

IMPLEMENTAÇÃO, SUSTENTAÇÃO E MELHORIA CONTÍNUA DO LEAN MANUFACTURING COMO PILARES DA INDÚSTRIA 4.0

RENATO LEMES CAPLA – renato.capla@ifsp.edu.br
INSTITUTO FEDERAL DE SÃO PAULO - IFSP – SÃO CARLOS

IRIS BENTO DA SILVA – ibs@sc.usp.br
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP - SÃO CARLOS - EESC

TATIANA SATIE TANIKAWA – tatianatanikawa@gmail.com
EMPRESA BRASILEIRA DE AERONÁUTICA – EMBRAER – SÃO JOSE DOS CAMPOS

Área: 1. GESTÃO DA PRODUÇÃO

Sub-Área: 1.7 - GESTÃO DE PROCESSOS PRODUTIVOS

Resumo: NUM AMBIENTE DE GRANDE CONCORRÊNCIA, CARACTERÍSTICO DE UM MUNDO GLOBALIZADO, AS EMPRESAS TÊM QUE CONTEMPLAR AS EXPECTATIVAS DOS CLIENTES, QUANTO AOS PADRÕES ELEVADOS DE QUALIDADE, CUSTOS, PRAZOS DE ENTREGA E PRODUTOS QUE ATENDAM A SEUS DESEJOS. DIANTE DO CONTEXTO MENCIONADO, O OBJETIVO DO TRABALHO FOI AUMENTAR A PRODUTIVIDADE, ELIMINAR OU REDUZIR DESPERDÍCIOS, SIMPLIFICAR PROCESSOS E BUSCAR A EXCELÊNCIA. PARA QUE ISTO OCORRA, FOI PRECISO IDENTIFICAR OS FATORES CRÍTICOS DO SUCESSO, TANTO NO MEIO EMPRESARIAL COMO NO GOVERNAMENTAL, AS DIFÍCULDADES PARA BUSCAR RESULTADOS TANGÍVEIS EM AMBIENTES REATIVOS E SOBRECARREGADOS ENCONTRADOS NA JORNADA LEAN MANUFACTURING. COM BASE NESTAS REFLEXÕES DE CHÃO DE FÁBRICA FUNDAMENTAR A FILOSOFIA LEAN MANUFACTURING COMO SENDO OS PILARES PARA O SUCESSO DA INDÚSTRIA 4.0. O TRABALHO FOI BASEADO NUM ESTUDO DE CASO ATRAVÉS DE ENTREVISTAS COM PROFISSIONAIS DE AMPLA EXPERIÊNCIA INDUSTRIAL E ACADÊMICA, ABRANGENDO AS ÁREAS AEROESPACIAIS, AUTOPEÇAS E, AGRONEGÓCIOS. OS RESULTADOS OBTIDOS INDICARAM QUE CONCILIAR ESSAS INICIATIVAS PODEM CONTRIBUIR PARA O AUMENTO DA PRODUTIVIDADE E DIMINUIR O TEMPO DE RESPOSTA INDEPENDENTE DO SETOR, APRIMORANDO E TORNANDO EFETIVO O PROCESSO DE BUSCAR RESULTADOS POR MEIO DA MELHORIA CONTÍNUA DE PROCESSOS E PRODUTOS.

Palavras-chaves: LEAN MANUFACTURING; INDÚSTRIA 4.0; EXCELÊNCIA.

IMPLEMENTATION, SUPPORT AND CONTINUOUS IMPROVEMENT OF LEAN MANUFACTURING AS PILLARS OF INDUSTRY 4.0

Abstract: IN A BIG COMPETITION ENVIRONMENT, THE CHARACTERISTIC OF A GLOBALIZED WORLD, THE COMPANIES HAVE TO CONTEMPLATE THE EXPECTATIONS OF THE CUSTOMERS, AS TO THE HIGH STANDARDS OF QUALITY, COSTS, DELIVERY TIMES AND PRODUCTS THAT SERVE THEIR DESIRES. BEFORE THE CONTEXT MENTIONED, THE OBJECTIVE OF THE WORK WAS TO INCREASE PRODUCTIVITY, ELIMINATE OR REDUCE WASTE, SIMPLIFY PROCESSES AND SEEK EXCELLENCE. FOR THAT IT OCCURS, THE CRITICAL SUCCESS FACTORS HAVE BEEN IDENTIFIED, AS WELL AS THE GOVERNMENTAL ENVIRONMENT, THE DIFFICULTIES TO LOOK FOR TANGIBLE RESULTS IN REACTIVE AND OVERLOADED ENVIRONMENTS FOUND IN THE LEAN MANUFACTURING JOURNEY. BASED ON THESE REFLECTIONS OF SHOP FLOOR THE LEAN MANUFACTURING PHILOSOPHY AS THE PILLARS FOR THE SUCCESS OF THE INDUSTRY 4.0. THE WORK WAS BASED ON A CASE STUDY THROUGH INTERVIEWS WITH PROFESSIONALS OF WIDE INDUSTRIAL AND ACADEMIC EXPERIENCE, COVERING THE AEROSPACE, AUTOPARTS, AND AGROBUSINESS AREAS. THE RESULTS OBTAINED INDICATED THAT CONCILIATING THOSE INITIATIVES CAN CONTRIBUTE TO INCREASED PRODUCTIVITY AND TO DECREASE THE INDEPENDENT RESPONSE TIME OF THE SECTOR, ENHANCING AND MAKING EFFECTIVE THE PROCESS OF LOOKING FOR RESULTS THROUGH THE CONTINUOUS IMPROVEMENT OF PROCESSES AND PRODUCTS.

Keywords: LEAN MANUFACTURING; INDUSTRY 4.0; EXCELLENCE.

1. Introdução

A produção enxuta adotada pelas organizações como uma das respostas às pressões exercidas pelo mercado iniciou-se no Japão a partir do final da década de 40. No entanto, o despertar para esses conceitos por parte da indústria do mundo ocidental ocorreu apenas no final da década de 80 e em grande parte com o lançamento do livro “A máquina que mudou o mundo” no qual foram publicados os resultados de uma pesquisa realizada pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) descrevendo o desempenho superior das empresas automotivas japonesas, mais precisamente da Toyota Motor Company, comparadas com suas rivais americanas. Devido à pequena demanda por veículos no Japão exigia-se da empresa um sistema de produção diferente do sistema de produção em massa, assim sendo, foram lançadas as sementes para o Sistema Toyota de Produção (STP), criado a partir da identificação dos desperdícios pertinentes à produção e do desenvolvimento de uma série de ferramentas para combatê-los de uma forma obstinada. (WOMACK; JONES; ROOS, 2001).

A busca pela excelência no chão-de-fábrica é parte fundamental na cadeia de fabricação, pois se pode fabricar qualquer item, em qualquer quantidade, dentro de qualquer prazo, com a melhor qualidade, pelo melhor custo, buscando o diferencial de competitividade.

Nesse contexto o objetivo do trabalho é alavancar a produtividade, eliminar ou reduzir desperdícios, simplificar processos, focar em ganhos, rapidez e eficiência, além de sempre buscar a excelência. Para que isso ocorra, deve se identificar tanto os fatores críticos de sucesso, as dificuldades, os benefícios no meio empresarial e governamental quanto à busca por resultados tangíveis, em ambientes reativos e sobrecarregados encontrados na jornada *lean manufacturing*, e com base nestas reflexões de chão de fábrica, fundamentar a filosofia *lean* como sendo os primeiros passos para o sucesso da indústria 4.0.

Além de capturar o sentimento e vivência profissionais de notáveis saber ligados diretamente com o *lean manufacturing* desde projetos *kaizen*, coordenação, desenvolvimento de tecnologias e metodologias, além do meio acadêmico engajados diretamente no desafio de alcançar cada vez mais, das máquinas, dos processos, dos produtos e dos colaboradores para vencer a batalha pela produtividade e competitividade.

2. Revisão bibliográfica

2.1 Conceitos de *Lean Manufacturing* (LM)

Os princípios de LM ganharam notoriedade na década de 1980 com a divulgação dos resultados de um projeto de pesquisa conduzido pelo MIT (Massachusetts Institute of

Technology) que estudou as práticas gerenciais e os programas de melhorias adotados por empresas líderes de mercado na cadeia de produção automotiva e constatou que a adoção destes princípios em muito contribuiu para reforçar a competitividade (WOMACK; JONES; ROOS, 2001).

A motivação central da metodologia LM é buscar a redução do tempo entre o pedido do cliente e a entrega por meio da eliminação de desperdícios. Ela promove a identificação do que agrega valor (e do que não agrega) na perspectiva do cliente; a interligação das etapas necessárias à produção de bens no fluxo do valor, de tal modo que este avance sem interrupções, desvios, retornos, esperas ou refugos; e a operação deste fluxo puxada pela demanda (SILVA *et al.*, 2011). As ferramentas de ação da LM que são mais comumente aplicadas nos sistemas de produção estão enumeradas na tabela 1.

TABELA 1. Principais ferramentas do *lean manufacturing*.

Ferramentas		Descrição/Conceituação	Fonte:
5S	Cinco Esses	1º S: Seiri (organização); 2º S: Seiton (ordem); 3º S: Seiso (limpeza); 4º S: Seiketsu (padronização) e 5º S: Shitsuke (disciplina).	RIBEIRO (2006)
PY	<i>Poka Yoke</i>	Dispositivos simples formados por componentes mecânicos que interrompem a operação sempre que surgirem defeitos.	SHINGO (1986)
JIT	<i>Just-in-Time</i>	Capacitar o sistema produtivo a fazer “toda peça, toda hora”. Dar maior flexibilidade à organização, viabilizar a redução do inventário.	CORRÉA e GIANESI (1993)
MFC	Manufatura de Fluxo Contínuo	Organização física do fluxo de valor para que o material possa ser movimentado de um processo que agrega valor a outro em fluxo contínuo.	LIKER (2004)
TP	Trabalho Padrão	Melhor combinação de recursos como operadores, máquinas, ferramentas e instrumentos de medição, para assegurar que uma tarefa seja realizada sempre da mesma forma.	PERIN (2005)
TR	Troca Rápida	<i>Setup</i> constituído por atividades de preparação realizadas em máquinas em que a peça ou produto produzido em lotes tiver de ser trocado.	SHINGO (2003)
MPT	Manutenção Produtiva Total	Organiza a função manutenção com o objetivo de melhorar a efetividade (eficiência e eficácia) na utilização dos equipamentos.	NAKAJIMA (1989)

Baseados na opinião dos autores citados, em estudos e em experiências tanto no mundo industrial quanto acadêmico tem-se a convicção que uma empresa ou o fato de ter atitude *lean* significa ter em mente o simples, aproveitar as oportunidades para melhorar e que se deve ter inquietude e postura questionadora para sempre buscar a máxima eficiência, produtividade e excelência, tanto no mundo empresarial e como no governamental, que por sua vez necessita do *lean* para estruturar ações, que propiciem resultados tangíveis em curto espaço de tempo visando vencer a batalha pela produtividade.

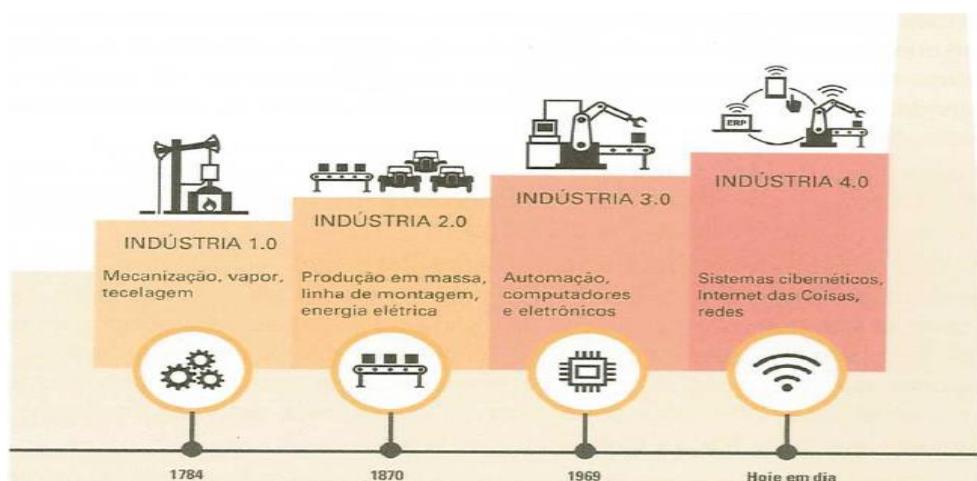
2.2. Conceitos da Indústria 4.0

De acordo com alguns autores, o diferencial da Indústria 4.0 está no fato de que o processo de fabricação vai evoluindo de uma única célula automatizada para sistemas totalmente automatizados e integrados que se comunicam com outros, contribuindo para maior flexibilidade, velocidade, produtividade e qualidade dos sistemas produtivos. A feira de Hannover de 2017 teve como tema principal a Indústria 4.0 e a aplicação de suas tecnologias. Ela mostrou que a implementação dessas tecnologias já é realidade e está acontecendo “passo a passo”, transformando significativamente a forma de projetar, produzir, entregar e remunerar a produção (HOFMANN *et al.*, 2017).

As tecnologias disponíveis para a indústria trouxeram mudanças ou revoluções na produção. Energia a vapor e produção mecânica na primeira revolução industrial, eletricidade e produção em massa na segunda revolução industrial, desenvolvimento da automação dos processos de fabricação com o uso de TI na terceira revolução industrial. A quarta revolução industrial é impulsionada pelas tendências de conectividade, materiais avançados que permitem o desenvolvimento de novos sensores, tecnologia de processamento mais rápido redes de produção avançadas, redes de dispositivos de fabricação e controlados por computador, permitindo uma interação entre o real e o virtual de maneira muito mais integrada (STEVAN, 2018).

A Figura 01 ilustra o resumo da evolução e característica das revoluções industriais segundo (STEVAN, 2018).

FIGURA 01 – Evolução das revoluções industriais. Fonte: STEVAN (2018).



3. Método de Pesquisa

Para a escolha da metodologia foi tomado como objeto de estudo a promoção da aplicação da metodologia *lean* e seus respectivos desafios na busca por resultados, conciliando essas informações de chão-de-fábrica como um fator facilitador para constituir uma base sólida para a implantação de forma estruturada e direcionando o processo de escolha da tecnologia a ser empregada na indústria 4.0.

O método de pesquisa adotado para o desenvolvimento deste trabalho foi o estudo de caso, ou seja, uma forma de pesquisa empírica para investigar um fenômeno contemporâneo em seu contexto real, especialmente, quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não estão bem definidas. Este método geralmente envolve a investigação de um pequeno número de casos e possibilita desenvolver entendimentos sobre o objeto do estudo contemplando suas relações com as condições contextuais (YIN, 1994). Foram entrevistados supervisores e gerentes de indústrias (aeroespaciais, autopeças, agrícolas) na região sudeste do Brasil e aplicado um questionário semi-estruturado. Também foram entrevistados professores do meio acadêmico cujas linhas de pesquisas contemplam *lean*.

O caso estudado consiste de uma amostra intencional contando com pessoas selecionadas que possuem uma visão real das dificuldades trazendo uma opinião realista de chão-de-fábrica de modo a contribuir, servir de reflexão e antecipar possíveis estratégias práticas e comprovadas em campo para que possa alavancar e diminuir o tempo de resposta na busca por resultados.

4. Estudo de caso

Para a realização deste estudo foi selecionado um grupo de profissionais de notável saber ligados diretamente com o *lean manufacturing* desde projetos *kaizen*, coordenação, desenvolvimento de tecnologias e metodologias e acadêmico engajados diretamente no desafio de tirar cada vez mais de cada máquina, processo, produto e de cada trabalhador para vencer a batalha pela produtividade.

Com base nestas considerações, o desenvolvimento do presente trabalho foi direcionado pelas seguintes questões norteadoras de pesquisa:

- Q1: Comentar na sua visão, quais os fatores críticos para o sucesso na fase de implantação do *lean manufacturing*?

Nota: Além do apoio da alta direção da empresa.

- Q2: Como convencer o meio *empresarial e governamental* sobre o benefício da filosofia *lean manufacturing* para alavancar a competitividade?
- Q3: Quais as *posturas e atitudes* ideais em relação à *mudança* das pessoas na jornada *lean*?
- Q4: Em sua opinião qual é o *fluxo ideal* para implantar e sustentar o *lean*?
- Q5: Quais as *dificuldades* para implantar e sustentar o *lean*?
- Q6: Como fazer acontecer e estruturar resultados em projetos *kaizen* (pequena, média e alta complexidade) para obter resultados tangíveis em unidades e ambientes sobrecarregados e *reativos*?
- Q7: Em sua opinião no que o *lean manufacturing* pode contribuir para ou no sucesso da indústria 4.0?

O estudo qualitativo envolveu a seleção de um grupo de profissionais com ampla atuação e experiência tanto na indústria, quanto no meio acadêmico, com a filosofia *lean manufacturing* cuja abrangência é metas, busca por resultados, estruturação de projetos, desafios, desenvolvimentos e implantação, melhorias, estruturação de projetos, envolvimento de pessoas, aprendizado e experiências englobando vivências nas áreas de autopeças, aeroespaciais e, agronegócio. E com base nestas reflexões de chão-de-fábrica, fundamentar a filosofia *lean* como sendo os pilares para o sucesso e facilitar a indústria 4.0.

5. Resultados e discussões

Considerando as descrições da metodologia e direcionamento mencionados anteriormente, seguem as principais constatações do estudo de caso.

5.1. Fatores críticos para o sucesso (Q1)

Implementar o *lean manufacturing* requer compreender que trata-se de uma jornada, de adoção de uma filosofia que, como em qualquer tentativa de mudança, exige que seja entendido o objetivo, o meio e qual o investimento necessário. Portanto, os fatores críticos são:

- Foco em resultados: toda mudança exige que o benefício seja claro e de encontro com a estratégia da organização. O foco em resultados permite que as transformações

sejam direcionadas para objetivos claros e comuns evitando desperdícios de recursos e conflitos nos projetos de melhoria para área buscar um norte diferente. Com metas claras é possível direcionar esforços para um bem comum facilitando a compreensão do porquê melhorar e o investimento necessário para a transformação;

- Propósitos claros: objetivos, metas, ações, resultados e também uma comunicação clara;
- Investimento em pessoas: as pessoas precisam ser investidas para ter conhecimento e tempo hábil para transformar processos. Quando é permitido que todas as pessoas, independentemente da função na empresa, analisem seus processos e contribuam na eliminação de desperdícios, a velocidade de mudança e a sustentação de resultados são destacadas e garantidas;
- Treinamento (conhecimento está relacionado com o saber, habilidade está relacionada com o saber fazer, atitude está relacionada a querer saber);
- Cultura de melhoria contínua: a melhoria contínua deve ser adotada como meio de gestão e não como um programa, este último com um início, meio e fim. Não deve ser compreendida como algo a mais a ser feito, que gera competição entre áreas ou mesmo visibilidades, mas uma forma de atuar para que os resultados esperados pela organização sejam alcançados.

5.2. Convencer meio empresarial e governamental (Q2)

Todas as organizações, públicas ou privadas, com ou sem fins lucrativos, buscam resultados para manterem-se sustentáveis, mesmo que os resultados esperados não sejam financeiros. Uma boa gestão faz um bom investimento de seus recursos para alcançar grandes resultados. Assim o meio empresarial ou governamental precisa entender qual o benefício de adotar a cultura do *lean manufacturing* para sua gestão e esse benefício é o retorno sobre o investimento. É necessário apresentar o quanto os resultados são obtidos e sustentados por meio da adoção dos princípios *lean manufacturing*, gerando uma cultura de melhoria contínua que permita a longo prazo não só obter resultados sustentados, como também resultados crescentes e menos dependentes de atuação exclusiva da gestão para que as mudanças ocorram.

Contudo no setor governamental deve-se realizar uma grande mudança justamente para terem o objetivo de fazer mais com menos. Deve se reduzir ou eliminar a burocracia

simplificando e melhorando os processos tornando o ambiente governamental enxuto, produtivo e visando a excelência.

5.3. Posturas e atitudes em relação à mudança das pessoas na jornada *lean* (Q3)

Nemawashi, significa que é preciso preparar o terreno onde se quer plantar a melhoria, criando um ambiente em que as pessoas compreendam a necessidade de melhorar e quais resultados esperados, com a valorização da contribuição individual para o bem coletivo. Se as pessoas sentirem confortáveis em colaborar sendo agentes de transformação, a melhoria de processos e seus resultados ocorrem por consequência.

Condição do mal, não se deve ignorar um problema pelo efeito imediato que ele causa. Uma pequena falha pode ser o início de uma grande perda. Se pequenos problemas forem tratados devidamente, eliminando suas causas raízes, além de evitar um grande efeito indesejável, também evita sua reincidência.

Mente de principiante, uma boa solução de problema inicia-se com um ótimo entendimento da situação atual. Para isso, é necessário que as pessoas envolvidas na análise do problema estejam livres de pré-julgamentos e interessadas em compreender a situação atual, sabendo ouvir e perguntar para explorar a realidade que está sendo apresentada.

Simplicidade, melhorar não significa investir em automação e tecnologia, mas simplificar processos tornando-os mais enxutos, com soluções mais simples. Muitas vezes se vê projetos de melhoria que tem como uma das ações desenvolver um sistema de informática para automatizar as atividades que levam muito tempo ao realizá-las manualmente, sem mesmo analisar como o processo a ser automatizado pode ser mais simples. Outras soluções pouco exploram funções simples que se encontram na natureza, como a gravidade, força do vento, pressão da água para obter o mesmo resultado de soluções, que requerem grandes investimentos financeiros.

Acreditar em planejamento para estruturação de planos de ações (melhoria, correções e desenvolvimentos), buscando antecipar-se e identificar os pontos passíveis de melhoria, procurar e mapear soluções tecnológicas e assim identificar oportunidade de melhorias preventivamente para melhorar o resultado da área.

Ao estabelecer metas e indicadores, transmitir de maneira clara para cobrar resultados, agregar e envolver as pessoas para um desafio comum.

Atuando da forma citada anteriormente, se tem como objetivo, aplicar adequadamente os recursos para maximizá-los e atingir um resultado pelo fato de que os recursos são finitos.

5.4. Fluxo ideal (Q4)

Assim como qualquer melhoria, é preciso conhecer o *As is*, desenvolver o *To be* para criar ações que eliminem a lacuna entre essas duas situações. Para a construção do cenário atual, é necessário realizar um diagnóstico da organização, compreendendo sua forma de gestão, ferramentas utilizadas, recursos, processos, dentre outros. Em seguida é preciso compreender as metas da organização, gerando a situação desejada pela organização a longo prazo. Sem o entendimento dessa etapa não é possível construir o trajeto, pois qualquer direção torna-se válida, gerando decisões equivocadas e investimentos desnecessários. Para criar o trajeto adequado para o *To be*, é necessário desdobrar a estratégia por meio de ferramentas como o *hoshin kanri*, gerando uma ligação entre os objetivos da organização e os meios operacionais. Para garantir que esse desdobramento será feito adequadamente e gerido, a liderança *lean* e o *empowerment* para operação deve ser desenvolvida em seguida, gerando projetos de melhoria que alavanquem resultados. E por fim, um meio de gestão de rotinas deve ser incorporado para manter o foco das equipes e adequar as ações quando necessário.

5.5. Dificuldades de implantação e sustentação do *lean* (Q5)

As dificuldades encontradas durante a implantação se deve ao fato de muitas organizações não compreenderem, que se trata de uma filosofia e mudança cultural em todos os níveis da organização, o que exige tempo para que seus colaboradores e liderança assimilem a mudança como algo benéfica para sustentabilidade e competitividade da empresa. Assim, em muitos casos, há a cobrança para que as mudanças ocorram, com a falsa visão de que os processos estão melhores, gerando resultados imediatamente melhores, mas não sustentados, o que leva a descrença que os projetos de melhoria são efetivos.

A necessidade de acelerar o processo de implantação da cultura de melhoria contínua também faz com que a fase principal da análise e solução de problemas, a de investigação de causa raiz, seja mal realizada, pois para muitos, o importante é agir rapidamente, mesmo que isso resulte em maiores custos, investimentos desnecessários e insatisfação de seus colaboradores.

Outra dificuldade é a liderança não atuar como *coach*, direcionador e puxador de sua equipe para a melhoria de processos. Quando o líder interpreta que é seu papel dar as respostas para os problemas, sua equipe se desmotiva a buscar melhorias, já que dependem da iniciativa da liderança.

Pressupor que a liderança (supervisão e gerência) tenha efetivamente comprado a ideia pelo fato que a mesma terá que motivar, inspirar os funcionários e, principalmente, buscar

resultados. Caso contrário fica difícil estruturar ações e ser uma referência para que a equipe possa contar nas dúvidas, em momentos de pressão por resultados e principalmente atuar de forma coerente.

5.6. Como fazer acontecer e estruturar resultados em projetos *kaizen* em áreas sobrecarregadas e reativas (Q6)

Em áreas sobrecarregadas e reativas, a realização de *kaizen* deve respeitar e melhorar o sentimento de que um projeto irá somente atrapalhar a rotina caótica que vivem. Para isso, uma análise das principais dificuldades e do histórico das pessoas na cultura de melhoria é válida para identificar qual o projeto e quem seriam os agentes de transformação da área de incentivadores para que outros projetos ocorram. A partir do momento que um *kaizen* bem implantado, que elimine uma das principais dificuldades, incentivado pela liderança e construído por pessoas que acreditam na metodologia, outros adeptos irão querer participar do movimento. Com o início desse momento *hoshin kanri* como estratégia para desdobrar as metas em projetos e identificação de projetos pequenos e rápidos gerarão um ambiente menos sobrecarregado e com a busca de melhoria contínua constante.

Todas as áreas têm que estar cientes de sua responsabilidade e comprometidas para atuar de forma a buscar os resultados e não deixar apenas na mão do consultor ou responsável pelo *lean* na empresa, para estruturação e execução dos entregáveis e para atingir o objetivo desejado.

5.7. *Lean* e a indústria 4.0 (Q7)

O *lean* pode contribuir com a indústria 4.0 ao tornar os processos mais enxutos, com fluxo mais simples, facilitando a compreensão da inter-relação dos processos. Também cria um ambiente de gestão de processo mais robusto e de atuação mais rápida, servindo de base para que iniciativas da indústria 4.0 sejam patrocinadas da melhor forma pela organização.

6. Considerações finais

Um dos pontos relevantes deste projeto foi justamente entrevistar pessoas envolvidas diretamente na área industrial e acadêmica, de modo que o trabalho possa servir de uma referência e principalmente de ponto de atenção para atuação preventiva.

Nos primeiros anos de implantação do *lean manufacturing*, os resultados são extraordinários, a produção aumenta, os custos caem sensivelmente. Contudo, nesse momento

começa outro problema, pois as empresas implantam o *lean*, obtém excelentes resultados, mas passado um tempo, esquecem as práticas e voltam a fazer tudo como era antes. O *lean* não é um programa, na verdade, é um sistema de gestão ou filosofia, é uma jornada que começa e não termina mais. A única maneira de obter sucesso é, persistentemente, começar a mudar profundamente as práticas. Primeiro fazendo uma análise de como os processos e coisas funcionam. Segundo, introduzindo novas maneiras de se fazer o trabalho, de forma descomplicada e simples, com processos eficientes e sem desperdícios. Depois, é preciso avaliar se os novos métodos funcionam, estabilizar a prática e dar o próximo passo rumo as melhorias. Agindo dessa forma, a empresa poderá ter resultados duradouros e concretos.

Para empresas que já estão na jornada *lean*, a indústria 4.0 será um passo natural visando novas tecnologias, soluções e fábrica inteligente.

Caso contrário é preciso primeiramente simplificar, eliminar desperdício, fazer mais com menos e buscar a excelência para, posteriormente, pensar em indústria 4.0 evitando assim inserir tecnologia em processos ineficientes, burocráticos e com desperdícios.

O *lean* pode contribuir com a indústria 4.0 ao tornar os processos mais enxutos, com fluxo mais simples, facilitando a compreensão da inter-relação dos processos. E também cria um ambiente de gestão de processo mais robusto e de atuação mais rápida, servindo de base para que iniciativas da indústria 4.0 sejam patrocinadas pela organização.

Com esses entregáveis analisados anteriormente fica evidente que a contribuição do *lean* será em preparar o caminho para a indústria 4.0 evitando, assim, digitalizar ou automatizar ambientes caóticos, bagunçados, com desperdícios e burocráticos.

Nesse contexto a indústria 4.0 apresenta vantagens competitivas, facilitando a rotina empresarial ao tirar os processos repetitivos da rotina do colaborador e ao direcionar para a máquina, a produtividade operacional cresce alavancando a atuação de profissionais e facilitando no dia-a-dia da empresa. A otimização de tempo cuja ideia central é eliminar a necessidade de gasto de tempo de um profissional da equipe com determinada operação.

Ao estruturar e padronizar os processos da empresa é possível mensurar os resultados de forma mais assertiva.

As reflexões e conhecimento (*lessons learned*) produzido neste trabalho podem ser aplicados em ambientes industriais, acadêmicos e governamentais.

Referências

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. *A Máquina Que Mudou o Mundo*. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

- SILVA, I.B., MIYAKE, D.I., BATOCCHIO,A., AGOSTINHO,O.L. *Integrando a promoção das metodologias Lean Manufacturing e Six Sigma na busca de produtividade e qualidade numa empresa fabricante de autopeças.* Gest. Prod., São Carlos, v. 18, n. 4, p. 687-704, 2011.
- RIBEIRO, H. *A Bíblia dos 5 S da Implantação à Excelência.* Salvador: Casa da Qualidade, 2006.
- SHINGO, S. *Zero Quality Control: Source Inspection and Poka-Yoke System.* Portland: Productivity Press, 1986.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. *Just-in-time, MRP II e OPT-Um Enfoque Estratégico.* São Paulo: Atlas, 1993.
- LIKER, J. K. *The Toyota way: 14 Management Principles from the world's greatest manufacturer.* New York: McGraw-Hill, 2004.
- PERIN, P.C. *Metodologia de Padronização de Célula de Fabricação e Montagem, Integrando Ferramentas de Produção Enxuta no Sistema de Manufatura Delphi.* Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção Mecânica) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.
- SHINGO, S. *Sistema de Troca Rápida - Uma Evolução nos Sistemas Produtivos.* Porto Alegre: Bookman, 2003.
- NAKAJIMA, S. *TPM Developing Program: Implementing Total Productive Maintenance.* Cambridge: Productivity Press, 1989.
- HOFMANN, E. & RÜSCH, M. *Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics.* Computers in Industry. Elsevier, 2017.
- STEVAN, JR S.L.; LEME, M.O.; SANTOS, M.M.D. *Indústria 4.0: Fundamentos, perspectivas e aplicações.* Editora Érica, 2018.
- YIN, R. K. *Case Study Research – Design and Methods.* 2. ed. New York: Sage Publications, 1994.