

Um estudo da implementação conjunta de Tecnologias da Informação e Práticas *Lean*

Study of the joint implementation of Information Technologies and Lean Practices

Daisy Valle Enrique* – valle.enrique@ufrgs.br
Vanessa Becker Bertoni* – vbertoni@producao.ufrgs.br
Carolline Amaral Paslauski* – paslauski@producao.ufrgs.br
Giuliano Almeida Marodin** – gmarodin@moore.sc.edu
Alejandro Germán Frank* – frank@producao.ufrgs.br

* Universidade Federal do Rio Grande do Sul – (UFRGS), Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

** University of South Carolina – (USC), Tampa, Flórida.

Article History:

Submitted: 2016 - 11 - 23

Revised: 2016 - 11 - 24

Accepted: 2016 - 11 - 25

Resumo: O entendimento acerca da implementação do sistema Lean com o auxílio das tecnologias de informação (TI) nas empresas do Brasil demanda um maior aprofundamento, de maneira que as empresas possam ter um direcionamento claro a respeito desta implantação e de como utilizar as TI como apoio. Nesta linha, o presente artigo propõe verificar quais práticas Lean são implementadas simultaneamente e quais ferramentas de TI são mais utilizadas em empresas que aplicam Lean. Para tanto, foi realizada uma pesquisa survey em 240 empresas da região Sul do Brasil. Os dados levantados foram analisados descritivamente e mediante a técnica de análise de componentes principais. Os resultados apontam seis grupos de práticas Lean implementadas em conjunto. Além disso, os resultados demonstram que as práticas Lean estão relacionadas com a estratégia de empresa, onde se destacam a implementação de mais de uma prática Lean e a utilização do suporte da TI.

Palavras chave: Produção Lean. Práticas Lean. Tecnologias da Informação

Abstract: The current understanding about *Lean* system implementation with the support of information technologies (IT) in Brazilian companies requires a deeper analysis to provide a clear overview about how to conduct a *Lean* implementation and how to use IT tools as support for such implementation. Therefore, this paper analyzes which *Lean* practices are implemented simultaneously and which IT tools are most widely used in *Lean* companies. For this purpose, a survey was conducted in 240 Brazilian companies. The collected data was descriptively analyzed by means of Principal Components Analysis (PCA). Our results identified six groups (factors) related to implementation of *Lean* practices. Moreover, the results showed that *Lean* practices are related to corporate strategy, which highlights the implementation of groups of *Lean* practices based on the IT support.

Key-words: Lean Production, Lean practices, Information Technology

1. Introdução

Embora haja uma crescente implementação das práticas do sistema *Lean* em empresas de diferentes setores, estas ainda enfrentam muitos obstáculos para alcançar e sustentar a implantação dos princípios e práticas que compõem esse sistema. Alguns autores abordam que as dificuldades da implementação do sistema *Lean* estão relacionadas ao contexto em que a empresa está inserida (Marodin *et al.*, 2014), as dificuldades em aceitar as mudanças e fatores culturais (Castillo *et al.*, 2015), pouco entendimento das variáveis que influenciam a implementação *Lean* (Tortorella *et al.*, 2015), falta de espaço na produção e funcionários com pouco conhecimento do trabalho (Pingyu e Yu, 2010), resistências dos funcionários a mudanças (Marodin *et al.*, 2014), equipamentos e manuseio de materiais (Marodin *et al.*, 2012).

Relacionando *Lean* com a realidade das empresas brasileiras, este é percebido como um assunto recente que demanda avanços no entendimento e replicação desta filosofia. Este gap é abordado por diferentes perspectivas que argumentam que a avaliação de risco pode auxiliar na compreensão e gestão das principais dificuldades na implementação da Produção Enxuta (Marodin *et al.*, 2014) e resistência das pessoas e a dificuldade na adaptação de conceitos e práticas (Saurin *et al.*, 2010). No entanto, a literatura carece de um panorama conciso das dificuldades e práticas do sistema *Lean* no Brasil.

A partir desta problemática, o presente trabalho tem como objetivo verificar quais práticas *Lean* são implementadas simultaneamente e quais ferramentas de TI são mais utilizadas em empresas que aplicam *Lean* no Brasil. Para tanto, foi aplicado um questionário em 110 empresas da região Sul do Brasil, para identificar o grau de utilização das práticas *Lean* em conjunto e quais as ferramentas tecnológicas são utilizadas nas empresas para implementação deste. A partir dos dados obtidos realizou-se uma análise multivariada através da técnica de análise fatorial com intuito de identificar quais práticas são mais utilizadas de maneira conjunta.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Abordagem *Lean*

A literatura utiliza diferentes conceitos para se referir os sistemas *Lean* (*Lean Production* - LP ou *Lean Manufacturing* - LM) (Pakdil e Leonard, 2014). Para este estudo, *Lean* é definido como um sistema sociotécnico integrado, que consiste em intentar (perseguir) atividades de

valor através da eliminação do desperdício, redução e/ou minimização da variabilidade na empresa, fornecedores e clientes ou, ainda, reduzindo custos e eliminando atividades sem valor agregado (Shah e Ward, 2007; Abdulmalek e Rajgopal, 2007; Bendell, 2006). Para tal, faz-se necessário discernir o elemento de valor, de todos os produtos e serviços, tendo uma compreensão clara dos processos de negócios (Bendell, 2006).

A escolha de implementar uma cultura *Lean* deve-se a inúmeros fatores, sendo um deles melhorar e desenvolver a capacidade de competição. A cultura empresarial é fundamental nas mudanças requeridas para implementar e sustentar o direcionamento para a gestão e produção *Lean* (Anvari *et al.*, 2012; Pakdil e Leonard, 2014). Contudo, empresas falham por não entenderem os atributos e as influências das práticas *Lean* na sua realidade organizacional. A infraestrutura cultural da organização afeta o sucesso da implementação e sustentação de processos *Lean* (Bhasin, 2011; Pakdil e Leonard, 2014). A implementação *Lean* não é simplesmente a inserção de métodos e técnicas gerenciais, mas uma mudança no modelo de gerenciamento de ideias e sistemas empresariais (Pingyu e Yu, 2010).

3.1. Práticas *Lean*

Os princípios *Lean* se traduzem em práticas relacionadas entre si, que se reforçam mutuamente e contribuem para alcance de objetivos (Shah e Ward, 2007). Impulsionadas pela relação do sucesso da empresa Toyota com as práticas *Lean*, inúmeras empresas buscaram implementá-las para satisfazer necessidades do mercado, reduzir custos e obter vantagem competitiva (Bortolotti *et al.*, 2015). Contudo, empresas falham em atingir um desempenho positivo devido as complexidades da implementação (Lander e Liker 2007) e a existência de fatores que limitam estas práticas (Bortolotti *et al.*, 2013). As ferramentas *Lean* mais recorrentes na literatura foram compiladas e apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Ferramentas *Lean*

Práticas	Descrição	Autores
Just in time (JIT)	Melhoramento contínuo na qual se elimina o desperdício e melhora o fluxo de materiais	Ward e Zou (2006); Fuller (1995)
5S	Sistema estratégico para organizar e manter o local de trabalho organizado, reduzindo desperdícios. Possui influência na gestão visual	Arunagiri e Gnanavelbabu (2014); AL-Tahat e Jalham (2013)
Poka Yoke	Mecanismo que se utiliza de um processo ou das características de um projeto para detectar ou prever anormalidades que possam afetar a produção os ou funcionários antes de alcançar os clientes	Grout (2007); Plonka (1997); Saurin <i>et al.</i> (2012)
Mapa de Fluxo de Valor	Concentra todas as ações (com ou sem valor agregado) de um produto através dos fluxos de produção, tendo início na matéria prima e terminando no cliente	Rother e Shook (2003); Gurumurthy e Kodali, (2009)
Kanban	Ferramenta de decisão estratégica operacional usada em linhas de produção	Rahman <i>et al.</i> (2013); Abdulmalek <i>et al.</i> (2007)

Outras práticas relacionadas à cultura *Lean* incluem: o trabalho padronizado, a produção enxuta, a resolução de problemas por meio de análise causa e raiz, o foco em aperfeiçoar os processos, o trabalho puxado, a redução do tempo de *set up*, o trabalho em equipe e os procedimentos para redução contínua de desperdícios. No entanto, é necessário um entendimento em relação às ferramentas e sua aplicabilidade e adaptação nas empresas (Tyagia *et al.*, 2015; Bortolotti *et al.*, 2015). A correta aplicação das ferramentas auxilia na diminuição do *lead time*, por exemplo, e, com a redução de tempo na produção, viabiliza a resposta rápida às demandas dos clientes (Fisher *et al.*, 2000).

2.1. Tecnologias de Informação no *Lean*

Atualmente, a utilização das tecnologias de informação (TI) pode ser uma ferramenta aliada para implementação dos princípios *Lean*. Diferentes autores sugerem que está é uma combinação importante para aumentar o desempenho dos processos internos e a gestão da cadeia de suprimentos da empresa (Kotha e Swamidass, 2000; Riezebos *et al.*, 2009).

Inúmeros softwares são utilizados nas empresas para apoiar as atividades em diferentes níveis, tanto operacionais como estratégicos. Um exemplo são os sistemas *Enterprise Resource Planning* (ERP), cuja função consiste em conectar todos os departamentos da empresa, obtendo benefícios que estão alinhados com os princípios *Lean*, como agilizar o acesso a informações sobre produtos e processos, aumentando a rapidez e eficácia das atividades de gestão e diminuindo os custos (Powell *et al.*, 2012). Ainda, Ward e Zhou (2006) ressaltam que o impacto desta abordagem impacta na redução do *lead time*. As empresas que utilizam o sistema *Kanban* automatizado percebem as vantagens no rastreamento de cada informação e movimentação de seus produtos (Rahman *et al.*, 2013; Abdulmalek *et al.*, 2007).

A manutenção preventiva também pode ser beneficiada pela utilização da TI para antecipar paradas através do monitoramento de máquinas (Moyano *et al.*, 2012).

Outras ferramentas, como o *Manufacturing Resource Planning* (MRP) e o *Capacity Requirement Planning* (CRP), são sistemas projetados para auxiliar a gestão da produção. A TI facilita a implementação das práticas *Lean* e o uso eficaz das mesmas, sendo possível afirmar que o grau da implementação de *Lean* está relacionado positivamente com o grau de utilização de TI (Riezebos *et al.*, 2009; Ward e Zhou, 2006; Bruun e Mefford, 2004; Moyano *et al.*, 2012).

3. Abordagem Metodológica

O questionário buscou diagnosticar as empresas analisadas quanto ao nível de implementação das práticas *Lean* e nível de utilização das TI e foi aplicado para 240 participantes do IV Congresso de Sistemas *Lean*. Dos questionários retornados, 22 foram excluídos pois as empresas estavam na fase de planejamento da implementação e, 11 estavam ou incompletos ou não eram empresas localizadas no sul do Brasil, finalizando uma amostra de 110 respondentes. Os participantes responderam a cada questão da pesquisa utilizando uma escala Likert com cinco graduações de respostas. No caso das variáveis de níveis de implementação das práticas *Lean* e TI, 1 (um) correspondia a não utilizam as práticas *Lean* e 5 (cinco) as utilizam totalmente e, 3 (três) as utilizava razoavelmente.

Para a seleção da amostra seguiram-se os seguintes critérios: (a) incluir empresas do Sul do Brasil, com o objetivo de eliminar os efeitos externos e garantir a homogeneidade dentro da amostra desses fatores, (b) incluir companhias de diferentes setores da indústria tendo em conta o crescimento da implementação das práticas *Lean* e (c) escolher uma amostra de pessoas com experiência e conhecimento sobre o tema estudado. Os questionários foram aplicados em empresas pertencentes a diferentes setores como mostra a Tabela 2.

Tabela 2 - Composição da amostra

Setor Industrial	
Automotivo	27 24,5%
Alimentícia	19 17,3%
Calçadista	15 13,6%
Metalúrgica	12 10,9%
Eletrônica	11 10,0%
Tabagista	8 7,3%
Bélico	5 4,5%
Transporte e Logística	4 3,6%
Petróleo e Energia	3 2,7%
Fabricação de Móveis	3 2,7%
Hidráulica	3 2,7%

Dentre as empresas estudadas, 62% têm mais de 500 trabalhadores (15% tem menos de 99 funcionários e 23% tem entre 100 e 499), sendo consideradas de grande porte, e, 75% possuem pelo menos um ano de experiência em práticas *Lean*. Sobre os respondentes, 73% possuem nível superior completo e trabalham principalmente nas áreas de Produção e Qualidade, 81% declarou ter recebido treinamento formal sobre *Lean*, mas mais de 88% declararam possuir nível de conhecimento iniciante ou intermediário sobre o tema.

O questionário de práticas *Lean* foi analisado utilizando o programa SPSS 19.0 (SPSS, IBM, Chicago, IL, USA) utilizando o método de Análise de Componentes Principais, técnica estatística multivariada, que tem por finalidade sintetizar as informações de um grande número de variáveis em um número menor de variáveis agrupadas em fatores que auxiliam na explicação de um fenômeno (Hair *et al.*, 2007). Os dados sobre utilização da TI foram analisados descritivamente, mediante uma análise de Pareto. O número de respondentes, a priori, está de acordo com o recomendado que seriam a utilização de pelo menos cinco observações para cada variável (Hair *et al.*, 2007).

Para a análise fatorial foram realizados testes para aferir a adequação do método à amostra de dados. Os dois principais testes aplicados foram: i) teste de esfericidade de Bartlett, que avaliou a significância geral da matriz de correlação através do teste da hipótese nula de que a matriz de correlação é uma matriz identidade, e; ii) teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) que se baseia no princípio de que a inversa da matriz de correlação se aproxima da matriz diagonal, para tanto compara as correlações entre as variáveis observáveis (Hair *et al.*, 2007). Os resultados obtidos através do Software SPSS apontam para a viabilidade da adequação da análise fatorial (KMO = 0,803; Bartlett $p = <0,001$) e permitiu aceitar a hipótese alternativa de que as variáveis são correlacionadas.

Para a definição do número de componentes principais, utilizou-se o critério da raiz latente, que representa a parcela da variância total explicada por cada fator. Na situação inicial, utilizando-se o método de extração das componentes principais, a soma dos valores próprios igualou-se ao número das 30 variáveis. Assim, a proporção da variância total explicada por cada componente corresponde ao quociente entre cada valor próprio e a variância total. Portanto, a variância explicada pela primeira componente foi 46%. Dado que existem seis valores próprios maiores do que 1, pelo critério de Kaiser retêm-se novos fatores, os quais explicam 70,34% da variância total.

Prosseguindo a análise, uma rotação ortogonal varimax foi realizada juntamente com as communalidades, para garantir uma distribuição homogênea das cargas fatoriais nas componentes selecionadas. Nenhum fator teve valor inferior a 0,5 (Tabela 4). Quando utilizado o método ortogonal varimax, é importante observar se a variância total explicada por todos os fatores é superior a 60%, o que justifica os critérios de Hair *et al.* (2007) que, portanto, valida a análise fatorial, além de possibilitar que os fatores resultantes da análise possam ser nomeados. Após a identificação dos 6 fatores, foi necessário analisar a composição de cada um afim de nomeá-los. A Tabela 3 apresenta a matriz rotacionada. Foram selecionados valores acima de 0.5 para a análise dos fatores ($\geq 0,5$) enquanto que a Tabela 4 apresenta o resultado da variância dos seis componentes principais selecionados de acordo com a raiz latente.

Tabela 3 - porcentagem das variâncias para os 6 fatores

Componentes	Matriz Não rotacionada			Matriz Rotacionada		
	Autovalores	Variância %	Variância Acumulada %	Autovalores	Variância %	Variância Acumulada %
1	14,721	46,004	46,004	5,299	16,561	16,561
2	2,202	6,882	52,886	3,980	12,437	28,998
3	1,677	5,241	58,126	3,675	11,485	40,483
4	1,527	4,773	62,900	3,327	10,396	50,879
5	1,269	3,964	66,864	3,155	9,860	60,740
6	1,115	3,484	70,348	3,075	9,608	70,348

Cabe ressaltar que não seria correto analisar conjuntamente as práticas *Lean* e ferramentas de TI em uma mesma análise de componentes principais, pois cada fator representa um grupo de práticas que são implementadas conjuntamente. Dado isso, optou-se em realizar a PCA para as práticas com o intuito de verificar quais delas são as que caracterizam o conjunto das práticas *Lean* nas empresas da região sul do Brasil.

Tabela 4 - Matriz Rotacional Varimax dos componentes principais referente as práticas *Lean*

Variáveis	Fator Rotação Varimax						Comunalidade
	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	
X2 O ritmo de produção ocorre de acordo com o tempo takt	.67	,14	,16	,20	,21	,43	,76
X5 Nívelamento de produção	.57	,10	,17	,38	,39	,20	,69
X6 Manufatura celular / Fluxo contínuo	.71	,17	,03	,13	,22	,29	,69
X9 Trabalho em equipe	.78	,12	,23	,10	,06	,02	,69
X10 Rodizio e Multifuncionalidade	.54	,37	,04	,34	,40	-,07	,71
X 11 Gestão visual e 5S	.71	,09	,37	,17	,18	,22	,76
X14 Trabalho Padronizado	.71	,17	,31	,10	,24	,17	,72
X 19 Envolvimento de clientes do desenvolvimento de produtos	-,05	.72	,27	-,01	,33	,10	,72
X 20 Relações de longo prazo com fornecedores	,26	.77	,14	,05	,00	-,10	,70
X 21 Reconhecimento e recompensa aos operadores	,37	.53	,33	,29	,31	,16	,73
X 23 Engenharia simultânea (Concurrent engineering)	,31	.69	,16	,20	,10	,12	,66
X 26 Modularização e padronização no projeto de novos produtos	,09	.60	,05	,14	,25	,50	,70
X 27 Desenho de produtos para facilitar a manufatura	,03	.64	,03	,16	,11	,50	,70
X13 Solução de problemas por meio da análise das causas raízes	,45	,05	.53	,12	,26	,39	,72
X 15 Feed back dos indicadores de desempenho ao chão-de-fábrica	,27	,00	.62	,27	,38	,09	,69
X 22 Líder de equipe	,47	,32	.52	,03	,24	-,04	,65
X 24 Controle Estatístico do Processo (CEP)	,20	,20	.72	,11	,01	,19	,64
X 25 Informa frequentemente o desempenho aos fornecedores	,19	,28	.75	,13	,09	,05	,70
X1 Processos interligados através de sistemas puxados	,40	,09	,23	.65	,24	,12	,72
X17 Mapa de Fluxo de Valor (VSM)	,26	-,12	,16	.57	,17	.51	,73
X 29 Ações comerciais para nivelar a demanda	,05	,47	,07	.71	,06	-,03	,74
X3 Redução de setup / Troca-rápida de ferramentas / SMED	,19	,11	,07	,22	.74	,29	,74
X4 Manutenção autônoma e preventiva	,28	,21	,23	,05	.73	,13	,73
X7 Envolvimento dos operadores na solução de problemas	,39	,25	,30	,18	.54	,18	,67
X16 Autonomia e empoderamento (empowerment) dos operadores	,29	,26	,10	,50	.57	,12	,75
X 18 Fábricas focadas por famílias de produtos	,41	,22	,07	,03	,20	.59	,61
X 30 Os postos de trabalho são balanceados -tempo takt	,38	,05	,23	,47	,18	.59	,80
Soma de quadrados (autovalor)	4,95	3,59	2,91	2,47	2,94	2,27	13,59
Porcentagem de traço*	18,33	13,29	10,76	9,16	10,87	8,42	50,35

* Traço-27 - número de variâncias analisadas

4. Resultados

4.1. Diagnóstico da amostra

Sobre o nível de implementação de ferramentas de TI nas empresas estudadas, a análise mostra que as mais utilizadas são: internet, sistemas ERP e os códigos de barra (Figura 1) A intranet aonde as informações são postadas e qualquer funcionário pode acessá-las a qualquer momento (Mehri, 2006); Sistemas de ERP são vistos como organizadores de informações e como auxiliares da competitividade (Powell *et al.*, 2012); O código de barra, por sua vez, é aplicado na identificação e coleta de dados automatizando o rastreamento de produtos e componentes, auxiliando na redução de erros devidos a fator humano na coleta de dados (Vieira *et al.*, 2007). No entanto, é possível identificar uma grande variedade de ferramentas pouco exploradas e que apresentam amplo potencial no gerenciamento das atividades, tais como a gestão de fornecedores e clientes, que por sua vez impactam diretamente no fluxo de material, informação e financeiro na cadeia de suprimento.

Figura 1 - Nível de Implementação de Ferramentas de TI no ambiente *Lean*

Outra associação potencial de TI com a filosofia *Lean* está no controle de níveis de estoques. Estes poderiam ser otimizados ao se nivelar a produção juntamente com os processos relacionados através de sistemas puxados e não através da divisão por departamentos (Recursos Humanos, Qualidade, Logística). As vantagens apareceriam na forma do alinhamento de objetivos entre as áreas e na redução do capital investido em estoques apoiadas por ferramentas de TI, como os sistemas de previsão da demanda.

4.2. Fatores para implementação da filosofia *Lean* através de ferramentas de TI

O primeiro fator denominado de “otimização do trabalho” considera os itens X2, X5, X6, X9, X10, X11e X14. A relevância desse fator mostra uma forte relação entre a organização e a gestão do trabalho para um fluxo contínuo da produção, pois o sistema produtivo leva à transformação da matéria-prima em um produto acabado (Slack, 1997). Um ambiente limpo e organizado auxiliado pelas ferramentas de 5s e uma boa gestão visual elimina variabilidade ao sistematizar normas, limpeza, segurança e qualidade. Dentro dessas ferramentas o trabalho padronizado estabelece critérios para cada tarefa e para cada trabalhador, tendo como base o *takt* time que auxilia o ritmo da demanda da produção (Marodin e Saurin, 2015). O trabalho em equipe fornece ao grupo estímulos à melhoria de desempenho e o rodízio de trabalho diminui a tensão emocional do trabalhador e aumenta o

controle através da expansão do conhecimento do trabalho e da experiência (Conti *et al.*; 2006; Panizzolo, 1998). Em quanto às ferramentas de TIC, pode-se identificar na literatura que as ferramentas mais relacionadas com este conjunto de práticas são as de gestão do fluxo de trabalho como MRP, CRP e ERP e previsão da demanda, as quais constituem um suporte para o nivelamento da produção e a configuração do trabalho (Asimakopoulos e Dix, 2013; Lehrer e Behnam, 2009; Riezebos *et al.*, 2009)

Em função dos itens que compõem o fator 2: X19, X20, X21, X23, X26 e X27, denominou-o como “desenvolvimento de produtos”, pois envolve fatores fortemente ligados ao desenvolvimento dos produtos desde o contato com fornecedores ao relacionamento com o cliente, incluindo liderança de equipe e reconhecimento dos funcionários. Rozenfeld (2006) enfatiza que existem diversas abordagens para a gestão do desenvolvimento de produto, a engenharia simultânea, que por sua vez utiliza equipes multifuncionais para desenvolver novos produtos. Karlsson e Ahlström (1996), afirmam que práticas como envolvimento com fornecedores e clientes são adotadas para alcançar os objetivos da cultura *Lean*. Podem-se identificar diferentes TIC que constituem um suporte para o desenvolvimento do produto principalmente as ferramentas para o desenho como CAD as quais permitem o desenho e especificações físicas do produto e compartilhamento destas informações entre diferentes áreas e com fornecedores (Kawakami *et al.*, 2011 ; Peng *et al.*, 2014) outras ferramentas importantes são CRM e SRM as quais permitem se relacionar com o cliente e o fornecedor, conhecer oportunidades do mercado e parceiros para desenvolver produtos em conjunto (Kawakami *et al.*, 2011 ; Murtaza e Shah, 2004). Além disso, ferramentas de TIC, tais como Business Intelligence (BI) (Wang, 2015), a Previsão de sistemas de demanda (FDS) (Asimakopoulos e Dix, 2013; Lehrer e Behnam, 2009) são alguns dos mais utilizados para coleta e análise de dados NPD, que fornecem as empresas com altas informações valiosas.

A análise dos índices X13, X15, X22, X24 e X25 que compõem o fator 3 indica “gerenciamento e controle” pois sugere alto nível de organização de gestão para manter o fluxo e o controle do uso das práticas *Lean* implementadas. Por outro lado, eleger um líder de equipe é um fator que torna o processo produtivo rápido e preciso. O líder de equipe é responsável por suprir os recursos necessários e com um controle estatístico, é possível ter controle sobre o resultado da produção (Shah e Ward, 2007) assim como, manter um sistema de avaliação de desempenho acurado e com objetivos que sejam compreendidos e apresentados aos operadores, assim como aos fornecedores (Waal e Counet, 2009; Shah e Ward, 2007; Karlsson e Ahlström, 1996; Kristoferson e Lindeberg, 2006). Em termos de

gestão e controle, os sistemas MRP, CRP e ERP são usados frequentemente para o controle de inventários, controle do fluxo de trabalho e gestão de fornecedores (Riezebos *et al.*, 2009).

O fator 4, constituído pelos fatores X1, X17 e X29 foi nomeado como “produtividade *Lean*” pois agrupa elementos como o mapa do fluxo de valor e ações comerciais para equilibrar a demanda em uma produção puxada. Processos interligados são essenciais para padronizar o fluxo da produção, por isso a importância da intervenção entre áreas (Panizzolo, 1998). E para contornar os efeitos da variação de demanda as empresas contam com o *takt time*, um quesito que atenta para atender as demandas dos clientes e a capacidade produtiva (Shah e Ward, 2007). As ações comerciais caracterizam o relacionamento entre a empresa e consumidores e sua importância sobre a produção e demanda. Por isso, estratégias de marketing que envolvam ações comerciais auxiliam para que a demanda seja mais acurada e estável (Panizzolo, 1998). Com o auxílio do mapa do fluxo de valor (VSM) é possível compilar todas as etapas envolvidas nos fluxos de material e informação, vital para atender a demanda dos clientes desde a etapa do pedido a entrega final. Apresenta também o fluxo do produto visto pelo cliente, com isso ações comerciais podem ser bem efetivas quando o mapa do fluxo de valor está bem esquematizado (Gurumurthy e Kodali, 2009). Autores como Ward e Shouw (2006) afirmam que o uso das TIC tanto dentro da empresa como atuando como uma ferramenta de integração entre as empresas da cadeia de suprimentos influencia na redução do *takt time*.

O fator 5 composto pelas variáveis X3, X4, X7 e X16, indicam “autonomia do trabalhador” pois se desenvolve nos funcionários habilidades e estímulos à autonomia visando à diminuição do desperdício e aprimoramento da cultura *Lean* empresarial. A expansão da autonomia e das responsabilidades dos operadores é crucial para a melhoria no desempenho das empresas (Panizzolo, 1998). A redução do setup diminui o tempo de inatividade entre trocas de peças das máquinas e dado isso a cultura *Lean* instiga o investimento do funcionário na solução dos problemas tanto para trocas rápidas de ferramentas quanto seu envolvimento na solução de problemas. (Shah e Ward, 2007; Panizzolo, 1998; Gurumurthy e Kodali, 2009). Neste sentido as TIC tem um papel importante uma vez que tem a capacidade de oferecer maior flexibilidade para o trabalhador e algumas como a internet constituem uma fonte de conhecimento e viabilizam a comunicação inter e intra organizacional (Bruun *et al.*, 2004).

E por fim, o fator 6 composto pelos itens X17, X18, X30 e X31 consolida uma “padronização do trabalho”. O mapa de fluxo de valor ressalta a importância de se conhecer

bem o processo, pois apresenta as atividades com valor adicionadas, assim como as atividades que não agregam nenhum valor (Gurumurthy e Kodali, 2009). Com o esboço do mapa de valor, é possível utiliza-lo para entender e direcionar o fluxo da produção com um *takt* time balanceado sem exercer sobrecarga de trabalho aos funcionários. Os quadros de acompanhamento de trabalho atuam para verificar a produção real e planejada assim como, focar a produção em famílias de produtos, o que significa que a produção *Lean* reduz o número de interações sem reduzir o número de elementos, produzindo por famílias de produtos em uma linha ou célula de produção dedicada ao invés de produzir inúmeros produtos de famílias diferentes todos juntos em um único departamento produtivo (Shah e Ward, 2007; McLaughlin e Cardenas, 2013). No sentido das TIC, Powell *et al.* 2013 afirmam que o processo de implementação de ERP pode agir como um catalisador para a implementação de práticas enxutas, uma vez que por exemplo o VSM e o trabalho padronizado são um suporte para o processo de implementação dos sistemas ERP porque são práticas que ajudam definir os processos empresariais.

5. Conclusões

Com essa análise conclui-se que as empresas utilizam diferentes práticas de *Lean* em conjunto como apresentado pelo resultado da análise fatorial. A implementação de um programa *Lean* implica envolver três elementos interdependentes: Sistema operacional, infraestrutura de gestão e a cultura organizacional (Drew *et al.*, 2004) e para que as perdas sejam sistematizadas e eliminadas até a obtenção do fluxo contínuo a filosofia *Lean* dispõe de ferramentas práticas e úteis para tal objetivo. As empresas estudadas apresentaram uma sincronia nas escolhas das ferramentas. Visto que todas as utilizam em conjunto com mais de uma. As TI são apoio fundamental para assessorar a monitorar a utilização das práticas, contudo, faz-se necessário compreender o racional de TI que monitora as práticas. Pois, a partir do domínio e da utilização da TI, é possível controlar e monitorar os desempenhos esperados pelas práticas *Lean*. Ainda é baixo a implementação das práticas *Lean* e as TI o que sugere uma gama de possibilidades para as empresas aproveitarem outros conjuntos de apoio focados em TI e que se apliquem a sua realidade empresarial. Em relação aos indicadores de desempenho, a mão-de-obra e tempo de entrega para os clientes e pontualidade está em um dos desempenhos mais focados pelas empresas.

Uma limitação desse estudo foi a baixa cultura das práticas *Lean* na região sul do Brasil, o que oferece oportunidades para aplicar novas práticas e entender como as empresas controlam

o desempenho esperado. Seria válido realizar entrevistas abertas para com os respondentes verificando como as práticas foram implementadas, assim compreender se os problemas, barreiras enfrentadas são comuns a todos e se existe algum padrão que indique que as empresas da região sul se comportem de uma determinada maneira a implementação da cultura *Lean*. Uma sugestão para futuros estudos seria aplicar esse estudo a um ambiente hospitalar na região sul do Brasil.

REFERÊNCIAS

- Abdulmalek, F. & Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of Lean manufacturing and value stream mapping via simulation A process sector case study. *International Journal of Production Economics*, 107(1): 223–236.
- Al-Tahat, M. & Jalham, I.A. (2013). Structural equation model and a statistical investigation of Lean-based quality and productivity improvement. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 26(3): 571-583.
- Anvari, A., Zulkifli, N. & Yusuff, R. (2012). A dynamic modeling to measure Lean performance within Lean attributes. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 66(8): 663-677.
- Arunagiri, P. & Gnanavelbabu, A. (2014). *Identification of High Impact Lean Production Tools. Automobile Industries using Weighted Average Method*, 2072–2080.
- Asimakopoulos, S. & Dix, A. (2013). Forecasting support systems technologies-in-practice: A model of adoption and use for product forecasting. *International Journal of Forecasting* 29(2): 322–336.
- Bendell, T. (2006). A review and comparison of six sigma and the Lean organizations. *The TQM Magazine*, 18(3): 255-262.
- Bhasin, S. (2011). Measuring the Leanness of an organisation. *International Journal of Lean Six Sigma*, 2(1): 55-74.
- Bortolotti, T., Boscari, S. & Danese, P. (2015). Successful Lean implementation soft practices. *International Journal of Production Economics*, 160: 182-201.
- Bortolotti, T., Danese, P. & Romano, P. (2013). Assessing the impact of just-in-time on operational performance at varying degrees of repetitiveness. *International Journal of Production Research*, 51(4): 1117–1130.
- Bruun, P. & Mefford, R. (2004). Lean production and the Internet. *International Journal of Production Economics*, 89(3): 247–260.
- Castillo, G., Alarcón, Luis F. & González, V. A. (2014). Implementing Lean Production in Copper Mining Development Projects: Case Study. *Journal of Construction Engineering and Management*, 141(1).
- Conti, R., Angelis, J., Cooper, C., Faragher, B. & Gill, C. (2006). The effects of Lean production on worker job stress. *International Journal of Operations & Production Management*, 26(9): 1013 – 1038.

- Drew, J., McCallum, B. & Roggenhofer, S. (2004). *Journey To Lean - Making Operational Change Stick*. Great Britain: Palgrave Macmillan.
- Fisher, M., Ramam, A. & McClelland, A. (2000). Rocket-Science Retailing Is Almost Here: Are You Ready?. *Harvard Business Review*, 78(4): 115-124.
- Fuller, N. (1995) Just-in-time purchasing and supply: a review of the literature. *International Journal of Operations & Production Management*, 15(9): 220-236.
- Viera, A; Viera, S. & Viera, L. (2007). Tecnologia de identificação por radiofrequência: fundamentos e aplicações em automação de bibliotecas. *Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação*, 12(24): 182-202.
- Grout, J. (2006). Mistake proofing changing designs to reduce error. *Quality & Safety In Health Care*, 15(1): 144-149.
- Gurumurthy, A. & Kodali, R. (2009). Application of benchmarking for assessing the Lean manufacturing implementation. *Benchmarking an International Journal*, 16(2): 274–308.
- Hair, J. (2007). *Fundamentos de Métodos de Pesquisa em Administração*. Porto Alegre: Bookman, 2007.
- Karlsson, C. & Ahlström, P. (1996). The difficult path to Lean product development. *Journal of Product Innovation Management*, 13(4): 283-295.
- Kawakami, T., Durmuşoğlu, S. S., & Barczak, G. (2011). Factors Influencing Information Technology Usage for New Product Development: The Case of Japanese Companies. *Journal of Product Innovation Management*, 28(6): 833–847.
- Kotha, S; Swamidass, P. (2000) Strategy, advanced manufacturing technology and performance: empirical evidence from U.S. manufacturing firms. *Journal of Operations Management*, 18(3): 257–277.
- Kristofferson, A. & Lindeberg, C. (2006). *Lean Product Development in Swedish Industry*. Tese de Doutorado. Master's Thesis, Stockholm School of Economics.
- Lander, E; Liker, J. (2007). The Toyota Production System and art: making highly customized and creative products the Toyota way. *International Journal of Production Research*. 45(16): 3681-3698.
- Lehrer, M., & Behnam, M. (2009) Modularity vs programmability in design of international products: Beyond the standardization–adaptation tradeoff? *European Management Journal*, 27(4), 281–292.
- Marodin, G., Eckert, C. & Saurin, T. (2012). Avançando na implantação da logística interna Lean: dificuldades e resultados. *Revista Produção Online*. 12(2): 455-479.
- Marodin, G; Saurin, T; Fettermann, D. (2014). Uma sistemática para a avaliação de riscos na implantação de produção enxuta. *Revista Produção Online*, 14(1): 364-401.
- Marodin, G. & Saurin, T. (2015). Managing barriers to Lean Production implementation: contexto matters. *International Journal of Production Economics*, 53(13): 3947-3962.

- Mclaughlin, P. & Durazo-Cardenas, I. (2013). Cellular manufacturing applications in MRO operations. *Procedia CIRP*, 11: 254-259.
- Mehri, D. (2006). The darker side of lean: an insider's perspective on the realities of the Toyota production system. *The Academy of Management Perspectives*, 20(2): 21-42.
- Moyano, J., Jurado, P., Marín, J. & Cámara, S. (2012). El papel de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en la búsqueda de la eficiencia: un análisis desde Lean Production y la integración electrónica de la cadena de suministro. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 15(3): 105-116.
- Murtaza, M., & Shah, J. (2004). Managing Information for Effective Business Partner Relationships. *Information Systems Management*. 21(2), 43–52.
- Nazari-Shirkouhi, S. (2015). Investigating the effects of customer relationship management and supplier relationship management on new product development. *Tehnicki Vjesnik - Technical Gazette*, 22(1): 191–200.
- Pakdil, F. & Leonard, K. (2015). The effect of organizational culture on implementing and sustaining Lean processes. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 26(5): 725 - 743.
- Panizzolo, R. (1998). Applying the lessons learned from 27 Lean manufacturers. The relevance of relationships management. *International Journal of Production Economics*, 55(3): 223-240.
- Pingyu, Y; Yu, Y. (2010). The barriers to smes implementation of Lean production and counter measures. *International Journal of Innovation, Management and Technology*, 1(2): 220-225.
- Plonka, F. (1997). Developing a Lean and Agile Work Force. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 7(1): 11-20.
- Powell, D., Alfnes, E., Strandhagen, J. & Dreyer, H. (2013). The concurrent application of Lean production and ERP: Towards an ERP-based Lean implementation process. *Computers in Industry*, 64(3): 324-335.
- Rahman, N., Sharif, S. & Esa, M. (2013). Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation. *In: International Conference on Economics and Business Research Procedia Economics and Finance*, 7: 174-180.
- Riezebos, J., Klingenberg, W. & Hicks, C. (2009). Lean Production and information technology: Connection or contradiction?. *Computers in Industry*, 60(4): 237-247.
- Rother, M. & Shook, J. (2003). *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*. Lean Enterprise Institute.
- Rozenfeld, H. (2006). *Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo*. São Paulo: Saraiva.
- Saurin, T., Ribeiro, J. & Marodin, G. (2010). Identificação de oportunidades de pesquisa a partir de um levantamento da implantação da produção enxuta em empresas do brasil e do exterior. *Gestão & Produção*, 17(4): 829-841.
- Saurin, T; Ribeiro, J; Vidor, G. (2012). A framework for assessing poka-yoke devices. *Journal of Manufacturing Systems*, 31(3): 358–366.

- Shah, R; Ward, T. Defining and Developing Measures of Lean Production. *Journal of Operations Management*, 25(4): 785-805, 2007.
- Slack, N.; Chambers, S. & Johnston, R. (1997). Administração da produção. São Paulo: Editora Atlas.
- Tortorella, G (2015). The impact of contextual variables on learning organization in firms that are implementing lean: a study in Southern Brazil. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 78(9-12): 1879-1892.
- Tyagia, S., Caib, X., Yanga, K. & Chambersc, T. (2015). Lean tools and methods to support efficient knowledge creation. *International Journal of Information Management*, 35(2): 204-214.
- Waal, A; Counet, H. (2009). Lessons learned from performance management systems implementations. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 58(4): 367-390.
- Wang, C. (2015). Using quality function deployment to conduct vendor assessment and supplier recommendation for business-intelligence systems. *Computers & Industrial Engineering*, 84: 24–31.
- Ward, P; Zhou, H. (2006). Impact of Information Technology Integration and Lean/Just-In-Time Practices on Lead-Time Performance. *Decision Sciences*, 37(2): 177-203.



This journal is licenced under a Creative Commons License. Creative Commons - Atribuição-CompartilhaIgual 4.0 Internacional.