



Práticas para a melhoria contínua do Processo de Desenvolvimento de Produtos: análise comparativa de múltiplos casos

Practices for continuous improvement of the Product Development Process: a comparative analysis of multiple cases

Fabiane Letícia Lizarelli^{1*}
José Carlos de Toledo¹

Resumo: A melhoria no desempenho dos processos de Inovação e de Desenvolvimento de Produtos é preocupação recorrente nas organizações. Os resultados desses processos são críticos para a competitividade e sobrevivência a longo prazo. Um meio para obter melhor desempenho nesses processos é o uso de abordagens de Melhoria Contínua (MC), comumente já aplicadas aos processos de manufatura, ao Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP). O objetivo deste artigo é identificar, por meio de revisão bibliográfica, as principais práticas para MC no PDP e investigar o nível de implantação destas práticas em quatro empresas brasileiras consideradas inovadoras, que realizam atividades de desenvolvimento de produto no país e que possuem programas estruturados de MC. Os resultados encontrados mostraram que ainda há dificuldade de implantação de algumas práticas de melhoria no PDP, principalmente aquelas relacionadas à identificação de barreiras para implantação da MC, organização de projetos de melhoria e incentivo a ações de melhoria no PDP. Apesar da dificuldade, a implantação de práticas para MC no PDP foi identificada como de alta importância para as empresas estudadas.

Palavras-chave: Melhoria Contínua; Processo de Desenvolvimento de Produtos; Práticas de melhoria contínua.

Abstract: *The performance improvement of the Product Development Process (PDP) and other innovation processes is a recurrent concern in organizations. The results of these processes are critical to the competitiveness and long-term survival. One way to obtain better performance in these processes is the use of Continuous Improvement (CI) philosophy. The purpose of this article is to identify, through a literature review, the main practices for CI in the PDP and investigate the level of implementation of these practices in four innovative Brazilian companies which perform product development activities in the country and have structured CI programs. The results showed that there is still difficulty in implementing some improvement practices in the PDP, especially those related to the identification of barriers to implementation of CI, structuring improvement projects, and encouraging improvement actions in the PDP. Despite the difficulties, the implementation of practices for CI in the PDP has been identified as highly important for the companies studied.*

Keywords: *Continuous Improvement; Product Development Process; Continuous improvement practices.*

1 Introdução

De modo geral há uma crescente preocupação com a melhoria do desempenho do Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP), pois a introdução de novos produtos no mercado é um dos fatores críticos para a competitividade da organização e sua sobrevivência a longo prazo (Lager, 2000; Sun et al., 2009; Yan & Makinde, 2009). Para alguns autores, é tão importante focar a melhoria de processos de manufatura quanto a do PDP para se tornar competitivo (Clark & Fujimoto, 1991; Caffyn, 1997; Spivey et al.,

1997; Nilsson-Witell et al., 2005). A eficácia do PDP pode ser tão importante para a competitividade quanto os próprios produtos inovadores que venham a ser lançados (Yan & Makinde, 2009).

Segundo Ettlíe & Subramaniam (2004), há um significativo esforço de pesquisa acadêmica relacionada à gestão do PDP e à melhoria deste processo desde o início da década de 1990. O PDP pode ser entendido como uma sequência de atividades que as empresas realizam para projetar novos produtos e levá-los para

¹ Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, Rod. Washington Luís, SP-310, Km 235, CEP 13565-905, São Carlos, SP, Brasil, e-mail: fabiane@dep.ufscar.br; toledo@dep.ufscar.br

Recebido em Abr. 28, 2015 - Aceito em Jan. 5, 2016

SupORTE financeiro: Nenhum.

o mercado, englobando a concepção, a realização do projeto, a fabricação e comercialização do produto (Ulrich & Eppinger, 1995; Rozenfeld et al., 2006; Unger & Eppinger, 2011; Tyagi et al., 2015). Outras atividades também podem fazer parte do PDP, como suporte à produção e ao lançamento do produto e acompanhamento e descontinuidade do produto no mercado, tornando o processo ainda mais complexo (Cormican & O'Sullivan, 2004; Rozenfeld et al., 2006).

Existe uma preocupação com a melhoria PDP, visando que ele seja mais eficiente e eficaz, sem retrabalho e desperdício de tempo em atividades que não agregam valor ao processo (Yan & Makinde, 2009; Yeh et al., 2010; Kowang & Rasli, 2011).

Porém, programas da qualidade como o TQM (*Total Quality Management*) ou o *Lean*, que poderiam auxiliar na melhoria do PDP, ainda são utilizados principalmente para a melhoria de processos de fabricação, mesmo considerando-se que estes programas sejam adequados ao PDP (Caffyn, 1997; Sun et al., 2009; Sun & Zhao, 2010; Tyagi et al., 2015). Apesar da difusão destes e de outros programas de Melhoria Contínua (MC), pouco tem sido explorado sobre sua aplicação e do próprio conceito de MC no PDP (Caffyn, 1999; Nilsson-Witell et al., 2005; Sun & Zhao, 2010).

A MC pode ser compreendida como um conjunto de atividades que constituem um processo de raciocínio e intervenção que busca alcançar a melhoria de desempenho (Jha et al., 1996). Ela visa, por meio do envolvimento dos colaboradores, criar uma cultura de melhoria sustentável e eliminar desperdícios em todos os sistemas e processos organizacionais (Bhuiyan et al., 2006). A MC é disseminada na organização por meio de programas, sendo os mais utilizados o TQM, Seis Sigma, princípios e técnicas *Lean* para melhoria e o *Lean-Sigma* (Bhuiyan & Baghel, 2005; Drohomerski et al., 2014; Kornfeld & Kara, 2011; Singh & Singh, 2015).

Infelizmente, o PDP é muitas vezes excluído de programas de MC, devido às características complexas inerentes a este processo (Nilsson-Witell et al., 2005; Salgado et al., 2009; Sun & Zhao, 2010; Khan et al., 2013), tais como as incertezas e grande volume de informações e decisões envolvidas. Em vez de focar a melhoria do PDP, muitas empresas dedicam exclusivamente tempo e esforço para melhorar os processos de fabricação (Ringen & Holtskog, 2011; Khan et al., 2013). E mesmo empresas que tentam implantar MC em toda a organização, conseguem maior sucesso em áreas operacionais do que, por exemplo, na área de P&D (Caffyn, 1997).

Os programas de MC deveriam ser expandidos para incluir ações que melhorem o desempenho do PDP (Nilsson-Witell et al., 2005; Chaudhuri, 2013; Tyagi et al., 2015). Um PDP bem estruturado e gerenciado é condição necessária para reduzir o tempo

de desenvolvimento, gerenciar riscos e criar produtos melhores (Biazzo, 2009; Unger & Eppinger, 2011).

A MC do PDP engloba identificar continuamente maneiras de aumentar a oferta de valor gerado por esse processo, reduzir os custos de atividades necessárias, mas que não agregam valor, e remover, sucessivamente, desperdícios descobertos nas atividades existentes (Haque & James-Moore, 2004; Salgado et al., 2009).

Há falta de estudos que investigam os efeitos de programas de MC dentro do contexto de desenvolvimento de produtos (Nilsson-Witell et al., 2005; Sun & Zhao, 2010). É importante identificar quais princípios e práticas da qualidade devem ser consideradas e incluídas quando iniciar um programa de MC no desenvolvimento de produtos (Salgado et al., 2009; Khan, et al., 2013).

Para a melhoria do PDP, podem ser empregados princípios destes programas, como a eliminação de desperdícios (Chaudhuri, 2013) e ferramentas como o Mapa de Fluxo de Valor (Cooper, 2009; Sopelana et al. 2012; Tuli & Shankar, 2015; Tyagi et al., 2015), porém estas e outras ferramentas e princípios para a melhoria do PDP ainda permanecem pouco utilizadas e analisadas pela literatura (Haque & James-Moore, 2004; Rossi et al., 2012; Tuli & Shankar, 2015).

O objetivo deste artigo é identificar, por meio de revisão bibliográfica, as principais práticas para MC no processo de desenvolvimento de produto e investigar o nível de implantação destas práticas em quatro empresas brasileiras consideradas inovadoras (com estratégia de inovação de produto), que realizam atividades de desenvolvimento de produto no país e que possuam programas estruturados de MC.

A identificação das principais práticas possibilita uma reflexão sobre como as ações de MC podem ser efetivamente implantadas no PDP, visualizando-o como um processo com desperdícios, tarefas que não agregam valor, repetitivas ou mal executadas, passíveis de melhorias. A análise da implantação dessas práticas nas empresas possibilita que se conheça o grau de difusão de ações de MC no PDP nas organizações e quais as principais dificuldades encontradas para a implantação, fomentando o conhecimento acadêmico e prático no assunto.

2 Embasamento teórico

2.1 O Processo de Desenvolvimento de Produtos

O PDP está inserido em um macroprocesso, a Gestão da Inovação, que envolve processos como os de: prospecção de tendências mercadológicas e tecnológicas; geração e avaliação de ideias; construção da estratégia de inovação; gestão de recursos e parcerias; o próprio PDP; processo de desenvolvimento de tecnologias; e o processo de avaliação da inovação

(Quadros, 2008). Esses são chamados de processos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D&I).

A Inovação deve ser gerenciada como um processo, por meio de fases e rotinas, que não é restrito aos departamentos de P&D ou de Engenharia (Tidd et al., 2008). Este processo é composto de três fases: busca de oportunidades e ameaças; seleção de oportunidades para desenvolvimento; e implantação do resultado no mercado, a execução do PDP está inserida na última fase (Tidd et al., 2008).

O PDP engloba os procedimentos e métodos que as empresas utilizam para projetar novos produtos e disponibilizá-los ao mercado (Unger & Eppinger, 2011). Pode ser compreendido como a sequência de passos e atividades que uma empresa emprega para conceber, projetar e comercializar um novo produto ou aperfeiçoar um produto existente (Ulrich & Eppinger, 1995).

Existem diversos modelos para o PDP, eles variam em relação ao número de subprocessos ou atividades para o desenvolvimento, a maior parte contempla: a geração do conceito; o projeto do produto, que pode ser subdividido, por exemplo, em projeto de sistemas e projeto detalhado; a preparação para a produção e o lançamento do produto no mercado (Clark & Fujimoto, 1991; Wheelwright & Clark, 1992; Ulrich & Eppinger, 1995; Rozenfeld et al., 2006). Há modelos de PDP que são flexíveis na prescrição de atividades, os quais procuram adiar as definições sobre o projeto do produto, para reduzir as incertezas das decisões, e utilizam a sobreposição de estágios, havendo grande interação entre as atividades a montante e a jusante do processo (Biazzo, 2009).

Um dos modelos mais conhecidos para estruturação do PDP é o *Stage-Gates*, proposto por Cooper (1990), que possui estágios de desenvolvimento e etapas de análise para a continuidade do projeto. Os desafios enfrentados no uso do *Stage-Gates* incluem questões de governança e burocracia (Cooper, 2008), além de rigidez nas atividades e longos prazos para conclusão (Biazzo, 2009). Modelos utilizados para o PDP, como o *Stage-Gates*, podem ser inflexíveis e demorados, porém, empresas em mercados dinâmicos exigem rapidez no desenvolvimento e agilidade para alterações durante o PDP (Unger & Eppinger, 2011).

Em resposta a esses desafios podem ser utilizadas boas práticas no PDP que podem ser vistas como fatores facilitadores e de auxílio na condução do processo (Cormican & O'Sullivan, 2004; Barczak et al., 2009). Exemplos de boas práticas são: o uso de processos estruturados e bem definidos (Ettlie & Elsenbach, 2007), de equipes multifuncionais, de trabalho interdepartamental e da colaboração de todas as funções no PDP para antecipar a detecção de problemas e do uso de práticas para a gestão de projetos (Rozenfeld et al., 2006; Tidd et al., 2008; Yeh et al., 2010).

Uma das abordagens que dá suporte à colaboração é a engenharia simultânea, em que equipes multifuncionais auxiliam na integração das áreas funcionais envolvidas no desenvolvimento e entre clientes e fornecedores (Rozenfeld et al., 2006; Tidd et al., 2008).

Ferramentas e técnicas também dão suporte às ações necessárias a cada etapa do PDP. Algumas destas ferramentas e técnicas são o QFD, o FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*), a análise do ciclo de vida, o DOE (*Design of Experiments*) e o *Design for X*, que podem auxiliar no desenvolvimento de uma ou mais etapas do PDP (Nijssen & Frambach, 2000; Thia et al., 2000; Yeh et al., 2010).

Abordagens recentes, como o desenvolvimento *Lean* de produtos e o *Design For Six Sigma* (DFSS), têm apresentado novas visões para o PDP (Rozenfeld et al., 2006; Cooper, 2008). As duas abordagens enfatizam a criação de valor para os clientes, com o objetivo de reduzir os desperdícios, vulnerabilidades do processo, tempo de desenvolvimento e aumentar a qualidade do produto final (Gremyr & Fouquet, 2012). O DFSS propõe um modelo de PDP padronizado baseado em estágios e *gates*, com foco nas características críticas para a qualidade e utiliza ferramentas estatísticas para análise e mensuração do produto e do processo para o atendimento às especificações e tolerâncias (Fouquet, 2007; He et al., 2010; Gremyr & Fouquet, 2012).

A abordagem de desenvolvimento *Lean* tem o foco na melhoria do PDP, trazendo princípios de MC do programa *Lean* para o PDP com o objetivo de simplificação e diminuição da formalização do trabalho, tornando o processo mais orgânico e possibilitando postergação de decisões sobre o produto e abertura para mudanças no desenvolvimento (Rozenfeld et al., 2006; Fouquet, 2007; Salgado et al., 2009). Mesmo que haja uma gama de possíveis modelos, abordagens ferramentas para o PDP, ainda há lacunas na discussão de práticas específicas para a melhoria deste processo.

2.2 Melhoria Contínua no PDP

2.2.1 Melhoria Contínua: conceito e programas

A MC é vista como um conjunto de atividades que formam um processo de raciocínio e de intervenção em problemas para a melhoria de desempenho (Jha et al., 1996). Visa à criação de uma cultura de melhoria sustentável, por meio do envolvimento de todos os participantes da organização nas atividades de eliminação de desperdícios de todos os sistemas e processos organizacionais, incluindo o PDP (Caffyn, 1997; Bhuiyan et al., 2006).

Para aplicação da MC em processos de operações, vários programas têm sido utilizados, como o TQM, o *Lean* e o Seis Sigma. Os programas de melhoria possuem especificidades de objetivos, ferramentas

e métodos. O Seis Sigma tem seu foco na redução da variabilidade, o *Lean* visa melhorar o fluxo dos processos e o TQM aumentar o nível de satisfação dos clientes internos e externos, o *Lean Sigma* combina a filosofia e ferramentas do *Lean* e do *Seis Sigma*, visando a rápida redução dos desperdícios e das variações fornecendo valor ao cliente (Hellsten & Klefsjö, 2000; Andersson et al., 2006; Bhuiyan & Baghel, 2005; Bhuiyan et al., 2006).

Os programas se desenvolvem por meio das atividades de MC, que são ações, projetos e iniciativas que possibilitam que os objetivos e princípios dos programas sejam implantados (Bhuiyan & Baghel, 2005; Singh & Singh, 2015). As atividades seguem métodos, como, o PDCA e o DMAIC, cujo objetivo é sistematizar a identificação e mensuração dos problemas, identificar as causas, propor planos de ação, analisar e mensurar os resultados gerados e padronizar as ações tomadas (Savolainen & Haikonen, 2007; Näslund, 2008; Singh & Singh, 2015). Os métodos utilizam ferramentas para que as decisões sejam tomadas com base em informações, fatos e dados (Andersson et al., 2006; Bhuiyan & Baghel, 2005). Uma compilação dessas características para cada programa pode ser vista no Quadro 1.

Mesmo empresas com bons resultados nos processos de manufatura devem melhorar continuamente o seu desempenho, incluindo melhorias dos processos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), como o PDP (Lager, 2000). Para isso, é necessário que programas de MC sejam expandidos para incluir iniciativas que

melhorem o desempenho do PDP (Spivey et al., 1997; Nilsson-Witell et al., 2005; Sun et al., 2009; Yan & Makinde, 2009).

2.2.2 Programas de MC no PDP

Uma organização pode melhorar simultaneamente a qualidade, o prazo de entrega e o custo do PDP, por meio da redução de problemas, de desperdícios e de retrabalho em projetos de desenvolvimento (Harter et al., 2000; Sun et al., 2009).

Ferramentas e métodos, como o PDCA, podem ser utilizados para encurtar os tempos de ciclo de desenvolvimento de produtos, mas não está claro quais são os mais adequados, a melhoria que pode ser obtida com o uso e quais iniciativas de MC podem ser utilizadas de maneira mais contundente no PDP (Griffin, 1993; Lodgaard & Aasland, 2011).

Um melhor PDP pode ser obtido com o uso de abordagem em equipe com foco na resolução de problemas e na MC (Kowang & Rasli, 2011), melhor definição e descrição do próprio processo de desenvolvimento (Lager, 2000) e pela padronização e otimização do processo (Chaudhuri, 2013).

Porém, há diversos motivos, tais como a complexidade das atividades e o volume das informações envolvidas para que as pessoas que trabalham no PDP sejam resistentes à padronização de procedimentos e ao conceito de MC (Ringen & Holtskog, 2011). Argumenta-se também que cada novo projeto é um processo único, relacionado com seus objetivos,

Quadro 1. Principais características dos programas relacionados à MC.

Programa (Início)	Princípios	Métodos e ferramentas	Autores
TQM (1950)	Fazer com que todos estejam comprometidos com a qualidade e foco no cliente	PDCA, ferramentas estatísticas da qualidade (histograma, Pareto, cartas de controle, fluxograma, entre outras), ferramentas gerenciais (correlação, diagrama de afinidade, em árvore, entre outras), gestão à vista e <i>benchmarking</i>	Murray & Chapman (2003), Bhuiyan et al. (2006), Andersson et al. (2006), Singh & Singh (2015)
<i>Lean</i> (1960)	Definir o que é valor; identificar o fluxo de valor e eliminar desperdícios e custo; tornar o fluxo de valor contínuo; deixar o cliente puxar o processo e a busca da perfeição	5S, <i>poka yoke</i> , redução de <i>setup</i> , <i>Single minute exchange of die</i> (SMED), <i>kaizen</i> , JIT, <i>kanban</i> , Mapa de Fluxo de valor, manutenção produtiva total (TPM), gráficos de controle visuais, padronização do trabalho, ferramentas estatísticas da qualidade; entre outras	Bhuiyan et al. (2006), Haque & James-Moore (2004), Andersson et al. (2006), Salgado et al. (2009)
Seis Sigma (1986)	Reduzir o número de defeitos, desperdícios, utilização de recursos e de variabilidade	DMAIC, controle estatístico do processo, SIPOC, modelagem de processo, ferramentas da qualidade, ferramentas estatísticas, análise de variância, DOE, entre outras	Banuelas & Antony (2002, 2003), Raisinghani et al. (2005), Bhuiyan et al. (2006), Andersson et al. (2006)
Lean-Sigma (2000)	Usar as melhores práticas da Produção Enxuta e do Seis Sigma para aumentar a participação no mercado	Ferramentas usadas no <i>Lean</i> e no Seis Sigma	Bhuiyan et al. (2006), Andersson et al. (2006), Drohomerski et al. (2014)

singularidades e especificidades (Ringen & Holtskog, 2011), o que dificultaria a padronização e melhoria desse processo. Para Ringen & Holtskog (2011), o excesso de padronização gerado pela MC poderia prejudicar a execução de novos desenvolvimentos, uma vez que para esses autores o PDP seria um processo sem rotina determinada, instável e experimental. Além disso, por ser um processo intangível, interativo e de longo prazo, é mais difícil definir e mensurar seus resultados e o que é qualidade para o processo, dificultando o foco na MC, mas não a inviabilizando (Caffyn, 1997).

Porém, diversos autores argumentam que a aplicação da MC no PDP não é apenas possível, mas necessária (Caffyn, 1997; Yan & Makinde, 2009; Chaudhuri, 2013), essa aplicação é fomentada por meio dos programas de melhoria.

A aplicação do TQM em um ambiente de desenvolvimento de produtos e de inovação tem sido relatada com conclusões contraditórias, variando entre benéfica, negativa ou sem resultados palpáveis (Brennan, 2001; Song & Su, 2015; Fernandes et al., 2014). A implantação do TQM na área de P&D é mais desafiadora do que nas áreas produtivas, já que todas as pessoas de P&D devem estar envolvidas, deve haver treinamento e conscientização da necessidade da melhoria do PDP e, muitas vezes, os princípios associados ao TQM são mais próximos da área produtiva (Brennan, 2001; Prajogo & Hong, 2008).

Diversos estudos analisam o impacto do TQM e de práticas de gestão da qualidade, como apoio da alta administração, treinamento, envolvimento dos colaboradores, entre outras, no desempenho da inovação, e obtiveram resultados favoráveis, de que o TQM fomenta inovações de produto (Martínez-Costa & Martínez-Lorente, 2008; Hung et al., 2011; Kim et al., 2012; Ooi et al., 2012). A gestão do PDP pode se apropriar do TQM, obtendo redução do tempo do ciclo de desenvolvimento, otimização do processo e melhoria da qualidade do produto com a simplificação do processo de desenvolvimento (Sun et al., 2009; Sun & Zhao, 2010; Song & Su, 2015). No entanto, a filosofia do TQM e suas ferramentas aplicadas ao contexto do PDP não têm sido estudadas de forma suficiente (Sun et al., 2009; Sun & Zhao, 2010; Song & Su, 2015).

O programa *Lean* propõe a simplificação e redução da formalização do PDP (Haque & James-Moore, 2004; Cooper, 2009; Yan & Makinde, 2009; Sopolana et al., 2012). Melhorias podem ser obtidas por meio da aplicação dos princípios *Lean* (*Lean Thinking*), relacionados com a identificação do fluxo de valor, a eliminação de desperdícios no PDP e a busca da perfeição (Haque & James-Moore, 2004; Salgado et al., 2009; Khan et al., 2013; Tuli & Shankar, 2015). A eliminação de desperdícios no PDP envolve a identificação dos principais pontos

críticos e onde concentrar a atenção e os esforços de melhoria (Rossi et al., 2012).

As empresas também têm utilizado o Mapa de Fluxo de Valor e outras ferramentas da manufatura enxuta no PDP, a fim de eliminar desperdícios e ineficiências e maximizar o valor do produto desenvolvido (Yan & Makinde, 2009; Cooper, 2009; Sopolana et al., 2012; Tuli & Shankar, 2015; Tyagi et al., 2015). A literatura da área ainda apresenta poucos detalhes sobre como o *Lean* pode ser usado para melhorar o PDP, já que o foco tradicional é na melhoria de processos de manufatura (Haque & James-Moore, 2004; Rossi et al., 2012; Khan et al., 2013).

O Seis Sigma também pode ser utilizado como um programa para melhorar sistematicamente o PDP (Chaudhuri, 2013). A eficiência desse processo pode ser melhorada por meio da aplicação do método DMAIC para compreender o impacto das variáveis organizacionais e de processos no tempo de ciclo dos projetos, no custo de desenvolvimento e na qualidade do produto (Chaudhuri, 2013). Porém, estas aplicações ainda são pouco exploradas na literatura da área.

Para MC do PDP, pode-se recorrer aos vários programas, que podem atuar em paralelo, a aplicação expande e adapta os princípios, métodos e ferramentas dos modelos tradicionais (Quadro 1) ao contexto do PDP (Nilsson-Witell et al., 2005).

2.2.3 Características e práticas da MC no PDP

A importância da MC do PDP é significativa, tanto para a obtenção de maior eficiência, quanto para consolidar um PDP baseado nos princípios de aprendizagem e melhoria (Yan & Makinde, 2009; Kowang & Rasli, 2011). Quando a equipe do projeto falha, o foco deve ser na causa raiz ao invés do efeito ou mesmo da punição. O foco deve ser na MC e no aprendizado, ao invés da cultura da culpa e do medo (Cooper, 2009; Sun & Zhao, 2010).

O foco nas lições aprendidas, no armazenamento e na transferência desse conhecimento para as equipes de projeto, buscando alcançar melhorias continuamente cria um ambiente propício para a disseminação do conhecimento, com o apoio dos líderes de projeto como facilitadores (Kowang & Rasli, 2011; Ringen & Holtskog, 2011).

Os princípios de MC são um conjunto de hipóteses sobre como visualizar a organização e sua relação com clientes, concorrentes e fornecedores. Os princípios da MC variam de acordo com o programa de MC adotado (Quadro 1), porém há pontos comuns como a busca pela minimização do desperdício, dos erros, da utilização de recursos e de tempo, em busca do aumento da satisfação do cliente e de resultados financeiros (Andersson et al., 2006), estes foram considerados a base dos princípios de MC no PDP. Cada princípio é

implantado por meio de um conjunto de práticas, que são atividades destinadas a incorporar os princípios e, conseqüentemente, a MC. As práticas são, por sua vez, suportadas por uma grande variedade de técnicas e ferramentas (Nilsson-Witell et al., 2005).

“Prática” pode ser entendida como “maneira de fazer” (Houaiss, 2015) ou o exercício maquinal de algum ofício; rotina (Michaelis, 2015). Portanto, o termo prática pode ser compreendido como a maneira de fazer, a rotina que se tem para o exercício de alguma atividade. Nesta pesquisa, as práticas são consideradas como os comportamentos habituais que contribuem para a existência da MC em um ambiente de desenvolvimento de produto.

Para que a MC seja implantada de forma efetiva, deve haver práticas que estimulem desde a mudança cultural para a MC (Yan & Makinde, 2009; Ringen & Holtskog, 2011), até a inserção de métricas para estimular a melhoria proativa e reativa (Caffyn, 1997; Schulze et al., 2013; Rossi et al., 2012; Sopelana et al., 2012). Essas práticas devem permitir identificar e eliminar desperdícios de forma contínua, fundamentando as decisões em sistemas de medição (Haque & James-Moore, 2004) e na identificação das causas dos problemas (Cooper, 2009; Khan et al., 2013).

A aplicação de práticas de MC no PDP tem se tornado uma questão mais relevante (Yan & Makinde, 2009). Muitas organizações utilizam para o PDP as mesmas práticas adotadas para melhoria dos processos de manufatura (Caffyn, 1997). E há poucos estudos que investigam quais práticas devem ser consideradas quando iniciar um programa de MC no PDP e quais as dificuldades e impactos gerados pelo seu uso (Yan & Makinde, 2009).

3 Método de pesquisa

Foram realizadas uma revisão bibliográfica e uma pesquisa de campo sobre o uso de práticas de MC no PDP. As etapas da pesquisa podem ser observadas na Figura 1.

O procedimento utilizado para realização da pesquisa bibliográfica foi a Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS). A RBS utiliza procedimentos bem definidos para identificar, analisar e interpretar todas as evidências disponíveis relacionadas a uma questão de pesquisa, de uma forma imparcial, reproduzível e baseada em evidências (Tranfield et al., 2003; Levy & Ellis, 2006; Kitchenham & Charters, 2007).

As etapas para a condução da RBS são planejamento, execução e análise (Biolchini et al., 2007). O planejamento consiste na elaboração e validação de um protocolo para a realização da pesquisa, que envolve a definição do problema e da questão da revisão, das bases de dados que serão utilizadas, dos idiomas das publicações, das palavras-chave mais adequadas para a busca e dos critérios de inclusão e exclusão da publicação para a RBS (Biolchini et al., 2007; Brereton et al., 2007). A execução coloca em prática o que foi proposto no planejamento e a análise indica os resultados da pesquisa (Biolchini et al., 2007).

A pergunta que direcionou a RBS foi: quais práticas podem ser implantadas para possibilitar a aplicação da abordagem da MC no processo de desenvolvimento de produto?

As bases de dados eletrônicas selecionadas como fonte de buscas foram: *Web of Science*, *Science Direct*, *Scopus* e *Engineering Village*. Essas bases foram escolhidas por apresentarem grande número de periódicos, conferências e artigos de interesse para a área de estudo e abrangência internacional na área de pesquisa.

A busca considerou os últimos 26 anos de publicação (1990 a 2015). A busca inicial foi realizada observando-se no título, resumo e palavras-chave a seguinte chave de busca: ((“*continuous improvement*”) e (“*product development*”OR“*innovation*”)). A palavra inovação foi incluída, pois em certos contextos ela é utilizada como sinônimo de desenvolvimento de novos produtos.

As buscas retornaram um número expressivo de artigos (Tabela 1) que foram filtrados, primeiramente pelo idioma, foram selecionados artigos em inglês,

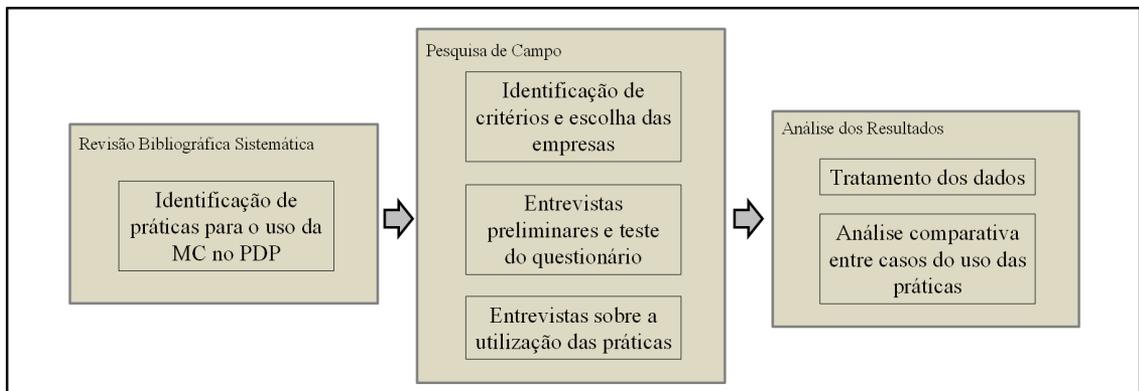


Figura 1. Etapas da pesquisa.

pois é o idioma universalmente aceito para redação de trabalhos científicos; o português e o espanhol, por possibilitar uma investigação da literatura de países em desenvolvimento, como o Brasil. Um segundo filtro foi aplicado em relação às áreas de conhecimento pertinentes ao tema (*business, management, operations research, engineering* ou similares), com esse filtro, foram excluídos trabalhos distantes do objetivo da pesquisa. Um terceiro filtro foi relacionado ao tipo de arquivo, foram mantidos artigos de congressos e periódicos. Como quarto filtro, foram lidos o título e resumo dos artigos e foi verificada a disponibilidade do artigo completo (nas bases de dados, em *sites* de busca e por meio de contato direto com autores) e, por fim, foi realizada a leitura completa do artigo. Depois de verificar se o artigo auxiliava a responder a pergunta de pesquisa, eles foram selecionados. Diversos artigos estavam repetidos em mais de uma base de dados e, após análise, restaram 29 artigos sobre o tema.

Depois da realização da RBS ainda foi feita uma busca geral no Google acadêmico e análise de *cross references*, sendo incluídas mais oito publicações para análise: Lager (2000), Brennan (2001), Haque & James-Moore (2004), Salgado et al. (2009), Chaudhuri (2013), Tuli & Shankar (2015), Song & Su (2015) e Tyagi et al. (2015). Essas publicações não foram encontradas nas bases porque não continham os termos de busca no título, palavras-chave ou resumo.

O Quadro 2 apresenta os principais autores que recomendam a adoção da MC na gestão do PDP. Alguns artigos não citam diretamente o PDP, mas apresentam a abordagem da MC como importante para a gestão da inovação ou da P&D, temas relacionados ao PDP.

Foram identificadas práticas na revisão bibliográfica que podem ser utilizadas para a implantação e sustentação da MC no PDP. As práticas estavam relacionadas com o PDP e com outros processos da gestão da inovação, chamados de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D&I). As práticas foram divididas em dois tipos: práticas gerais aplicadas para a implantação da MC, que podem ser estendidas ao PDP (Quadro 3); e práticas específicas à implantação e sustentação da MC no PDP (Quadro 4).

A segunda parte do trabalho consiste numa pesquisa de campo de abordagem qualitativa e que utiliza o método de estudo de múltiplos casos. A abordagem é qualitativa, pois procura extrair a interpretação dos indivíduos sobre o ambiente nos quais eles trabalham, por meio de investigações aprofundadas e de seu contexto (Bryman, 1989). O estudo de caso é preferido no exame de eventos contemporâneos, quando o fenômeno pode ser estudado em seu ambiente natural (Yin, 1994), que é o intuito da pesquisa. A vantagem de se analisar múltiplos casos é que existe um aumento da validade externa, ajudando a diminuir as tendências e influências do observador, diminuindo também os riscos de uma falsa conclusão gerada por um único evento (Voss et al., 2002).

Tabela 1. Resultados, em número de publicações, para a RBS.

Base de dados	Busca inicial	Filtro de idioma	Filtro por área	Artigos de periódicos e congresso	Artigos completos
<i>Engineering Village</i>	208	202	196*	196	28
<i>Web of Science</i>	419	415	255**	245	31
<i>Science Direct</i>	70	70	43***	43	10
<i>Scopus</i>	901	882	756****	655	34

*Production Engineering; Management; Quality Assurance; Industrial Economics; Product Development; Industrial Engineering; Cost and Value; Production Planning; Manufacturing e Production Control. **Management; Operations Research; Engineering Industrial; Business; Engineering Multidisciplinary; Engineering Manufacturing; Public Administration e Economics. *** Business management and accounting; Economics; Engineering e Decision Sciences. **** Engineering; Business; Computer Science; Decision Science; Economics e Multidisciplinary.

Quadro 2. Publicações relacionadas ao uso da MC no PDP.

No. publicações	Autores de artigos relacionados ao uso da MC no PDP
37	Kocaoglu et al. (1991), Bessant et al. (1994), Caffyn (1997), Regan & Kleiner (1997), Bessant & Francis (1999), Lager (2000), Berg et al. (2001), Brennan (2001), Cole (2001), Sohal et al. (2003), Haque & James-Moore (2004), Nilsson-Witell et al. (2005), Middel et al. (2007), Cooper (2008), Cooper & Edgett (2008), Prajogo & Hong (2008), Cooper (2009), Sun et al. (2009), Yan & Makinde (2009), Salgado et al. (2009), Fàbregas-Fernández et al. (2010), Sandoval-Arzaga & Suárez-Barraza (2010), Sun & Zhao (2010), Furuhejm et al. (2011), Rossi et al. (2011), Ringen & Holtskog (2011), Kowang & Rasli (2011), Lodgaard & Aasland (2011), Schulze et al. (2013), Yan & Makinde (2009), Chaudhuri (2013), Garcia-Sabater et al. (2012), Rossi et al. (2012), Sopelana et al. (2012), Khan et al. (2013), Song & Su (2015), Tyagi et al. (2015), Tuli & Shankar (2015)

Quadro 3. Práticas gerais de MC identificadas na revisão bibliográfica.

Práticas gerais que podem ser estendidas para a implantação da MC no PDP	Autores
P1 - A empresa deve criar uma cultura de MC, que começa a partir do nível gerencial, com a criação de um conjunto de comportamentos e incentivos ao trabalho diário que foquem a MC e permitam que ela seja sustentável.	Caffyn (1997), Haque & James-Moore (2004), Nilsson-Witell et al. (2005), Sun & Zhao (2010), Ringen & Holtskog (2011), Schulze et al. (2013), Yan & Makinde (2009), Khan et al. (2013)
P2 - Melhorar a comunicação. Deve haver uma comunicação regular com as pessoas envolvidas no PDP sobre os objetivos e metas, a fim de identificar as necessidades e fomentar participações.	Caffyn (1997), Yan & Makinde (2009)
P3 - A alta administração deve fornecer continuamente as oportunidades de treinamento para atualizar as habilidades e conhecimentos em técnicas e ferramentas empregadas na MC.	Caffyn (1997), Ringen & Holtskog (2011), Yan & Makinde (2009)
P4 - Os gerentes precisam reconhecer os possíveis bloqueios e barreiras para implantação da MC. Isto irá permitir-lhes evitar o desperdício de esforços nos programas de MC.	Yan & Makinde (2009)
P5 - Reconhecer e recompensar as pessoas por seus esforços e ações relacionados à MC em todas as áreas e no PDP ou em outros processos de P&D&I.	Caffyn (1997)

Quadro 4. Práticas específicas para MC do PDP identificadas na revisão bibliográfica.

Práticas para a implantação e sustentação da MC no PDP	Autores
P6 - Os gerentes do PDP ou de outros processos de P&D&I devem compreender o que é MC e identificar os desafios ao tentar estender a MC para a gestão do PDP. Todos do PDP devem compreender a necessidade de MC e os ganhos que podem ser obtidos.	Caffyn (1997), Yan & Makinde (2009), Ringen & Holtskog (2011)
P7 - A alta administração deve convidar especialistas em implantação da MC e incentivar que as pessoas alocadas nos processos de PDP ou de P&D&I conversem com os especialistas de empresas que tenham a MC bem implantada no PDP.	Caffyn (1997), Yan & Makinde (2009)
P8 - Usar vários programas de melhoria que se concentram em questões diferentes, tanto na melhoria do produto quanto na melhoria do PDP, mas eles deverão ser coordenados em relação à estratégia, tempo, espaço e recursos.	Nilsson-Witell et al. (2005)
P9 - Adotar princípios da qualidade e/ou <i>Lean</i> no PDP ou em outros processos de P&D&I e fazer com que as pessoas reflitam sobre eles e busquem sua efetiva aplicação.	Haque & James-Moore (2004), Nilsson-Witell et al. (2005), Salgado et al. (2009), Rossi et al. (2012), Khan et al. (2013), Tuli & Shankar (2015)
P10 - Organizar a MC como um processo/projeto separado da gestão dos projetos de desenvolvimento.	Caffyn (1997), Nilsson-Witell et al. (2005)
P11 - Elaborar relatório de não conformidades sobre o PDP e de sugestões de melhoria e implantar uma base de dados para capturar as melhores práticas e lições aprendidas no PDP.	Caffyn (1997), Rossi et al. (2011), Ringen & Holtskog (2011), Khan et al. (2013)
P12 - Utilizar ferramentas e técnicas da MC, como o MFV (Mapa de Fluxo de Valor) e outras ferramentas para a modelagem de processos, ou ferramentas de gestão da qualidade para a identificação e eliminação de desperdícios no PDP.	Kocaoglu et al. (1991), Caffyn (1997), Haque & James-Moore (2004), Cooper (2008, 2009), Sun et al. (2009), Salgado et al. (2009), Sun & Zhao (2010), Yan & Makinde (2009), Schulze et al. (2013), Rossi et al. (2012), Sopolana et al. (2012), Tyagi et al. (2015)
P13 - Analisar as causas de problemas no PDP.	Cooper (2008, 2009), Khan et al. (2013)
P14 - Não culpar a equipe do PDP, quando problemas ocorrem.	Cooper (2008, 2009), Sun & Zhao (2010)
P15 - Aplicar métricas de desempenho no PDP visando identificar possibilidades de melhorias e aplicá-las.	Regan & Kleiner (1997), Haque & James-Moore (2004), Cooper (2008, 2009), Ringen & Holtskog (2011), Schulze et al. (2013), Rossi et al. (2012), Sopolana et al. (2012)

A partir da seleção dos casos, foram determinadas as técnicas, tanto para a coleta quanto para análise dos dados. Nesse sentido, devem ser empregadas múltiplas fontes de evidência (Yin, 1994; Cauchick Miguel, 2010). Usualmente, consideram-se entrevistas, análise documental e observação (Cauchick Miguel, 2010). As três fontes foram utilizadas.

Para a realização da pesquisa de campo, foi necessária a identificação de empresas em que seria possível observar práticas de MC no contexto do PDP. As empresas a serem estudadas deveriam possuir o PDP e programas de MC estruturados. Para selecionar empresas com o PDP estruturado, foram consultadas informações sobre frequência de introdução de novos produtos no mercado e alto retorno financeiro com novos produtos.

O segundo critério está relacionado com o uso de programas de MC estruturados. Este foi o critério mais difícil de identificar, mesmo com consulta ao *site* da empresa e aos relatórios gerenciais disponíveis, não foi possível encontrar informações sobre a utilização de programas de melhoria em muitas organizações. Foram selecionadas quatro empresas que apresentaram informações em seu histórico institucional sobre a maturidade no uso da MC e que permitiram que o estudo fosse realizado. As empresas selecionadas pertencem a diferentes setores industriais, o que possibilita uma investigação mais ampla sobre o uso das práticas em diferentes contextos.

Para a execução da pesquisa de campo, foi desenvolvido um questionário semiestruturado sobre o uso das práticas identificadas. O primeiro contato com a organização foi feito via telefone para identificar o responsável pelo PDP; foi enviada, via *e-mail*, uma breve explicação da pesquisa, e este responsável foi a ponte para a identificação dos participantes da pesquisa, inclusive os da área de MC. Buscou-se selecionar pessoas específicas na empresa para as entrevistas: líderes de projetos de desenvolvimento de produtos, gestores do PDP e responsáveis ou participantes de programas de MC. Foram conduzidas entrevistas preliminares com três entrevistados (um de cada uma das empresas A, B e C), como base para análise e validação do questionário e para refinamento da lista de práticas, com a inserção de práticas que não haviam sido encontradas na literatura. Na última etapa da pesquisa de campo, foram realizadas as entrevistas finais, com os entrevistados nas etapas preliminares e outros entrevistados de cada uma das empresas. Nesta etapa final, foram realizadas entrevistas em 4 empresas (A, B, C e D).

Para a análise dos resultados, foi realizada uma análise comparativa entre os casos, que possibilitou identificar semelhanças e diferenças na presença das práticas. Esta análise foi feita com base nas opiniões e declarações dos entrevistados sobre o nível de utilização de cada prática. Foi adotada a classificação

em níveis (alto, médio, baixo e não utilizado) quanto à utilização e presença das práticas. Como houve mais de um entrevistado em cada uma das empresas, a análise das respostas foi feita por meio da moda das opiniões dos entrevistados, ou seja, o nível que mais se repete entre os entrevistados. Quando havia duas modas, foram consideradas as entrevistas qualitativas sobre a justificativa das respostas. O Quadro 5 mostra os entrevistados por empresa e se estão relacionados com o PDP, MC ou ambos.

4 Pesquisa de campo

4.1 Os casos

As empresas escolhidas são consideradas referências no desempenho em inovação no Brasil, estando entre as com maior número de patentes e de novos produtos lançados no mercado. Também são referências de produtos de qualidade e faturamento em seus setores, sendo líder ou vice no Brasil em relação ao número de produtos vendidos em seus respectivos segmentos de mercado. O Quadro 6 apresenta uma visão geral das empresas estudadas.

Em relação à coleta de dados, os instrumentos e fontes podem ser observados no Quadro 7. Cada uma

Quadro 5. Entrevistados por empresa.

Empresa	Entrevistados
A	Gerente de <i>Lean Manufacturing</i> (MC) Gerente de Laboratório de Serviço Técnico (PDP) Especialista Técnico 1 e <i>Black Belt</i> (PDP e MC) Especialista Técnico 2 e <i>Black Belt</i> (PDP e MC) <i>Black Belt</i> de manufatura envolvido no PDP (PDP e MC)
B	Coordenador de projetos de qualidade de produtos (MC) Gerente Sênior de Desenvolvimento de Produtos (PDP) Engenheiro de processos e <i>Black Belt</i> (PDP e MC) Gerente de projetos de desenvolvimento (PDP)
C	Gerente de Excelência em Inovação (MC) Engenheiro de Processos e Desenvolvimento Sênior (PDP) Gerente de Projetos de Excelência Operacional (PDP e MC) Pesquisador Sênior de Pesquisa e Desenvolvimento (PDP)
D	Gerente de projetos de inovação (PDP) Coordenador de Processos de Fabricação e MC (MC) Engenheiro de Processos (PDP e MC) Engenheiro de Tecnologia (PDP)

Quadro 6. Visão geral das empresas estudadas.

Características	Empresa A	Empresa B	Empresa C	Empresa D
Capital	Multinacional	Multinacional	Multinacional	Nacional
Setor	Bens de consumo	Eletrodomésticos	Químico	Cosmético
Porte	Grande	Grande	Grande	Grande
Número de colaboradores (Brasil)	4000	14000	2500	5000
Número de colaboradores em P&D no Brasil	170	700	100	250
Faturamento anual (Brasil-2013)	\$1,2 bilhão	\$3 bilhões	\$1,2 bilhão	\$2,5 bilhões
Investimento médio anual em atividades inovativas	5% a 7% do faturamento	\$100 milhões no Brasil ao ano	\$50 milhões no Brasil ao ano	2,9% do faturamento
% do faturamento proveniente de novos produtos	32% do faturamento proveniente de produtos com menos de 5 anos	25% do faturamento proveniente de produtos com menos de 5 anos	25% do faturamento proveniente de produtos com menos de 5 anos	65% das vendas são referentes a produtos com menos de 2 anos

Quadro 7. Resumo da coleta de dados realizada nas empresas.

Instrumento	Empresa A	Empresa B	Empresa C	Empresa D
Observação direta	Duas visitas ao Laboratório de P&D e uma à área produtiva	Uma visita à divisão de P&D e uma à área produtiva	Visitas à unidade central, à área produtiva e outra ao Centro de P&D	Uma visita à empresa na área de desenvolvimento e melhoria de produtos
Entrevistas	5	4	4	4
Outros instrumentos/meios de observação	Participação em palestras e <i>workshops</i> , troca de <i>e-mails</i> e conversas telefônicas. Acesso à documentação de gestão de projetos de Inovação.	Troca de <i>e-mails</i> e conversas telefônicas. Acesso à documentação de gestão de projetos de Inovação.	Troca de <i>e-mails</i> e conversas telefônicas, para complementar dados obtidos e esclarecer dúvidas com os entrevistados.	Contatos por <i>e-mails</i> e conversas telefônicas, para complementar dados obtidos e esclarecer dúvidas com os entrevistados.

das entrevistas durou cerca de 2 horas, mas deve-se salientar que outros contatos foram realizados com cada entrevistado, presencialmente, por *e-mail* ou telefone.

4.1.1 Empresa A

A MC é disseminada na empresa tanto com o suporte do programa Seis Sigma, quanto da filosofia *Lean*. Em relação ao *Lean*, a empresa tem desenvolvido projetos no nível de supervisores, coordenadores, engenheiros, gerentes e operadores ligados à área de manufatura. Já em relação ao Seis Sigma, no Brasil, a empresa possui um *Master Black Belt* (MBB) e 21 *Black Belts* em atuação, além de um número expressivo de *Green Belts* (em torno de 1200); tanto os *Black* quanto os *Green Belts* atuam em diversas áreas da organização, incluindo manufatura, logística, P&D, entre outras. Isso mostra que a MC possui grande dispersão pela organização, não sendo limitada a uma área ou departamento específico.

A empresa apresenta estruturação do PDP, com etapas e *gates*, baseados no modelo *Stage-Gate* e no conceito do DFSS. Os próprios técnicos e pesquisadores do Laboratório de Serviço Técnico (divisão de P&D da empresa) são treinados pelo menos como *Green Belts*, para obterem maior facilidade na aplicação das ferramentas e técnicas do DFSS. Apesar de os pesquisadores e técnicos serem treinados como *Green* ou *Black Belts*, e da área de Seis Sigma prestar auxílio aos projetos de desenvolvimento de novos produtos, o conhecimento é utilizado para o desenvolvimento do produto via DFSS e não para a melhoria do PDP. Não há uma estruturação formal de aplicação da MC no PDP, existem iniciativas ad hoc com o objetivo de diminuir etapas consideradas desnecessárias, tempo de execução e desperdícios do PDP. As principais iniciativas de melhoria estão relacionadas com a melhor definição do que é requerido em cada etapa ou atividades do PDP, assim como melhores instruções para o preenchimento do *Project Charter* e definição de responsabilidades.

São utilizados indicadores quantitativos para avaliação do PDP e de processos de Pesquisa de novas tecnologias. Os principais são: indicadores de submissão de publicações técnicas (informações enviadas para a matriz para verificar se, a partir do projeto, deve ser gerada uma patente local, global ou segredo industrial), número de desenvolvimentos de novas aplicações de materiais existentes, número de patentes e porcentagem do faturamento proveniente da venda de produtos com menos de cinco anos de lançamento. Portanto, há uma preocupação com as métricas dos processos de P&D&I, porém não há metas de melhoria destes processos.

Não existe utilização de ferramentas e técnicas da MC em processos mais gerais de P&D&I, como nos processos de prospecção de novas tecnologias, de gestão estratégica da inovação ou mesmo no processo de mobilização de pessoal para a inovação na empresa.

4.1.2 Empresa B

Em relação à MC, a empresa utiliza principalmente o Seis Sigma desde 1997. Possui um *Master Black Belt* que coordena a hierarquia Seis Sigma, mais de 150 funcionários *Black Belts* e grande parte da mão de obra da área de manufatura e de P&D é qualificada como *Green Belt*. O Seis Sigma é aplicado em projetos para a melhoria de processos, de produtos ou redução de variabilidade e de custos. Utiliza, também, a filosofia *Lean* como apoio à MC desde 2003 e, recentemente, *Lean-Sigma*. Os projetos *Lean* são mais focados em problemas de produtividade, tempo de *setup*, estoques em processo, *layout* de processos e segurança.

A empresa possui indicadores para o desempenho do PDP, alguns financeiros como índice de faturamento de produtos inovadores, indicadores de ganhos com novos projetos (real x esperado); e outros mais gerais, como de tempo de desenvolvimento. Esses indicadores são avaliados trimestralmente e apresentados em reuniões com gerentes gerais. Os indicadores utilizados auxiliam na análise do desempenho geral do PDP, mas não são específicos para a identificação de problemas e possibilitar a utilização de MC para o PDP de forma estruturada.

Embora quase todos os colaboradores do centro de P&D sejam *Green* ou *Black Belts*, não há utilização de métodos, como o DMAIC, ferramentas e técnicas da MC para a melhoria do PDP. A cultura da MC está disseminada pela organização pelo uso intensivo do Seis Sigma, porém ainda não há equipes com projetos relacionados exclusivamente à MC do PDP ou outros processos de gestão da inovação. As melhorias ocorrem de forma pontual, lideradas, quando necessário, pelo gerente da área de Inovação. Nesse sentido, foi feito um mapeamento inicial pelo gerente sênior

de desenvolvimento de produtos e outros membros da equipe, dos processos relacionados à gestão da inovação, para compreensão e iniciativas de melhoria.

Os entrevistados afirmaram considerar alta a importância de realizar ações estruturadas de MC no PDP e que realizam ações pontuais com este objetivo. Os entrevistados consideraram média a importância da utilização de ferramentas e práticas de MC em outros processos de P&D&I por conta de alguns desses processos, como Pesquisa de novas tecnologias, possuem uma natureza não linear e complexa.

4.1.3 Empresa C

Em relação à MC, a empresa possui uma subdivisão de Excelência Operacional que fica estruturalmente posicionada no departamento industrial. Tal área de excelência auxilia no gerenciamento e melhoria de projetos Seis Sigma, *Kaizen*, *Lean-Sigma* e TPM. A empresa possui experiência significativa em projetos de MC há mais de 25 anos e dissemina as ferramentas e métodos por meio de treinamentos para toda a organização.

Possui também uma área de Excelência de Inovação, cujo objetivo é melhorar as práticas e processos de gestão da inovação. Essa área é responsável por identificar práticas e padronizar as melhores para todas as unidades de negócio e tipos de projetos. Tem o objetivo de identificar e melhorar pontos deficientes da gestão da inovação e do PDP.

As melhores práticas são disseminadas por meio de padronização destas para a execução dos projetos. Para andamento e validação dos *gates*, é necessário o projeto estar em dia com informações sobre ferramentas utilizadas, cronograma, dados financeiros, entre outros. Os dados ficam armazenados em um sistema computacional que auxilia a gerenciar os principais indicadores de desempenho. Também é incentivado como boa prática que os erros e lições fiquem contidos nos relatórios, para que não se repitam em futuros projetos.

Alguns dos principais indicadores para monitoramento do PDP são: análise da margem de contribuição prevista e obtida pelos projetos de desenvolvimento de novos produtos, porcentagem de projetos com alto retorno financeiro, número de projetos em atraso e porcentagem das vendas referentes a produtos com menos de cinco anos.

Com o objetivo de melhorar a gestão do PDP foram realizados projetos Seis Sigma com o uso do método DMAIC e de ferramentas de MC. Identificaram-se várias ações de melhoria, como: melhor treinamento sobre o papel de líderes e diretores de projetos, buscando maior comprometimento; inclusão do sistema de controle de projetos como obrigatório e sujeito a auditorias do Sistema da Qualidade e

treinamentos; além de reciclagem destinada aos líderes de projetos nas principais ferramentas que auxiliam o PDP, entre outras.

Indicadores são utilizados para o controle dos efeitos da melhoria e identificação de oportunidades de melhoria. O sistema computacional auxilia na geração de resultados dos indicadores presentes nos relatórios gerenciais de acompanhamento das etapas do PDP, enviados para cada unidade pela área de excelência.

Os projetos de desenvolvimento de novos produtos e aplicações de materiais estão iniciando a utilização de práticas como a formação da equipe de melhoria para o processo de pesquisa de novas tecnologias e materiais, com a utilização de pessoas de outras áreas para a resolução de problemas. As ferramentas do DMAIC também são utilizadas para resolução de problemas específicos em grandes projetos de inovação.

De acordo com os entrevistados, a utilização de práticas e ferramentas de MC nos processos de P&D&I, com exceção do PDP, está presente em grau baixo. Ainda são iniciativas pontuais, porém consideradas importantes pelos entrevistados.

A utilização das práticas de MC é estimulada por meio do treinamento dos gerentes de projetos de inovação em ferramentas e métodos da MC e há um trabalho de divulgação das ferramentas e práticas para a área de P&D.

4.1.4 Empresa D

Em relação à MC, a empresa começou a trabalhar com a implantação de células semiautônomas em 2006, juntamente com iniciativas *Kaizen* e de TPM. O treinamento se estendeu a todas as pessoas ligadas à área industrial. Em 2009, a empresa começou a implantar o Seis Sigma e a partir de 2011 o *Lean-Sigma*. As equipes de melhoria relacionadas com estes programas estão alocadas sob responsabilidade da diretoria industrial.

A empresa possui métricas de desempenho para a área de pesquisa, como o número de patentes. Para o PDP, são utilizados indicadores como a porcentagem da receita proveniente de produtos com menos de dois anos de lançamento, número de novos lançamentos por ano e taxa de retorno de cada projeto. O retorno inicial dos novos lançamentos é importante porque a maior taxa de vendas do produto se dá em seu lançamento. Portanto, a empresa tem focado projetos com potencial comercial relevante, o que é avaliado com métricas específicas.

Há, também, na empresa, a preocupação com a identificação e uso de boas práticas para o desenvolvimento de novos produtos. Apesar desta preocupação e da utilização de indicadores de desempenho, não

existem projetos ou ações específicas de melhoria para a gestão do PDP.

Não foi observada a migração de ferramentas, métodos e técnicas da MC para a área de Tecnologia (como é chamada a área de Pesquisa da empresa). Os entrevistados consideraram baixa a importância desta utilização para projetos e ações da área de Inovação, por considerarem uma área com atividades complexas e, na cultura da empresa, há uma associação entre MC e padronização, ou seja, considera-se que a MC é conflitante com os processos relacionados à Gestão da Inovação.

4.2 Análise dos resultados

A primeira análise realizada na pesquisa de campo foi sobre o uso e a importância da MC no PDP e nos demais processos de P&D&I. Essa primeira análise foi um questionamento geral sobre uso e importância, sem se aprofundar no detalhamento de cada uma das práticas. O nível encontrado (nulo, baixo, médio ou alto) de importância reflete a moda das opiniões dos entrevistados. Esse critério também é considerado para todas as questões e análises subsequentes.

Apenas a empresa C apresenta projetos e ações estruturadas de MC para a gestão do PDP e utiliza ferramentas e práticas da MC nos demais processos de P&D&I. As empresas A e B apresentam uso pouco estruturado da MC no PDP. Apesar da ausência de utilização na empresa D, questionou-se para todos os entrevistados se o uso era considerado de baixa, média ou alta importância. A opinião mais recorrente em todas as empresas é de que a importância da utilização de MC no PDP é de alta importância, mesmo que essa utilização ainda não esteja sendo executada de maneira estruturada. Em relação ao uso de programas, ferramentas e métodos de MC para outros processos de P&D&I não é considerado de alta importância por três das empresas analisadas (A, B e D), e dentre os motivos apontados está a complexidade de processos que envolvem atividades de pesquisa ou outros processos relacionados à gestão da inovação. Essas informações estão consolidadas no Quadro 8.

Percebe-se que há, entre os entrevistados, uma cultura de enxergar o PDP como um processo passível de melhorias, medição, difusão de melhores práticas, entre outras ações relacionadas à MC. Porém, essa visão ainda está distante de outros processos de P&D&I.

A segunda parte da pesquisa de campo buscou identificar a intensidade do uso das práticas para MC no PDP e nos demais processos de P&D&I (Quadro 9). O quadro com a opinião de cada entrevistado para cada prática (intensidade: nula - 0, baixa - 1, média - 2 ou alta - 3) encontra-se no Apêndice A, assim como informações de medidas de posição central e dispersão

Quadro 8. Utilização de MC na gestão do PDP e em outros processos de P&D&I pelas empresas.

Uso da MC	Empresa			
	A	B	C	D
Utilização de MC na gestão do PDP	-Presente, mas pouco estruturado -Alta importância -A empresa busca maior estruturação do processo de desenvolvimento.	-Presente, mas pouco estruturado -Alta importância -A empresa não possui ações específicas de melhoria.	-Presente -Alta importância -Existem iniciativas de avaliação e melhoria do PDP.	-Ausente -Alta importância -A empresa não possui ações específicas de melhoria.
Utilização de programas, ferramentas ou métodos de MC nos demais processos de P&D&I	-Ausente -Média importância para processos envolvendo Pesquisa.	-Ausente -Média importância.	-Presente -Alta importância -A empresa utiliza em grau baixo práticas e ferramentas da MC nos demais processos de P&D&I.	-Ausente -Baixa importância.

Quadro 9. Resumo da utilização das práticas de MC na gestão do PDP e em outros processos de P&D&I.

Práticas	Empresa A	Empresa B	Empresa C	Empresa D
P1	Baixa utilização. Existe a disseminação da necessidade de MC, mas ainda não existem ações efetivas para a sua realização no PDP e em outros processos de P&D&I.	Baixa utilização. Existem apenas ações <i>ad hoc</i> de melhorias, mas não há sistematização das ações.	Média utilização. A empresa propõe projetos e ações de MC no PDP e em outros processos de P&D&I com incentivo aos gerentes de projetos e colaboradores da área. Mas ainda não há sistematização diária.	Não é utilizada pela empresa. A empresa ainda acredita que as ações de MC são voltadas para processos operacionais.
P2	Média utilização. Há comunicação com os envolvidos no PDP dos principais problemas que precisam ser melhorados.	Média utilização. Há comunicação dos principais problemas que precisam ser melhorados em fóruns e comitês.	Média utilização. Há comunicação dos principais problemas que precisam ser melhorados.	Baixa utilização. A comunicação é um fator importante para a empresa, mas ainda não há comunicação sobre identificação e resolução de problemas no PDP.
P3	Alta utilização. O programa Seis Sigma é bastante difundido e existe constância de treinamentos também para a equipe da área técnica.	Alta utilização. O programa Seis Sigma é bastante difundido e existe constância de treinamentos e membros da equipe de P&D que são da hierarquia <i>Belt</i> .	Alta utilização. Há uma preocupação com a MC e excelência de gestão, com treinamentos periódicos da equipe de P&D.	Baixa utilização. Há poucas oportunidades de treinamento e esses são bem gerais.
P4	Não é utilizada.	Não é utilizada.	Não é utilizada.	Não é utilizada.
P5	Não é utilizada.	Não é utilizada.	Não é utilizada.	Não é utilizada.
P6	Baixa utilização. Todas as pessoas são treinadas em princípios do programa Seis Sigma, inclusive os gerentes. Há compreensão do programa e dos benefícios, mas ainda não há ações para estendê-lo de forma efetiva ao PDP.	Baixa utilização. Todas as pessoas são treinadas em princípios do programa Seis Sigma, inclusive os gerentes. Há compreensão do programa e dos benefícios, mas ainda não há ações para estendê-lo de forma efetiva ao PDP.	Alta utilização. Os gerentes de projetos são treinados em ferramentas de MC e tentam estender a aplicação ao PDP por meio de uma área de excelência em inovação.	Não é utilizada. A empresa ainda acredita que ações de MC são voltadas para processos operacionais.
P7	Não é utilizada.	Não é utilizada.	Não é utilizada.	Não é utilizada.

Quadro 9. Continuação...

Práticas	Empresa A	Empresa B	Empresa C	Empresa D
P8	Média utilização. É utilizado mais de um programa, mas o foco na melhoria do PDP ainda não é estruturado.	Média utilização. É utilizado mais de um programa, mas o foco na melhoria do PDP ainda não é estruturado.	Média utilização. É utilizado mais de um programa, mas ainda não há esforços de coordenação.	Média utilização. É utilizado mais de um programa, mas o foco na melhoria do PDP ainda não é estruturado.
P9	Baixa utilização. Os princípios da qualidade são difundidos principalmente pelo Seis Sigma.	Baixa utilização. Os princípios da qualidade são difundidos principalmente pelo Seis Sigma.	Média utilização. Os princípios da qualidade são disseminados e existe uma preocupação de que as pessoas relacionadas com P&D&I os apliquem.	Não é utilizada.
P10	Não é utilizada.	Não é utilizada.	Baixa utilização. Os primeiros projetos de MC começam a ser estruturados e executados.	Não é utilizada.
P11	Média utilização. Existe uma base de dados sobre as melhores práticas, mas não existem relatórios de não conformidade.	Média utilização. Existem análise e identificação de boas práticas.	Alta utilização. Existem documentos e normas para a difusão das boas práticas em base de dados para todos os projetos e relatórios sobre sugestões de melhorias.	Baixa utilização. Existem procedimentos de boas práticas.
P12	Baixa utilização. Há início de mapeamento e modelagem dos processos.	Baixa utilização. Há mapeamento e modelagem dos processos.	Média utilização. Uso de projetos Seis Sigma para melhoria do PDP e em algumas unidades de negócio utiliza-se o MFV.	Baixa utilização. Existe o mapeamento e modelagem de processos.
P13	Não é utilizada.	Não é utilizada.	Baixa utilização. Não existem procedimentos específicos.	Não é utilizada.
P14	Média utilização. Os problemas são discutidos em reuniões para tentar identificar soluções.	Baixa utilização.	Média utilização. Os problemas ocorridos nos projetos são discutidos nas reuniões da equipe de projeto. O foco dessas discussões é buscar a causa do problema e criar documentos e relatórios para que fiquem registrados e não ocorram em futuros projetos.	Baixa utilização.
P15	Baixa utilização. São aplicadas métricas, mas não com o intuito de um <i>feedback</i> para realizar melhoria contínua.	Baixa utilização. São aplicadas métricas, mas não com o intuito de realizar a melhoria contínua.	Média utilização. Indicadores como tempo de execução, acuracidade de retorno financeiro previsto e obtido são utilizados para identificar pontos de melhoria.	Baixa utilização. São aplicadas métricas, mas não com o intuito de ter um <i>feedback</i> para realizar melhoria contínua.

desses dados, para melhor compilação e análise das opiniões obtidas em cada empresa.

Na análise comparativa, é perceptível que a empresa C possui um diferencial, ela possui uso de um número maior de práticas e com maior nível de intensidade no uso de cada uma delas. Uma possível explicação é que a empresa C possui uma área de Excelência em Inovação que atua para garantir a padronização, o uso de boas práticas e a melhoria contínua do PDP e dos demais processos de P&D&I e que já está em atuação há cerca de 7 anos. Os entrevistados enfatizam que a área de Excelência promove treinamentos em métodos e ferramentas de MC, define metas e acompanha os gestores e envolvidos no PDP, e em outros processos de P&D&I, para que estes realizem atividades de MC. A empresa também dispõe de grupos de melhoria para os processos de pesquisa de novas tecnologias e materiais, já mencionados anteriormente, utilização de pessoas de outras unidades de negócio para auxílio na resolução de problemas no PDP e utilização do Seis Sigma para MC e resolução de problemas dentro de processos de Gestão da Inovação, incluindo o PDP. A empresa considera de alta importância o uso de MC no PDP e em outros processos de P&D&I.

Essa visão da importância foi obtida, principalmente, pelos resultados já conseguidos com a MC do PDP e pela disseminação dos conceitos da MC pela área de excelência.

As empresas A e B apresentam um nível similar médio de aplicação das práticas, enquanto a empresa D apresenta um nível baixo de aplicação da MC. Os entrevistados da empresa D consideraram que o uso da MC no PDP ou em outros processos de P&D&I atualmente estão ausentes. Os entrevistados das empresas A e B, em sua maioria, consideraram que existe uma preocupação com a MC, principalmente, para o PDP, porém ainda não há uma estruturação adequada para a sua execução, principalmente, porque apesar de serem empresas com grande potencial inovador ainda enfrentam questões de mapeamento e estruturação dos processos de P&D&I, incluindo o PDP.

A análise dos resultados da pesquisa de campo possibilitou observar o nível de implantação das práticas nos casos estudados. A análise geral de cada pode ser visualizada no Quadro 10.

As práticas com menores índices de utilização são: “Os gerentes precisam reconhecer os possíveis

Quadro 10. Análise do uso das práticas nas empresas estudadas.

Prática	Análise do uso das práticas
P1	Nesta prática, as empresas encontram dificuldades para ações efetivas por parte da gerência incentivando a MC e uma sistematização do uso.
P2	A prática de comunicação está sendo implementada de forma que as pessoas envolvidas saibam dos principais problemas para melhorá-los, mas ainda não há a estipulação de metas e objetivos de melhoria no PDP ou em outros processos de P&D&I.
P3	Essa é a prática mais utilizada pelas empresas entrevistadas, três delas possuem alta utilização, duas das empresas mantêm uma periodicidade de treinamento devido ao Seis Sigma estar disseminado por todas as partes da organização. A outra possui uma preocupação com a excelência em gestão e treina as pessoas tanto da área operacional quanto de P&D em ferramentas e técnicas de MC.
P4	Não é uma prática utilizada e disseminada pelas empresas, mostrando que ainda existe uma falta de planejamento para a implantação da MC no PDP e em outros processos de P&D&I.
P5	Não é uma prática utilizada e disseminada pelas empresas. Apesar de ser amplamente utilizada para aumentar o comprometimento dos responsáveis por processos operacionais com a MC, a mesma estratégia não ocorre para o PDP ou outros processos de P&D&I.
P6	Para duas das empresas estudadas, há treinamento em princípios da MC, inclusive dos gerentes, principalmente, por meio do programa Seis Sigma. Mas ainda não há ações para estendê-lo de forma efetiva ao PDP. A empresa (C) que possui uma área de excelência em inovação apresenta um cenário um pouco distinto, com maior aplicação da MC.
P7	Não é uma prática utilizada e disseminada pelas empresas, por ainda não haver uma cultura de disseminação da implantação da MC no PDP e não haver a possibilidade <i>benchmarkings</i> como ocorre para a MC aplicada a processos de manufatura ou administrativos.
P8	Todas as empresas utilizam mais de um programa de MC, mas nenhum deles possui foco na MC do PDP ou em outros processos de P&D&I. O foco dos programas ainda está nos processos de manufatura e em alguns administrativos mais repetitivos.
P9	Dois empresas (A e B) possuem conhecimento dos princípios de qualidade, confiabilidade e MC no PDP porque são treinados em Seis Sigma para a aplicação do DFSS no PDP. Porém esse conhecimento ainda é pouco difundido para ações de MC. Na empresa C, existe maior preocupação de que as pessoas do PDP apliquem com maior intensidade os princípios de qualidade e melhoria.
P10	A utilização da prática é baixa ou nula, as ações de MC ocorrem de maneira pouco estruturada, muitas vezes dentro das atividades do próprio PDP. Ainda não há uma estrutura de projetos ou ações de MC com planejamento e cronogramas separados para o PDP.

Quadro 10. Continuação...

Prática	Análise do uso das práticas
P11	As empresas estudadas já estão se organizando, iniciando, geralmente, pela identificação de boas práticas e com a intenção de posteriormente analisar não conformidades e gerar sugestões de melhoria.
P12	Ainda há baixa utilização desta prática pelas empresas, na maioria há um esforço para mapeamento e modelagem dos processos, mas apenas uma delas já utiliza outras ferramentas e estrutura projetos de MC para a melhoria do PDP.
P13	Apesar de haver uma preocupação com a estruturação do PDP, quando problemas ocorrem nesse processo ainda não há investigação sistemática das causas desses problemas. Muito se deve à crença de que cada desenvolvimento é único e esses problemas são específicos dessa execução do processo.
P14	A discussão sobre os problemas ocorre em reuniões gerais, em duas das empresas estudadas, como forma de aprendizado para o PDP, mas ainda não há sistematicamente uma forma de não culpar a equipe e sim identificar e solucionar os problemas.
P15	A aplicação de métricas ocorre em todas as empresas estudadas, mas ainda pouco dessas informações é utilizado como forma de fomentar ações e atividades de MC.

bloqueios e barreiras para implantação da MC” (P4), “Reconhecer e recompensar as pessoas por seus esforços e ações relacionados à MC” (P5), “A alta administração deve convidar especialistas em implantação da MC” (P7) e “Organizar a MC como um processo/projeto separado da gestão dos projetos de desenvolvimento” (P10). Tanto P4 quanto P5 mostram a dificuldade da estruturação da MC para processos de P&D&I e para o PDP, ainda que as empresas tenham mais de um programa de melhoria implantado. A ausência das práticas P7 e P10 evidencia que as empresas ainda não utilizam no ambiente de PDP os mesmos mecanismos de implantação da MC que são adotados em ambientes de processos de fabricação, não havendo também uma preocupação e sistemática para “Analisar as causas de problemas no PDP” (P13).

A análise também possibilitou a identificação das práticas com maior uso: “A alta administração deve fornecer continuamente as oportunidades de treinamento em MC” (P3), “Usar vários programas de melhoria que se concentram tanto na melhoria do produto quanto na melhoria do PDP” (P8), “Elaborar relatório de não conformidades sobre o PDP para sugestões de melhoria” (P11) e “Não culpar a equipe do PDP, quando problemas ocorrem” (P14). Tanto P3 quanto P8 estão relacionadas com a difusão dos programas de melhoria nas empresas, que impactam a difusão da cultura de melhoria, incluindo a análise de problemas (P11) e não culpar os indivíduos (P14).

5 Conclusões

A pesquisa bibliográfica possibilitou identificar na literatura práticas que fomentam a implantação da MC no PDP e em outros processos de P&D&I, havendo práticas mais gerais de implantação da MC e práticas mais específicas para a melhoria do PDP. Foi possível identificar que as práticas mais citadas na literatura estão relacionadas com a difusão da cultura e de princípios de MC; aplicação de ferramentas

para a melhoria, principalmente o MFV, e adoção de métricas para mensuração do PDP para posterior realização de melhorias.

O programa mais difundido nas empresas do estudo de casos, no ambiente de PDP, é o Seis Sigma, em decorrência do treinamento necessário para a utilização do DFSS como modelo para o PDP, mas ainda são pouco utilizados os princípios, métodos e ferramentas do Seis Sigma para ações de melhoria do PDP e de outros processos de P&D&I. O agente de difusão identificado como prioritário foi o estabelecimento de uma área de estruturação da MC no contexto do PDP, com identificação e priorização de projetos de melhoria e objetivos delimitados para que a MC ocorra.

Há uma conscientização geral por parte dos entrevistados da necessidade da MC no PDP e em outros processos de P&D&I, porém foi possível identificar que a implantação da MC nesse ambiente ainda enfrenta dificuldades principalmente em decorrência da falta de comprometimento da alta administração com a implantação da MC no PDP. As práticas existentes observadas nos casos resultam da cultura de MC disseminada pelos programas de melhoria implantados nas áreas operacionais e não de um esforço específico para a MC no PDP. Estas constatações geram implicações gerenciais, em que as organizações podem utilizar a cultura de MC já existente para sustentar programas de MC no PDP, estando atentas às modificações necessárias e necessidade de outras práticas voltadas para esse contexto.

A importância do PDP e a necessidade de maior eficiência e melhores resultados neste processo apontam a relevância do tema “aplicação da MC no PDP”, porém ainda não há um conhecimento estruturado na literatura. Há uma ampla gama de trabalhos futuros necessários para maior compreensão do tema, como o nível de utilização das práticas em um número maior de empresas, quais são as principais dificuldades para a implantação e se é possível descrever níveis

de maturidade do uso de MC no PDP; essas análises podem fomentar a implantação nas organizações. Muitas questões, por exemplo, quais os benefícios gerados pelo uso da MC no PDP e nos processos de P&D&I, quais ferramentas seriam mais apropriadas, como estruturar ações de MC para esses processos, entre outras, precisam ser delineadas e estudadas para aumentar a difusão sobre a implantação da MC nesse contexto.

Referências

- Andersson, R., Eriksson, H., & Torstensson, H. (2006). Similarities and differences between TQM, six sigma and lean. *The TQM Magazine*, 18(3), 282-296. <http://dx.doi.org/10.1108/09544780610660004>.
- Banuelas, C. R., & Antony, J. (2002). Critical success factors for the successful implementation of six sigma projects in organisations. *The TQM Magazine*, 14(2), 92-99. <http://dx.doi.org/10.1108/09544780210416702>.
- Banuelas, R., & Antony, J. (2003). Going from six sigma to design for six sigma: an exploratory study using analytic hierarchy process. *The TQM Magazine*, 15(5), 334-344. <http://dx.doi.org/10.1108/09544780310487730>.
- Barczak, G., Griffin, A., & Kahn, K. B. (2009). Perspective: trends and drivers of success in NPD Practices: results of the 2003 PDMA best practices study. *Journal of Product Innovation Management*, 26(1), 2-23. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-5885.2009.00331.x>.
- Berg, P., Pihlajamaa, J., Leinonen, M., & Leivo, V. (2001). Assessment of quality and maturity level of R&D. In *Proceedings of 1st PICMET* (pp. 168-182). Portland: PICMET.
- Bessant, J., & Francis, D. (1999). Developing Strategic Continuous Improvement Capability. *International Journal of Operations & Production Management*, 19(11), 1106-1119. <http://dx.doi.org/10.1108/01443579910291032>.
- Bessant, J., Caffyn, S., Gilbert, J., Harding, R., & Webb, S. (1994). Rediscovering continuous improvement. *Technovation*, 14(1), 17-29. [http://dx.doi.org/10.1016/0166-4972\(94\)90067-1](http://dx.doi.org/10.1016/0166-4972(94)90067-1).
- Bhuiyan, N., & Baghel, A. (2005). An overview of continuous improvement: from the past to the present. *Management Decision*, 43(5), 761-771. <http://dx.doi.org/10.1108/00251740510597761>.
- Bhuiyan, N., Baghel, A., & Wilson, J. (2006). A sustainable continuous improvement methodology at an aerospace company. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 55(8), 671-687. <http://dx.doi.org/10.1108/17410400610710206>.
- Biazzo, S. (2009). Flexibility, Structuration, and Simultaneity in New Product Development. *The Journal of Product Management Innovation*, 26(3), 336-353. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-5885.2009.00662.x>.
- Biolchini, J., Mian, P. G., Natali, A. C. C., Conte, T. U., & Travessos, G. H. (2007). Scientific research ontology to support systematic review in software engineering. *Advanced Engineering Informatics*, 21(2), 133-151. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aei.2006.11.006>.
- Brennan, L. (2001). Total quality management in a research and development environment. *Integrated Manufacturing Systems*, 12(2), 94-102. <http://dx.doi.org/10.1108/09576060110384316>.
- Brereton, P., Kitchenham, B. A., Budgen, D., Turner, M., & Khalil, M. (2007). Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain. *Journal of Systems and Software*, 80(4), 571-583. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jss.2006.07.009>.
- Bryman, A. (1989). *Research methods and organization studies*. London: Unwin Hyman.
- Caffyn, S. (1997). Extending continuous improvement to the new product development process. *R & D Management*, 27(3), 253-267. <http://dx.doi.org/10.1111/1467-9310.00061>.
- Caffyn, S. (1999). Development of a continuous improvement selfassessment tool. *International Journal of Operations & Production Management*, 19(11), 1138-1153. <http://dx.doi.org/10.1108/01443579910291050>.
- Cauchick Miguel, P. A. (2010). Adoção do estudo de caso na Engenharia de Produção. In P. A. Cauchick Miguel, *Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Chaudhuri, A. (2013). Simultaneous improvement in development time, cost and quality: a practical framework for generic pharmaceuticals industry. *R & D Management*, 43(3), 227-241. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9310.2012.00675.x>.
- Clark, K. B., & Fujimoto, T. (1991). *Product Development Performance: strategy, organization and management in the world auto industry*. Boston: HBS Press.
- Cole, R. E. (2001). From continuous improvement to continuous innovation. *Quality Management Journal*, 8(4), 7-21.
- Cooper, R. (2008). Perspective: the stage-gates idea-to-launch process-update, what's new, and NexGen systems. *Journal of Product Innovation Management*, 25(3), 213-232. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-5885.2008.00296.x>.
- Cooper, R. (2009). How companies are reinventing their Idea-to-launch methodologies. *Technology Management*, 52(2), 47-57.
- Cooper, R. G. (1990). Stage-gate systems: a new tool for managing new products. *Business Horizons*, 33(3), 44-54. [http://dx.doi.org/10.1016/0007-6813\(90\)90040-I](http://dx.doi.org/10.1016/0007-6813(90)90040-I).
- Cooper, R. G., & Edgett, S. J. (2008). Maximizing productivity in product innovation. *Research-Technology Management*, 51(2), 47-58.
- Cormican, K., & O'Sullivan, D. (2004). Auditing best practice for effective product innovation management.

- Technovation*, 24(10), 819-829. [http://dx.doi.org/10.1016/S0166-4972\(03\)00013-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0166-4972(03)00013-0).
- Drohomeretski, E., Costa, S. E. G., Lima, E. P., & Garbuio, P. A. D. R. (2014). Lean, six sigma and lean six sigma: an analysis based on operations strategy. *International Journal of Production Research*, 52(3), 804-824. <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2013.842015>.
- Ettlie, J. E., & Elsenbach, J. M. (2007). Modified stage-gate regimes in new product development. *Journal of Product Innovation Management*, 24(1), 20-33. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-5885.2006.00230.x>.
- Ettlie, J. E., & Subramaniam, M. (2004). Changing strategies and tactics for new product development. *The Journal of Product Management Innovation*, 21(2), 95-109. <http://dx.doi.org/10.1111/j.0737-6782.2004.00060.x>.
- Fàbregas-Fernández, A., García-Montoya, F., Pérez-Lozano, P., Suñé-Negre, J. M., & Tico, J. R. (2010). Quality assurance in research: incorporating ISO 9001:2000 into a GMP quality management system in a pharmaceutical R+D+I Center. *Accreditation and Quality Assurance*, 15, 297-304.
- Fernandes, A. A. C., Lourenço, L. N., & Silva, M. J. A. M. (2014). Influência da Gestão da Qualidade no desempenho inovador. *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*, 16(53), 575-593.
- Fouquet, J. B. (2007). Design for six sigma and lean product development: differences, similarities and links. *The Asian Journal on Quality*, 8(3), 23-34.
- Furuhjelm, J., Swan, H., & Tingström, J. (2011). Creating value through lean product development: applying lean principles. In *Proceedings of the 18th International Conference on Engineering Design (ICED 11)* (8 pp.) Copenhagen: The Design Society.
- García-Sabater, J. J., Marin-García, J. A., & Perello-Marin, M. R. (2012). Is implementation of continuous improvement possible? An evolutionary model of enablers and inhibitors. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 0(0), 1-14.
- Gremyr, I., & Fouquet, J.-B. (2012). Design for six sigma and lean product development. *International Journal of Lean Six Sigma*, 3(1), 45-58. <http://dx.doi.org/10.1108/20401461211223722>.
- Griffin, A. (1993). Metrics for measuring development cycle time. *Journal of Product Innovation Management*, 10(2), 112-125. [http://dx.doi.org/10.1016/0737-6782\(93\)90003-9](http://dx.doi.org/10.1016/0737-6782(93)90003-9).
- Haque, B., & James-Moore, M. (2004). Applying lean thinking to new product introduction. *Journal of Engineering Design*, 15(1), 1-31. <http://dx.doi.org/10.1080/0954482031000150125>.
- Harter, D. E., Krishnan, M. S., & Slaughter, S. A. (2000). Effects of process maturity on quality, cycle time, and effort in software product development. *Management Science*, 46(4), 451-466. <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.46.4.451.12056>.
- He, Y., Tang, X., & Chang, W. (2010). Technical decomposition approach of critical to quality characteristics for product design for six sigma. *Quality and Reliability Engineering International*, 26, 325-339.
- Hellsten, U., & Klefsjö, B. (2000). TQM as a management consisting of values, techniques and tools. *The TQM Magazine*, 12(4), 238-244. <http://dx.doi.org/10.1108/09544780010325822>.
- Houaiss, A. (2015). *Grande dicionário Houaiss da Língua Portuguesa*. Recuperado em 01 de dezembro de 2015, de <http://houaiss.uol.com.br/>
- Hung, R. Y. Y., Lien, B. Y.-H., Yang, B., Wu, A.-M., & Kuo, Y.-M. (2011). Impact of TQM and organizational learning on innovation performance in the high-tech industry. *International Business Review*, 20(2), 213-225. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ibusrev.2010.07.001>.
- Jha, S., Noori, H., & Michela, J. L. (1996). The dynamics of continuous improvement: aligning organizational attributes and activities or quality and productivity. *International Journal of Quality Science*, 1(1), 19-47. <http://dx.doi.org/10.1108/13598539610117975>.
- Khan, M., Al-Ashaab, A., Shehab, E., Haque, B., Ewers, P., Sorli, M., & Sopelana, A. (2013). Towards lean product and process development. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 26(12), 1105-1116. <http://dx.doi.org/10.1080/0951192X.2011.608723>.
- Kim, D., Kumar, V., & Kumar, U. (2012). Relationship between quality management practices and innovation. *Journal of Operations Management*, 30(4), 295-315. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jom.2012.02.003>.
- Kitchenham, B. A., & Charters, S. (2007). *Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering* (Tech. Rep. EBSE-2007-01), Staffordshire: Keele University.
- Kocaoglu, D. F., Deckro, R. F., Olson, M., Iyigun, G., Klein, J., & Zhou, S. (1991). Framework for continuous improvement in new product development. *Proceedings of Portland International Conference on Management and Engineering and Technology* (pp. 294). Portland: IEEE.
- Kornfeld, B. J., & Kara, S. (2011). Project portfolio selection in continuous improvement. *International Journal of Operations & Production Management*, 31(10), 1071-1088. <http://dx.doi.org/10.1108/01443571111172435>.
- Kowang, T. O., & Rasli, A. (2011). New product development in multi-location R&D organization: a concurrent engineering approach. *African Journal of Business Management*, 5(6), 2264-2275.
- Lager, T. (2000). A new conceptual model for the development of process technology in process industry. *International Journal of Innovation Management*, 4(3), 319-346.
- Levy, Y., & Ellis, T. (2006). A systems approach to conduct an effective literature review in support of information systems research. *Informing Science*, 9, 181-212.

- Lodgaard, E., & Aasland, K. E. (2011). An examination of the application of plan-do-check-act cycle in product development. *Proceedings of the 18th international conference on engineering design (ICED11)* (9 pp.). Kobenhavn: The Design Society.
- Martínez-Costa, M., & Martínez-Lorente, A. R. (2008). Does quality management foster or hinder innovation? An empirical study of Spanish companies. *Total Quality Management*, 19(3), 209-221. <http://dx.doi.org/10.1080/14783360701600639>.
- Michaelis. (2015). *Moderno dicionário da Língua Portuguesa*. São Paulo: Editora Melhoramentos Ltda. Recuperado em 01 de dezembro de 2015, de <http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/>
- Middel, R., Weegh, S., & Gieskes, J. (2007). Continuous improvement in The Netherlands: a survey-based study into current practices. *International Journal of Technology Management*, 37(3-4), 259-271. <http://dx.doi.org/10.1504/IJTM.2007.012262>.
- Murray, P., & Chapman, R. (2003). From continuous improvement to organisational learning: developmental theory. *The Learning Organization*, 10(5), 272-282. <http://dx.doi.org/10.1108/09696470310486629>.
- Näslund, D. (2008). Lean, six sigma and lean sigma: fads or real process improvement methods? *Business Process Management Journal*, 14(3), 269-287. <http://dx.doi.org/10.1108/14637150810876634>.
- Nijssen, E. J., & Frambach, R. T. (2000). Determinants of the Adoption of new product development tools by industrial firms. *Industrial Marketing Management*, 29(2), 121-131. [http://dx.doi.org/10.1016/S0019-8501\(98\)00043-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0019-8501(98)00043-1).
- Nilsson-Witell, L., Antoni, M., & Dahlgaard, J. J. (2005). Continuous improvement in product development: Improvement programs and quality principles. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 22(8), 754-776. <http://dx.doi.org/10.1108/02656710510617210>.
- Ooi, K.-B., Lin, B., Teh, P.-L., & Chong, A. Y.-L. (2012). Does TQM support Innovation performance in Malaysia's manufacturing industry? *Journal of Business Economics and Management*, 13(2), 366-393. <http://dx.doi.org/10.3846/16111699.2011.620155>.
- Prajogo, D. I., & Hong, S. W. (2008). The effect of TQM on performance in R&D environments: a perspective from South Korean firms. *Technovation*, 28(12), 855-863. <http://dx.doi.org/10.1016/j.technovation.2008.06.001>.
- Quadros, R. (2008). Aprendendo a inovar: padrões de gestão da inovação tecnológica em empresas industriais brasileiras. In *Relatório de pesquisa "Padrões de gestão da inovação tecnológica em empresas brasileiras" apresentado ao CNPq* (pp. 1-30). Campinas: Universidade Estadual de Campinas.
- Raisinghani, M. S., Ette, H., Pierce, R., Cannon, G., & Daripaly, P. (2005). Six Sigma: concepts, tools, and applications. *Industrial Management & Data Systems*, 105(4), 491-505. <http://dx.doi.org/10.1108/02635570510592389>.
- Regan, P., & Kleiner, B. H. (1997). New developments in improving quality management in research and development. *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*, 69(1), 26-30. <http://dx.doi.org/10.1108/00022669710161621>.
- Ringen, G., & Holtskog, H. (2011). How enablers for lean product development motivate engineers. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 26(12), 1-11.
- Rossi, M., Kerga, E. T., Taisch, M., & Terzi, S. (2011). Proposal of a method to systematically identify wastes in New Product Development Process. In *Proceedings of the 2011 17th International Conference on Concurrent Enterprising (ICE 2011)* (pp. 1-9). Aachen: IEEE.
- Rossi, M., Taisch, M., & Terzi, S. (2012). Lean Product Development: a five-steps methodology for continuous improvement. In *Proceedings of the 2012 18th International Conference on Engineering, Technology and Innovation* (pp. 1-10). Munich: IEEE.
- Rozenfeld, H., Forcellini, A. F., Amaral, D. C., Toledo, J. C., Silva, S. L., Alliprandini, D. H., & Scalice, R. K. (2006). *Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma referência para a melhoria de processos*. São Paulo: Editora Saraiva.
- Salgado, E. G., Mello, C. H. P., Silva, C. E. S., Oliveira, E. S., & Almeida, D. A. (2009). Análise da aplicação do mapeamento do fluxo de valor na identificação de desperdícios do processo de desenvolvimento de produtos. *Gestão & Produção*, 16(3), 344-356. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2009000300003>.
- Sandoval-Arzaga, F., & Suárez-Barraza, M. F. (2010). Experts within kaizen teams: how to get the most from their knowledge. *Development and Learning Organizations*, 24(4), 10-13. <http://dx.doi.org/10.1108/14777281011056703>.
- Savolainen, T., & Haikonen, A. (2007). Dynamics of organizational learning and continuous improvement in six sigma implementation. *The TQM Magazine*, 19(1), 6-17. <http://dx.doi.org/10.1108/09544780710720808>.
- Schulze, A., Schmitt, P., Heinzen, M., Mayrl, P., Heller, D., & Boutellier, R. (2013). Exploring the 4I framework of organisational learning in product development: value stream mapping as a facilitator. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 26(12), 1136-1150. <http://dx.doi.org/10.1080/0951192X.2011.608724>.
- Singh, J., & Singh, H. (2015). Continuous improvement philosophy: literature review and directions. *Benchmarking: An International Journal*, 22(1), 75-119. <http://dx.doi.org/10.1108/BIJ-06-2012-0038>.
- Sohal, A. S., Terziowski, M., & Zutshi, A. (2003). Team-based strategy at Varian Australia: a case study. *Technovation*, 23(4), 349-357. [http://dx.doi.org/10.1016/S0166-4972\(01\)00114-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0166-4972(01)00114-6).
- Song, Y., & Su, Q. (2015). The relationship between quality management and new product development: evidence

- from China. *Oper Manag Res*, 8(1-2), 1-14. <http://dx.doi.org/10.1007/s12063-014-0096-7>.
- Sopelana, A., Flores, M., Martinez, L., Flores, K., & Sorli, M. (2012). The application of an assessment tool for lean product development: an exploratory study in Spanish Companies. In *Proceedings of the 2012 18th International Conference on Engineering, Technology and Innovation* (pp. 1-10). Munich: IEEE.
- Spivey, W. A., Munson, J. M., & Wolcott, J. H. (1997). Improving the new product development process: a fractal paradigm for high-technology products. *The Journal of Product Management Innovation*, 14(3), 203-218. <http://dx.doi.org/10.1111/1540-5885.1430203>.
- Sun, H., & Zhao, Y. (2010). The empirical relationship between quality management and the speed of new product development. *Total Quality Management*, 21(4), 351-361. <http://dx.doi.org/10.1080/14783361003606480>.
- Sun, H., Zhao, Y., & Yau, H. K. (2009). The relationship between quality management and the speed of new product development. *The TQM Journal*, 21(6), 576-588. <http://dx.doi.org/10.1108/17542730910995855>.
- Thia, C. W., Chai, K. H., Baully, J., & Xin, Y. (2000). An exploratory study of the use of quality tools and techniques in product development. *The TQM Magazine*, 17(5), 406-424. <http://dx.doi.org/10.1108/09544780510615924>.
- Tidd, J., Bessant, J., & Pavitt, K. (2008). *Gestão da inovação* (3. ed). Porto Alegre: Bookman. 600 p.
- 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. <http://dx.doi.org/10.1111/1467-8551.00375>.
- Tuli, P., & Shankar, R. (2015). Collaborative and lean new product development approach: a case study in the automotive product design. *International Journal of Production Research*, 53(8), 2457-2471. <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2014.974849>.
- Tyagi, S., Choudhary, A., Cai, X., & Yang, K. (2015). Value stream mapping to reduce the lead-time of a product development process. *International Journal of Production Economics*, 160, 202-212. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.11.002>.
- Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (1995). *Product design and development*. New York: McGraw Hill.
- Unger, D., & Eppinger, S. (2011). Improving product development process design: a method for managing information flows, risks, and iterations. *Journal of Engineering Design*, 22(10), 689-699. <http://dx.doi.org/10.1080/09544828.2010.524886>.
- Voss, C., Tsikritsis, N., & Frohlich, M. (2002). Case research in operation management. *International Journal of Operations & Production Management*, 22(2), 195-219. <http://dx.doi.org/10.1108/01443570210414329>.
- Wheelwright, S. C., & Clark, K. B. (1992). *Revolutionizing Product Development: quantum leaps in speed, efficiency, and quality*. New York: The Free Press.
- Yan, B., & Makinde, O. D. (2009). Modelling the Long term impact of existing products on perceived value of new products. In *Proceedings of the 2009 IEEE IEEM - Industrial Engineering and Engineering Management* (pp. 1136-1140). Hong Kong: IEEE.
- Yeh, T.-M., Pai, F.-Y., & Yang, C.-C. (2010). Performance improvement in new product development with effective tools and techniques adoption for high-tech industries. *Quality & Quantity*, 44(1), 131-152. <http://dx.doi.org/10.1007/s11135-008-9186-7>.
- Yin, R. K. (1994). *Case study research: design and method* (2. ed). London: Sage.

Apêndice A. Dados das entrevistas.

A Tabela 1A abaixo apresenta a opinião dos entrevistados sobre a presença de cada uma das 15 práticas investigadas. Os valores variam de 0 a 3: 0 (não há essa prática), 1 (baixa utilização), 2 (média utilização), 3 (alta utilização).

Tabela 1A. Utilização das práticas na empresa.

Prática	Empresa A					Empresa B				Empresa C				Empresa D			
	Ent. 1	Ent. 2	Ent. 3	Ent. 4	Ent. 5	Ent. 1	Ent. 2	Ent. 3	Ent. 4	Ent. 1	Ent. 2	Ent. 3	Ent. 4	Ent. 1	Ent. 2	Ent. 3	Ent. 4
1	0	1	2	1	1	0	1	1	0	2	2	2	1	0	0	1	0
2	1	2	2	3	2	3	3	2	2	2	3	2	2	1	0	1	1
3	2	1	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	1	1	3	1	1
4	0	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	0	1	3	1	1	2	1	2	3	2	3	1	0	0	1	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	3	1	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	1	2	2	1
9	0	1	1	2	1	1	0	1	2	2	2	3	2	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
11	2	3	2	2	1	2	2	1	2	2	3	2	3	3	1	1	1
12	1	1	3	2	1	1	2	1	1	1	2	2	2	1	0	1	0
13	0	0	2	2	0	1	2	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0
14	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1
15	1	3	2	1	2	1	2	0	1	1	2	1	2	2	0	1	1

A Tabela 2A apresenta a estatística descritiva das opiniões dos entrevistados. Apresenta o cálculo da média, mediana e moda, e do desvio padrão amostral. Foi considerada como medida representativa a moda, por se tratar da opinião mais recorrente. Quando a moda apresentava mais de um valor, foram consideradas as descrições qualitativas do uso da prática para encontrar a moda que melhor representasse a situação analisada (células em cinza).

Tabela 2A. Análise descritiva das opiniões dos entrevistados (por empresa).

Práticas	Média				Mediana				Moda				Desvio Padrão			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1	1,0	0,5	1,8	0,3	1	0,5	2	0	1	0	2	0	0,71	0,58	0,50	0,50
2	2,0	2,5	2,3	0,8	2	2,5	2	1	2	3	2	1	0,71	0,58	0,50	0,50
3	2,4	2,8	2,5	1,5	3	3	3	1	3	3	3	1	0,89	0,50	1,00	1,00
4	0,8	0,3	0,3	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	1,10	0,50	0,50	1,00
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
6	1,2	1,5	2,3	0,3	1	1,5	2,5	0	1	1	3	0	1,10	0,58	0,96	0,50
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
8	2,0	2,3	2,3	1,5	2	2	2	1,5	2	2	2	1	0,71	0,50	0,50	0,58
9	1,0	1,0	2,3	0,0	1	1	2	0	1	1	2	0	0,71	0,82	0,50	0,00
10	0,0	0,0	0,5	0,0	0	0	0,5	0	0	0	1	0	0,00	0,00	0,58	0,00
11	2,0	1,8	2,5	1,5	2	2	2,5	1	2	2	2	1	0,71	0,50	0,58	1,00
12	1,6	1,3	1,8	0,5	1	1	2	0,5	1	1	2	1	0,89	0,50	0,50	0,58
13	0,8	0,8	0,8	0,3	0	0,5	1	0	0	0	1	0	1,10	0,96	0,50	0,50
14	2,0	1,0	2,0	1,0	2	1	2	1	2	1	2	1	0,00	0,00	0,00	0,00
15	1,8	1,0	1,5	1,0	2	1	1,5	1	1	1	1	1	0,84	0,82	0,58	0,82