuela Pérez Pérez, "Lean indicators and manufacturing strategies", *International Journal of Operations & Production Management*, v. 21, n. 11, p. 1433 – 1452, 2001.
- [3] F. D. Nortje e D. R. Snaddon, "The Toyota production System's fundamental nature at selected South African organizations - a learning perspective", *S. Afr. J. Ind. Eng.* [online], v. 24, n.1, pp.68-80, 2013.
- [4] Olga Maria Formigoni Carvalho Walter, Dalvio Ferrari Tubino. "Métodos de avaliação da implantação da manufatura enxuta: uma revisão da literatura e classificação". *Gest. Prod.*, São Carlos, v. 20, n. 1, p. 23-45, mar. 2013.
- [5] M. A. Maasouman e K. Demirli, "Development of a lean maturity model for operational level planning". *Int J Adv Manuf Technol* v. 83, p. 1171–1188, 2016.
- [6] René Abreu-Ledón, Darkys E. Luján-García, Pedro Garrido-Veja e Bernabé Escobar-Pérez, "Um estudo meta-analítico do impacto da Lean Production no desempenho dos negócios," *International Journal of Production Economics*, v. 200, p. 83-102, 2018.
- [7] V. Sharma, A. R. Dixit e M. A. Qadri "Avaliação empírica das relações causais entre critérios enxutos usando o método DEMATEL", *Benchmarking: An International Journal*, v. 23, n. 7, p. 1834-1859, 2016.
- [8] R. A. Khalil e D. J. Stockton, "Predicting the effects of cycle time variability on the efficiency of electronics assembly mixed-model, zero-buffer flow processing lines". *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 23 (12), 1149–1157, 2010.
- [9] R. Shah e P.T. Ward, "Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance", *Journal of operations management*, v. 21, n. 2, p. 129-149, 2003.
- [10] U. Dombrowski e T. Mielke. "Lean Leadership fundamental principles and their application". *Procedia CIRP*, n. 7, p. 569 – 574, 2013.
- [11] A. L. Helleno, A. J. I. de Moraes e A. T. Simon, "Integrating sustainability indicators and Lean Manufacturing to assess manufacturing processes: Application case studies in Brazilian industry", *Journal of Cleaner Production*, v. 153, p. 405-416, 2017.
- [12] M. Alefari, K. Salonitis e Y. Xu, "The Role of Leadership in Implementing Lean Manufacturing", *Procedia CIRP*, v. 63, p. 756-761, 2017.
- [13] D. T. Jones, e J. Womack, "Lean thinking: Banish Waste and Create Wealth in your company", *Simon & Schuster*, 1996.
- [14] V. Sharma, A. R. Dixit e M. A. Qadri, "Avaliação empírica das relações causais entre critérios enxutos usando o método DEMATEL", *Benchmarking: An International Journal*, v. 23 n. 7, pp. 1834-1859, 2016.
- [15] J.H. Marvel e C. R. Standridge, "A simulated-enhanced lean design process", *J Ind Eng Manag*, v. 2, n. 1, p. 90-113, 2009.
- [16] A. Anvari, N. Zulkifli, R. M. Yusuff, S. M. H. Hojjat e Y. Ismail, "A proposed dynamic model for a lean roadmap", *African Journal of Business Management*; v. 5, n. 16, p. 6727-6737, 2011.
- [17] C. Wright, "Lean manufacturing implementation: A 20-step road map", *Reliable Plant*, 2015..
- [18] K. Salonitis, e C. Tsinopoulos, "Drivers and Barriers of Lean Implementation in the Greek Manufacturing Sector", *Procedia CIRP*, n. 57, p. 189–194, 2016..
- [19] J. C. Toledo, R. V. D. Gonzalez, F. L. Lizarelli e R. A. Pelegrino, "Desenvolvimento do sistema de produção enxuta através de práticas de liderança", *Decisão de Gestão*, v. 57 n. 5, pp. 1184-1203, 2019.
- [20] A. Chiarini, C. Baccarani, e V. Mascherpa, "Lean production, Toyota Production System and Kaizen philosophy: A conceptual analysis from the perspective of Zen Buddhism", *The TQM Journal*, v. 30 n. 4, p. 425-438, 2018.
- [21] S. Gupta, M. Sharma, e M. V. Sunder, "Lean services: a systematic review", *International Journal of Productivity and Performance Management*, v. 65 n. 8, p. 1025-1056, 2016.
- [22] D. Samuel, P. Found, e S. J. Williams, "How did the publication of the book *The Machine That Changed The World* change management thinking? Exploring 25 years of lean literature", *International Journal of Operations & Production Management*, v. 35, n. 10, p. 1386-1407, 2015.
- [23] Jorge Viteri Moya, Edison Matute Déleg, Cristina Viteri Sánchez, e Nadya Rivera Vásquez, "Implementation of lean manufacturing in a food enterprise", *Enfoque UTE*, v. 7, n. 1, p. 1-12, 2016.
- [24] Phan Anh e Yoshiki Matsui, "Comparative study on the relationship between just-in-time production practices and operational performance in manufacturing plants", *Operations Management Research*, v.3, n. 3-4, p.184-198, 2010.
- [25] A. Brintrup, D. Ranasinghe e D. Mcfarlane, "RFID opportunity analysis for leaner manufacturing", *International Journal of Production Research*, [s.l.], v. 48, n.9, p. 2745-2764, 2010.
- [26] S. Shingo, "A Revolution in Manufacturing: The SMED System", *New York: Productivity Press*, 1985.
- [27] S. R. Devadasan, M. V. Sivakumar, R. Murugesu, e P. R. Shalji, "Lean and Agile Manufacturing Theoretical, Practical and Research Futures", *New Delhi: PHI Learning*, 2012.

- [28] M. A. Carrizo e S. P. G. Campos, S.P.G. "Single minute exchange of die: a case study implementation", *Journal of Technology Management and Innovation*, v. 6, n. 1, p. 129-146, 2011.
- [29] R. McIntosh, "The Impact of Innovative Design on Fast Tool Change Methodologies", Tese de Doutorado, *Universidade de Bath, Inglaterra*, 1998.
- [30] Hiroyuki Hirano, "5S na prática". *São Paulo: Imam*, 2004.
- [31] João Martins de Silva, "O ambiente da qualidade na prática - 5S". 3. ed. *Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni*, 2017. 279 p.
- [32] P. Ghinato, "Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente Just-in-time", *Caxias do Sul: EDUCS*, 1996.
- [33] T. A. Saurin, G. A. Marodin e J. L. D. Ribeiro, "A framework for assessing the use of lean production practices in manufacturing cells", *International Journal of Production Research*, v. 49, n. 11, p. 3211-3230, 2011.
- [34] R. Shah, P. T. Ward, "Defining and developing measures of lean production", *Journal of Operations Management*, v. 25, n. 4, p. 785-805, 2007.
- [35] M. C. Lee e T. Chang, "Developing a lean design for six sigma through supply chain methodology", *International Journal of Productivity and Quality Management*, p. 407-434, 2010.
- [36] B. S. Sahay, V. Sharma, e G. D. Sardana, "Supply chain management practices of indian automobile industry", *International Journal of Information Systems and Supply Chain Management*, v. 4, n. 3, p. 60-78, 2011.
- [37] P. Aveni, P. Ball, e T. Baines, "Towards the Strategic adoption of Lean in aviation Maintenance Repair and Overhaul (MRO): Um estudo empírico sobre o status Lean do setor", *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 27, n. 1, p. 38-61, 2016.
- [38] J. P. Womack, D. T. Jones, "A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza", *Rio de Janeiro: Campus*, 2004.
- [39] M. Hammer, "The Process Audit: A new framework, as comprehensive as it is easy to apply, is helping companies plan and execute process-based transformations". *Harvard Business Review*, 2007.
- [40] R. V. Santos, "Desenvolvimento de um mecanismo para medir impacto da aplicação do seis sigma na maturidade do processo de fabricação". Dissert. de mestrado *Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UFPR, Paraná*, 2011.
- [41] J. P. Womack, D. T. Jones e D. Roos, "The Machine That Changed the World", *s.l.:Harper Perennial*, 1991.
- [42] LAI-MIT, "Lean Enterprise Self-Assessment Tool - Facilitator's Guide". *s.l.:Massachusetts Institute of Technology*, 2001.
- [43] A. Anvari, N. Zulkifli, R. Mohd Yusuff, "A dynamic modeling to measure lean performance within lean attributes". *Int J Adv Manuf Technol* v. 66, n. 5-8, p. 663-677, 2012.
- [44] H. Soriano-Meier, e P. Forrester, "A model for evaluating the degree of leanness of manufacturing firms". *Integrated Manufacturing System*, v. 13, n. 2, p. 104-110, 2002.
- [45] A. Karim e K. A. Uz-Zaman, "A methodology for effective implementation of lean strategies and its performance evaluation in manufacturing organizations" *Business Process Management Journal*, p. 169 - 196, 2013.
- [46] E. S. M. Teixeira e J. M. Melim, "Proposta de Cálculo de Graus de Maturidade da Cultura Lean". *Anais... IV Congresso de Sistemas Lean*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, pp. 696 - 710, 2014.
- [47] F. Behrouzi F e K. Y. Wong, "An integrated stochastic-fuzzy modeling approach for supply chain leanness evaluation". *Int J Adv Manuf Technol*, v. 68, n. 5-8, p. 1677-1696, 2013.
- [48] SPR, "SPR Management Book". *Paris: SPR Steering Committees*, 2004.
- [49] M. B. Ladeira, K. McCormack e M. P. V. Oliveira, "Supply chain maturity and performance in Brazil", *International Journal of Operations & Production Management*, v. 13, n. 4, p. 272-282, 2011.
- [50] Ana Brasil Couto, "CMMI: integração dos modelos de capacitação e maturidade de sistemas". *s.l.: Ciência Moderna*, 2007.
- [51] E. S. Teixeira, "Graus de maturidade da cultura lean do polo metal-mecânico do nordeste de Santa Catarina" Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Programa de Pós-Graduação do Instituto Superior Tupy IST/SOCIESC, *Sociedade Educacional de Santa Catarina, Joinville*, 2012.
- [52] T. Deal, A. Kennedy, "Corporate Cultures", *Londres: Penguin*, 1988.
- [53] T. H. Netland e K. Ferdows, "The S-Curve Effect of Lean Implementation", *Prod Oper Manag*, v. 25, p. 1106-1120, 2016.
- [54] CMMI. "Capability Maturity Model@ Integration (CMMI SM), Version 1.1. CMMI for Systems Engineering, Software Engineering, Integrated Product and Process Development, and Supplier Sourcing" (CMMI-SE/SW/IPPD/SS, V1.1), 2002.
- [55] J. Bhamu e K. S. Sangwan, "Lean manufacturing: literature review and research issues". *International Journal of Operations & Production Management*, v. 34, n. 7, p. 876-940, 2014.
- [56] C. Ransom, "Wall street view of Lean transformation", 2008.
- [57] Olga Maria Formigoni Carvalho Walter e Dalvio Ferrari Tubino, "Métodos de avaliação da implantação da manufatura enxuta: uma revisão da literatura e classificação". *Gest. Prod.* [online]. v. 20, n. 1, p. 23-45, 2013.
- [58] R. V. D. Gonzalez, e M. F. Martins, "Melhoria contínua e aprendizagem organizacional: múltiplos casos em empresas do setor automobilístico", *Gestão e Produção*, v. 18, n. 3, p. 473-486, 2011.
- [59] K. T. Gama e V. Cavenagui, "Measuring performance and Lean Production: a review of literature and a proposal for a performance measurement system." *Anais... Production and Operation Management Society (POMS) 20th Annual Conference*, mai 2009.
- [60] Chet Marchwinski e John Shook (Ed.), "Léxico Lean: glossário ilustrado para praticantes do pensamento lean", 2. ed., *São Paulo: Lean Institute Brasil*, 2007.
- [61] F. L. Mandelli, "Práticas lean manufacturing e métricas de desempenho em empresas do setor automotivo da serra gaúcha", Dissertação (Mestrado em Administração), *Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul*, 2016.
- [62] T. A. Saurin, J. L. D. Ribeiro, e G. A. Marodin, "Identificação de oportunidades de pesquisa a partir de um levantamento da implantação da produção enxuta em empresas do Brasil e do exterior", *Gestão e Produção*, v. 17, n. 4, p. 829-841, 2010.
- [63] E. Prieto e P. A. C. Miguel, "Adoção da estratégia modular por empresas do setor automotivo e as implicações relativas à transferência de atividades no desenvolvimento de produto: um estudo de casos múltiplos", *Gestão e Produção*, v. 18, n. 2, p. 425-442, 2011.
- [64] R. K. Yin, "Case Study Research", *s.l.:Sage Publications*, 2003.
- [65] T. A. Saurin e C. F. Ferreira, "Avaliação qualitativa da implantação de práticas da produção enxuta: estudo de caso em uma fábrica de máquinas agrícolas". *Gestão & Produção*, v. 15, n. 3, p. 449-462, 2008.
- [66] Edson Teixeira e José Melim, "Proposta de Cálculo de Graus de Maturidade da Cultura Lean", 2014.
- [67] C. Nesensohn, D. Bryde, E. Ochieng e D. Fearon, "Maturity and maturity models in lean construction". *Australasian Journal of Construction*, v. 14, n. 1, p. 45-59, 2014.

VII. APÊNDICE A

INSTRUÇÕES:

Avaliação dos processos *Lean* em uma célula de manufatura.

A escala para cada pergunta está distribuída com valores de 0 a 10. É importante destacar que a reflexão sobre cada questão e sua integridade a cada resposta resultará em um panorama mais fidedigno.

O questionário está dividido em quatro níveis e seus respectivos valores, são elas:

NÃO APLICADO / HÁ CONHECIMENTO: 0 a 2,5;

IMPLEMENTAÇÃO: 2,5 a 5;

OTIMIZAÇÃO: 5 a 7,5;

EXCELÊNCIA: 7,5 a 10;

EIXO	FATOR	CÓD	ABORDAGEM	VALOR
Pessoas	<i>Absenteísmo</i>	1.1.1	Existem práticas orientativas para que a taxa de absenteísmo seja mantida abaixo da meta aceitável?	
		1.1.2	Há estratégia para contenção imediata do absenteísmo?	
		1.1.3	O controle da taxa é realizado mensalmente?	
	<i>Multifuncionalidades</i>	1.2.1	O colaborador tem conhecimento prático em operações do posto de trabalho, assim como, em etapas anteriores e posterior de produção?	
		1.2.2	O colaborador tem habilidade de multiplicador e resolução de problemas?	
		1.2.3	Existe uma matriz de pluralidade?	
		1.2.4	A taxa de pluralidade do método é monitorada <i>full time</i> ?	
Gestão das instalações	<i>5'S</i>	2.1.1	Existe treinamento e reciclagem sobre os 5 sentidos?	
		2.1.2	Os sentidos são trabalhados de forma harmônica?	
		2.1.3	Os 5'S são aplicados na célula de forma que visivelmente atendam a ferramenta?	
	<i>Layout</i>	2.2.1	O layout atende à realidade do produto manufaturado, facilitando a operação dos colaboradores?	
		2.2.2	Áreas de circulação, bem como postos de trabalhos, estão definidas, limpas e padronizadas?	
Manutenção	<i>Autônoma</i>	3.1.1	Há manutenção autônoma de seu equipamento, sem que haja impacto na hora trabalhada?	
	<i>MTBF</i>	3.2.1	Os resultados apresentados pelo indicador são utilizados para que haja um aumento no valor apresentado, assim como para identificar as causas das falhas?	
	<i>MTTR</i>	3.3.1	A organização mantém uma equipe especializada e treinada para que manutenções tenha o indicador cada vez mais próximo a zero?	
Condições de trabalho	<i>Segurança</i>	4.1.1	O indicador de segurança é avaliado e as discrepâncias são tratadas de forma correta na célula?	
	<i>Ergonomia</i>	4.2.1	O indicador de ergonomia é avaliado e as discrepâncias são tratadas de forma correta na célula?	
	<i>Meio ambiente</i>	4.3.1	O indicador de meio ambiente é avaliado e as discrepâncias são tratadas de forma correta na célula?	

Processos	Balanceamento	5.1.1	Heijunka – Há uma otimização no mix de produção para que atenda devidamente cada turno?	
		5.1.2	O indicador da célula está de acordo com a meta estabelecida pela empresa?	
	Valor agregado	5.2.1	A organização atua para que desperdícios sejam eliminados?	
		5.2.2	Existem indicadores visuais aos colaboradores da célula para facilitar a gestão de valor? Ex.: Instruções de trabalho; Padrão visual; VSM.	
		5.2.3	A meta está sendo alcançada como planejado?	
Qualidade	Sucata	6.1.1	A organização trabalha para redução de sucata e resíduos?	
		6.1.2	Existe orientação para os colaboradores sobre aproveitamento adequado do material manufaturado?	
	Retrabalho	6.2.1	A estratégia de equipes de melhoria está clara para os colaboradores da célula?	
		6.2.2	Há investigação das causas apontadas para retrabalho?	
		6.2.3	Há metodologia para dedecção, contenção e correção de retrabalhos?	
JIT	Entrega no prazo	7.1.1	É feito o uso de ferramentas como Kanban para o auxílio do processo de fabricação?	
	Inventário	7.2.1	Existe controle sobre o estoque para que a entrega aconteça realmente no prazo?	
Liderança	Desempenho agregado	8.1.1	O líder de cada célula apresenta uma média aceitável pelos indicadores de manufatura a qual é responsável?	
		8.1.2	Os líderes praticam o “Gemba” antes de tomar decisão ou encaminhar a resolução de um problema. Obs.: “Gemba” significa ir no local real ver o produto real e analisar os dados reais.	
		8.1.3	O líderes dão exemplo, incentivam e tem atitude de parar caso ocorram problemas e buscar a causa raiz dos mesmos.	
		8.1.4	A liderança incentiva constantemente no desenvolvimento dos funcionários buscando formação de times alinhados com os objetivos da empresa.	

JIT: Método Just In Time;

5's: 5 sentidos da manufatura;

MTBF: Mean Time Between Failures (tempo médio entre falhas), quanto maior, melhor;

MTTR: Mean Time to Repair (tempo médio de manutenção), quanto menor, melhor;

Heijunka: nivelamento da produção por um período longo;

Poka Yoke: dispositivo à prova de erros;

Kanban: cartão de controle de fluxos de produção;