Lean Maintenance: Perspectiva de Manufatura Competitiva e Sustentável

SOUZA, J. B. [a,b*], SACOMANO, J. B. [a,b], KYRILLOS, S. L.[a,b]

a. Universidade Paulista, São Paulo

b. Universidade Paulista, São Paulo

**José Barrozo de Souza, barrozo.pgep.ifes@gmail.com*

Resumo

Este artigo centra-se na integração da gestão de operações e processos com o paradigma da *Lean Maintenance*, especificamente modelos de sistemas de produção na perspectiva de uma manufatura competitiva e sustentável. O método de pesquisa é baseado em uma análise crítica da literatura utilizando duas abordagens complementares. A pesquisa permitiu inferir que adoção do paradigma "*Lean Maintenance*" nas empresas e organizações ainda está em seu estado embrionário, entretanto nossos resultados sugerem que a implantação do paradigma "*Lean Maintenance*" pode agir como um catalisador para o desempenho operacional, ou seja, tornando a manufatura competitiva e sustentável, especialmente proporcionando sinergia para a sustentabilidade empresarial. É importante registrar que esta pesquisa será a base para um projeto mais detalhado para as empresas de médio e pequeno porte.

Palavras-chave: Ambiental, Operações, Produção, Sustentabilidade.

1. Introdução

Este artigo centra-se na integração da gestão de operações e processos com o paradigma da *Lean Maintenance*, especificamente modelos de sistemas de produção na perspectiva de uma manufatura competitiva e sustentável. Um princípio fundamental da atividade industrial é competir através da excelência operacional, muitas vezes descrita por melhores práticas como base para a transformação e melhoria de esforços operacionais. Ford e Sloan moviam o mundo da manufatura para a produção em massa, enquanto Toyoda e Ohno liderou o caminho para a melhoria continua na fabricação pelo paradigma de produção enxuta (Liker, 2009; Womack e Jones, 1990; Ohno, 1988).

Integração de sistemas de gestão podem ter diferentes níveis de ambição. Jørgensen et al. (2006) definiram três diferentes níveis de integração para sistemas de gestão: correspondente, onde sistemas paralelos correspondem um ao outro, coordenado e coerente com os processos genéricos e combinados com tarefas no ciclo de gestão e integração estratégica e inerentes, onde a cultura de aprendizagem da melhoria contínua e participação das partes interessadas estão integradas (Jorgensen et al., 2006). Para ter sucesso com níveis mais profundos de integração, o foco no ciclo PDCA é crucial (Helman, 2007).

Assim sendo, a eficiência da integração da manutenção com os sistemas produtivos é de grande interesse econômico e sustentável para as empresas. Questões de sustentabilidade estão ganhando maior destaque entre as empresas e seus *stakeholders* em todo o mundo. Ao longo dos últimos anos, o número de empresas que compartilham informações sobre suas iniciativas de sustentabilidade em relatórios disponíveis publicamente vem crescendo rapidamente.

Os nomes usados para se referir a esses relatórios variam amplamente, incluindo a "sustentabilidade", "desenvolvimento sustentável", "responsabilidade social corporativa", "responsabilidade corporativa", "*triple bottom line*", e os relatórios de 'responsabilidade', entre muitos outros. No entanto, apesar da proliferação desses relatórios, questões permanecem sobre as informações que devem conter e de como eles devem ser estruturados (Davis e Searcy, 2010).

Entretanto, as questões em torno do conceito de sustentabilidade corporativa são complexas e de longo alcance. Essa complexidade exige uma abordagem que procura integrar os diversos pontos de vista em torno da sustentabilidade corporativa em uma definição inclusiva e quadro explicativo (Christen e Schmidt 2012).

Para este fim, para garantir a sobrevivência das empresas, ser credível, sustentável e competitiva no mercado, os serviços de manutenção devem adaptar-se continuamente para o progresso da área técnica, tecnológica e organizacional ainda ajudar os gerentes de manutenção para construir ou para modificar as estratégias de manutenção, perante as exigências do mercado global.

Assim, o objetivo principal desta pesquisa é apresentar uma proposta de integração entre a Gestão *Lean Maintenance* e a Gestão de operações e processos. A seguir, apresenta-se a fundamentação teórica da pesquisa, esclarecendo os tópicos centrais para o desenvolvimento do artigo.

1.1 Lean maintenance: conceitos e princípios

Lean maintenance é definida como a prestação de serviços de manutenção para os clientes com o menor desperdício possível. Isso promove a realização de um resultado desejável da manutenção com menor número de entradas possível (Funegan e Humphries 2006).

Os princípios que regem cada elemento organizacional devem ser o mesmo que os da organização-mãe ou corporação. Em empresas diversificadas, que incluem, por exemplo, fabricação, operações de serviços (por exemplo, serviços financeiros), as operações de instalação (por exemplo, hospitais) e similarmente diversas unidades de negócio, elementos organizacionais individuais terão como princípios norteadores de um subconjunto de princípios relativos à organização-mãe (Palmer 2013).

Princípios divergentes criam políticas e elementos organizacionais divergentes opondo as metas e objetivos de outros elementos, mesmo interdependentes inter-relacionados. Assim, os princípios que regem a operação de manutenção, embora com foco um pouco diferente, continuam sendo os mesmos que os da própria planta. Para refletir o foco diferente, os princípios que regem a manutenção podem ser reescritos como mostra o Quadro 1:

Quadro 1 – Princípios que regem a *Lean Maintenance*

Foco no cliente	A operação de manutenção é focada no que a sua ou as suas (operações) agregam valores ao cliente, o que é principalmente à confiabilidade, disponibilidade e mantenabilidade dos equipamentos.
Qualidade gerada na fonte	A qualidade das tarefas de manutenção se traduz na sua correta realização, ou seja, no momento certo e na primeira vez (sem repetições de tarefas de manutenção, pois as tarefas são executadas corretamente na primeira vez).
Eliminação de resíduos	Procurar ativamente identificar e eliminar o desperdício, que é qualquer coisa (qualquer parte, a prática, o processo de manutenção, ferramentas ou instrumentos, ambiente de trabalho, elemento de organização ou política) que não agregam valor para o cliente.

Fonte: Elaborado pelos autores com base no mapeamento da literatura pesquisada (Palmer 2013)

Como esses princípios que regem atualizados mostram, a ênfase é a mesma, mas o foco é colocado sobre o cliente manutenção. Manutenção de sucesso são construídas sobre uma base de princípios que regem e uma camada de conceitos de suporte - como os conceitos das funções de operação enxuta e de manutenção enxuta. Dez declarações que são considerados essenciais para apoio à operação da Lean Maintenance são descritas a seguir no Quadro 2.

Quadro 2 – Declarações essenciais para apoio à operação da *Lean Maintenance*

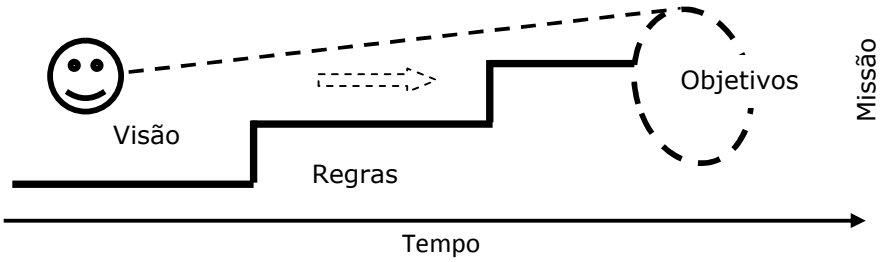
1	A Gestão tem desenvolvido e comunicado uma declaração clara da missão da manutenção para garantir que as atividades departamentais são consistentes e apoiam plano operacional das instalações e estratégias operacionais associadas.
2	O conceito de custódia operacional é fundamental para a filosofia instalada.
3	Responsabilidade de determinar a melhor forma de satisfazer as necessidades de manutenção cabe ao departamento de manutenção, através do conhecimento e aconselhamento técnico qualificado.
4	Manutenção dos processos, equipamentos e instalações é uma responsabilidade partilhada por todas as unidades da organização.
5	A manutenção é um dos pilares da operação. As declarações políticas são emitidas pela administração para assegurar que o programa de manutenção é uma parte integrante da estratégia operacional. Assim, a interpretação comum do esforço de manutenção é assegurada e os seus procedimentos estão enraizados a estas práticas em toda a instalação.
6	As Filosofias de manutenção e funções de apoio às estratégias operacionais são escritas dentro de um manual de procedimentos e eficazmente comunicadas a todos os departamentos envolvidos.
7	Manutenção eficaz é pró-ativa, não reativa. Quando ocorrem falhas, as medidas preventivas são procuradas para evitar a recorrência.
8	Há uma definição e compreensão das responsabilidades (primárias e de apoio) clara, entre os serviços de manutenção operacional (produção).
9	Compreensão mútua e a cooperação são excelentes. Procedimentos importantes, como o sistema de ordens de serviço são seguidos com uniformidade razoável.
10	A natureza pró-ativa do programa *Total Productive Maintenance* (TPM) não deve ser esquecido quando a instalação está sob pressão para cumprir metas de produção.

Fonte: Elaborado pelos autores com base no mapeamento da literatura pesquisada (Palmer 2013); (Smith e Hawkins 2004)

1.2 Lean maintenance:visão e missão

É importante compreender as relações entre os princípios, objetivos e metas, bem como a visão de uma operação e sua missão Fig. 1. A unidade subjacente para a maneira de fazer as coisas, seja na vida ou nos negócios, são o seu conjunto particular de princípios e conceitos. Todo o resto cresce a partir dessas raízes.

A visão é um retrato do que você gostaria, finalmente, a tornar-se, ou nos negócios, em que a organização gostaria de ser no futuro. Sua missão é o propósito da sua existência ou da existência de Operação de Manutenção.



Fonte: Elaborado pelos autores com base no mapeamento da literatura pesquisada (2014)

Fig. 1. Relações entre missão-visão-objetivos-regras

Missão é a razão de você fazer o que você faz. As regras são os passos mensuráveis para cumprir a missão, enquanto os objetivos são as condições que devem ser cumpridas a fim de cumprir a missão. A Missão da Manutenção é indicar claramente as razões, ou propósito, para a existência do departamento de manutenção, uma vez que suporta a visão da empresa e do seu plano (de produção) estratégico e operações.

As declarações de visão normalmente são geradas somente no nível mais alto da empresa. Tornam-se, por força da política, a visão de cada elemento dentro da organização. Objetivos e metas da manutenção são sincronizados com a declaração de missão da área de manutenção e será coerente com o plano estratégico da empresa e planos de operações/produção, o que, por sua vez, são formulados para realizar a visão da empresa. A declaração de missão de manutenção deve apoiar a missão declarada da empresa e visão.

A missão é para ser cumprida dentro de um ambiente de trabalho que promove os mais altos níveis de segurança, a moral e realização de trabalho para todos os membros da equipe de manutenção ao mesmo tempo proteger o meio ambiente (sustentabilidade empresarial).

1.3 Manufatura enxuta

A filosofia de produção enxuta visa reduzir os custos operacionais através da eliminação de resíduos. Lixo (resíduos) é tudo aquilo que não agrega valor ao produto ou serviços (Womack e Jones, 1996; Monden, 1983) e com a eliminação dos resíduos, em última análise, a sua empresa vai aumentar o valor para os sistemas de produção e produzir uma boa qualidade de produtos que visam a satisfação dos clientes (Moayed e Shell, 2009; Sanchez e Perez,2001).

"*Lean*" significa enxuto em inglês, mas, no jargão empresarial, remete a uma filosofia nascida nas fábricas da Toyota dos anos 1950. Apoia-se em dois pilares: no *kaizen*, que é a filosofia de melhoria contínua para eliminar lacunas que vão dinamicamente surgindo na produção, e no *empowerment* dos colaboradores do nível operacional. Isso torna a empresa mais adaptável.

A produção enxuta pode também ser considerada como um mecanismo JIT estendida que inclui a participação de todas as partes envolvidas na cadeia de suprimentos, intra e interorganização (Enkawa e Schvaneveldt, 2001). O principal objetivo do JIT é reduzir continuamente e eliminar todas as formas de desperdício, em última instância (Ahmed et al, 2004;. Cua et al, 2001).

Com esta filosofia, é possível produzir uma variedade de produtos com um mínimo de inventário e o menor nível de defeitos de qualidade. Neste trabalho, o JIT é considerado como o subconjunto de produção enxuta (Enkawa e Schvaneveldt, 2001; Sanchez e Perez, 2001).

A produção enxuta é definida como uma "estratégia ambiental preventiva integrada" para melhorar a eficiência dos recursos, minimização de riscos e impacto ambiental e redução do desperdício e dos custos nas operações de uma organização (UNEP, 2013). Khalili et al. (2014) enfatizam que as estratégias de Produção Mais Limpa são fundamentalmente preocupadas com as operações, a sustentabilidade ambiental e a maximização de redução, reciclagem e reutilização ao nível da empresa, e são, portanto, de âmbito microeconômico.

Conforme descrito na Declaração do Rio e a Agenda 21, o desenvolvimento sustentável tornou-se o objetivo primordial da comunidade internacional, e influencia o desenvolvimento de estratégias nacionais de desenvolvimento sustentável. Apesar de todos os esforços, no entanto, as preocupações com os desenvolvimentos econômicos e ambientais globais prevalecer em muitos países. Estas preocupações foram intensificadas pela energia recente prolongada global, crises alimentar e financeira, (UNDESA, 2011).

Mais ou menos, estudos recentes sugerem que, apesar de todos os esforços para promover a educação para a sustentabilidade, não temos sido tão bem sucedido quanto o que desejava. Para resolver este problema significativo, Thomas et al, 2012, identificou vários inibidores chave; uma falta de compreensão e de formação para os acadêmicos; natureza da sustentabilidade impugnada; já lotado currículo; tempo e recursos necessários para o pessoal para o conhecimento e as habilidades

desenvolvidas; falta de motoristas institucionais; e culturas e premissas disciplinares (Thomas et al., 2012).

Khalili et al. (2014a) acreditam que, a produção enxuta foi projetada para atender apenas a sustentabilidade ambiental, tem o potencial de afetar os indicadores sociais, econômicos e prosperidade relacionados, medida a nível macroeconômico, com a expansão do modelo da tradicional produção mais limpa. Ou seja, efetivamente integrar a sustentabilidade em empresas requer uma ação que ultrapassa as fronteiras organizacionais.

1.4 Desenvolvimento sustentável

O termo "desenvolvimento sustentável" foi formalmente adaptado num quadro político internacional durante a primeira conferência mundial sobre o homem e o ambiente, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano (UNCHE), realizada em Estocolmo, em 1972 (Dresner, 2012), com a criação da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Questões científicas relacionadas com a sustentabilidade foi a base para a adoção do termo "desenvolvimento sustentável" nas discussões internacionais.

O aumento generalizado de interesse e apoio para o conceito de desenvolvimento sustentável pode significar uma mudança importante na relação da humanidade com a natureza e nas relações inter-humanas (Khalili et al. 2014a). Conforme, (Hopwood et al. 2005 a, b) o conceito de desenvolvimento sustentável é em parte resultado da crescente conscientização das relações globais entre crescentes problemas ambientais, questões socioeconômicas relacionadas com a pobreza e a desigualdade, e as preocupações sobre um futuro saudável para a humanidade.

O paradigma de desenvolvimento sustentável, que foi introduzido de maneira formal na década de 1990 (Khalili, 2011b) metas de sustentabilidade ambiental, social, ecológico e econômico através de uma estrutura coesa, que os trata como objetivos interligados ("*triple bottom line*"). Pois, a questão ambiental é relevante para qualquer debate sobre o futuro das empresas industriais (Yang et al. 2010).

O conceito de sustentabilidade, desenvolvimento sustentável e uma vida sustentável é atualmente termo muito frequente e um conceito-chave nos campos de legislação. Há um esforço cada vez maior para entender as possíveis ligações entre as dimensões econômica, ambiental, social e institucional de desenvolvimento e as formas em que essas esferas são medidas não só individualmente, mas também em redes. Em geral, o termo é muitas vezes entendido como uma visão de futuro desenvolvimento, que vê o respeito mútuo e busca o equilíbrio entre o lado social, ambiental e econômico.

2. Materiais e métodos

Para o presente artigo a metodologia empregada foi replicada a partir do trabalho apresentado por Bolis et al. (2014). O método de pesquisa é todo baseado em uma análise crítica da literatura utilizando duas abordagens complementares. A primeira abordagem é uma análise exploratória da literatura (estado da arte) para identificar as principais publicações sobre *Lean Maintenance*, sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, considerando-se as palavras-chave relacionadas e referências citadas. A segunda abordagem complementa e fundamenta as conclusões da primeira abordagem através de uma análise hermenêutica, isto é, uma critica interpretação de uma amostra específica de artigos identificados por meio de uma pesquisa bibliográfica estruturada.

Portanto, a primeira abordagem amplia o espectro de conhecimento sobre o conceito de *Lean Maintenance*, enquanto a segunda faz uma contribuição mais aprofundada das pesquisas relevantes dos artigos específicos, sobre sustentabilidade e desenvolvimento sustentável. Em vez de esgotar o tema, a ideia é propor um debate com base em uma análise mais profunda das questões envolvidas nesse processo de integração, como uma base para um projeto mais detalhado para as empresas de médio e pequeno porte.

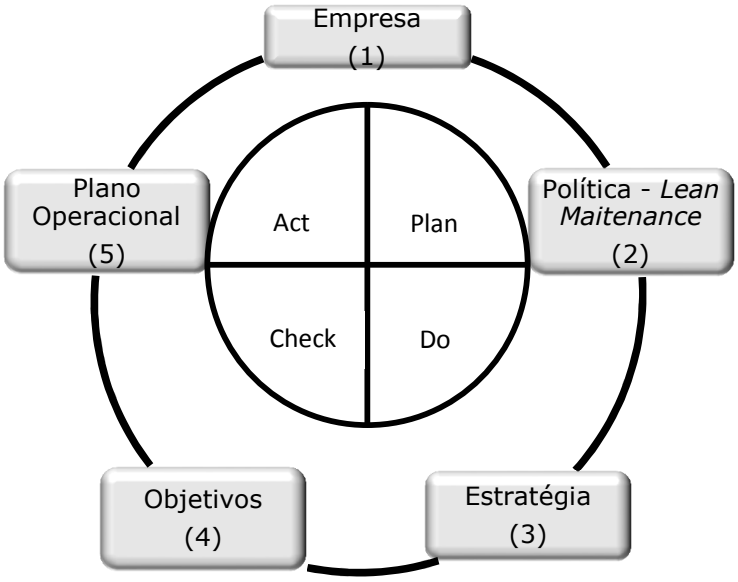
O método utilizado neste artigo é uma revisão da literatura, com o objetivo de ampliar a base de conhecimentos na área da investigação (Kumar, 2011). A revisão da literatura era esperada para

expandir nossos conhecimentos sobre a integração entre a Gestão da *Lean Maintenance* e a Gestão das operações e processos, reforçando-o e encontrando novas conexões úteis para uma definição mais abrangente do tema.

3. Resultados

Com base em uma discussão estruturada das evidências coletadas de artigos, estudos científicos e livros, pode-se concluir que o desenvolvimento sustentável pode ser visto como o tipo de desenvolvimento que visa satisfazer as necessidades humanas da sociedade como um todo (incluindo as gerações futuras) para além de um nível mínimo, que é ativado por uma perspectiva axiológica na tomada de decisão, considerando-se os limites ambientais.

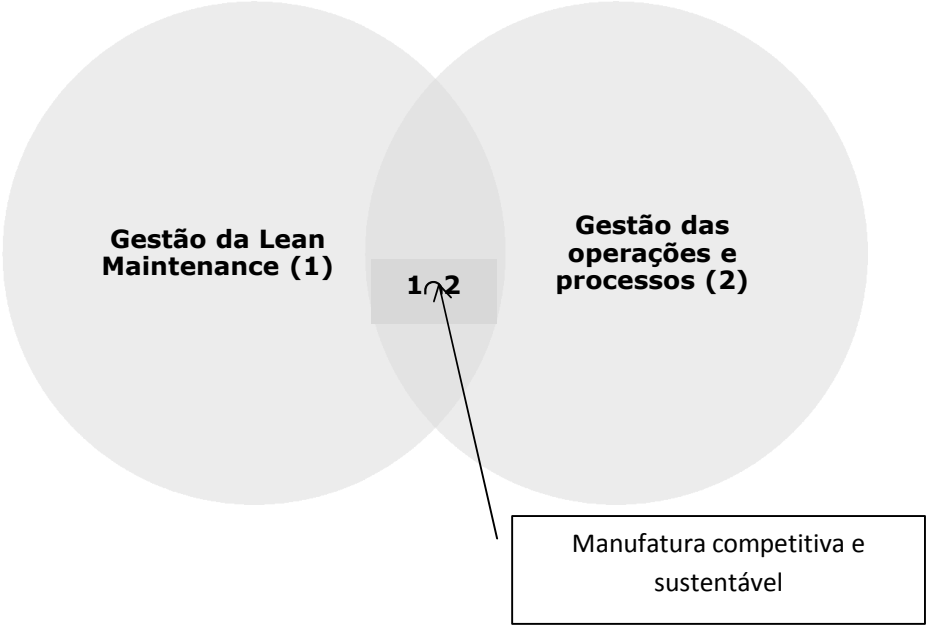
Este ponto de vista baseia-se nas filosofias apresentadas nos Quadros 1 e 2, que, respectivamente engloba os princípios que regem o paradigma *Lean Maintenance* e as dez importantes declarações para o apoio à utilização da *Lean Maintenance*. Portanto, a proposta de integração entre a Gestão da *Lean Maintenance* e a Gestão das operações e processo é benéfica para pelo menos duas razões: 1) para evitar a duplicação de atividades semelhantes, como, por exemplo, auditoria e 2) para integrar o sistema de gestão melhor no processo de negócio, conforme o modelo apresentado na Fig. 2.



Fonte: Elaborado pelos autores com base no mapeamento da literatura pesquisada (2014)

Fig. 2. As relações de integração entre o paradigma *Lean Maintenance* e Manufatura

A proposta de integração dos sistemas de gestão é importante incluir todos os componentes-chave de cada sistema (Fatores Críticos de Sucesso). Assim, é importante manter o controle destes em todos os esforços da integração. Com base nas descrições e elementos apresentados nos Quadros 1 e 2. E, finalmente na Fig. 3 é mostrada a filosofia da proposta da integração. Pode-se inferir que, com a dupla sobreposição (a área das duas esferas Gestão da *Lean Maintenance* e Gestão das operações e processos), isto é, nas interseções $1 \cap 2$, no qual simultaneamente ocorrem as possibilidades de uma Manufatura competitiva e sustentável, como mostrado no Diagrama de *Venn* da Fig. 3.



Fonte: Elaborado pelos autores com base no mapeamento da literatura pesquisada (2014)

Fig. 3. Integração entre a Gestão *Lean Maintenance* e a Gestão das operações e processos

Este artigo contribui para uma melhor compreensão do paradigma da *Lean Maintenance* e do conceito de desenvolvimento sustentável, que é importante para os esforços concretos e alinhados de diversas partes da sociedade e das organizações industriais. As principais vantagens da proposta da integração são como se segue. (a) Um grupo alvo (a proposta pode ser usada pela academia, por políticas públicas ou pelo setor privado e empresas de pequeno e médio porte). (b) Representações do conceito de *Lean Maintenance* e desenvolvimento sustentável em termos de três questões pragmáticas: São as limitações ambientais para o presente e o futuro consideradas e asseguradas? São as necessidades humanas da sociedade como um todo se reúne para além do mínimo proposto pelo WCED (1987)? São os impactos positivos e negativos para a sociedade considerada nos processos de tomada de decisão?

Além disso, pesquisas futuras têm um forte potencial para contribuir para acadêmicos e profissionais de contextualizar as empresas de pequeno e médio porte numa lógica de desenvolvimento sustentável aqui proposto. Esta abordagem é particularmente interessante devido à sua relevância para a sociedade e empresas e seu potencial para contribuir de fato para o desenvolvimento sustentável global.

Como este artigo aponta mais pesquisas em soluções tecnológicas para medir e reduzir os impactos ambientais negativos das atividades humanas e empresariais é importante na medida em que deverá permitir a identificação de soluções que maximizam a satisfação das necessidades humanas, (inclusive gerações futuras), minimizando o esgotamento dos recursos naturais no planeta.

No entanto, os resultados mostram que as possíveis soluções tecnológicas da Engenharia de Produção devem andar de mãos dadas com as pesquisas realizadas nas disciplinas das Ciências Sociais, devido a importância de uma mudança social para uma atitude mais baseada em valores. Independentemente do tema específico para pesquisas futuras, um ponto importante é a necessidade da contribuição da academia (esforços multidisciplinares), reforçando as informações e soluções tecnológicas que levem as empresas de pequeno e médio porte a transpor as barreiras e dificuldades, para que soluções eficazes para o desenvolvimento sustentável possam ser identificadas e implementadas, principalmente porque a adoção do paradigma "*Lean Maintenance*" nas empresas e organizações ainda está em seu estado embrionário, entretanto nossos resultados sugerem que a implantação do paradigma "*Lean Maintenance*" pode agir como um catalisador para o desempenho operacional, ou

seja, tornando a manufatura competitiva e sustentável, especialmente proporcionando sinergia para a sustentabilidade empresarial (criando situações eco-eficientes).

Este artigo discute a necessidade de uma mudança de perspectiva da integração entre a Gestão das operações e processos e a Gestão da *Lean Maintenance*, uma vez que o desenvolvimento sustentável não pode ser analisado com base apenas em algumas variáveis e sua evolução traçada ao longo do tempo. Agora, é também crucial implementar e defender uma Manufatura competitiva e, fundamentalmente sustentável, como é o principal ponto de vista da abordagem *Lean Maintenace* apresentada na presente pesquisa.

O ponto de vista apresentado pelo artigo é útil para obter uma melhor compreensão da realidade e correlacionar os diferentes aspectos da sustentabilidade empresarial, em termos da integração Manufatura e o paradigma *Lean Maintenance*. A clara limitação desta pesquisa é que ela é baseada na literatura (estado da arte) e não abrange a evidência empírica. Além disso, como aqui discutido, devido ao fato de que é uma análise interpretativa da abordagem *Lean Maintenance*, as perspectivas do mundo das pesquisas para analisar as publicações possam, eventualmente, dirigir os resultados para outra direção.

A limitação desta pesquisa é que, a literatura sobre o principal assunto não abrange todo o tema uma vez que existem poucas publicações, ou seja, é muito escassa nos principais bancos de dados como, por exemplo, *ScienceDirect*, *SciElo*, *ProQuest*, Portal Periódicos CAPES. Portanto, essa análise pode e deve ser ampliada ainda mais, servindo de base e de entrada para outros pesquisadores que queiram contribuir para a definição do conceito.

As melhorias do presente artigo são possíveis, com mais pesquisas apontando críticas e incorporando evidências empíricas. É importante registrar que esta pesquisa será a base para um projeto mais detalhado para as empresas de médio e pequeno porte, que já estamos planejando para uma possível submissão no *6th International Workshop Advances in Cleaner Production*

Referências

Ahmed,S., Hassan,M., Taha, Z., 2004. State of implementation of TPM in SMIs: a survey study in Malaysia, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol.10 No.2, pp. 93-106.

Christen, M., Schmidt, S., 2012. A formal framework for conceptions of sustainability e a theoretical contribution to the discourse in sustainable development. Sustain. Dev. 20, 400 e 410.

Cua,K.O.,McKone,K,E.,Schroeder,R.G. 2001. Relationships between implementation of TQM, JIT, and TPM and manufacturing performance, Journal of Operations Management, 19(6),pp. 675-694.

Davis, G., Searcy, C., 2010. A review of Canadian corporate sustainable development reports. Journal of Global Responsibility 1 (2), 316 e 329.

Dresner, S., 2012. The Principles of Sustainability. Earthscan, London.

Enkawa, T. and Schvaneveldt, S.J. 2001. Just-in-time, lean production, and complementary paradigms, in Salvendy, G. (Ed.), Handbook of Industrial Engineering, 3rd ed., Wiley, New York, NY, pp. 554-61.

Funegan, T. and Humphries, J., 2006. Synergies for step change gets lean. Institute of Industrial Engineers. Oct. 2006, pp. 27-31.

Helman, D., 2007. Engaging Service Providers in Continuous Improvement: how Volvo's Actors, Systems and Chemical Management Service Provider Could Work Together Towards Continuous Improvement and Sustainable Development. Master's Thesis. Lund University, Lund, Sweden.

Hopwood, B., Mellor, M., O'Brien, G., 2005a. Sustainable development: mapping different approaches. Sustain Dev. 13, 3.

Hopwood, B., Mellor, M., O'Brien, G., 2005b. Sustainable development: mapping different approaches. Sustain Dev. 13, 6.

Ivan Bolis, Sandra N. Morioka, Laerte I. Sznelwar, 2014. When sustainable development risks losing its meaning. Delimiting the concept with a comprehensive literature review and a conceptual model. Journal Clean. Production. 83, 7 e 20.

Jorgensen, T.H., Remmen, A., Mellado, M.D., 2006. Integrated management systems e three different levels of integration. Journal Clean. Production. 14, 713 e 722.

Monden, Y.,1983. *Toyota Production Systems Practical Approach to Production Management*, Industrial Engineering and Management Press, Atlanta, GA.

Moayed, F.A., Shell, R.L., 2009. Comparison and evaluation of maintenance operations in lean versus non-lean production systems, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 15 Iss: 3 pp. 285 - 296.

Khalili, N. R., Susanna Duecker, Weslynne Ashton, Francisco Chavez, 2014a. From cleaner production to sustainable development: the role of academia. Journal of Cleaner Production. xxx, 1-14.

Khalili, N. R., 2011b. Practical Sustainability: from Grounded Theory to Emerging Strategies. Palgrave McMillan, NY (Ch. 10).

Kumar, R., 2011. Research Methodology: a Step-By-Step Guide for Beginners, third ed. Sage Publications, London.

Liker, J.K., 2009. The Toyota Way e Vägen till världsklass. Swedish Translation by Erkelius, L. Liber, Malmö, Sweden. (Original edition published 2004), Ed. 1:1.

Ohno, Taiichi, 1988. In: Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production. Productivity Press, Portland, Oregon (English Translation ed.).

Richard D. Palmer, 2013. Maintenance Planning and Scheduling. McGraw-Hill, Amsterdam. New York.

Ricky Smith, Bruce Hawkins, R.C., 2004. Lean maintenance: reduce costs, improve quality and increase market share. Elsevier, Butterworth-Heinemann.

Sánchez,A.M., Pérez, M. P., (2001), Lean indicators and manufacturing strategies , *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 21 Iss: 11 pp. 1433 1452.

Thomas, I., Hegarty, K., Holdsworth, S., 2012. The education for sustainability Jig- Saw Puzzle: implementation in universities. CE 3 (Special Issue), 840 e 846.

UNEP. 2013. Resource Efficient and Cleaner Production. Available at: http://www.unep.fr/scp/cp/. (Accessed 27.09.13.).

UNDESA. 2011. United Nations Department of Economic and Social Affairs.

Womack, J.P., Jones, D.T., Ross, D., 1990. The Machine that Changed the World: the Story of Lean Production e Toyota's Secret Weapon in the Global Car Wars That is Now Revolutionizing World Industry. Rawson Associates, New York, NY.

Womack, J., Jones, D. 1996. Lean Thinking: Banish waste and Create Wealth in your Corporation, Simon & Schuster, New York, NY.

Yang, C. L., Lin, S. P., Chan, Y. h, Sheu, C., 2010. Mediated effect of environmental management on manufacturing competitiveness: an empirical study. International Journal of Production Economics. 123 (1), 210 e 220.