

# REDUÇÃO NO TEMPO DE DESENVOLVIMENTO DE UMA COLEÇÃO DE PRODUTOS DE UMA EMPRESA CALÇADISTA

*REDUCTION IN THE DEVELOPMENT TIME OF A PRODUCT COLLECTION OF A FOOTWEAR COMPANY*

**MARCELO GIOVANI  
GUIMARÃES**

marcelogg@unisinos.br

**MIGUEL AFONSO SELLITTO**

sellitto@unisinos.br

**JOSÉ ANTONIO VALLE  
ANTUNES JR.**

junico@produttare.com.br

## RESUMO

O objetivo deste artigo foi descrever um método para redução do tempo de desenvolvimento de uma coleção de trinta produtos de uma empresa da indústria calçadista. O método de pesquisa foi o *design research*, aplicado em uma empresa de calçados infantis do Vale dos Sinos. A redução obtida foi baseada no uso de técnicas de desenvolvimento, tais como a modelagem, a prototipagem e o desdobramento de funções. A principal contribuição para a empresa foi a redução do tempo total de desenvolvimento em quase 20%. Outras contribuições foram a redução no retrabalho na manufatura em mais de 50%, redução das modificações de projetos em mais de 40% e redução da reprovação de modelos em mais de 60%. Não foi objetivo de pesquisa a generalização dos achados de pesquisa para outras indústrias.

**Palavras-chave:** tempo de desenvolvimento, novos produtos, desenvolvimento de produtos, indústria calçadista.

## ABSTRACT

The purpose of this article was to describe a method to reduce the development time of a collection of thirty products from a company of the footwear industry. The research method was the design research applied in a children's shoe company of Vale dos Sinos. The reduction was based on the use of techniques such as modeling, prototyping and deployment. The main contribution to the company was the reduction of the total time of development in almost 20%. Other contributions were the reduction in rework in manufacturing in more than 50%, the reduction of modifications of projects in more than 40% and the reduction of models rejection in more than 60%. The generalization of the findings to other industries was not an objective of the research.

**Keywords:** development time, product development, integrated product development, footwear industry.

## INTRODUÇÃO

Velocidade e responsividade a demandas de clientes no desenvolvimento de novos produtos têm sido considerados fatores de competição em uma indústria (De Toni *et al.*, 2005; Sihem *et al.*, 2004; Olson *et al.*, 1995). Em particular, velocidade no desenvolvimento de novos produtos tornou-se importante em estratégias baseadas no uso do tempo em indústrias que mudam com frequência (Yusuf *et al.*, 1999; Tammela e Canen, 2005; Chen *et al.*, 2010), principalmente quanto à tecnologia empregada (Borchardt *et al.*, 2008, 2010) e quanto às preferências dos compradores (Mullins e Sutherland, 1998). A indústria da moda (Bruno *et al.*, 2011), e em particular a dos calçados de alto valor agregado (Pereira *et al.*, 2010), tem esta característica.

Agilidade no desenvolvimento e responsividade a demandas têm ganhado importância em indústrias com alto grau de diferenciação, tal como a da moda (Sonobe e Otsuka, 2004) e de alta dependência do desempenho em manufatura (Kim e Kim, 2009), tal como a calçadista. Em suma, velocidade e responsividade no desenvolvimento de produtos podem constituir fonte de vantagem competitiva (Clark e Wheelwright, 1992) em certas indústrias, tais como a de calçados de alto valor agregado. Empresas que operam nesse tipo de mercado requerem práticas de desenvolvimento que reduzam o risco e a incerteza e, com isso, aumentem a probabilidade de sucesso do novo produto (Mullins e Sutherland, 1998).

A indústria calçadista nacional, e em particular a do Vale dos Sinos, no Rio Grande do Sul, nasceu e prosperou dentro da lógica da produção em massa. Seu princípio básico era focar esforços de melhorias reduzindo o custo das partes para melhorar o resultado final. Nas décadas de 1970 e 1980, seus produtos eram tidos como de baixo valor agregado e tinham menor preocupação com *design* do que os europeus de então. A mão de obra era de baixo custo, principalmente pela disparidade cambial, o que encobria a baixa produtividade da época, pois o lucro gerado em moeda forte era muito maior do que as ineficiências na produção. Era mínima a preocupação com o desenvolvimento de produtos, pois os modelos eram quase sempre definidos por compradores empresariais (Teixeira, 2000).

A década de 1990 foi um divisor de águas para a indústria calçadista brasileira. A abertura comercial revelou as fragilidades estratégicas e as ineficiências produtivas; a entrada de atores asiáticos fez com que pedidos de baixo valor agregado, normalmente endereçados à região, migrassem para o Extremo Oriente (Decker, 2007). Essa nova realidade fez com que as principais empresas da região passassem a pensar em oferecer produtos de maior valor agregado, exigindo, simultaneamente, qualidade na manufatura e velocidade no desenvolvimento (Pereira *et al.*, 2010). Outras estratégias de desenvolvimento descritas na literatura, tais como o fortalecimento pela cooperação e a colaboração em *cluster* (Rodrigues e Sellitto, 2008; Greve, 2009), a participação de certos setores da indústria em

APLs (Albino *et al.*, 2011), a organização dos fornecimentos em cadeias de suprimentos (Soroor *et al.*, 2009) e o uso da customização em massa (Fatur e Dolinšek, 2009) também passaram a ser observadas na região. Tais iniciativas mostram que as empresas da região têm buscado alternativas para a competição em nível global e podem ser receptivas a inovações em seu processo de desenvolvimento de produto (PDP).

O objetivo deste artigo é descrever um método que foi construído para reduzir o tempo de desenvolvimento de produtos de coleção da indústria calçadista. A questão de pesquisa foi: como reduzir o tempo de desenvolvimento de uma coleção da empresa estudada? O método foi aplicado em uma coleção composta por trinta modelos desenvolvidos por uma empresa brasileira de calçados infantis. O tempo médio de desenvolvimento, após a primeira rodada de aplicação do método, foi reduzido em quase 20%. O método de pesquisa foi o *design research*. Os objetivos específicos do artigo são: (i) criar um método para reduzir o tempo de desenvolvimento de uma coleção de produtos da empresa; e (ii) testar o método em uma aplicação, mensurando seus resultados. Para este artigo, o tempo de desenvolvimento de novos produtos foi definido como o intervalo de tempo decorrente entre a solicitação formal da empresa de uma nova coleção, o que ocorre quatro vezes por ano, até sua liberação final e definitiva para a manufatura. A principal contribuição do artigo é o relato de um método construído segundo os princípios do *design research* para redução de tempo de desenvolvimento de novos produtos na indústria calçadista. Por ora, não é possível a generalização ou extensão a outras indústrias.

Algumas pesquisas semelhantes foram consultadas e podem ser citadas. Morgan e Liker (2006) relatam casos na Toyota, baseados no mapeamento de valor, comparando-os com casos americanos. Browning (2003) relata um caso na indústria aeronáutica de desenvolvimento baseado no valor percebido pelo cliente. Machado e Toledo (2006) também apresentam casos na indústria aeronáutica de criação de valor por práticas enxutas no desenvolvimento. Schulte *et al.* (2005) aplicaram técnicas enxutas e mapeamento de fluxo de valor no desenvolvimento de equipamentos de testes para a indústria automotiva. Unterleider e Sellitto (2012) usaram o QFD (desdobramento da função qualidade) em um produto da indústria química. Finalmente, Krishnan e Ulrich (2001) apontam o uso de princípios enxutos no processo de desenvolvimento de produtos como oportunidade de estudo, pois, segundo eles, pode ser útil usar este campo para gerenciar o conhecimento e dar suporte à tomada de decisão no desenvolvimento de produto. Stockstrom e Herstatt (2008) apresentaram evidências de que a existência de um método estruturado para o desenvolvimento de produto pode reduzir o tempo de desenvolvimento e influenciar positivamente outros indicadores de sucesso, tais como rejeição de modificações e responsividade.

O restante do artigo está organizado em: (i) revisão; (ii) aspectos metodológicos e método; (iii) aplicação em um caso;

(iv) análise e discussão dos resultados; e (v) conclusões. Parte da pesquisa foi financiada pelo CNPq e pelo Banco Santander.

## REVISÃO

Um Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) é um conjunto de atividades que tem início na percepção de uma oportunidade de mercado e que termina na entrega de um produto aos clientes, passando antes por definições relativas à manufatura, à logística de distribuição e à venda do produto (Ulrich e Eppinger, 2011). É um processo de tomada de decisão complexo e interativo, com vários estágios e filtros, que se estende desde a concepção, muitas vezes em conjunto com os clientes (Meade e Sarkis, 1999; Tammela e Canen, 2005), até a liberação do produto para produção (Takahashi e Takahashi, 2007). O PDP pode ser entendido como um ciclo de atividades que inclui a concepção do produto, a geração de ideias, a filtragem das ideias viáveis, o desenvolvimento e o teste do produto, o posicionamento do produto na estratégia de *marketing* da empresa, a fabricação, a venda e a distribuição (Ettlie e Subramaniam, 2004). O PDP envolve as atividades e decisões relacionadas ao desenvolvimento de um novo produto ou serviço, ou ainda a melhoria em produtos ou serviços existentes, desde a ideia inicial até o fim do ciclo do item (Salgado *et al.*, 2010). Para este artigo, interessam mais as fases de desenvolvimento e teste, posicionamento e fabricação do produto.

Um aspecto relevante em PDP é a busca por menores tempos de desenvolvimento. Para Bowonder *et al.* (2010), em estratégias baseadas em inovação, a redução do tempo decorrido entre a concepção do produto e sua chegada ao mercado é elemento decisivo para a construção de vantagem competitiva. Brentani *et al.* (2010) apontam que metas de velocidade no desenvolvimento podem influenciar o desempenho estratégico em PDP em ambientes globalizados de competição por inovação. Para Yeh *et al.* (2010), o uso de ferramentas e técnicas adequadas no PDP pode ajudar as empresas a alcançar melhores desempenhos no lançamento de novos produtos, principalmente quanto à velocidade de desenvolvimento. No entanto, na prática, segundo os autores, muitas ferramentas e técnicas que podem ser úteis, tais como o DFX, o DOE, a FMEA e o envolvimento mais cedo de fornecedores não são utilizadas em toda a sua potencialidade, requerendo modelos e métodos estruturados para serem integralmente aproveitadas. Em particular, Hoyer *et al.* (2010) observam que, muitas vezes, novos produtos falham em atender requisitos de clientes não por falta de qualificação, mas por falta de conhecimento prévio sobre suas necessidades. Os autores enfatizam a necessidade de um método de desenvolvimento de novos produtos que considere a opinião de clientes e consumidores de forma organizada e racional. Tais aspectos (velocidade no desenvolvimento, uso de ferramentas estruturadas e comunicação com clientes) foram incorporados no método apresentado neste artigo.

PDPs são sujeitos a incertezas, usualmente originadas nas demandas variáveis do mercado e no elevado grau de inovação observado em certas indústrias, tais como a da moda (Stockstrom e Herstatt, 2008). A avaliação do sucesso em PDP deve considerar o atingimento simultâneo de vários objetivos, que devem refletir os múltiplos interesses envolvidos no processo, tais como engenharia, manufatura e vendas, requerendo múltiplos indicadores (Dvir *et al.*, 2003; Balachandra e Friar, 1997). A dificuldade de mensuração do sucesso pode gerar simplificações na abordagem, tal como limitar os objetivos à redução no tempo de desenvolvimento ou redução no custo de fabricação (Dvir e Lechler, 2004). Para Ettlie e Subramaniam (2004), as principais falhas em PDP e que podem causar a descontinuidade do produto são: (i) custos excessivos de desenvolvimento e de manufatura não compensados por preços mais altos; e (ii) erro de posicionamento de *marketing*, quando a empresa não identificou quem é o cliente interessado no produto.

Para Yang e Cai (2009), um PDP deve ser capaz de maximizar o valor agregado ao produto, minimizando o uso de recursos de projeto e de manufatura. Ballard e Howell (2003) sugerem metas de redução de uso de recursos, tais como redução de rejeições e redução no uso de mão-de-obra e de máquinas ao longo do projeto. Para tanto, Edmondson e Nembhard (2009) sugeriram a multifuncionalidade e a participação temporária de colaboradores nos times de projeto. Bauch (2004) aponta três tipos de mau uso de recursos em PDP: (i) restringir os novos produtos aos processos fabris existentes, o que impede o desenvolvimento de processos mais eficientes; (ii) baixa produtividade de equipes, por sobreposição de tarefas ou ociosidade; e (iii) falta de integração de recursos de TI e de projeto. Sekine e Arai (1994) propuseram pensar o PDP como uma linha de produção, eliminando bloqueios e acelerando processos. Os autores sugerem que se deva entender o atual processo e questionar as atividades, explicitando as dificuldades e propondo métodos para atenuá-las. Um modo de operacionalizar a abordagem de Sekine e Arai (1994) é mapear o PDP por fluxos de processo que considerem questões específicas, tais como fluxos de informações, trocas virtuais de dados e uso de recursos materiais (Morgan, 2002; Morgan e Liker, 2006).

Outra característica que pode ser útil em PDP é a integração de equipes no desenvolvimento. Equipes integradas de projeto permitem a colaboração multifuncional e o compartilhamento de recursos escassos e de alto custo (Hoegl e Parboteeah, 2006). A integração no desenvolvimento de produto consiste na adoção de atividades paralelas e concomitantes, com certo grau de sobreposição, por equipes que se comunicam permanentemente. Times interdisciplinares são compartilhados por vários projetos e atividades são executadas em paralelo (Hartley, 1999). A comunicação é aberta e interativa entre os membros da equipe, perpassando as fronteiras organizacionais usualmente vigentes nas empresas (Olson *et al.*, 1995). Em ambiente de projeto não-integrado, as atividades são executadas por equipes distintas, com baixa

comunicação, sobreposição de tarefas e sem sincronismo, o que gera ociosidade.

A implantação do desenvolvimento integrado pode tornar-se complexa, pois transfere poder de departamentos centralizados para equipes de trabalho descentralizadas (Bonner *et al.*, 2002). Inversões de hierarquia e responsabilidades não são incomuns em ambiente integrado. Segundo cada situação, um ou outro colaborador pode assumir a coordenação do projeto (Bailetti *et al.*, 1994).

Segundo Cooper (1983), as principais vantagens da integração no desenvolvimento de produto são: (i) cai o tempo de processo devido às atividades simultâneas desenvolvidas por diferentes equipes; (ii) cai a probabilidade de erros em atividades devido à proximidade entre equipes; e (iii) cai o custo devido à multifuncionalidade e à multidisciplinaridade. Para tanto, deve-se definir as dependências entre as atividades, mapear o fluxo de desenvolvimento e organizar o ambiente de forma a que as informações fluam de modo rápido e confiável (Silva, 2001). Em um caso de desenvolvimento de produto de alta tecnologia, Naveh (2005) demonstrou por testes estatísticos e modelos de regressão que a integração estava positivamente correlacionada com a eficiência no desenvolvimento do produto.

O Quadro 1 resume algumas das características que podem surgir quando se opera com desenvolvimento integrado de produtos e com equipes multidisciplinares.

## A PESQUISA

Esta pesquisa é: (i) aplicada, pois objetiva a resolução de um problema prático e específico, que é a redução do tempo de desenvolvimento na indústria calçadista; (ii) quali-quantitativa, pois interpreta um fenômeno específico (desenvolvimento de novos produtos na indústria calçadista) e o controla com apoio de variáveis medidas em campo; e (iii) prescritiva, pois propõe uma solução para o problema do tempo de desenvolvimento da indústria calçadista, respondendo a uma pergunta do tipo "como pode ser feito?".

O método de pesquisa usado para abordar este problema é o *Design Research*.

O *Design Research* (DR) tem sido utilizado em áreas de conhecimento em que o objetivo de pesquisa é construir um artefato, tal como em sistemas de informação, engenharia e arquitetura. Nessas áreas, são exemplos de artefatos, respectivamente: *softwares*, moldes, edificações, ou seja, objetos que podem ou não ser generalizáveis, mas que foram projetados para atender a objetivos únicos (Lacerda *et al.*, 2013). Manson (2006) define o DR como um método de pesquisa que, apoiado em fontes de conhecimento, cria artefatos para a resolução de problemas específicos. Os artefatos devem ser testados e avaliados antes que se ateste sua efetividade. O uso controlado do artefato ajuda a criar mais conhecimento, que será usado em novas versões do artefato ou em novos artefatos, em processo cíclico (Owen, 1997).

Um artefato pode ser um ente físico, como ou um molde, ou lógico, como um *software*, um constructo, um método ou um modelo (Hevner *et al.*, 2004). O produto final deste artigo é um artefato: um método organizado, composto por um conjunto de passos com um objetivo: reduzir o tempo de desenvolvimento de novos produtos na indústria calçadista. Uma análise compreensiva sobre o DR pode ser encontrada em Lacerda *et al.* (2013).

A pesquisa ocorreu em uma empresa calçadista do Vale dos Sinos, no Rio Grande do Sul, produtora de calçados infantis. A empresa opera em três sedes, distantes mais de cem quilômetros entre si, com capacidade total de 16.000 pares diários.

A manufatura de calçados é um processo intensivo em mão-de-obra, composto por: corte, costura, pré-fabricação, montagem e acabamento. O corte recebe matérias-primas, moldes e navalhas de fornecedores. Na costura, as peças são unidas por colagem ou costura. Na pré-fabricação, ocorre a fabricação e acabamentos em solas, saltos e palmilhas. Na montagem, o cabedal é montado sobre a fôrma e a sola é colada. No acabamento, ocorrem operações como escovação, limpeza, colocação de produtos auxiliares para embalagem, inspeção final e embalagem em caixa individual e coletiva. Corte, costura e pré-fabricação ocorrem interna e externamente e são abastecidos por fornecedores de materiais e ferramentas, formando uma rede de operações interorgani-

Quadro 1 – Características da integração no desenvolvimento de produto.

Chart 1 - Characteristics of integration in product development.

Conceito	Premissas	Vantagens	Desvantagens
PDP com paralelismo entre as atividades e comunicação aberta e interativa entre toda a equipe; PDP executa subprocessos em paralelo, por equipes multidisciplinares.	Descentralização do poder no processo. Mapeamento do fluxo de DP. Ambiente propício para treinamento e comunicação.	Reduz o tempo de desenvolvimento. Reduz os produtos rejeitados. Reduz o retrabalho em projeto.	O aumento na coordenação pode acarretar aumentos insuportáveis de custos de desenvolvimento, principalmente para produtos de baixo valor agregado.

Fonte: Hartley (1999).

zacionais, sincronizadas a partir da montagem (Menezes *et al.*, 2008).

Os trabalhos foram executados por uma Equipe de Pesquisa (EP) formada por: gerente de produto (mestrado em Administração), gerente de logística (mestrado em Engenharia de Produção), gerente de engenharia (graduação em engenharia mecânica), analista de engenharia (técnico em manufatura calçadista) e modelista técnico sênior (designer industrial). O apoio conceitual foi dado por dois pesquisadores acadêmicos.

Na primeira parte da pesquisa, em sessão de grupo focado, os pesquisadores e o gerente de logística construíram um método de trabalho. O método foi construído com base nas teorias revisadas sobre PDP e sobre teorias clássicas de gestão da produção, tais como sistemas enxutos e sistemas submetidos a restrições. O método foi revisado e corrigido pela EP, que decidiu usá-lo apenas em uma marca de produtos. O método de trabalho que foi desenvolvido em conjunto com especialistas da empresa tem algumas características de experimentação de campo, pois envolveu testes empíricos conduzidos em verdadeira grandeza, nas linhas de produção da empresa. É um conjunto articulado de passos a serem seguidos. Faz parte da primeira etapa do *DR* uma etapa in-

telectual baseada na teoria e nos conhecimentos existentes que antecede as ações de campo.

O Quadro 2 mostra a versão final do método de trabalho.

## RESULTADOS

O primeiro passo, comunicação, consistiu de duas atividades: apresentação ao comitê executivo da empresa, o que incluiu aceitação de cronograma; e treinamento das equipes de trabalho que participariam das atividades. O treinamento ocorreu nas dependências da empresa e contou com vinte e dois colaboradores, além da EP. Esse grupo representava a totalidade da equipe de desenvolvimento de produto da empresa. Os principais objetivos do treinamento foram: (i) informar a equipe de desenvolvimento de produto sobre a pesquisa que ocorreria e sobre a sua participação; (ii) apresentar as possibilidades de melhoria sugeridas pelo método; e (iii) aumentar o conhecimento teórico da equipe sobre as técnicas utilizadas na pesquisa. Um pesquisador atuou como facilitador do curso, que teve dezesseis horas de duração e foi dividido em quatro módulos:

- apresentação de conceitos de desenvolvimento de produtos e projetos, com exemplos e discussões de casos de empresas de sucesso na área;

Quadro 2 – Método proposto.

Chart 2 – Proposed method.

Passo	Atividades
Comunicação	P11: Comunicar a pesquisa à empresa
	P12: Treinar as equipes de trabalho
Mudança no processo	P21: Mapear as atividades atuais de PDP
	P22: Eliminar as perdas que forem possíveis no fluxo atual
	P23: Realizar em paralelo as atividades que forem possíveis
	P24: Tornar o PDP um fluxo mais contínuo do que era
	P25: Definir critérios de sucesso e indicadores para o PDP
Cliente	P31: Identificar o valor percebido pelo cliente
	P32: Transformar os atributos do cliente em especificações de produto
Planejamento	P41: Identificar as tendências atuais
	P42: Definir o mix de produtos
	P43: Definir o cronograma
	P44: Avaliar os riscos
	P45: Realizar a análise econômica
Execução	P51: Transformar os desenhos em protótipos
	P52: Cadastrar as especificações
	P53: Testar e corrigir os protótipos e iniciar a produção

- apresentação de conceitos de gestão de projetos;
- apresentação do referencial teórico; e
- apresentação da pesquisa e do método desenvolvido.

O segundo passo, mudança no processo, consistiu em cinco atividades: mapeamento das atividades atuais de PDP; eliminar as perdas que fossem possíveis no fluxo atual; realizar em paralelo as atividades que fossem possíveis; tornar o PDP um fluxo mais contínuo; e definir critérios de sucesso e indicadores para o PDP.

A EP avaliou como estava o PDP atual da empresa com relação à linha de produtos estudada. Para isso, foram utilizadas as seguintes técnicas: (i) análise dos documentos dos fluxos de DP e dos indicadores da área; (ii) observação não-participante da construção dos *layouts* utilizados na prototipagem e pré-produção; e (iii) entrevista não-estruturada com colaboradores e clientes do PDP para identificação de fatos relevantes. Foram identificadas as seguintes fragilidades:

- o *layout* utilizado era funcional, ou seja, todas as funções similares encontravam-se agrupadas em pequenos blocos (bloco dos modelistas, dos estilistas, dos operadores de CAD);
- a distância física entre os blocos era considerável, com excessivo deslocamento de pessoal;
- os procedimentos principais eram minuciosamente padronizados, o que, algumas vezes, acarretava excesso de documentos e formulários;
- o fluxo era, muitas vezes, interrompido em algumas operações, por falta de capacidade de recursos que, em outros momentos, ficavam ociosos;
- os modelos eram transferidos em lotes de quatro unidades, formados já na área de criação, devido ao processo de aprovação dos desenhos, feito, normalmente, uma vez ao dia;
- o cronograma era acompanhado pelo coordenador, porém sua atualização era de difícil execução, pois era manual;
- as metas de prazo estavam sendo atingidas na maior parte das vezes, porém o processo era de difícil gerenciamento, pois era difícil propor modificações pelo excesso de documentos e padronizações que deveriam ser atualizados;
- não se identificava a criticidade de atividades: todas tinham a mesma importância;
- não existiam *buffers* estratégicos de materiais, acarretando faltas na prototipagem;
- a prototipagem era totalmente física, gerando atrasos e mais necessidade de materiais; e
- o tempo típico do processo era de sessenta e quatro dias.

As três atividades seguintes foram conduzidas ao mesmo tempo pela EP: eliminaram-se ou atenuaram-se as ineficiências

que foram possíveis; colocou-se o maior número possível de atividades em paralelo; e, por meio de interfaces mais inteligentes, aproximou-se o processo o mais possível de um fluxo contínuo. As principais sugestões de mudanças foram:

- criação de uma Célula Rápida de Desenvolvimento de Produtos (CRDP) com a presença do estilista da marca, um modelista técnico, um auxiliar de modelagem, um de engenharia e um especialista em artes gráficas. Um dos membros da equipe executa os trabalhos técnicos e administrativos, tais como o cadastro de especificações, e o outro, a confecção dos protótipos, resultando alguma multifuncionalidade nas tarefas;
- localização da CDRP na minifábrica de confecção de protótipos para reduzir o deslocamento de pessoal e o transporte de materiais;
- identificação das atividades específicas geradoras de esperas, tais como a operação do *software* de CAD, que foi disseminada entre mais operadores, resultando mais multifuncionalidade;
- redução expressiva do lote de transferência interno de atividades, via sistema de informação, dando mais fluidez ao processo;
- antecipação do desenvolvimento de materiais, a fim de gerar um *buffer* que funcionasse como pulmão de tempo, atenuando atrasos de fornecedores e contribuindo para dar mais fluidez ao processo;
- utilização de prototipagem virtual, reduzindo consideravelmente a necessidade de materiais e resultando em mais multifuncionalidade;
- aumento no número de componentes e plataformas reutilizadas, a fim de diminuir o tempo gasto com testes de novos componentes oriundos de pequenas modificações;
- criação de famílias, com agrupamentos de modelos de características técnicas similares, visando à redução no número e complexidade dos testes necessários, segundo conceitos da tecnologia de grupo;
- criação de um banco de desenhos pré-acabados, com estrutura básica comum e apenas acabados conforme as tendências da coleção vigente;
- transferência para a CRDP das atividades de teste de produção e teste de calce para modelos com poucas alterações técnicas;
- transferência dos testes de produção para a minifábrica do setor de desenvolvimento de produtos. A realização do teste continua sendo de responsabilidade da equipe de manufatura, mas não mais na linha normal de produção, o que causava atrasos expressivos, e agora com acompanhamento da equipe de desenvolvimento;
- uso dos resultados dos testes de produção como base para análise e correção de processos;
- diminuição do número de formulários de acompanhamento e automação dos que restarem por sistema de informação;

- internalização de atividade de manipulação de cores, que era feita por fornecedores e acarretava expressivos atrasos; e
- criação de sistema de avaliação e desenvolvimento dos fornecedores do DP.

Essas ações geraram um novo fluxo no PDP. O novo tempo de desenvolvimento, que foi previsto durante o projeto das atividades, foi de 44 dias. Em comparação com o tempo típico atual, de 64 dias, a estimativa inicial era de 32% de redução.

Por fim, foram definidos fatores de sucesso do PDP. Os fatores foram escolhidos com base nos objetivos de pesquisa, que foram a redução do tempo de desenvolvimento, sem outros impactos na manufatura: reduzir tempo de chegada ao mercado; reduzir a dificuldade na manufatura; e atingir objetivos de qualidade, custo e escopo. Esses fatores foram traduzidos em indicadores que capturam e mensuram o atingimento dos fatores de sucesso: chegada ao mercado (dois primeiros indicadores), manufatura (terceiro), atingir objetivos de qualidade (quarto), escopo (quinto), e custo-alvo do produto final (último indicador). Os indicadores são apresentados no Quadro 3.

O passo seguinte envolveu a identificação das necessidades dos clientes e foi composto por duas atividades: identificar o valor percebido pelo cliente; e transformar os atributos do cliente em especificações de produto.

A atividade P31 identificou os atributos que os clientes valorizavam mais nos produtos, relacionando-os a características estéticas, estruturais e funcionais. A atividade foi realizada em duas etapas. A primeira consistiu na identificação dos atributos para a criação do questionário, que ocorreu em reunião com a presença dos pesquisadores, do gerente da área

de produto, dos estilistas e da coordenadora de produto. A técnica utilizada para a listagem dos atributos foi uma pesquisa de informação com os respondentes. A pergunta foi: "na sua opinião, quais as características de um calçado infantil que geram mais valor percebido pelo cliente?". Resultaram vinte e dois atributos, separados nos seguintes grupos: composição do cabedal, composição do solado, tipo de palmilha, sistema de decoração, sistema de fechamento, inovação tecnológica e características de utilização. O questionário foi enviado para os 2000 principais (classificados por volume de vendas) clientes lojistas brasileiros. O percentual de respostas foi de 6,75%. Houve redução na incerteza quanto às preferências dos principais clientes.

Para a atividade P32, transformar os atributos do cliente em especificações de produto, os dados obtidos com os clientes foram desdobrados por QFD (desdobramento da função qualidade) em especificações para a área de criação. Essas informações serviram como base para a elaboração dos desenhos que compuseram o *mix* de projeto. A passagem dessas informações foi realizada em reunião entre a área de criação, a EP e participantes da equipe de PDP. Antes, essas informações eram coletadas por métodos informais junto aos principais clientes e eram completadas por *designers*, que agregavam convicções pessoais sobre tendências de moda e procuravam aproveitar os materiais de mais fácil obtenção no mercado local. Eventualmente, *designers* também procuravam colaborar com a manufatura, não agregando funções e características ao produto que já não tivessem sido feitas antes. Ainda que essa prática reduza a necessidade de desenvolvimento de processos, também cristaliza as atuais ineficiências da manufatura e não promove o aproveitamento de novas ideias.

Quadro 3 - Indicadores de avaliação do PDP.

Chart 3 – PDP evaluation indicators.

Indicador	Como medir	Unidade
Tempo médio de desenvolvimento	Média do tempo total entre o recebimento da demanda e a aprovação do lote de produção	Dias
Variabilidade nos prazos	Número de modelos entregues na data dividido pelo número total de modelos	%
Índice de dificuldade na manufatura	Retrabalho das áreas produtivas por problemas de desenvolvimento	% de retrabalho
Índice de reprovação de modelos	Número de modelos reprovados na avaliação do teste de produção dividido pelo total de modelos desenvolvidos	% de reprovação
Alterações de projeto	Quantidade de alterações realizadas no decorrer do processo de desenvolvimento	Número de alterações por modelo
Cumprimento de orçamento	Reais gastos divididos por reais orçados	%

O passo seguinte envolveu o planejamento da coleção e foi composto pelas atividades: identificar as tendências atuais; definir o *mix* de produtos; definir o cronograma; avaliar os riscos; e realizar a análise econômica.

Anteriormente, o *mix* de produção era composto por lotes econômicos. Ao longo do tempo, a empresa desenvolveu uma lógica de cálculo de tamanho de lotes que permitia ocupação plena do parque fabril, com sensível redução de custo. A consequência dessa lógica era uma eventual sobra de alguns materiais, que eram aproveitados em linhas de produto de menor valor mesmo sem garantia de que fosse preferido pelo comprador deste produto. O resultado global desse procedimento sempre foi considerado satisfatório pela empresa.

A EP propôs uma evolução nessa lógica, incluindo algumas limitações e impondo algumas restrições baseadas nas seguintes premissas:

- especificações geradas pela pesquisa com clientes: a pesquisa forneceu informações quanto à estrutura dos modelos. Por exemplo, a grande maioria dos clientes respondeu que um dado sistema de fechamento do calçado era mais adequado do que outro. Portanto, era necessária sua presença no produto. Da mesma forma isto ocorreu com os outros componentes do projeto do produto;
- pesquisa de tendência: essa informação foi obtida em viagens e em pesquisas sobre tendências de moda na mídia específica. Resultou, principalmente, a definição dos tipos de materiais, de cores e de adereços empregados;
- histórico de vendas por referência: essa informação é a base para a definição do número de modelos por construção (quantidade de tênis, sapatilhas, botas,

etc.). A análise de quanto cada referência vendeu, somado à intenção estratégica da empresa em crescer ou diminuir a participação em cada linha, definiu se é necessário modificar o número de modelos por tipo de construção; e

- cumprimento do orçamento: a meta de faturamento define o objetivo financeiro do *mix* de produto.

O cronograma de execução foi desenvolvido utilizando o *software* de controle de projetos *MS Project*. Apesar da incerteza em relação à aplicação prática de algumas melhorias, foi adotado o novo fluxo do PDP, mais fluido. O *software* gera relatórios de controle e o mapa do caminho crítico, definido como forma padrão de acompanhamento, por parte do gerente de Engenharia.

A avaliação dos riscos foi conduzida pela EP. Foi feita uma sessão de grupo focado, conduzido por um dos pesquisadores, para listar os potenciais riscos que pudessem afetar os objetivos de prazo, escopo e custo. Por último, foram especificadas as ações que seriam usadas para controlar esses riscos. Para cada risco apontado, foi aplicada a ferramenta correspondente e gerado um plano de ação para conter ou, ao menos, minimizar o impacto. O Quadro 4 resume o procedimento.

A análise de viabilidade econômica dos modelos testados foi realizada pela área de custos do setor de engenharia e seguiu os padrões utilizados pela empresa. O critério de decisão foi a margem de contribuição individual de cada produto.

O último passo envolveu a execução da coleção e foi composto pelas atividades: transformar os desenhos em protótipos; cadastrar as especificações; e testar e corrigir os protótipos e iniciar a produção.

Essa etapa marca o início da execução de campo do método.

Quadro 4 - Fatores de risco.

Chart 4 - Risk factors.

Risco	Dimensão afetada	Ações de Controle
Problema de qualidade dos enfeites de <i>strass</i>	Qualidade	FMEA de produto
Dificuldade de produção para as botas de cano alto	Qualidade	FMEA de processo
Atraso no cronograma	Prazo	Acompanhamento do caminho crítico
Atraso na entrega de componentes e serviços de terceiros	Prazo	Seleção de fornecedores Desenvolvimento de fornecedores reservas para itens críticos. Contratos formais de fornecimento.
Ruptura nos orçamentos do setor de DP	Custos	Estratificação e ação em cima dos custos mais relevantes
Modelos com baixa rentabilidade	Custos	Criação de grupos de trabalho para redução nos custos (MO e MP) mais significativos

A tarefa de desenvolver os trinta modelos foi alocada à Célula Rápida de Desenvolvimento de Produtos (CRDP). As atribuições foram discutidas pelos membros da CRDP com os pesquisadores. A equipe estudou as perdas e as possibilidades de melhoria previamente identificadas. Também foram consideradas restrições de tempo e de recursos.

Em relação ao método de trabalho da célula, as principais definições foram:

- a localização da célula seria dentro do setor de DP, e seu arranjo físico seria em forma de U;
- a equipe da célula seria responsável pelas aprovações técnicas e de estilo dos modelos e decidiria quais os modelos que deveriam passar pelos testes de calce e de produção;
- o lote de transferência interno na célula deveria ser o menor possível, de preferência unitário;
- a prototipagem continuaria sendo manual, pois a empresa não ofereceu *software* para prototipagem virtual;
- a manipulação das cores seria realizada dentro da célula, porém com um *software* inferior ao que é usado pela empresa prestadora de serviços. Apenas a foto final seria terceirizada, devido à necessidade de qualidade na resolução da imagem superior a do *software* disponível;
- seria utilizado um relatório único de acompanhamento do processo;
- o gerente de engenharia seria informado do andamento do cronograma por relatório de acompanhamento das atividades do caminho crítico; e
- a equipe da CRDP também seria responsável pelo acompanhamento e pela validação técnica dos testes de produção, junto com a equipe de manufatura.

Para preparar os produtos para a produção, foi formada a Célula de Validação de Produtos (CVP) e desenvolvidas as seguintes atividades: seleção dos membros, apresentação do método e discussão para entendimento das atividades. A CVP trabalhou em conjunto e em paralelo com a CRDP

e foi formada por dois analistas de processo do setor de engenharia, cinco representantes da área de manufatura para executar e avaliar os testes de produção, e um auxiliar de modelagem para liberar os ferramentais. A coordenação da CVP ficou a cargo do mesmo modelista sênior da CRDP. A integração entre as duas células permitiu que algumas atividades, antes executadas de forma sequencial, passassem a ser executadas em paralelo: especificação de materiais, verificação do histórico de desempenho de materiais, disponibilidade de materiais no mercado e especificação de testes, entre outras. Alguns membros participaram das duas células e houve inversão hierárquica nas atividades, caracterizando mais multifuncionalidade, ocupação temporária de recurso e flexibilização das fronteiras organizacionais.

As duas principais atribuições da CVP foram:

- simplificar os documentos de apoio à produção, revisando os manuais existentes, em conjunto com representantes da área produtiva. Foram identificadas as informações agregadoras de valor e eliminadas as demais; e
- acelerar o processo de fabricação e liberação dos testes de produção, feitos em paralelo com atividades de projeto e prototipagem na minifábrica do setor de desenvolvimento de produtos. A avaliação dos testes foi feita duas vezes ao dia.

## DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta os resultados das atividades, segundo os indicadores de sucesso definidos na etapa inicial.

A redução de onze dias, ou 17%, no tempo de desenvolvimento, foi menor que esperado, de 32%. A principal causa para que não se atingisse a previsão, segundo a EP, foi a não adoção pela empresa da prototipagem virtual, que havia sido recomendada. As ações que foram responsáveis pelas principais reduções de tempo foram: (i) a criação da célula, que reduziu as distâncias físicas e os atrasos na comunicação; e (ii) a reutilização de componentes e plataformas já desenvolvidas e testadas. As demais ações que foram úteis estavam associadas

Tabela 1 – Resultados das atividades.  
Table 1 – Results of the activities.

Indicador	Histórico	Resultado
Tempo médio de desenvolvimento	64 dias	53 dias
Atingimento dos prazos de desenvolvimento	100%	100%
Retrabalho na manufatura	2,5%	1,2%
Alterações de projeto	0,45	0,28
Reprovação de modelos	5,6%	1,9%
Atingimento dos custos orçados	101%	100%

Tabela 2 – Teste de significância estatística dos resultados.  
Table 2 – Test of statistical significance of the results.

	Tempo de desenvolvimento	Retrabalho na manufatura	Alterações de projeto	Reprovação de modelos
Verão/07	65	2,6	0,38	7,2
Inverno/08	61	2,4	0,62	5,1
Verão/08	68	2,2	0,49	5,5
Inverno/09	62	3	0,32	4,7
Média	64	2,55	0,45	5,6
Desvio padrão	3,16	0,34	0,13	1,1
Coef. variação	0,05	0,13	0,29	0,20
Pesquisa	53	1,2	0,28	1,9
Valor-p	0,000	0,008	0,0045	0,000

a essas duas decisões principais. Nesta rodada, percebeu-se, ainda, dependência exagerada das aprovações da gerência, o que acabou ocasionando atrasos, mas a EP espera e recomendou à empresa que a autonomia da equipe aumente com a repetição do processo.

Os indicadores relativos à qualidade também apresentaram melhoria. Os retrabalhos na manufatura caíram próximo à metade, devido principalmente à participação mais direta e à responsabilidade atribuída à equipe de manufatura durante os procedimentos de teste. As alterações nos modelos durante o desenvolvimento apresentaram queda de quase 40%, principalmente, pela aproximação física entre as atividades e a melhor comunicação dentro da equipe. Já as reprovações de testes de produção tiveram redução em quase três vezes, fruto da melhoria na especificação e da aproximação com as áreas produtivas. Os indicadores de prazos e custos orçados permaneceram praticamente inalterados. Sintetizando, a pesquisa apresentou resultados positivos em quatro dos seis indicadores destacados para medir o desempenho do processo. Dois mantiveram-se inalterados.

Para verificação de significância dos resultados, procedeu-se ao teste z, que considera um conjunto de dados anteriores e um valor isolado novo. Nesse teste, calcula-se uma estatística, o valor-p unicaudal e compara-se esse valor ao complemento de um nível de significância, geralmente 5% ou 1%. Se o valor-p calculado for menor, aceita-se que o novo dado não pertença à população anterior. Caso o novo dado resulte de um tratamento, aceita-se que tenha sido eficaz. Na Tabela 2, são apresentados os resultados do teste. Observa-se que, para um nível de significância de 99%, a aplicação do método produziu resultado diferente da média das aplicações anteriores. O teste z foi executado com apoio do *software* Excel e considerou os quatro desenvolvimentos

anteriores (linhas 2 a 5), seu desvio-padrão (linha 7) e a aplicação atual (linha 9).

Partindo dos resultados, pode-se concluir que a pesquisa atingiu quatro objetivos: reduziu o tempo de desenvolvimento; diminuiu a carga na manufatura; reduziu o número de alterações em projetos; e reduziu o número de modelos rejeitados. Porém, é importante salientar que as conclusões referem-se a uma única aplicação.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal deste artigo foi relatar um caso em que o tempo de desenvolvimento de uma coleção de trinta modelos de uma empresa calçadista brasileira foi reduzido em quase 20%. Outros indicadores de sucesso da atividade, tais como retrabalho na manufatura, alterações de projeto e reprovação de modelos, também tiveram seu desempenho melhorado. O método de pesquisa foi o estudo de caso. O método de trabalho valeu-se da noção de identificação e eliminação de perdas e bloqueios e da noção de atividades paralelas e integradas entre equipes de projeto. No caso estudado, foram duas as equipes de projeto que participaram das atividades: a célula de desenvolvimento e a célula de validação.

Foram observadas melhorias consistentes em quatro dos seis indicadores selecionados para mensurar o sucesso das atividades. Além do atingimento dos indicadores propostos, vale salientar outras contribuições que a pesquisa trouxe para a empresa. As etapas do método de trabalho foram definidas com clareza e discutidas com membros da equipe, de forma que o entendimento por parte da equipe de trabalho facilitou o processo de implantação. Além disso, a pesquisa preencheu uma lacuna do setor de desenvolvimento de produtos da empresa, que, apesar de ter procedimentos, fluxos definidos e

ferramentas desenvolvidas, nem sempre os utilizava de forma estruturada. Como houve significativa aproximação física entre áreas do setor de DP, também aumentou a comunicação e a interação entre colaboradores e esta auxiliou na superação de barreiras interdepartamentais. Por fim, o conhecimento teórico disseminado entre os membros da equipe durante o trabalho serviu como base que pode ser usada para outros trabalhos de melhoria no setor.

A principal contribuição da pesquisa foi o resultado do caso estudado. Não foi objetivo generalizar os resultados para outras empresas e indústrias, o que fica para a continuidade de pesquisa. Uma indústria similar à calçadista e que pode ser objetivo de outras pesquisas é a indústria de confecções. A empresa estudada desenvolve e fabrica produtos desse tipo, e os respectivos setores de desenvolvimento de moda já mostraram interesse em sediar novas pesquisas.

O processo de construção participativo do método de trabalho pode ter contribuído para o desempenho observado, pois aumentou o grau de comprometimento da equipe de trabalho. Os colaboradores reconheceram como positiva a carga de treinamento recebida durante a pesquisa e consideraram que os conhecimentos adquiridos podem auxiliar no seu desenvolvimento pessoal e profissional. A participação de especialistas da indústria na validação do método de trabalho antes de sua aplicação fez com que ele se aproximasse muito da realidade da indústria calçadista.

Com base no presente trabalho, apontam-se sugestões de continuidade:

- aplicar o método novamente na empresa em mais coleções e comparar mais resultados;
- aplicar o método em outras empresas da indústria calçadista, visando à generalização de resultados; e
- tentar uma aplicação do método em outras indústrias com PDP semelhantes, tais como a do vestuário.

## REFERÊNCIAS

- ALBINO, A.; SOUZA, S.; LIMA, A.; ALMEIDA, M.; BEHR, R. 2011. Aplicação do modelo analítico da cadeia de valor na análise de estratificação competitiva em um APL. *Produção Online*, 11(1):263-287. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v11i1.856>
- BAILETTI, A.; CALLAHAN, R.; DIPIETRO, P. 1994. A coordination structure approach to the management of projects. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 41(4):394-403. <http://dx.doi.org/10.1109/17.364565>
- BALACHANDRA, R.; FRIAR, J. 1997. Factors for success in R&D projects and new product innovation: a contextual framework. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 44(3):276-287. <http://dx.doi.org/10.1109/17.618169>
- BALLARD, G.; HOWELL, G. 2003. Lean project management. *Building Research & Information*, 31(2):119-133. <http://dx.doi.org/10.1080/09613210301997>
- BAUCH, C. 2004. *Lean Product Development: making the waste transparent*. Cambridge, EUA. Thesis (Master in Science). Massachusetts Institute of Technology.
- BONNER, J.; RUEKERT, R.; WALKER Jr, O. 2002. Upper management control of new product development projects and project performance. *Journal of Product Innovation Management*, 19(3):233-245. <http://dx.doi.org/10.1111/1540-5885.1930233>
- BORCHARDT, M.; SELLITTO, M.; PEREIRA, G. 2008. Serviços de pós-venda para produtos fabricados em base tecnológica. *Produção Online*, 8(1):1-25.
- BORCHARDT, M.; SELLITTO, M.; PEREIRA, G. 2010. Sistemas produto-serviço: referencial teórico e direções para futuras pesquisas. *Produção Online*, 10(4):818-836.
- BOWONDER, B.; DAMBAL, A.; KUMAR, S.; SHIRODKAR, A. 2010. Innovation strategies for creating competitive advantage. *Research-technology management*, 53(3):19-32.
- BRENTANI, U.; KLEINSCHMIDT, E.; SALOMO, S. 2010. Success in global new product development: Impact of strategy and the behavioral environment of the firm. *Journal of Product Innovation Management*, 27(2):143-160. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-5885.2010.00707.x>
- BROWING, T. 2003. On customer value and improvement in product development processes. *Systems Engineering*, 6(1):49-61. <http://dx.doi.org/10.1002/sys.10034>
- BRUNO, F.; NETTO, H.; BRUNO, A. 2011. Aspectos impulsionadores do potencial inovador da indústria têxtil e de confecção no distrito criativo de Flandres: inspirações para a formulação de políticas no Brasil. *Produção Online*, 11(4):1028-1058. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v11i4.713>
- CHEN, J.; DAMANPOUR, F.; REILLY, R. 2010. Understanding antecedents of new product development speed: A meta-analysis. *Journal of Operations Management*, 28(1):17-33. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jom.2009.07.001>
- CLARK, K.; WHEELWRIGTH, S. 1992. *Revolutionizing product development: quantum leaps in speed, efficiency and quality*. New York, The Free Press, 371 p.
- COOPER, R. 1983. Process Model of Industrial Product Development. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 30(1):2-11. <http://dx.doi.org/10.1109/TEM.1983.6448637>
- DE TONI, D.; MILAN, G.; SCHULER, M. 2005. O desenvolvimento de novos produtos: um estudo exploratório ambientado em empresas de acessórios plásticos para móveis. *Produção Online*, 5(2):1-15.
- DECKER, A. 2007. *China: Ameaça ou Oportunidade*. Novo Hamburgo, Decker, 222 p.
- DVIR, D.; LECHLER, T. 2004. Plans are nothing, changing plans is everything: the impact of changes on project success. *Research Policy*, 33(1):1-15. <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2003.04.001>
- DVIR, D.; RAZ, T.; SHENHAR, A. 2003. An empirical analysis of the relationship between project planning and project success. *International Journal of Project Management*, 21(2):89-95. [http://dx.doi.org/10.1016/S0263-7863\(02\)00012-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0263-7863(02)00012-1)
- EDMONDSON, A.; NEMBHARD, I. 2009. Product Development and Learning in Project Teams: The Challenges are the Benefits. *Journal of Product Innovation Management*, 26(2):123-138. <http://dx.doi.org/10.1111/j.0737-6782.2004.00060.x>

- ETTLIE, J.; SUBRAMANIAM, M. 2004. Changing strategies and tactics for new product development. *Journal of Product Innovation Management*, 21(2):95-109.
- FATUR, P.; DOLINŠEK, S. 2009. Mass customization as a competitive strategy for labour intensive industries. *Advances in Production Engineering & Management*, 4(1):77-84.
- GREVE, H. 2009. Bigger and safer: the diffusion of competitive advantage. *Strategic Management Journal*, 30(1):1-23. <http://dx.doi.org/10.1002/smj.721>
- HARTLEY, J. 1999. *Engenharia Simultânea: um método para reduzir prazos, melhorar a qualidade e reduzir custos*. Porto Alegre, Bookman, 266 p.
- HEVNER, A.; MARCH, S.; RAM, S. 2004. Design Science in Information Systems Research. *Management Information System Quarterly*, 28(1):75-106.
- HOEGL, M.; PARBOTEEAH, K. 2006. Team reflexivity in innovative projects. *R&D Management*, 36(2):113-125. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9310.2006.00420.x>
- HOYER, W.; CHANDY, R.; DOROTIC, M.; KRAFFT, M.; SINGH, S. 2010. Consumer cocreation in new product development. *Journal of Service Research*, 13(3):283-296. <http://dx.doi.org/10.1177/1094670510375604>
- KIM, B.; KIM, J. 2009. Structural factors of NPD (new product development) team for manufacturability. *International Journal of Project Management*, 27(7):690-702. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2008.11.003>
- KRISHNAN, V.; ULRICH, K. 2001. Product Development Decisions: a review of the literature. *Management Science*, 47(1):1-21. <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.47.1.1.10668>
- LACERDA, D.; DRESCH, A.; PROENÇA, A.; ANTUNES JUNIOR, J. 2013. Design Science Research: Método de Pesquisa para a Engenharia de Produção. *Gestão & Produção*, 20(4):741-761. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2013005000014>
- MACHADO, M.; TOLEDO, N. 2006. Criação de valor no processo de desenvolvimento de produtos: uma avaliação da aplicabilidade dos princípios e práticas enxutas. *Gestão Industrial*, 2(3):142-153.
- MANSON, N. 2006. Is Operations Research Really Research? *Journal of Operations Research Society of South African*, 22(2):155-180.
- MEADE, L.; SARKIS, J. 1999. Analyzing organizational project alternatives for agile manufacturing processes: an analytical network approach. *International Journal of Production Research*, 37(2):241-261. <http://dx.doi.org/10.1080/002075499191751>
- MENEZES, T.; GUIMARÃES, M.; SELBITTO, M. 2008. Medição de indicadores logísticos em duas operações de montagem abastecidas por cadeias de suprimentos. *Produção Online*, 8(1):1-23.
- MORGAN, J. 2002. *High performance product development: a systems approach to a lean product development process*. Ann Arbor, EUA. Tese de PhD. University of Michigan, 385 p.
- MORGAN, J.; LIKER, J. 2006. *The Toyota Product Development System: Integrating People, Process, and Technology*. Cambridge, Productivity Press, 400 p.
- MULLINS, J.; SUTHERLAND, D. 1998. New product development in rapidly changing markets: an exploratory study. *Journal of Product Innovation Management*, 15(3):224-236. [http://dx.doi.org/10.1016/S0737-6782\(97\)00081-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0737-6782(97)00081-7)
- NAVEH, E. 2005. The effect of integrated product development on efficiency and innovation. *International Journal of Production Research*, 43(13):2789-2808. <http://dx.doi.org/10.1080/00207540500031873>
- OLSON, E.; WALKER, O.; RUEKERT, R. 1995. Organizing for effective new product development: the moderating role of product innovativeness. *Journal of Marketing*, 59(1):48-62. <http://dx.doi.org/10.2307/1252014>
- OWEN, C. 1997. Design Research: Building de Knowledge Base. *Journal of the Japanese Society of the Sciences Design*, 5(2):35-46.
- PEREIRA, G.; SELBITTO, M.; BORCHARDT, M. 2010. Alterações nos fatores de competição da indústria calçadista exportadora devido à entrada de competidores asiáticos. *Produção*, 20(2):149-159. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132010005000022>
- RODRIGUES, D.; SELBITTO, M. 2008. Práticas logísticas colaborativas: o caso de uma cadeia de suprimentos da indústria automobilística. *RAUSP*, 43(1):97-111.
- SALGADO, E.; SALOMON, V.; MELLO, C.; FASS, F.; XAVIER, A. 2010. Modelos de referência para desenvolvimento de produtos: classificação, análise e sugestões para pesquisas futuras. *Produção Online*, 10(4):886-911. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v10i4.520>
- SCHULTE, K.; PARUCHURI, M.; PATEL, J. 2005. Applying Lean Principles in a Test Laboratory Environment. *SAE Technical Paper*, 2005-01-1051. <http://dx.doi.org/10.4271/2005-01-1051>
- SEKINE, K.; ARAI, K. 1994. *Design Team Revolution: How to cut lead times in half and double your productivity*. Portland, Productivity Press, 305 p.
- SIHEM, J.; MIDLER, C.; GAREL, G. 2004. Time-to-market vs. time-to-delivery. Managing speed in Engineering, Procurement and Construction Projects. *International Journal of Project Management*, 22(2):359-367.
- SILVA, C. 2001. *Método para Avaliação de Desempenho do Processo de Desenvolvimento de Produtos*. Florianópolis, SC. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, 206 p.
- SONOBE, T.; OTUSKA, K. 2004. From inferior to superior products: An inquiry into the Wenzhou model of industrial development in China. *Journal of Comparative Economics*, 32(3):542-563. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jce.2004.05.001>
- SOROOR, J.; TAROKH, M.; SHEMSHADI, A. 2009. Theoretical and practical study of supply chain coordination. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 24(2):131-142. <http://dx.doi.org/10.1108/08858620910931749>
- STOCKSTROM, C.; HERSTATT, C. 2008. Planning and uncertainty in new product development. *R&D Management*, 38(5):480-490. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9310.2008.00532.x>
- TAKAHASHI S.; TAKAHASHI, V. 2007. *Gestão de Inovação de Produtos*. Rio de Janeiro, Elsevier, 235 p.
- TAMMELA, I.; CANEN, A. 2005. A Competição Baseada no Tempo: Um Estudo de Caso na Indústria Moveleira do Rio de Janeiro. *Produção Online*, 5(1):1-25.
- TEIXEIRA, W. 2000. *O potencial do calçado brasileiro no mercado mundial*. Novo Hamburgo, Associação Brasileira das Indústrias de Calçados. Seminário Técnico, Ano III, n. 81.
- ULRICH, K.; EPPINGER, S. 2011. *Product Design and Development*. New York, McGraw-Hill/Irwin, 432 p.

- UNTERLEIDER, C.; SELLITTO, M. 2012. Aplicação do QFD em etapas iniciais do desenvolvimento de um odorizador de automóveis. *Produção Online*, 12(2):377-401.  
<http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v12i2.848>
- VAISHNAVI, V.; KUECHLER, W. 2005. Design Research in Information Systems. Disponível em: [www.isworld.org/Researchdesign/drislsworld.htm](http://www.isworld.org/Researchdesign/drislsworld.htm). Acesso em: dez/2007.
- YANG, K.; CAI, X. 2009. The integration of DFSS, lean product development and lean knowledge management. *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*, 5(1):75-99.  
<http://dx.doi.org/10.1504/IJSSCA.2009.024216>
- YEH, T.; PAI, F.; YANG, 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>
- YUSUF, Y.; SARHADI, M.; GUNASEKARAN, A. 1999. Agile Manufacturing: The Drivers, Concepts and Attributes. *International Journal of Production Economics*, 62(1):33-43.  
[http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5273\(98\)00219-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00219-9)

Submitted on November 22, 2012

Accepted on May 25, 2014

**MARCELO GIOVANI GUIMARÃES**

Universidade do Vale do Rio dos Sinos  
Av. Unisinos, 950, Cristo Rei  
93022-000, São Leopoldo, RS, Brasil

**MIGUEL AFONSO SELLITTO**

Universidade do Vale do Rio dos Sinos  
Av. Unisinos, 950, Cristo Rei  
93022-000, São Leopoldo, RS, Brasil

**JOSÉ ANTONIO VALLE ANTUNES JR.**

Universidade do Vale do Rio dos Sinos  
Av. Unisinos, 950, Cristo Rei  
93022-000, São Leopoldo, RS, Brasil