

Lean e QRM: diferentes ou semelhantes? Revisão da literatura

Lean and QRM: different or similar? A review of the literature

Fernando José Gómez Paredes¹

Moacir Godinho Filho²

¹Pós-graduando em Engenharia de Produção na Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, Docente de Operações e Sistemas para Engenharia de Produção na Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas” – UCA. San Salvador, [El Salvador]. fgomez@uca.edu.sv

²Professor no curso de Engenharia de Produção na Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. São Carlos, SP [Brasil]. moacir@dep.ufscar.br

Resumo

Várias abordagens têm surgido para incrementar o desempenho das operações. Entre elas, cabe citar a Lean Manufacturing, pelos resultados em produtividade, e a Quick Response Manufacturing (QRM), pelo tratamento de alta variedade. Porém, a literatura ainda não tem mostrado como utilizá-las em conjunto ou se podem ser complementares entre si. O objetivo neste artigo é encontrar as semelhanças, diferenças e complementaridades entre as duas abordagens. Para isso, realizou-se uma revisão de literatura, classificando as publicações de acordo com as suas abordagens e ferramentas utilizadas, principalmente. As diferenças encontradas destacam-se pela programação de produção, os seus indicadores. As semelhanças destacadas são estratégias em reduzir desperdícios, uso de agrupamento celular e redução de *set-up*. As abordagens são complementares no incremento de flexibilidade do QRM para o Lean, tanto nos produtos como na cadeia de suprimentos. Futuras pesquisas podem explorar uma combinação das duas em forma empírica.

Palavras-chave: Complementariedades. Quick Response Manufacturing. Manufatura Enxuta. Revisão de literatura.

Abstract

Some approaches have emerged in order to increase companies' performance in their operations. Lean Manufacturing is among them, in virtue of its productivity improvement, as well as Quick Response Manufacturing (QRM), for its high-variety strategy. However, the literature has not elucidated yet how to use together these two approaches or whether they complement each other. The aim of this article is to find similarities, differences, and complementarities of both approaches. To achieve this, we used a literature review, classifying papers mainly by the type of approach and cited tools. The main differences found were related to production systems and their performance indicators. The principal similarities were in waste-reduction strategies, cell grouping and setup reduction. The main complementarity were found in increasing flexibility from QRM to Lean in production as well as in supply chains. Future research may empirically explore a combination of the two approaches.

Keywords: Complementarities. Quick Response Manufacturing. Literature review. Lean Manufacturing.

1 Introdução

Com as tentativas constantes de melhorar o rendimento das empresas, tem-se criado diversas abordagens como estratégias nas operações. Entre elas, uma abordagem muito utilizada e discutida é o sistema de produção Manufatura Enxuta/ Lean Manufacturing (LM). Womack, Jones e Roos (1990) apresentaram essa abordagem como o resultado do sistema Toyota de produção para incrementar a produtividade nas operações. Porém, Godinho e Fernandes (2005) defendem que de forma isolada o Lean não consegue dar resposta para todos os ambientes de trabalho. Segundo a *survey* (pesquisa de levantamento) de Saurin, Ribeiro e Marodin (2010), vários elementos de Lean são dificilmente implantados em ambientes com alta variedade. Paoli, Lucato e Santos (2016) referem que a implantação do Lean depende do nível de maturidade da organização em aplicar melhores práticas.

Bhamu e Sangwan (2014) comentam que o Lean pode ser complementado com outras abordagens, aproveitando, assim sua vantagem de incrementar a produtividade nos diversos ambientes. Alguns exemplos das integrações de Lean com outras abordagens são reportados por Nave (2002) e por Pacheco (2014) de Lean com Teoria de Restrições, como complemento do conceito de gargalo; Salah, Rahim e Carretero (2010) com Six Sigma (filosofia Seis Sigma) para incrementar o controle de qualidade; e Furlan, Vinelli e Pont (2011), com Lean (como JIT) e Administração Total da Qualidade /Total Quality Management – TQM para potencializar seu efeito no recurso humano.

Suri (1998) apresenta o Manufatura de Resposta Rápida/ Quick Response Manufacturing – QRM como uma estratégia que aproveita o melhor do Lean para esses ambientes. Suri (2005) comenta que o QRM estaria sendo essa alternativa

do Lean em *job shop*. Posteriormente, Suri (2010b) descreve que o QRM potencializaria os projetos Lean para perceber melhorias nos ambientes. Saes e Godinho (2011) apresentam resultados de como essa abordagem faz propostas de melhoria. Essa abordagem tem uma divulgação limitada e precisa de outros estudos para refinar seus resultados.

Como QRM e Lean já foram desenvolvidas há algum tempo, as questões de pesquisa que motivam este artigo são: (i) “Quais são as semelhanças entre o Lean e o QRM?” (ii) “Quais são as diferenças que marcam os elementos opostos entre as abordagens?” e (iii) “Quais são os elementos complementares que podem ser integrados entre as abordagens?” Para responder as questões, realizou-se uma revisão de literatura. Procuraram-se publicações que mencionassem quais são esses elementos para comparação e em que áreas dentro da produção aconteceriam.

Após esta seção introdutória, a segunda introduz os conceitos básicos de Lean e QRM para entender as bases das abordagens. A terceira descreve o método de pesquisa utilizado na revisão de literatura. A quarta classifica as publicações encontradas e apresenta os comentários mais importantes dos estudos. Na quinta, a análise das publicações evidencia a relação existente na literatura. Na sexta e última, destacam-se os pontos mais relevantes encontrados na revisão.

2 Referencial teórico: Lean e QRM

Entre as duas abordagens, Lean e QRM, existem diferenças conhecidas com base em suas origens e seus focos. Há ferramentas que foram desenhadas para aplicar princípios específicos de cada abordagem, especialmente na identificação de problemas. Nesta seção, apresentam-se alguns conceitos próprios de cada abordagem.

2.1 Lean Manufacturing

O Sistema de Produção Toyota (TPS) teve origem na montadora japonesa de automóveis para incrementar a produtividade (Ohno, 1978). A base do sistema são dois pilares: i) Justo a tempo/Just-in-time (JIT) e ii) Autonomiação/ Jidoka. O sistema foi popularizado por Womack e Jones (1990) como Lean Manufacturing (Manufatura Enxuta), pelo sucesso de incrementar a produtividade. Os mesmos autores propuseram cinco princípios: i) definir o que agrega valor ao cliente; ii) identificar o fluxo de valor; iii) criar um fluxo contínuo; iv) puxar a produção; v) efetuar melhoria contínua. Para estendê-lo a outras indústrias, Liker (2004) propôs 14 princípios agrupados em quatro grandes áreas para implantar as práticas do Lean. Essas áreas são: i) Filosofia e pensamento em longo prazo; ii) Processo e redução de desperdício; iii) Funcionários e parceiros estratégicos; iv) Aprendizagem da solução de problemas.

Hines e Taylor (2000) apresentam uma forma detalhada de aplicar esses cinco princípios. Liker e Meier (2006) estabeleceram um nível de implantação, definido pelo nível organizacional do desenvolvimento do Lean. No entanto, existe uma junção de recomendações realizadas para diferentes níveis, destacando o fluxo por famílias de produtos até toda a organização. Segundo Bhamu e Sangwan (2014), a implantação se resume em três fases: i) a pré-implantação, que considera o treinamento dos funcionários e o engajamento da empresa no projeto; ii) a implantação, que leva em conta os cinco princípios descritos, focando mais na identificação de desperdícios; iii) a pós-implantação, para uma avaliação e proposta de melhorias em forma contínua.

As ferramentas conhecidas da LM são classificadas segundo os pilares do sistema. No pilar do fluxo de produção, são elas: planejamento *takt time*, fluxo contínuo (uma peça só); troca rápida de ferramentas (SMED); logística integrada e

kanban. Para o segundo pilar de automação, são paradas automáticas, *andon*, controle de zero defeitos e solução de problemas com 5 porquês (Gupta & Jain, 2013). Os resultados palpáveis do Lean são decorrentes da sinergia existente entre esses dois pilares (Ghinato, 1996, Monden, 2011).

Para identificar o fluxo de valor, Rother e Shook (2003) propuseram o Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV). No MFV, são identificados os sete desperdícios, tentando abordá-los de forma sistemática para agregar valor. Como proposta de Liker e Meier (2006), o MFV permite analisar os desperdícios de qualquer tipo de sistemas. Eles propõem o uso desse mapa para qualquer nível de implantação do Lean. Alguns exemplos da aplicação do MFV em diversos ambientes como em processo de desenvolvimento de produtos (Milnitz & Tubino, 2013) e montadoras de veículos (Mesquita, Mesquita, & Souza, 2014).

2.2 Quick Response Manufacturing (QRM)

O sistema Competição Baseada no Tempo/ Time Based Competition (TBC) foi iniciado por Stalk (1988), como consequência da visão em que o tempo passou a ser a vantagem competitiva mais importante. Suri (1998) desenvolveu o Quick Response Manufacturing (QRM) é uma estratégia fundamentada no TBC, desenhado especificamente para os ambientes de manufatura. O QRM é uma estratégia que procura a redução do *lead time* em todos os aspectos das operações, interna e externamente. Suri (1996) retoma esses conceitos de espera e controle do *lead time* para definir o QRM.

Suri (2010b) refina quatro conceitos-chave aplicados na estratégia QRM. Esses conceitos, e sua relação com as práticas, são:

- Focar a minimização do *lead time*, a partir da estruturação do Tempo na Rota Crítica de Manufatura/ Manufacturing Critical-Path

Time (MCT), mensurando os tempos de processos e descrevendo suas causas.

- Estabelecer uma organização celular, por meio de agrupamentos de produtos pelo mercado (Subsegmento de Mercado a Ser Focado /Focused Target Market Sub-segment – FTMS); um controle de fluxo intercelular híbrido de puxar e empurrar (Sistema de Autorização por Cartões em Fluxos Sobrepostos Pareados/ Paired Overlapping Loop Card Authorization – POLCA) e equipes multifuncionais focadas no primeiro conceito-chave.
- Entender a dinâmica de sistemas e seus efeitos nas decisões; em que reconhece um *lead time* dinâmico entre células, recomenda redução de *set-up* e operação com capacidades menores a 80% para evitar filas infinitas.
- Estratégia que envolve toda a organização, sugerindo a participação dos fornecedores e a cadeia de suprimentos (Cadeia de Suprimento do Tipo Rápida Resposta/Quick Response Supply Chain – QRSC) e o fluxo de informação nos escritórios (Células de rápida resposta para escritórios/Quick Response Office Cells – QROC).

Para implantar QRM, Suri (2010b) define o roteiro a partir dos quatro conceitos-chave. A base é o treinamento nos conceitos QRM como a importância de tomar decisões baseadas no rendimento do tempo. Segundo o autor, a estratégia é implantada em uma família piloto para expandi-la com os resultados.

A principal ferramenta de identificação de problemas, desenvolvida por Suri (1998), é o Mapa MCT (Mapa do Tempo na Rota Crítica de Manufatura). Ela permite desvendar a estrutura do tempo e separar as atividades que criam valor agregado das que são consideradas desperdícios. Ericksen, Suri, El-Jawhari e Armstrong (2005) ex-

plicam como esse mapa relaciona os efeitos e os unifica no tempo. Para Suri (2014), é preciso identificar uma rota crítica, com o objetivo de priorizar as ações e reconhecer o seu impacto no tempo.

3 Método de pesquisa

Nesta pesquisa, realizou-se uma revisão da literatura em que se comparam as abordagens Lean e QRM, visando a responder as questões de pesquisa proposta. De acordo com Tranfield, Denyer e Smart (2003), os passos utilizados nesta revisão aparecem descritos no Quadro 1.

Etapa do estudo	Fase do estudo
Etapa 1: Planejamento da pesquisa	Fase 0: Identificação de uma necessidade para a revisão Fase 1: Preparação de uma proposta de revisão Fase 2: Desenvolvimento de um protocolo de revisão
Etapa 2: Condução da revisão	Fase 3: Definição dos parâmetros de busca Fase 4: Seleção dos estudos Fase 5: Refinamento da seleção pela relevância dos aportes com o tema estudado Fase 6: Extração dos dados e monitoramento do progresso Fase 7: Síntese dos dados
Etapa 3: Relatório e disseminação	Fase 8: O relatório e as recomendações Fase 9: Coleta de evidências na prática

Quadro 1: Fases do estudo da revisão de literatura

Fonte: Adaptado de Tranfield et al. (2003).

O detalhe da identificação da busca na fase 3 aparece no Quadro 2. Segundo a revisão de literatura de Stone (2012), Lean Manufacturing, Lean Production (Produção Enxuta) e Lean Thinking (Pensamento Enxuto) são utilizados como sinônimos, fazendo referência ao mesmo sistema e, por isso, só utilizou-se o termo Lean. Com os resultados da terceira fase, 110 artigos diferentes foram encontrados. Na busca, consideraram-se publicações até setembro de 2016 (Quadro 2). Desses artigos, 70 foram descartados com base nos critérios de exclusão apresentados, restando apenas 40 estudos para uma classificação na quinta fase.

Tópico da revisão	Desenvolvimento na pesquisa
Palavra-chave	Grupo 1: <i>Quick Response Manufacturing</i> Grupo 2: <i>Lean</i> Grupo 3: <i>Integration</i> Grupo 4: <i>Lead time</i>
Operadores booleanos	AND entre grupos
Bases de dados	Scopus, Web of Science, Engineering Village, Science Direct.
Critério de exclusão e exemplos de artigos desse critério.	Artigos que na menção de Lean definissem compostos químicos ou substâncias. (Brockman, Chen, & Gallaher, 2014) Publicações apenas com desenvolvimentos de métodos de otimização. (Bogataj & Bogataj, 2004, Dereli, Altun, Gölec, & Durmusoglu, 2012, Mehrsai, Karimi, Thoben, & Scholz-Reiter, 2013) Abordagens exclusivas de cadeias de suprimentos (Hill, Doran, & Stratton, 2012, Stevenson & Spring, 2009, Stratton & Warburton, 2003, Treville, Shapiro, & Hameri, 2004) Críticas de publicações de pesquisas desenvolvidas. (Coe, 2011, Collins, 1998, Sabel & Simon, 2011) Fosse descrita apenas uma abordagem, não comparando as duas abordagens. (Centobelli, Murino, D'addona, & Naviglio, 2013, Liu & Chiang, 2009, Papadopoulou & Ozbayrak, 2005, Riezebos, Klingenberg, & Hicks, 2009) Quick Response Manufacturing fosse definido como Manufatura Ágil. (Quintana & Rolando, 1998, Wadhwa, Mishra, & Saxena, 2007) Fossem descritas abordagens alheias entre Lean e QRM. (Vonderembse, Uppal, Huang, & Dismukes, 2006)
Língua	Inglês, Português e Espanhol, mas <i>strings</i> (palavras relacionadas) de busca só em Inglês.
Publicações	Publicação revisada por pares.
Definição do tempo	Publicações até setembro de 2016

Quadro 2: Descrição dos detalhes da pesquisa

Fonte: Os autores.

3.1 Classificação dos artigos

As categorias a serem usadas na classificação dos artigos foram definidas como: (i) abordagem e método de pesquisa; (ii) resultado da comparação das abordagens; (iii) escopo e abrangência da comparação realizada; e (iv) as ferramentas utilizadas das abordagens. As abordagens consideradas para categorizar as publicações foram Abordagem Qualitativa (Q) e Abordagem Quantitativa (N). Em relação aos métodos de pesquisa, os seguintes foram utilizados: apresentação de conceitos (AC); revisão de literatura (RL); estudo de caso (EC);

pesquisa de levantamento (S); pesquisa-ação (PA); modelado/simulação (MS); e experimento (EX).

Em relação ao resultado do estudo, as categorias são: a) se o estudo encontrou uma similaridade entre os princípios e as práticas de Lean e QRM (S); b) quando a publicação apresentou diferenças entre as abordagens (D); c) quando os autores declaram que as abordagens, ou quaisquer dos seus elementos, podem ser utilizadas como complementos (C). Ao que se refere ao escopo e à abrangência da comparação, a classificação foi a seguinte: se no caso estudado houve comparação das abordagens de modo geral ou dos seus princípios, classificou-se como global (G). Se no estudo apenas utilizaram-se alguns princípios, algumas práticas ou ferramentas associadas na abordagem, classificou-se o trabalho como uma comparação parcial (P).

Em relação ao elemento, ao princípio ou à prática destacados na comparação, caso sejam parciais, o elemento do Quadro 3 mais ressaltado será mencionado. As ferramentas do Lean foram elencadas a partir de Saurin *et al.* (2010), e as do QRM, a partir do estudo de Godinho e Saes (2013).

4 Resultados da classificação

A partir dos artigos encontrados nas bases de dados, na quinta fase, 40 textos foram classificados. Pelas abordagens descritas no estudo e pela leitura integral destes, excluíram-se 14 publicações, restando 25 para classificação. Considerando-se as referências encontradas, adicionou-se mais uma publicação pela importância e por ter sido citada em trabalhos aceitos. O Quadro 4 apresenta uma ordem cronológica das 26 pesquisas analisadas.

As seções seguintes apresentam os resultados da fase 6 da revisão de literatura. A primeira seção descreve as publicações com diferenças entre as abordagens. A segunda parte mostra os resultados de semelhança. A última seção relata

Área	Ferramenta	Código
Decisões da cadeia de suprimento usadas: fornecedores	Fornecedores certificados	CF13
	Proximidade com fornecedores (<i>dual sourcing</i>)	CF24
Estrutura organizacional	Células de manufatura	CF3
	<i>Cross-trained workers</i> (Trabalhadores multi-especializados)	CF6
Foco da estratégia de produção	Flexibilidade	CF42
	Redução de <i>lead-time</i>	CF37
	Variada estratégica	CF36
Gestão da qualidade usada	Single-Minute Exchange of Die (SMED, troca rápida de ferramentas)	CF30
Indicadores utilizados para rendimento	System dynamics (SD, Dinâmica de Sistemas)	CF31
Planejamento e controle de estoques	Kanban (cartão aplicado)	CF35
	Paired-cell Overlapping Loops Cards (POLCA) System	CF23
Tecnologia de informação usada no controle do processo	Enterprise Resource Planning – ERP (Sistema de Planejamento de Recursos Empresariais)	CF11
	<i>High-level MRP</i> (HL/MRP, MRP para o nível agregado de produto)	CF19
	Material Requirement Planning – MRP (Sistema de Planejamento de Requerimento de Materiais)	CF18
Tipo de fluxo de processo	Lote ótimo de produção	CF40
	Padronização do processo	CF21
	Regra “máxima peça de fluxo só” uma mesma atividade não deve passar mais que uma vez pelo mesmo setor ou pessoa	CF26
	Tipo de demanda	CF41

Quadro 3: Ferramentas, práticas ou elementos identificados

Fonte: Adaptado de Saurin et al. (2010) e Godinho e Saes (2013).

os estudos classificados como complementares. Dentro de cada seção, os artigos são apresentados cronologicamente.

4.1 Diferenças entre as abordagens Lean e QRM

Suri (1998) apresenta o QRM como uma alternativa ao Lean Manufacturing. A maior diferença existente está no enfoque das abordagens e no efeito que elas teriam. No QRM, o foco na redução de *lead time* seria completamente diferente do

Publicação	Comparação	Método	Escopo	Ferramenta
Suri (1998)	D	Q-AC	G	
Corbett e Campbell-Hunt (2002)	D	Q-EC	G	
Yauch e Steudel (2002)	S	Q-EC	P	CF3 - CF6
Joing (2004)	C	Q-EC	G	
Wong, Arlbjørn e Johansen (2005)	D	Q-EC	P	CF36 - CF41
Suri (2005)	D	Q-AC	P	CF11 - CF19 - CF23
Wagner (2006)	S	N-SU	P	CF13 - CF24
Saes e Godinho (2008)	D	Q-AC	G	
Cheikhrouhou, Hachen e Glardon (2009)	C	N-MS	P	CF18 - CF23 - CF35
Godinho e Uzsoy (2009)	D	N-MS	P	CF26 - CF31 - CF40
Nambiar (2010)	D	Q-AC	G	
Borgianni, Cascini e Rotini (2010)	D	Q-EC	P	
Godinho e Uzsoy (2010)	S	N-MS	P	CF40
Suri (2010a)	D	Q-AC	G	
Hameri (2011)	S	Q-PA	P	CF3
Gunasekaran e Ngai (2012)	D	Q-AC	G	
Stump e Badurdeen (2012)	C	Q-EC	G	
Powell e Strandhagen (2012)	D	Q-AC	G	
Powell, Riezebos e Stranhagen (2013)	C	Q-EC	P	CF11 - CF23 - CF35
Manzouri e Ab Rahman (2013)	C	Q-RL	P	CF24
Avanzi, Bicer, Treville e Trigeorgis (2013)	C	Q-EC	P	CF13 - CF37 - CF42
Powell, Alfnes, Strandhagen e Dreyer (2013)	C	Q-PA	P	CF11 - CF23
Mourtzis e Doukas (2014)	C	Q-AC	G	
Gozlan (2015)	C	Q-RL	G	
Yanine, Valenzuela, Tapia e Cea (2016)	C	Q-AC	P	CF42

Quadro 4: Classificação dos artigos selecionados

Fonte: Os autores.

foco no Lean. O autor apresenta uma comparação entre as duas abordagens nos seguintes aspectos:

- a) Foco de melhoria: enquanto no Lean foca-se na eliminação de todos os desperdícios de forma sistemática, no QRM, concentram-se esforços na redução do *lead time*.
- b) Fluxo do processo: no Lean, o princípio é desenhar linhas de produção sem retornos ou interrupções no fluxo principal, no QRM, considera-se o conceito de um fluxo entre células de produção.
- c) Tamanho dos lotes: no Lean, prega-se a utilização de fluxo de peças unitárias, mas, no QRM, entende-se que apesar de ideal, isso nem sempre é possível. No QRM, deve-se trabalhar com tamanho de lote ótimo que minimize o *lead time*, calculado por meio da teoria de filas. Essa consideração no cálculo não é tão conhecida no Lean.
- d) Padronização de tempos e tarefas: entre os tempos de processo, no Lean, utiliza-se o *takt time* para encontrar o ritmo e nivelar a produção com técnica *heijunka*; assim como um detalhamento para obter os tempos padrões. No QRM, utiliza-se uma flexibilidade organizacional com células de agrupamento de produtos para padronizar entre eles; assim como utilizar técnicas com base na dinâmica de sistemas.
- e) Fluxo com fornecedores: no Lean, os fornecedores reabastecem com *pull signals* e horizontes de planejamento flexível. No QRM, os fornecedores apoiam a redução de *lead time*, modificando suas operações e integrando-as com os próprios clientes.
- f) Tipo de fluxo na produção em alta variedade: com o princípio da produção puxada no Lean, pode haver uma necessidade da manutenção de muitos estoques no caso de alta variedade de produtos. A proposta do QRM é utilizar uma combinação estratégica entre o sistema empurrado com planejamentos e o sistema puxado.

- g) Tipo de produtos: o Lean é mais adequado a combinações e opções predefinidas numa linha de produtos-base; o QRM é mais efetivo com produtos Engineer-to-Order.
- h) Característica do mercado: no Lean, precisa-se de uma demanda relativamente estável com produtos similares. Já no QRM lida-se com demanda imprevisível e com mercados de produtos customizados e/ou sensíveis ao tempo de resposta.

O estudo de caso de Corbett e Campbell-Hunt (2002) corrobora as diferenças apontadas por Suri (1998) no tipo de mercado e a adequação do QRM para empresas com alta flexibilidade. Powell e Strandhagen (2012) propõem que a posição do ponto de desacoplamento do pedido do cliente (CODP) seja o fator de decisão para escolher ou integrar as duas abordagens (Figura 1). Para eles, o QRM trata os produtos customizados de ambiente MTO, já Lean trata os ambientes Make-to-Stock (MTS). Para ambientes de ATO, as duas abordagens têm elementos comuns. Gunasekaran e Ngai (2012) corroboram conceitualmente essa diferença entre as abordagens com o tipo de produtos que cada uma trata.

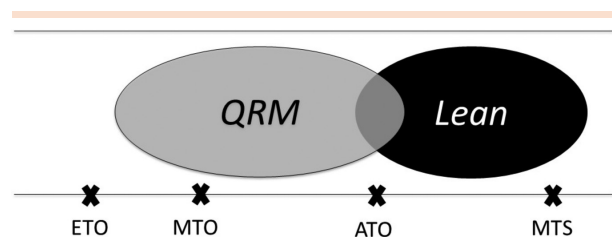


Figura 1: Escolha dos paradigmas no tipo de ambiente

Fonte: Adaptado de Powell e Strandhagen (2012).

O estudo de caso de Wong *et al.* (2005) detalha as diferenças das práticas da cadeia de suprimento. Pelos autores, QRM trata bem produtos inovadores e demanda sazonal; no entanto, o LM apresenta dificuldades. Borgianni *et al.* (2010)

confirmam esses tratamentos de demanda sazonal no QRM, pela exigência de redução de *lead time* nos mercados flutuantes.

Suri (2005) refina a diferença do conceito do tipo do sistema de controle de produção. Segundo o autor, no QRM, utiliza-se a mistura de produção puxada e empurrada, mas, no LM, apenas tem-se a produção puxada pelo fluxo contínuo. Para Saes e Godinho (2008), a aplicação prática das duas abordagens depende das características do segmento de mercado. O Lean é utilizado em um mercado estável, com qualidade padrão e baixos custos. Com o QRM, procuram-se agilidade e responsividade, em um mercado com alta variedade. Eles corroboram a diferença apresentada em Suri (1998) sobre os focos de melhoria, o tipo de fluxo, o tipo de sistema de produção e a decisão dos tamanhos dos lotes. Além disso, esses autores mostram conceitos que aparecem nas duas abordagens com diferença de foco e objetivo, são eles:

- a) Melhoria contínua: no Lean, aplica-se uma forma simultânea para melhorar todos os aspectos produtivos. No QRM, decidem-se as prioridades das ações de melhoria, baseando-se no impacto no *lead time*.
- b) Tecnologia de grupo com manufatura celular: mesmo que nas duas abordagens utilize-se o agrupamento em células, no Lean, o agrupamento é definido no *takt-time* para auxiliar na obtenção do fluxo. No QRM, a célula simplifica o fluxo de materiais, assim como é visto um conceito fundamental para usar outros conceitos da redução do *lead time*.
- c) Gestão de Recursos Humanos: no Lean, a gestão foca na identificação de todos os desperdícios a partir do trabalho em equipe. No QRM, os funcionários são proprietários do processo para uma criação das bases da redução do *lead time*.

- d) Gerenciamento visual: no QRM, foca-se no indicador do número QRM, que mede a redução de *lead time* atingida. Já no Lean foca-se em vários indicadores, como rotatividade de estoques, tamanhos dos lotes, pontualidade das entregas e outras.

Godinho e Uzsoy (2009) evidenciam os efeitos do tamanho do lote no *lead time*. Por meio de uma simulação, os autores confirmam a diferença exposta por Suri (1998), em que o fluxo de peça unitária não implica minimizar o *lead time*. Suri (2010a) destaca a diferença entre o QRM e Lean no tratamento do tipo de variedade. Para o autor, no Lean, trata-se a redução da variedade; e, no QRM, diferencia-se a variedade disfuncional ou desperdícios da estratégica. Nambiar (2010) suporta as diferenças encontradas entre Lean e QRM, em relação ao tratamento do tipo de variedade, especialmente com a customização. Esse autor destaca que QRM possui maior flexibilidade, capacidade de resposta que LM; mas que LM diferencia-se na redução de desperdícios. Já Mourtzis e Doukas (2014) retomam as mesmas diferenças de Nambiar, destacando que QRM tem maior tratamento do *lead time*, enquanto que LM tem uma redução de estoques mais marcante.

4.2 Semelhança entre Lean e QRM

Dentro de característica de estratégias, as duas abordagens compartilham elementos de estratégia. Wagner (2006) estuda as relações do desenvolvimento de fornecedores como suporte às estratégias. Sem importar a escolha entre Lean e QRM, o autor apresenta que existem melhorias com o enriquecimento das relações com os fornecedores. Um segundo elemento é o estilo de organização de descentralizar as decisões (Saes & Godinho, 2008). Nambiar (2010) confirma a semelhança na organização e incrementa os objetivos de qualidade. Mourtzis e Doukas (2014)

confirmam essas semelhanças. Segundo Gozlan (2015), as duas abordagens têm competências de custo, qualidade, confiabilidade e flexibilidade, como redução de *lead time*.

Como táticas utilizadas para esses suportes estratégicos, Yauch e Steudel (2002) expõem que a formação de células precisa do suporte organizacional nas duas abordagens. As falhas da formação das células não têm relação com a abordagem usada, dependem mais da forma de gestão organizacional. Hameri (2011) confirma que a utilização de células no fluxo de produção alcança uma redução de *lead time*, sem importar a abordagem.

Dentro de elementos operacionais, Saes e Godinho (2008) apresentam também que a manutenção preventiva e redução dos tempos de *set-up* são conceitos com igual foco e objetivo nas abordagens. Godinho e Uzsoy (2010) demonstram a relação da redução *lead time* por meio da redução de *set-up*, considerada por ambas as abordagens, Lean e QRM.

4.3 Complementaridade de Lean e QRM

Suri (2010a, 2010b) confirma que o QRM impulsionaria mais os projetos de Lean quando existe alta variedade. Para Campbell (2010), QRM complementa ao LM com o conceito de “flexibilizar os músculos”, como sinônimo de tratar a alta variedade de produtos. Para Gozlan (2015), as duas abordagens se complementam, desde que a agilidade e flexibilidade do QRM sejam desenvolvidas na base de práticas e princípios LM, como uma etapa de evolução das operações. Yanine *et al.* (2016) destacam o desenvolvimento da flexibilidade para incrementar desempenho e competitividade da empresa, especialmente nas pequenas.

Para Joing (2004), o *mix* de produtos pode ser separado das famílias de produtos para tratar umas com Lean, e outras com QRM. As famílias com maior volume deviam reduzir sua variedade

para uma estratégia com enfoque Lean. Já QRM entraria como alternativa para os grupos de produtos que não tenham a alternativa de reduzir a variedade oferecida. Stump e Badurdeen (2012) detalham essa integração e demonstram que a aplicabilidade dos princípios Lean depende da posição do ponto de desacoplamento do produto (CODP). Eles propõem que em companhias com uma configuração celular com altas variações de roteamentos, a integração do QRM com o Lean proporcionaria uma melhoria no seu desempenho. Gozlan (2015) refina o conceito para utilizar o LM para uma flexibilidade dentro da mesma família de produtos, e QRM com a flexibilidade entre as famílias de produtos.

Alguns autores vêm preconizando que é necessário algum complemento ao Lean relativo às formas de se tratar alta variedade de produtos dentro da cadeia de suprimentos. Manzouri e Ab Rahman (2013) colocam que o QRM pode auxiliar, já que com ele pode-se enxergar o *lead time* em toda a organização, tanto interna, na manufatura, como externamente com os fornecedores. A redução do *lead time* em toda a cadeia de suprimento mantendo a alta variedade complementa a estratégia de Lean com QRM. Na visão de Avanzi *et al.* (2013), a redução de *lead time* e uma alta flexibilidade são opções factíveis para uma vantagem competitiva. Esses autores propõem que as estratégias Lean sejam focadas na parte de cadeia para uma redução de custos, e que seja utilizado o QRM na seção que precise uma maior flexibilidade.

O método de controle de produção Linha de Produção Simples de Dupla Velocidade /Double Speed Single Production Line (DSSPL) é apresentado como uma combinação do JIT, como um sistema puxado do LM, e o MRP como produção empurrada, segundo Cheikhrouhou *et al.* (2009). A ferramenta proposta mistura a análise de filas do conceito QRM, dentro da produção puxada do sistema LM, para resposta do MRP. As características

dos produtos criam a diferenciação variável. Com essa integração entre sistemas, Powell *et al.* (2013) desenvolvem um método de implantação de ERP em ambiente Lean. Segundo o estudo, POLCA é um dos complementos para ferramentas Lean para controlar a mistura de uma produção puxada com a produção empurrada do ERP. Powell e Riezebos *et al.* (2013) destacam que o POLCA é um complemento para integrar Lean nos ERPs, especialmente na pequena empresa. Nesse estudo, POLCA resolveu o problema da integração da produção puxada em Lean com o controle realizado no sistema ERP.

4.4 Análise dos resultados

Na discussão do tema, apresenta-se um domínio de estudos qualitativos com 21 estudos (Figura 2). Destacam-se os estudos de caso, as pesquisas-ações e as apresentações conceituais. Assim, a ausência de *surveys* nas pesquisas realizadas indica que a teoria precisa ser refinada para sua prática. No escopo de comparação, observa-se que ainda há maior quantidade com escopo parcial que global. Algumas ferramentas têm sido diretamente comparadas destacando essa comparação parcial.

Com uma análise temporal, a Figura 3 mostra publicações constantes desde que a abordagem QRM foi divulgada por Suri (1998). De acordo com a disposição dos artigos científicos, acredita-se que a maior parte dos conceitos encontrados apresenta evidências e fundamentos para serem publicados.

A partir da comparação, nota-se que o foco da estratégia tem sido a área mais considerada (Figura 4) pela diferença de foco e pela forma de com-

plementar as abordagens entre si. O tipo de fluxo de processo é notavelmente diferente para as duas abordagens. Segundo autores, ambas possuem uma estrutura organizacional semelhante, mas com leves diferenças. Tópicos, como a gestão de qualidade utilizada, são considerados como semelhantes em qualquer comparação.

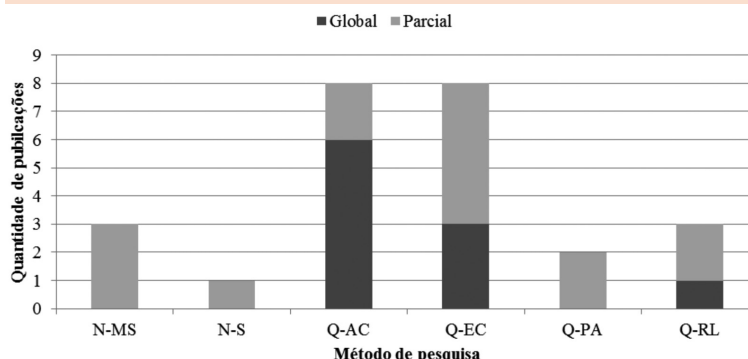


Figura 2: Frequência de artigos por método de pesquisa
Fonte: Os autores.

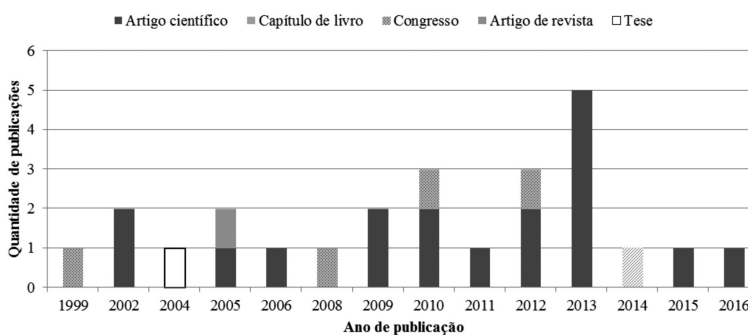


Figura 3: Publicações ao longo do tempo
Fonte: Os autores.

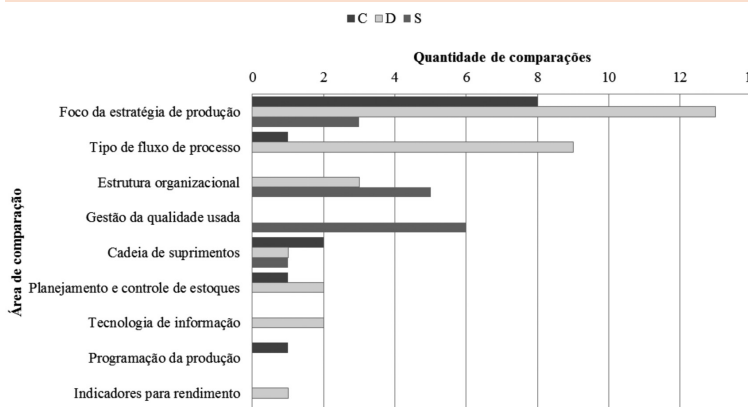


Figura 4: Área em que as ferramentas têm sido comparadas
Fonte: Os autores.

4.5 Síntese comparativa das abordagens

A partir da revisão de literatura, pode-se fazer uma série de reflexões. As abordagens têm sido consideradas diferentes, com comparações focadas mais no sistema de produção. Entre elas, o sistema de controle de produção é o elemento mais visível e considerado nos casos. A discussão entre Kanban e Polca tem concentrado as comparações, quando as duas abordagens são analisadas na literatura. As características distintas entre essas ferramentas têm centralizado as conclusões que existem como diferenças entre as abordagens. A razão encontrada para tais diferenças é explicada

pelos tipos de produtos que cada filosofia trata. O fluxo de produção para Lean é desenhado de acordo com um fluxo de montagem semelhante ao linear. No entanto, QRM atende um fluxo variável, para como em alta variedade de produtos, e considera um fluxo cruzado entre as células. As diferenças dos fluxos determinam as ferramentas desenvolvidas em cada abordagem. Existem outras diferenças e essas diferenças são sempre derivadas do enfoque de cada abordagem, como gestão de recursos humanos. Elas são apresentadas no Quadro 5.

Mesmo que o foco da discussão esteja nas diferenças, a literatura também aponta elementos

Critério	Abordagem Lean	Abordagem QRM	Referências
Foco da estratégia	Agregação de valor	Redução do <i>lead time</i>	Suri (1998), Mourtzis e Doukas (2014)
Tamanho dos lotes	Lotes pequenos, preferível com fluxo de uma peça só	Lote ótimo calculado para minimizar o <i>lead time</i>	Suri (1998), Godinho e Uzsoy (2009)
Sistema de planejamento e controle da produção	Sistema de planejamento e controle da produção puxado	Sistema híbrido de puxar (no alto nível) com puxar (com POLCA)	Suri (2005)
Planejamento e controle de estoque	Minimizar o estoque a zero como detecção de problemas Controlado por <i>kanban</i>	Determinar estoque estratégico entre células para minimizar tempos de fila Controlado por MRP em alto nível e POLCA	Suri (1998)
Fluxo de processo	Definido com o <i>takt time</i> (tempo de ritmo de saída) Preferível uma peça única	Definido para reduzir <i>lead time</i> , considerando as redes de fila como abordagem de cálculo	Suri (1998)
Produtos e serviços	Com produtos padronizados e com uma demanda relativamente estável	Produtos podem ser variados e a demanda pode ser variável	Suri (1998), Corbett e Campbell-Hunt (2002), Wong <i>et al.</i> (2005), Saes e Godinho (2008), Borgianni <i>et al.</i> (2010)
Indicadores em gerenciamento visual	Rotatividade de estoques, tamanhos dos lotes, pontualidade	Número QRM (redução de <i>lead time</i> alcançada)	Saes e Godinho (2008)
Organização da melhoria	<i>Kaizen</i> (como melhoria contínua) com <i>kaikaku</i> (algumas melhorias radicais)	Melhorias contínuas focadas na redução do <i>lead time</i>	Saes e Godinho (2008)
Foco das células	Agrupamento, definido de acordo com o <i>takt time</i> , busca auxiliar o fluxo	Simplificação do fluxo para redução de <i>lead time</i>	Saes e Godinho (2008)
Gestão de recursos humanos	Identificação de desperdícios com trabalho de equipe	Funcionários proprietários do processo para redução de <i>lead time</i>	Saes e Godinho (2008)
Tratamento da variedade	Eliminação da variedade, para reduzir causas de variabilidade	Diferenciação da variedade para reduzir a variabilidade disfuncional e aproveitar variedade estratégica	Suri (1998), Suri (2010a)
Ambientes de produção	MTS / ATO	ATO / MTO	Suri (1998), Powell e Strandhagen (2012), Gunasekaran e Ngai (2012)
Característica da estratégia	Cria melhorias na base da redução de desperdícios	Desenvolve maior flexibilidade e capacidade de resposta	Nambiar (2010), Mourtzis e Doukas (2014)

Quadro 5: Síntese das diferenças encontradas entre Lean e QRM

Fonte: Os autores.

similares. As semelhanças estão na recomendação de agrupamentos celulares na produção, no estabelecimento de programas de manutenção preventiva, no desenvolvimento de relações com o fornecedor e na redução de *set-up*. As semelhanças entre as abordagens são apresentadas no Quadro 6. Elas são encontradas devido à afinidade das duas em abordar a redução de *lead time*. Na similaridade dos enfoques, Lean e QRM procuram melhorias nos processos e as duas consideram esses conceitos e ferramentas para atingi-las.

Critério	Abordagem Lean	Abordagem QRM	Referências
Característica da estratégia	Descentralização de decisão na organização Objetivos da qualidade na produção Competências em custo e confiabilidade, como efeitos de reduzir o <i>lead time</i>		Saes e Godinho (2008), Nambiar (2010), Mourtzis e Doukas (2014), Gozlan (2015)
Relação com os fornecedores	Desenvolver as relações para encontrar melhorias na cadeia		Wagner (2006)
Agrupamento celular	Suporte organizacional Análise de fluxo		Yauch e Steudel (2002), Hameri (2011)
Manutenção preventiva	Reduzir o <i>lead time</i> , eliminando perdas de tempo por quebras e paradas		Saes e Godinho (2008), Godinho e Uzsoy (2010)
Redução de <i>set-up</i>	A partir do conhecimento adquirido das pessoas com as células		

Quadro 6: Síntese das semelhanças encontradas de Lean e QRM

Fonte: Os autores.

Com base nos estudos empíricos e conceituais encontrados, observam-se propostas de complementaridade entre as abordagens. A primeira proposta é utilizar diferentes abordagens para diferentes famílias de produtos dentro de um mesmo sistema de produção. O Lean seria utilizado com famílias identificadas de baixa variedade e alto volume; e o QRM seria usado com os produtos de alta variedade e baixo volume. A partir dessa classificação, as áreas das decisões estratégicas das operações nessa família dependeriam de cada abordagem. Aquelas classificadas como

Lean, utilizariam ferramentas como MFV, fluxos de peça única, sistemas de controle *kanban*, definição de fluxos com *takt time*, entre outras ferramentas. Para aquelas classificadas como QRM, seu fundamento estaria na redução do MCT, organização celular e análise dinâmica de sistemas, por exemplo.

A segunda proposta é moldar o tipo de cadeia de suprimento conforme a escolha das operações. As famílias que precisam de resposta rápida devem ter um desenho da rede de fornecimento de acordo com as considerações do QRM. Nessas famílias, seria tomada a visão global de *lead time* que existe no QRM para atender essa resposta rápida. Para famílias com redes que priorizem redução de custos, os conceitos Lean seriam utilizados.

A terceira proposta é criar uma integração das ferramentas do controle da produção. Nesta, os conceitos de desperdícios e o princípio de produção puxada são aportes do Lean. A essas definições seria preciso incorporar a produção empurrada agregada, controlada a partir de um sistema ERP. Nessa combinação, seria necessário utilizar o POLCA, a fim de integrar a programação puxada do Lean com a programação empurrada do controle do ERP. Na proposta, a organização consegue oferecer um *mix* de produtos maior pela combinação das programações. Os detalhes dos pontos de combinação das abordagens são apresentados no Quadro 7.

Com os relacionamentos encontrados nas ferramentas, a Figura 5 apresenta um mapa dos elementos e ferramentas das duas abordagens, segundo o possível nível de diferença e complementaridade encontrado. Destaca-se, na figura, a estratégia encontrada para cada abordagem: LM, com redução de desperdícios; e QRM, com diminuição de *lead time*. A posição horizontal, determinado do eixo do sistema de produção entre MTS e ETO, apenas implica um estimado da

Critério	Abordagem Lean	Abordagem QRM	Referências
Foco da estratégia	Base para uma redução de desperdícios a fim de criar um desempenho competitivo	Etapa de flexibilizar e evoluir as operações para incrementar o desempenho base	Suri (2010a, 2010b), Campbell (2010), Gozlan (2015), Yanine et al. (2016)
Tipo de produtos e processo	Utilizar Lean com famílias de produto que apresentem baixa variedade e alto volume Desenhar as operações para o fluxo de essa abordagem Considerar a redução de desperdícios como principal melhoria	Utilizar QRM com famílias que tenham alta variedade e baixo volume Desenhar uma operação que permita uma resposta em base à redução de <i>lead time</i>	Joing (2004), Stump e Badurdeen (2012)
Cadeia de suprimentos	Desenhar a rede de suprimento em base aos conceitos Lean, para aproveitar a redução de desperdícios sistemática e uma redução de custos, em especial, com famílias de demanda estável	Utilizar a estratégia QRM para visualizar e reduzir o <i>lead time</i> em toda a organização Utilizar especialmente com demanda instável e/ou sazonal	Manzouri e Ab Rahman (2013), Avanzi et al. (2013)
Sistema de controle de produção	Utilizar o conceito dos oito desperdícios e o princípio de produção puxada Utilizar estrutura celular Caso de células com fluxo linear seria utilizado <i>kanban</i>	Integrar o POLCA para controle de alta variedade de produtos, entre as estruturas celulares Controlar a macro alimentação da empresa em alto nível com ERP	Cheikhrouhou et al. (2009), Powell et al. (2013), Powell, Riezebos, et al. (2013)

Quadro 7: Síntese dos complementos entre as abordagens

Fonte: Os autores.

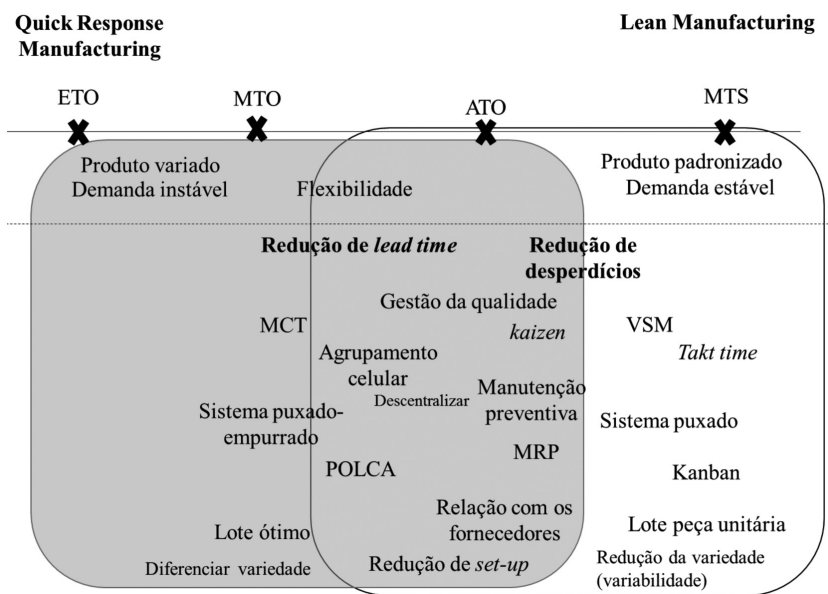


Figura 5: Mapa de ferramentas segundo a abordagem

Fonte: Os autores.

maior potencialidade da ferramenta e não apenas o uso exclusivo.

5 Conclusões

As diferenças encontradas na literatura para as abordagens partem do foco principal de cada estratégia: para Lean, encontra-se a agregação de valor com o cliente; para QRM, a redução do *lead time*. Partindo da diferença entre o foco de cada abordagem, os elementos divergentes de cada estratégia de produção são: o tipo de produção utilizado; os planejamentos e controles de estoques; a decisão dos tamanhos de lotes; o *layout* utilizado; os tipos de ambientes produtivos e o tratamento da variabilidade nos ambientes produtivos. A melhor explicação das diferenças entre os focos deve-se ao mercado objetivo que cada abordagem tem: QRM claramente foca em um ambiente de alta variedade com baixo volume, mas Lean encontra uma maior efetividade em baixa variedade com alto volume. Assim, as medidas de desempenho, os indicadores, a identificação de oportunidades de melhoria e a organização da melhoria obedecem a essas diferenças entre as abordagens. Esta discussão tem sido mencionada a fim de definir as diferenças entre as abordagens. A maior parte dos estudos estabelece essas diferenças por meio de apresentações conceituais das abordagens.

Mesmo com diferenças entre as abordagens, existem elementos semelhantes entre Lean e QRM. As duas consideram que a redu-

ção de *set-up* e a manutenção preventiva são chaves para melhorias. Na produção, o agrupamento celular precisa de um suporte organizacional, assim como uma análise de fluxo. Nas duas filosofias, afirma-se que desenvolver as relações com os fornecedores gera melhorias na cadeia produtiva.

A partir das diferenças e semelhanças, a literatura apresenta oportunidades de complementaridade pela incrementação da flexibilidade que existem no QRM. Nas estratégias de planejamento, consideram-se utilizar as duas abordagens segundo a variedade de produtos e o nível de estabilidade da demanda. Para baixa variedade e demanda estável, seria aplicado o Lean; e, para alta variedade e demanda com sazonalidade, seria o QRM. A segunda oportunidade detectada é no controle de produção. O sistema POLCA pode ser combinado com a produção puxada pura quando alta variedade exige um fluxo entre células e controle de produção empurrada. Na estratégia da cadeia de suprimentos, considera-se a integração dos conceitos dependendo das características encontradas no ambiente das cadeias. Para casos de redução de custos, os princípios Lean seriam mais úteis; já, para a alta variedade, o QRM seria mais útil. Essa complementaridade entre as abordagens tem sido mais discutida nos últimos anos, abrindo caminho para novos estudos refinarem mais a possível integração. A proposição tem surgido de estudos de caso que identificam essa oportunidade de complementar as duas.

Com as complementaridades identificadas, a literatura ainda não esclarece como são exploradas outras oportunidades na prática. O domínio das diferenças é muito mais evidente nas publicações da área analisada, mesmo que existam trabalhos de apresentação conceitual e de casos empíricos, sendo estes últimos poucos. Diante do exposto, sugere-se que futuras pesquisas poderiam ser realizadas para explorar e apresentar como os princípios Lean e QRM podem ser com-

plementares na prática e também para verificar qual ferramenta desenvolvida no QRM teria uma alta compatibilidade com Lean, devido aos pontos semelhantes entre as abordagens. A atual investigação apresenta certas limitações, como o fato de não ter sido efetuada procura em outras bases de dados, além das mencionadas, e com outras línguas. Além disso, os conceitos neste estudo estão mais concentrados na explicação da administração de produção e outros elementos podem não ser tão aprofundados.

Referências

- Avanzi, B., Bicer, I., de Treville, S., & Trigeorgis, L. (2013). Real options at the interface of finance and operations: exploiting embedded supply-chain real options to gain competitiveness. *European Journal of Finance*, 19(7-8), 760-778. <https://doi.org/10.1080/1351847X.2012.681792>
- Bhamu, J., & Sangwan, K. S. (2014). Lean manufacturing: literature review and research issues. *International Journal of Operations & Production Management*, 34(7), 876-940. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2012-0315>
- Bogataj, M., & Bogataj, L. (2004). On the compact presentation of the lead times perturbations in distribution networks. *International Journal of Production Economics*, 88(2), 145-155. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2003.11.004>
- Borgianni, Y., Cascini, G., & Rotini, F. (2010). Process value analysis for business process re-engineering. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture* (Vol. 224, pp. 305-327). <https://doi.org/10.1243/09544054JEM1460>
- Brockman, D. A., Chen, X., & Gallaher, D. D. (2014). High-viscosity dietary fibers reduce adiposity and decrease hepatic steatosis in rats fed a high-fat diet. *The Journal of nutrition*, 144(9), 1415-22. <https://doi.org/10.3945/jn.114.191577>
- Campbell, H. (2010). *Lean manufacturing principles made easy*. USA: CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Centobelli, P., Murino, T., D'addona, D., & Naviglio, G. (2013). Simulation and optimization of production system based on fuzzy logic and quick response manufacturing. *European Modeling and Simulation Symposium, EMSS 2013* (pp. 60-66), Manchester, United Kingdom, 25th.

- Cheikhrouhou, N., Hachen, C., & Glardon, R. (2009). A Markovian model for the hybrid manufacturing planning and control method "Double Speed Single Production Line". *Computers and Industrial Engineering*, 57(3), 1022-1032. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2009.04.013>
- Coe, N. M. (2011). Manufacturing possibilities: creative action and industrial recomposition in the United States, Germany, and Japan * G. Herrigel. *Journal of Economic Geography*, 11(4), 757-759. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbr014>
- Collins, R. (1998). An empirical test of the rigid flexibility model. *Journal of Operations Management*, 16(2-3), 133-146. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(97\)00033-8](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(97)00033-8)
- Corbett, L. ., & Campbell-Hunt, C. (2002). Grappling with a gusher! Manufacturing's response to business success in small and medium enterprises. *Journal of Operations Management*, 20(5), 495-517. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(02\)00026-8](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(02)00026-8)
- Dereli, T., Altun, K., Gölec, A., & Durmusoglu, A. (2012). Improvement of manufacturing productivity and responsiveness through integrated process planning and authorizing. *Tehnicki Vjesnik*, 19(4), 871-884.
- Ericksen, P. D., Suri, R., El-Jawhari, B., & Armstrong, A. J. (2005). Filling the gap: rethinking supply management in the age of global sourcing and lean. *APICS The Performance Advantage*.
- Furlan, A., Vinelli, A., & Pont, G. D. (2011). Complementarity and lean manufacturing bundles: an empirical analysis. *International Journal of Operations & Production Management*, 31(8), 835-850. <https://doi.org/10.1108/01443571111153067>
- Ghinato, P. (1996). Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just-in-time. *Produção*, 169-189.
- Godinho, M., Filho & Fernandes, F. (2005). Paradigmas Estratégicos de Gestão da Manufatura (PEGEMs): elementos chave e modelo conceitual. *Gestão & Produção*, 12(3), 333-345.
- Godinho, M., Filho & Saes, E. V. (2013). From time-based competition (TBC) to quick response manufacturing (QRM): the evolution of research aimed at lead time reduction. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 64(5-8), 1177-1191. <https://doi.org/10.1007/s00170-012-4064-9>
- Godinho, M., Filho & Uzsoy, R. (2009). Efeito da redução do tamanho de lote e de programas de Melhoria Contínua no Estoque em Processo (WIP) e na Utilização: estudo utilizando uma abordagem híbrida System Dynamics – Factory Physics. *Produção*, 19(1), 214-229. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132009000100014>
- Godinho, M., Filho & Uzsoy, R. (2010). Estudo do efeito de programas de melhoria contínua em variáveis do chão de fábrica na relação entre tamanho de lote de produção e lead time. *Gestão e Produção*, 17(1), 137-148.
- Gozlan, B. (2015). Lean management literature review 2009-2013 the inflation phase and setting the pace towards agility. *Studia Oeconomica Posnaniensia*, 3(6), 20-38.
- Gunasekaran, A., & Ngai, E. W. T. (2012). The future of operations management: an outlook and analysis. *International Journal of Production Economics*, 135(2), 687-701. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.11.002>
- Gupta, S., & Jain, S. K. (2013). A literature review of lean manufacturing. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 8(4), 241-249. <https://doi.org/10.1080/17509653.2013.825074>
- Hameri, A. P. (2011). Production flow analysis-Cases from manufacturing and service industry. *International Journal of Production Economics*, 129(2), 233-241. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.10.015>
- Hill, A., Doran, D., & Stratton, R. (2012). How should you stabilise your supply chains? *International Journal of Production Economics*, 135(2), 870-881. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.10.027>
- Hines, P., & Taylor, D. (2000). *Going lean: a guide to implementation*. Cadiff, UK: Lean Enterprise Research Centre.
- Joing, M. J. (2004). *Applicability of lean manufacturing and quick response manufacturing in a high-mix low-volume environment*. Massachusetts Institute of Technology.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Liker, J. K., & Meier, D. (2006). *The Toyota way fieldbook*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Liu, C. M., & Chiang, M. S. (2009). Systematic lean techniques for improving honeycomb bonding process. *Global Perspective for Competitive Enterprise, Economy and Ecology - Proceedings of the 16th ISPE International Conference on Concurrent Engineering* (p. 267-279), Taipei, Taiwan, 16th.
- Manzouri, M., & Ab Rahman, M. N. (2013). Adaptation of theories of supply chain management to the lean supply chain management. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 14(1), 38-54.
- Mehrsai, A., Karimi, H. R., Thoben, K. D., & Scholz-Reiter, B. (2013). Using metaheuristic and fuzzy system for the optimization of material pull in a push-pull flow logistics network. *Mathematical Problems in Engineering*, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/359074>
- Mesquita, D. C. V., Mesquita, W. G., & Souza, L. R. D. S. (2014). Implementação do mapeamento de fluxo de valor de uma montadora de veículos, denominada empresa Beta. *Exacta*, 12(2), 197-208. <https://doi.org/10.5585/exactaep.v12n2.4851>

- Milnitz, D., & Tubino, D. F. (2013). Aplicação do método de Mapeamento de Fluxo de Valor no setor de engenharia de uma empresa têxtil. *Exacta*, 11(2), 199-212. <https://doi.org/10.5585/ExactaEP.v11n2.4127>
- Monden, Y. (2011). *Toyota production system: an integrated approach to just-in-time* (4th ed). Boca Raton, FL: CRC Press.
- Mourtzis, D., & Doukas, M. (2014). *Handbook of Research on Design and Management of Lean Production Systems*. (V. Modrák & P. Semančo, Orgs.). Hershey, Pennsylvania: IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-5039-8>
- Nambiar, A. (2010). Modern manufacturing paradigms—a comparison. *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2010, IMECS 2010* (Vol. III). Hong Kong.
- Nave, D. (2002). How To Compare Six Sigma, Lean and the Theory of Constraints: A framework for choosing what's best for your organization. *Quality Progress*, 35, 73-78.
- Ohno, T. (1978). *Toyota system production: beyond large-scale production*. (N. Bodek, Org.).
- Pacheco, D. A. de J. (2014). Teoria das Restrições, Lean Manufacturing e Seis Sigma: limites e possibilidades de integração. *Production*, 24(4), 940-956. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132014005000002>
- Paoli, F. M. de, Lucato, W. C., & Santos, J. C. D. S. (2016). Implantação da manufatura enxuta e a cultura organizacional: estudo de múltiplos casos. *Exacta*, 14(1), 47-69. <https://doi.org/10.5585/exactaep.v14n1.6125>
- Papadopoulou, T. C., & Ozbayrak, M. (2005). Leanness: experiences from the journey to date. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 16(7), 784-807. <https://doi.org/10.1108/17410380510626196>
- Powell, D., Alfnes, E., Strandhagen, J. O., & 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. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2012.12.002>
- Powell, D., Riezebos, J., & Strandhagen, J. O. (2013). Lean production and ERP systems in small- and medium-sized enterprises: ERP support for pull production. *International Journal of Production Research*, 51(2), 395-409. <https://doi.org/10.1080/00207543.2011.645954>
- Powell, D., & Strandhagen, J. (2012). 21 st Century operational excellence: Addressing the similarities and differences between Lean production, Agility and QRM. In *Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 2012 IEEE International Conference on* (pp. 449-453). Hong Kong: IEEE. <https://doi.org/10.1109/IEEM.2012.6837779>
- Quintana, & Rolando. (1998). A production methodology for agile manufacturing in a high turnover environment. *International Journal of Operations & Production Management*, 18(5), 452-470. <https://doi.org/10.1108/01443579810206127>
- Riezebos, J., Klingenberg, W., & Hicks, C. (2009). Lean production and information technology: connection or contradiction? *Computers in Industry*, 60, 237-247. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2009.01.004>
- Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to see; value stream mapping to create value and eliminate muda*. (J. P. Womack & D. T. Jones, Orgs.), Brookline. The lean enterprise institute. Brookline, Massachusetts, USA: The Lean Enterprise Institute.
- Sabel, C. F., & Simon, W. H. (2011). Minimalism and experimentalism in the administrative State. *Georgetown Law Journal*, 100(1), 53-93.
- Saes, E. V., & Godinho, M., Filho (2008). Lean manufacturing e quick response manufacturing: análise comparativa. *SIMPEP Simpósio de Engenharia de Produção* (pp. 1-12). Bauru, SP, 20.
- Saes, E. V., & Godinho, M., Filho (2011). Utilização da abordagem Quick Response Manufacturing em uma empresa de materiais de escrita: proposta e análise de benefícios esperados. *Gestão e Produção*, 18(3), 525-540.
- Salah, S., Rahim, A., & Carretero, J. A. (2010). The integration of Six Sigma and lean management. *International Journal of Lean Six Sigma*, 1(3), 249-274. <https://doi.org/10.1108/20401461011075035>
- Saurin, T. A., Ribeiro, J. L. D., & Marodin, G. A. (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.
- Stalk, G. (1988, July). Time-The Next Source of Competitive Advantage. *Harvard Business Review*, 41-58.
- Stevenson, M., & Spring, M. (2009). Supply chain flexibility: an inter-firm empirical study. *International Journal of Operations & Production Management*, 29(9), 946-971. <https://doi.org/10.1108/01443570910986238>
- Stone, K. B. (2012). Four decades of lean: a systematic literature review. *International Journal of Lean Six Sigma*, 3(2), 112-132. <https://doi.org/10.1108/20401461211243702>
- Stratton, R., & Warburton, R. D. . (2003). The strategic integration of agile and lean supply. *International Journal of Production Economics*, 85(2), 183-198. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(03\)00109-9](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(03)00109-9)
- Stump, B., & Badurdeen, F. (2012). Integrating lean and other strategies for mass customization manufacturing: a case study. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 23(1), 109-124. <https://doi.org/10.1007/s10845-009-0289-3>

- Suri, R. (1996). Using queuing models to support Quick Response Manufacturing. *International IIE Conference*. Minneapolis, MN.
- Suri, R. (1998). *Quick response manufacturing: a companywide approach to reducing lead times*. Portland, Oregon: Productivity Press.
- Suri, R. (2005). A lean strategy for job shops. *Gear Technology*, 26-27.
- Suri, R. (2010a). Going beyond lean: focusing on time, not cost, can save your company a bundle. *Industrial Engineer*, 42(4), 30.
- Suri, R. (2010b). *It's about time*. New York, NY: Productivity Press. <https://doi.org/10.1201/EBK1439805954>
- Suri, R. (2014). *MCT quick reference guide*. Madison, WI: Suri Consulting & Seminars, LLC.
- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British Journal of Management*, 14(3), 207-222. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.00375>
- Treville, S. de, Shapiro, R. D., & Hameri, A.-P. (2004). From supply chain to demand chain: the role of lead time reduction in improving demand chain performance. *Journal of Operations Management*, 21(6), 613-627. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2003.10.001>
- Vonderembse, M. a., Uppal, M., Huang, S. H., & Dismukes, J. P. (2006). Designing supply chains: Towards theory development. *International Journal of Production Economics*, 100(2), 223-238. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2004.11.014>
- Wadhwa, S., Mishra, M., & Saxena, A. (2007). A network approach for modeling and design of agile supply chains using a flexibility construct. *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, 19(2007), 410-442. <https://doi.org/10.1007/s10696-008-9044-x>
- Wagner, S. M. (2006). A firm's responses to deficient suppliers and competitive advantage. *Journal of Business Research*, 59(6), 686-695. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2006.01.006>
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *A máquina que mudou o mundo*. Rio de Janeiro: Elsevier. [https://doi.org/10.1016/0024-6301\(92\)90400-V](https://doi.org/10.1016/0024-6301(92)90400-V)
- Wong, C. Y., Arlbjørn, J. S., & Johansen, J. (2005). Supply chain management practices in toy supply chains. *Supply Chain Management: An International Journal*, 10(5), 367-378. <https://doi.org/10.1108/13598540510624197>
- Yanine, F., Valenzuela, L., Tapia, J., & Cea, J. (2016). Rethinking enterprise flexibility: a new approach based on management control theory. *Journal of Enterprise Information Management*, 29(6). <https://doi.org/10.1108/JEIM-06-2015-0054>.
- Yauch, C. A., & Steudel, H. J. (2002). Cellular manufacturing for small businesses: Key cultural factors that impact the conversion process. *Journal of Operations Management*, 20(5), 593-617. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(02\)00029-3](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(02)00029-3)

Recebido em 24 nov. 2016 / aprovado em 6 fev. 2017

Para referenciar este texto

PAREDES, F. J. G.; GODINHO FILHO, M. Lean e QRM: diferentes ou semelhantes? Revisão da literatura. *Exacta – EP*, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 137-153, 2016.

