

Análise estrutural e síntese das características lineares e sistêmicas de modelos de desenvolvimento de produto¹

Carlos Fernando Jung²

Carla Schwengber ten Caten³

Márcia Elisa Soares Echeveste⁴

José Luis Duarte Ribeiro⁵

Resumo

Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa descritivo-explicativa, de abordagem qualitativa, que teve por finalidade identificar e entender a influência dos tipos de pensamento linear e sistêmico na concepção de 21 modelos de Desenvolvimento de Produtos (DP) e Processos de Desenvolvimento de Produtos (PDP). O trabalho teve como principais resultados: (i) uma análise estrutural contemplando a identificação e classificação das etapas metodológicas dos modelos em três fases: pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento, tornando possível a oferta de um referencial para futuras pesquisas na área; (ii) um quadro síntese relacionando os modelos de DP e PDP com a existência de etapas metodológicas nas três fases citadas anteriormente e as características lineares e sistêmicas; e (iii) a constatação de que a existência da característica sistêmica de “adaptatividade” em modelos de DP ou PDP indica que o modelo é mais adequado à implantação do PDP em empresas de qualquer porte.

Palavras-chave: Desenvolvimento de produto; Pesquisa qualitativa; Métodos; DP; PDP.

Abstract

This paper describes the results of a qualitative approach to research designed to identify and understand the influence of linear and systemic thought processes on the conception of 21 Product Development (PD) models and Product Development Processes (PDP). The work produced two principal results: (i) A structural analysis identifying and classifying the methodological stages of the models in three phases - pre-development, development and post-development - thereby providing a reference for future research on the subject; (ii) a summary chart relating the DP and PDP with the existence of the methodological stages in the three phases cited above and the respective linear and systemic characteristics; and (iii) the conclusion that the existence of a systemic characteristic of “adaptability” in PD or PDP models confirms that such a model is the most adequate for the implementation of PDP in industries of any particular size

Keywords: Product development; Quality resource; Methods; DP; PDP.

¹ Trabalho apresentado no VIII SEPROSUL – Semana de Engenharia de Produção Sul-Americana 13 e 14 nov. 2007. Bento Gonçalves, RS, Brasil

² Doutorando em Engenharia, PPGEP/UFRGS, Coordenador do Curso de Engenharia de Produção, FACCAT. E-mail: <carlosfernandojung@gmail.com>

³ Doutora em Engenharia, PPGEM/UFRGS, Professora do PPGEP/UFRGS, Avaliadora da CAPES Eng. III. E-mail: <tencaten@producao.ufrgs.br>

⁴ Pós-Doutora em Engenharia, USP – Universidade de São Paulo Professora do PPGEP/UFRGS. E-mail: <echeveste@producao.ufrgs.br>

⁵ Pós-Doutor em Engenharia, Rutgers – The State University of New Jersey, Vice-Coordenador do PPGEP/UFRGS. E-mail: <ribeiro@producao.ufrgs.br>

Recebido em 01/2009 e aceito em 04/2009.

1 Introdução

O desenvolvimento de novas tecnologias, produtos e processos é foco de atenção da maior parte das empresas e instituições de pesquisa no atual ambiente competitivo (BUSS; CUNHA, 2002). Zuin, Dorna, Prancic, Mergulhão, Alliprandini e Toledo (2003) afirmam que, para as empresas, a necessidade do desenvolvimento de novos produtos tem auxiliado na busca por maior eficiência e rapidez dos seus processos.

Clark e Whellwright (1995) destacam que o sucesso no desenvolvimento de produtos consiste na eficaz integração multifuncional, na coordenação entre atividades e tempo utilizado para realização e na adequada escolha de um modelo metodológico para a gestão e desenvolvimento de produtos.

Os modelos existentes para Desenvolvimento de Produtos (DP) e Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) envolvem doutrinas e conceitos que representam distintas visões de mundo. Buss e Cunha (2002) afirmam que as abordagens sobre os modelos referenciais para o desenvolvimento de produtos encontrados na literatura são muitas vezes desconexas e apresentam diferenças metodológicas em função das distintas visões dos autores e das aplicações mercadológicas.

Corroborando com essa afirmação, Kasper (2000) afirma que os conceitos, definições e experiências assimilados ao longo do tempo formam um modelo mental a partir do qual são desenvolvidos procedimentos metodológicos e várias linguagens para descrever os fenômenos, situações e problemas. Para Dutra e Nóbrega (2002), os modelos mentais podem afetar a percepção e as ações, porque influenciam a forma de visualizar o mundo.

Pahl, Beitz, Feldhusen e Grote (2005) afirmam que uma Metodologia de Projeto representa um conjunto de procedimentos com indicações concretas para ações de projeto e desenvolvimento de sistemas. Assim, para ser possível representar, visualizar, comunicar e executar um conjunto de regras

metodológicas faz-se necessário a utilização de modelos.

Os modelos têm por finalidade a representação dos conhecimentos, fenômenos e sistemas, constituindo a forma estruturada que possibilita a compreensão de tudo aquilo que é descoberto e produzido em qualquer parte do mundo (FOUREZ, 1998). Bonsiepe (1978) afirma que um modelo metodológico não deve possuir o fim em si mesmo e somente deve auxiliar no desenvolvimento de produtos através da orientação durante o processo. Assim, é necessário que profissionais da área de engenharia do produto façam escolhas adequadas de modelos metodológicos para Desenvolvimento de Produtos (DP) ou Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP), considerando o tipo de aplicação e porte da empresa.

Um importante fator que pode contribuir para a escolha de um modelo é o conhecimento das suas características lineares e sistêmicas. Por exemplo, um modelo linear propõe a solução de problemas através de estratégias que seguem em linha reta, em etapas sequenciais, não existindo *feedbacks* entre as etapas metodológicas (MUNIZ; PLONSKI, 2000). Geralmente, é caracterizado por quantificação, previsibilidade, regularidade e controle. Já em um modelo sistêmico, as propriedades das partes devem ser compreendidas dentro de um contexto maior. As etapas do processo metodológico para gestão e desenvolvimento são elaboradas a partir do entendimento das relações entre suas partes, conexões e interdependências (FREITAS, 2005).

Dessa forma, características lineares e sistêmicas podem revelar a forma como os indivíduos entendem o mundo e elaboram métodos para o desenvolvimento de novos produtos e processos. Esses métodos, por sua vez, podem influenciar o desempenho dos processos de desenvolvimento nas empresas.

Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa descritivo-explicativa, de abordagem qualitativa, que teve por finalidade identificar e entender a influência dos tipos de pensamento linear e sistêmico na concepção de modelos de DP e PDP. O artigo está organizado

conforme segue: a seção 2 apresenta o referencial teórico; a seção 3 apresenta o método utilizado na pesquisa; a seção 4 contempla uma análise estrutural a partir da identificação e classificação das etapas metodológicas de 21 modelos de DP e PDP em três fases: pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento; a seção 5 apresenta um quadro-síntese, relacionando os modelos com a existência de etapas metodológicas nas três fases citadas e características lineares e sistêmicas. Finalmente, a seção 6 traz as conclusões do estudo.

2 Revisão teórica

2.1 Modelos de DP e PDP

Um modelo de Desenvolvimento de Produtos (DP) é formado por um conjunto de etapas que possuem procedimentos destinados a transformar informações sobre demandas e oportunidades de mercado em especificações técnicas para a fabricação de um novo produto (PAHL, BEITZ; FELDHUSEN; GROTE, 2005). Modelos de Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) são mais amplos, iniciam no planejamento estratégico do projeto, determinam o processo de gestão e desenvolvimento do produto e, posteriormente, propõem o acompanhamento no mercado e descontinuidade do produto (CHENG, 2000; ZUIN, 2004; TOLEDO; SIMÕES; LIMA; MANO; SILVA, 2006).

Corroborando essa diferenciação, Echeveste (2003) afirma que o Desenvolvimento de Produtos (DP) está mais associado às atividades tradicionais de engenharia – projeto, desenvolvimento e fabricação, enquanto o Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) inclui todas as fases e atividades tanto do DP como aquelas relacionadas a gestão do processo, *marketing*, comercialização, distribuição e serviços pós-venda.

2.2 Características de modelos lineares

Andrade (2007) afirma que os modelos analíticos e lineares podem ser considerados

como termos equivalentes, pois se concentram em relações de causa e efeito. Um modelo linear está restrito a situações em que há: (i) razoável grau de estruturação dos problemas; (ii) razoável estabilidade do sistema; (iii) baixo grau de complexidade dinâmica e (iv) baixo grau de influência das percepções de diferentes indivíduos a partir de distintos interesses. Esse autor ressalta que um modelo linear se concentra nas propriedades estáticas e estruturais do processo.

Viana (2007) afirma que um modelo linear é baseado principalmente numa experiência anterior, num padrão ou modelo pré-estabelecido ou num conhecimento específico assimilado. Corroborando, Grizendi (2007) diz que esse modelo possui uma visão associada à obtenção de conhecimentos específicos relacionados apenas à produção pretendida.

Um modelo linear baseado na formulação de leis tem como pressuposto a ideia de ordem e de estabilidade do mundo, a mensagem transmitida é de que o passado se repete no futuro. Pensar de maneira linear significa enxergar o mundo da matéria como uma máquina, cujas operações podem ser determinadas exatamente por meio de leis físicas e matemáticas; um mundo estático e eterno, um mundo onde o racionalismo cartesiano torna-se cognoscível por via da decomposição dos elementos que o constituem (SANTOS, 1988).

Segundo Ackoff (1981), as principais características do pensamento analítico que fundamentam a concepção de modelos lineares são: (i) análise, (ii) reducionismo, (iii) determinismo e (iv) mecanicismo. No processo de pesquisa, a utilização da “análise” requer supor que todos os fenômenos simples ou compostos podem ser entendidos pela verificação separada das partes que os integram (CHECKLAND, 1994).

O “reducionismo”, principal legado da concepção cartesiana, estabelece que qualquer fenômeno pode ser explicado partindo da análise de causas particulares em direção a causas mais gerais (ACKOFF, 1981). O “determinismo” estabelece que todas as inter-relações entre os fenômenos podem ser reduzidas a

relações de causa-efeito simples, sendo que em todo o universo cada efeito é visto como uma nova causa para a etapa seguinte (STEWART, 1996).

Rapoport e Hovarth (1968) afirmam que o “mecanicismo” considera um sistema como uma cadeia de eventos, onde cada componente se relaciona de modo serial ou aditivo contribuindo para o funcionamento do todo. Para entender o todo, basta compreender o funcionamento da sequência de ligações entre os componentes que formam o sistema. Para Ackoff (1981), o pensamento analítico que fundamenta um modelo linear considera um sistema e suas partes como estruturas fechadas, redutíveis a relações de causa e efeito simples, sem influências externas.

Desta forma, em modelos lineares ou analíticos é possível encontrarem-se características como: (i) a linearidade, (ii) a inter-relação de causa e efeito, (iii) o fechamento e (iv) a hierarquia. Para Furtado e Freitas (2004), ao longo do tempo, modelos lineares mostraram-se limitados, devido a serem excessivamente mecanicistas. O principal fator que contribuiu para o insucesso desses modelos foi a não consideração das variáveis sociais, que podem influenciar positiva ou negativamente no processo de desenvolvimento de novos produtos. Corroborando, Forrester (1961) apud Kasper (2000) afirma que modelos lineares são totalmente inadequados para modelar as características de organizações e de processos sociais.

2.3 Características de modelos sistêmicos

Jordan (1974) afirma que um sistema é um conjunto de elementos unidos por algum tipo de interação ou interdependência que forma o todo. Um modelo sistêmico centra-se no comportamento, na dinâmica do processo e na função do geral do sistema (ALVES, 2007).

Andrade (2007) diz que um sistema não pode ser entendido apenas pela análise, mas exige um enfoque que segue do todo para as partes através da síntese. A síntese não gera conhecimento detalhado da estrutura do sistema, mas fornece entendimento do todo.

Corroborando, Gramsci (1987) afirma que, atualmente, as atividades humanas tornaram-se complexas, e é necessária a compreensão das partes e de suas interações para a solução de problemas sociais, tecnológicos e de produção.

Checkland e Scholes (1990) afirmam que existem três componentes constitutivos que podem explicar um sistema: (i) elementos inter-relacionados, (ii) estruturação em níveis, onde os elementos se comunicam através de feedbacks e existem ações de controle e (iii) capacidades adaptativas.

Corroborando, Kasper (2000) diz que um sistema é composto por elementos ou objetos inter-relacionados, existem processos de comunicação, controle e uma estruturação em níveis, possuindo propriedades emergentes e capacidades adaptativas como características pelas quais pode ser identificado como um ente integral ou unidade complexa.

Para Checkland (1994), um sistema é um todo estruturado em níveis e etapas que se inter-relacionam pela ação, comunicação e controle que viabilizam a adaptação a um ambiente em constante processo de mudança. Senge (2004) considera que um modelo sistêmico pode identificar inter-relacionamentos, ao invés de eventos, para ver padrões de mudança, em vez de recortes instantâneos.

Uma organização ou modelo sistêmico pode ser identificado a partir dos pressupostos de: (i) circularidade e recorrência - implicando existência de algum caminho circular entre as etapas (*feedbacks*) e a recorrência dos processos que as realizam; (ii) hierarquia - que requer a existência de restrições às quais as diversas etapas e subsistemas estão subordinados, como parte de um padrão organizado que auxiliam a formar; (iii) abertura e fechamento - que denotam a necessidade de um conjunto de interações fechadas, mas com abertura a trocas com o meio ambiente e (iv) adaptatividade - que busca a compreensão das interações que geram as capacidades de continuidade de entidades e fenômenos complexos, frente aos impactos das variações ambientais (KASPER, 2000).

3 Procedimentos metodológicos

Os resultados apresentados neste trabalho foram obtidos a partir de uma pesquisa descritivo-explicativa, com abordagem qualitativa. Diehl e Tatim (2004) afirmam que esse tipo de pesquisa caracteriza-se pela descrição da complexidade de determinado sistema visando classificar e compreender os processos dinâmicos que originam mudanças e o comportamento dos indivíduos em função destas.

A amostra foi composta por 21 modelos de DP e PDP selecionados entre diversos modelos propostos entre 1962 e 2006 dos seguintes autores: Asimow (1962), Archer (1968), Kotler (1974), Jones (1976), Pahl e Beitz (1977), Bonsiepe (1978), Crawford (1983), Back (1983), Park e Zaltman (1987), Andreasen e Hein (1987), Suh (1988), Clark e Fujimoto (1991), Wheelwright e Clarck (1992), Bürdek (1994), Rozenburg e Eekel (1995), Prasad (1997), Dickson (1997), Kaminski (2000), Ulrich e Eppinger (2000), Pahl, Beitz, Feldhusen e Grote (2005) e Rozenfeld, Forcellini, Amaral, Toledo, Silva, Alliprandini e Scalice (2006).

Inicialmente, foi utilizada a análise estrutural. Foram identificadas as etapas metodológicas dos 21 modelos de DP e PDP, classificadas em função de três fases: pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento.

Na sequência, foi realizada uma síntese das características lineares e sistêmicas a partir da interpretação qualitativa da estrutura metodológica de cada modelo de DP e PDP.

A interpretação considerou a inter-relação de causa e efeito, a abertura e fechamento, a linearidade, a circularidade, a hierarquia, a adaptatividade e a relação das etapas metodológicas dos modelos de DP e PDP com as fases de pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento propostas.

4 Análise estrutural

Esta análise teve por finalidade identificar e classificar as etapas de 21 modelos de DP e PDP em três fases: pré-desenvolvimento, desen-

volvimento e pós-desenvolvimento. A classificação proposta explicita as estruturas para viabilizar a identificação das características lineares e sistêmicas dos modelos, considerando seus parâmetros de entrada (pré-desenvolvimento), internos (desenvolvimento) e de saída (pós-desenvolvimento).

A identificação das etapas metodológicas dos modelos de DP e PDP foi realizada a partir dos esquemas diagramáticos dos modelos existentes nas bibliografias. Quando os esquemas não eram apresentados, as etapas foram identificadas diretamente pelas descrições textuais. O trabalho foi baseado também nas classificações propostas por Buss e Cunha (2002) e Romeiro Filho (2004).

A classificação das etapas em três fases considerou as propostas de Zuin (2004), Jung (2004) e Toledo, Simões, Lima, Mano e Silva (2006), conforme quadro 1.

Nos quadros 2, 3 e 4, é apresentada a

FASES	CARACTERÍSTICAS
Pré-desenvolvimento	Planejar a estratégia do produto; Definir o portfólio de produtos baseado no plano estratégico da empresa, nas ideias internas e oportunidades do mercado; Planejar o projeto.
Desenvolvimento	Projetar o produto; Determinar as especificações do processo de produção, manutenção, vendas, distribuição, assistência técnica e atendimento ao cliente; Planejar e preparar a produção; Produzir lote piloto ou protótipo; Otimizar a produção ou protótipo; Homologar processo de produção; Produzir.
Pós-desenvolvimento	Comercializar; Distribuir; Acompanhar o produto no mercado (avaliar e monitorar o desempenho); Identificar pontos fracos e fortes dos processos e do produto; Avaliar e registrar lições para futuras melhorias; Descontinuar o produto.

Quadro 1– Características das fases de pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento

classificação das etapas metodológicas dos 21 modelos de DP e PDP em relação às fases de pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento.

MODELOS/AUTORES	FASES		
	Pré-desenvolvimento	Desenvolvimento	Pós-desenvolvimento
ASIMOW (1962)	(i) Estudar a viabilidade; Analisar as necessidades; Identificar o problema; Analisar: fisicamente, econômica e financeiramente	(i) Efetuar o projeto preliminar: Selecionar a concepção; Realizar modelos; Analisar: a sensibilidade, a compatibilidade e a estabilidade; Otimizar o projeto (ii) Efetuar o projeto detalhado: Preparar para executar o projeto; Projetar os sub-sistemas, componentes, partes e desenhos de montagem; Construir experimentalmente; Testar; Analisar e Revisar; Reaprojetar	
ARCHER (1968)	(i) Estabelecer um programa; (ii) Coletar dados; (iii) Analisar; (iv) Sintetizar	(i) Desenvolver; (ii) Comunicar	
KOTLER (1974)	(i) Gerar ideias; (ii) Efetuar triagem de ideias	(i) Desenvolver e testar o conceito; (ii) Desenvolver estratégia de marketing; (iii) Analisar mercado; (iv) Desenvolver o produto; (v) Efetuar teste no mercado.	(i) Comercializar
JONES (1976)	(i) Divergência: Obter informação primária; Explorar a situação do projeto (ii) Transformação: Perceber ou transformar a estrutura do problema	(i) Convergência: Localizar parâmetros; Descrever sub-soluções; Identificar contradições; Combinar subsoluções em alternativas; Avaliar alternativas; Escolher solução (design final)	
PAHL e BEITZ (1977)	(i) Especificar os requisitos da tarefa a partir do mercado, empresa e economia.	(i) Determinar o conceito do design; (ii) Efetuar o design preliminar ou layout preliminar; (iii) Detalhar o design ou layout definitivo; (iv) Documentar	
BONSIEPE (1978)	(i) Descobrir e valorizar uma necessidade; (ii) Analisar; (iii) Formular o problema	(i) Levantar os requisitos; (ii) Fracionar o problema; (iii) Hierarquizar os problemas; (iv) Analisar as soluções existentes; (v) Desenvolver alternativas; (vi) Verificar e selecionar alternativas; (vii) Elaborar os detalhes particulares; (viii) Prototipar; (ix) Avaliar; (x) Modificar o protótipo; (xi) Fabricar pré-série	
CRAWFORD (1983)	(i) Identificar e selecionar as oportunidades	(i) Gerar o conceito; (ii) Avaliar o conceito; (iii) Desenvolver	(i) Lançar no mercado

Quadro 2: Classificação proposta das etapas dos modelos, período 1962 a 1983

MODELOS/AUTORES	FASES		
	Pré-desenvolvimento	Desenvolvimento	Pós-desenvolvimento
BACK (1983)	(i) Estudar viabilidade	(i) Projetar preliminarmente; (ii) Projetar detalhadamente; (iii) Revisar e testar; (iv) Planejar a produção; (v) Planejar o mercado; (vi) Planejar para o consumo e manutenção; (vii) Planejar a obsolescência	
PARK e ZALTMAN (1987)	(i) Gerar ideias; (ii) Selecionar as ideias	(i) Gerar o conceito do produto; (ii) Analisar a performance do mercado; (iii) Desenhar o mix de marketing (iv) Testar no mercado	(i) Comercializar
ANDREASEN e HEIN (1987)	(i) Investigar a necessidade; Determinar a necessidade básica	(i) Determinar o tipo de produto, considerando o tipo de processo; (ii) Determinar o princípio do design (iii) Determinar o tipo de produção (iv) Efetuar o design do produto; Pesquisar marketing; Fazer design preliminar; Planejar a produção (v) Preparar para a produção; Preparar vendas e produção (vi) Executar; Adaptar a produção; Produzir	(i) Vender
SUH (1988)	(i) Identificar uma necessidade social	(i) Determinar os requisitos funcionais; (ii) Determinar os atributos do produto; (iii) Prototipar; (iv) Produzir o produto	
CLARK e FUJIMOTO (1991)	(i) Concepção do produto	(i) Planejamento do produto (ii) Projeto do produto (iii) Projeto do processo	
WHEELWRIGHT e CLARCK (1992)	(i) Gerar, conceber e desenvolver Ideias	(i) Determinar os requisitos e detalhar os projetos; (ii) Focar na inovação e desenvolver os projetos selecionados	
BÜRDEK (1994)	(i) Identificar o problema (ii) Analisar a situação; (iii) Definir o problema; (iv) Gerar alternativas; (v) Avaliar a escolha	(i) Realizar	
ROOZENBURG e EEKEL (1995)	(i) Analisar o problema	(i) Efetuar uma síntese das soluções; (ii) Simular as soluções; (iii) Avaliar o projeto; (iv) Tomar a decisão	

Quadro 3: Classificação proposta das etapas dos modelos, período 1983 a 1995

MODELOS/AUTORES	FASES		
	Pré-desenvolvimento	Desenvolvimento	Pós-desenvolvimento
PRASAD (1997)	(i) Definição da missão da empresa; (ii) Definição do conceito	(i) Engenharia e análise; (ii) <i>Design</i> do produto; (iii) Prototipagem; (iv) Planejamento e operacionalização de engenharia; (v) Operacionalização e controle da produção; (vi) Fabricação	(i) Melhoria, suporte e entrega contínuas
DICKSON (1997)	(i) Gerar ideias; (ii) Desenvolver o conceito; (iii) Planejar o desenvolvimento	(i) Desenvolver e testar	(i) Lançar no mercado
KAMINSKI (2000)	(i) Especificar tecnicamente as necessidades; (ii) Estudar a viabilidade	(i) Efetuar o projeto básico; (ii) Efetuar o projeto executivo; (iii) Planejar a produção; (iv) Executar	
ULRICH e EPPINGER (2000)	(i) Planejar <i>marketing</i> ; (ii) Planejar o <i>design</i> ; (iii) Planejar a manufatura	(i) Desenvolver o conceito; (ii) Definir a arquitetura do produto; (iii) Detalhar o <i>design</i> ; (iv) Testar e refinar; (v) Produzir	
PAHL <i>et al.</i> (2005)	(i) Planejar a tarefa: Analisar o mercado, empresa e conjuntura; Encontrar e selecionar ideias; Esclarecer a tarefa; Elaborar lista de requisitos (ii) Desenvolver o princípio da solução	(i) Desenvolver a estrutura de construção: Formar corpo preliminar; Selecionar estudos preliminares; Refinar a forma preliminar; Avaliar (ii) Projetar a forma definitiva: Eliminar pontos fracos e erros; Elaborar lista preliminar; Elaborar instruções para produção e montagem (iii) Desenvolver documentação para fabricação: Detalhar, complementar e verificar a documentação.	
ROZENFELD <i>et al.</i> (2006)	(i) Planejar estrategicamente os produtos; (ii) Planejar o projeto	(i) Efetuar o projeto informacional; (ii) Efetuar o projeto conceitual; (iii) Efetuar o projeto detalhado; (iv) Preparar a produção; Obter recursos de fabricação; Planejar produção piloto; Receber e instalar recursos; Produzir lote piloto; Homologar o processo; Otimizar a produção; Certificar o produto; Desenvolver processos de fabricação e manutenção (v) Lançar o produto: Planejar lançamento; Desenvolver os processos de venda, distribuição, atendimento e assistência; Promover <i>marketing</i> ; Lançar produto; Gerenciar lançamento	(i) Acompanhar o produto e processo: Avaliar satisfação do cliente; Monitorar desempenho; Realizar auditoria pós-projeto; Registrar lições aprendidas (ii) Descontinuar o produto: Analisar, aprovar e planejar a descontinuidade; Preparar e acompanhar o recebimento do produto; Descontinuar a produção; Finalizar suporte ao produto; Avaliar e encerrar o projeto

Quadro 4: Classificação proposta das etapas dos modelos, período 1997 a 2006

MODELOS / AUTORES	POSSUI ETAPAS NAS FASES PROPOSTAS Sim (*)			CARACTERÍSTICAS LINEARES E SISTÊMICAS IDENTIFICADAS (*)						
	Pré-desenvolvimento	Desenvolvimento	Pós-desenvolvimento	Causa e efeito	Linearidade	Fechamento	Hierarquia	Abertura	Circularidade	Adaptatividade
ASIMOW (1962)	*	*		*	*	*	*	*	*	*
ARCHER (1968)	*	*		*	*	*	*	*	*	*
KOTLER (1974)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
JONES (1976)	*	*		*	*	*	*	*	*	*
PAHL e BEITZ (1977)	*	*		*	*	*	*	*	*	*
BONSIEPE (1978)	*	*		*	*	*	*	*	*	*
CRAWFORD (1983)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
BACK (1983)	*	*		*	*	*	*	*	*	*
PARK e ZALTMAN (1987)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
ANDREASEN e HEIN (1987)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SUH (1988)	*	*		*	*	*	*	*	*	*
CLARK e FUJIMOTO (1991)	*	*		*	*	*	*	*	*	*
WHEELWRIGHT e CLARCK (1992)	*	*		*	*	*	*	*	*	*
BÜRDEK (1994)	*	*		*	*	*	*	*	*	*
ROOZENBURG e EEKEL (1995)	*	*		*	*	*	*	*	*	*
PRASAD (1997)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
DICKSON (1997)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
KAMINSKI (2000)	*	*		*	*	*	*	*	*	*
ULRICH e EPPINGER (2000)	*	*		*	*	*	*	*	*	*
PAHL <i>et al.</i> (2005)	*	*		*	*	*	*	*	*	*
ROZENFELD <i>et al.</i> (2006)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Quadro 5: Síntese das características lineares e sistêmicas, e relação das etapas com as fases propostas

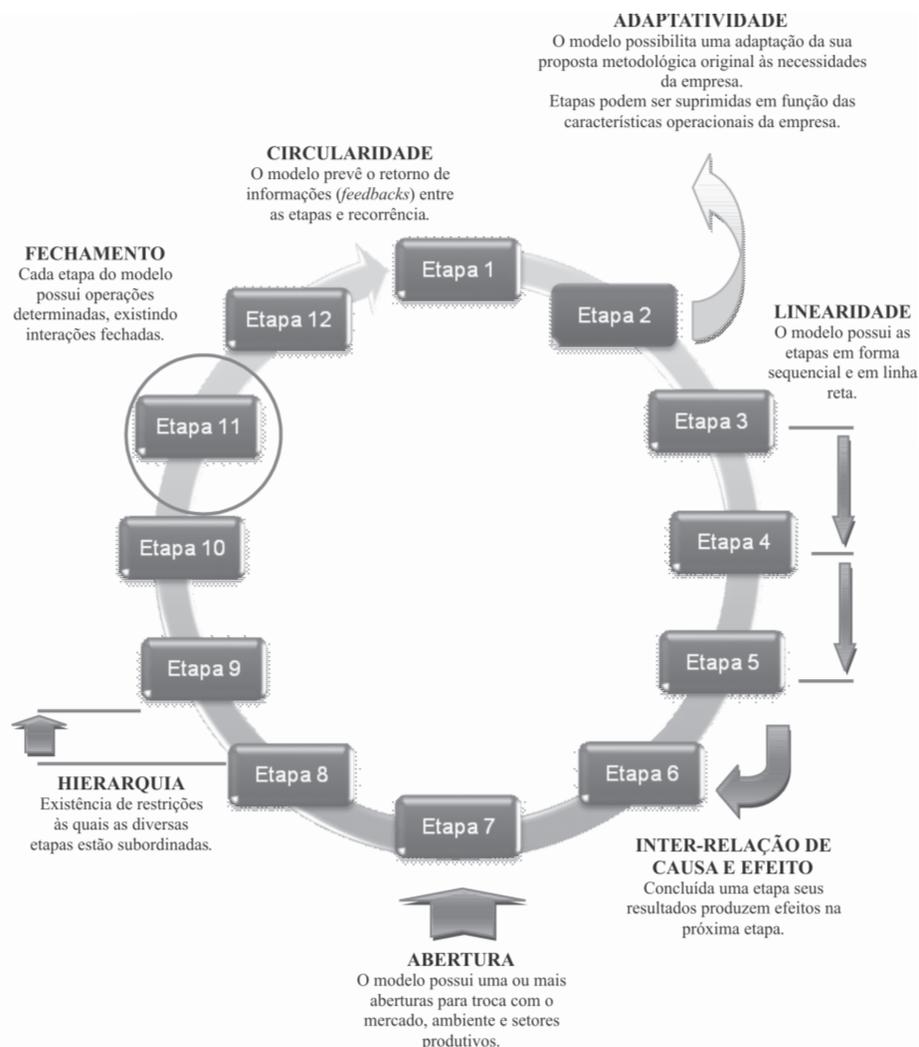


Figura 1: Características lineares e sistêmicas de um modelo de PDP

5 Síntese das características lineares e sistêmicas

Como características lineares foram consideradas: linearidade, inter-relação de causa e efeito, hierarquia e fechamento. Como características sistêmicas, além das lineares citadas, foram consideradas ainda: circularidade, abertura e adaptatividade. Além destas características, também foi verificada a existência de etapas metodológicas dos modelos nas três fases citadas anteriormente. A figura 1 apresenta um modelo diagramático onde cada uma destas características é explicada.

O quadro 5 apresenta uma síntese resultado da interpretação qualitativa da estrutura metodológica dos 21 modelos de DP e PDP analisados. A interpretação considerou os elementos explicados na figura 1.

Todos os modelos apresentam características tanto lineares como sistêmicas. No primeiro modelo estudado, proposto por Asimow (1962), já se pode observar a existência da “abertura” e da “circularidade” que são características sistêmicas. Isto demonstra que modelos concebidos nos primórdios da estruturação metodológica do desenvolvimento de produtos tiveram por influência, além do pensamento linear, o sistêmico.

Para caracterizar também um modelo de DP ou PDP como sistêmico, foi considerado que o mesmo deveria apresentar a existência de etapas metodológicas nas fases de pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento.

Verificou-se que os modelos propostos por Kotler (1974), Crawford (1983), Park e Zaltman (1987), Andreasen e Hein (1987), Prasad (1997), Dickson (1997) e Rozenfeld, Forcellini, Amaral, Toledo, Silva, Alliprandini e Scalice (2006) possuem etapas metodológicas em todas as fases propostas. No entanto os modelos de Prasad (1997) e Rozenfeld Forcellini, Amaral, Toledo, Silva, Alliprandini e Scalice (2006) atendem o conceito adotado em Zuin (2004), Jung (2004) e Toledo Simões, Lima, Mano e Silva (2006) de forma mais completa.

Prasad (1997) propõe em seu modelo, como etapa fina, a melhoria, suporte e entregas contínuas. Rozenfeld, Forcellini, Amaral, Toledo, Silva, Alliprandini e Scalice (2006) propõem (i) acompanhar o produto e processo que consiste em avaliar a satisfação do cliente, monitorar o desempenho, realizar uma auditoria pós-projeto, registrar as lições aprendidas e (ii) descontinuar o produto, o que requer analisar, aprovar e planejar a descontinuidade, preparar e acompanhar o recebimento do produto e, ainda, descontinuar a produção, finalizando o suporte ao produto para depois avaliar e encerrar o projeto.

Os modelos propostos por Kotler (1974), Crawford (1983), Park e Zaltman (1987), Andreasen e Hein (1987) e Dickson (1997) apenas referem, na etapa final, as ações de: comercializar, lançar no mercado e vender que podem ser enquadradas na fase de pós-desenvolvimento, mas não significam necessariamente um envolvimento da equipe em procedimentos de acompanhamento do produto, suporte, descontinuidade e avaliação posterior dos resultados de mercado e satisfação dos clientes.

Uma das características sistêmicas, a adaptatividade, somente foi identificada no modelo proposto por Rozenfeld, Forcellini,

Amaral, Toledo, Silva, Alliprandini e Scalice (2006). Ao analisar-se o texto desses autores, fica evidente que o modelo apresenta essa característica como um diferencial metodológico. Rozenfeld, Forcellini, Amaral, Toledo, Silva, Alliprandini e Scalice (2006) propõem que o modelo seja adaptável às necessidades de PDP das empresas, sendo possível uma empresa customizar as etapas propostas pelo modelo em função das suas peculiaridades.

6 Conclusões

Este artigo apresentou os resultados de uma pesquisa que teve por finalidade identificar e entender a influência dos tipos de pensamento linear e sistêmico e modelos referenciais de inovação na concepção de 21 modelos de DP e PDP.

Foi realizada uma análise estrutural a partir da identificação e classificação das etapas metodológicas de 21 modelos de DP e PDP em três fases: pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento. A análise evidenciou as etapas de cada modelo, viabilizando referencial para futuras pesquisas em DP e PDP.

Foi apresentado um quadro-síntese das características lineares e sistêmicas, resultado obtido a partir da interpretação qualitativa da estrutura metodológica dos 21 modelos de DP e PDP analisados. A interpretação considerou: (i) a existência de etapas metodológicas nas fases de pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento propostas, (ii) a inter-relação de causa e efeito, (iii) a linearidade, (iv) o fechamento, (v) a hierarquia, (vi) a abertura, (vii) a circularidade e (viii) a adaptatividade.

A síntese das características lineares e sistêmicas revelou que apenas os modelos de Prasad (1997) e Rozenfeld, Forcellini, Amaral, Toledo, Silva, Alliprandini e Scalice (2006) atendem completamente o conceito adotado com base em Zuin (2004), Jung (2004) e Toledo, Simões, Lima, Mano e Silva (2006), para caracterizar a existência de etapas metodológicas nas fases de pré-desenvolvimento,

desenvolvimento e pós-desenvolvimento. Uma das características sistêmicas, a adaptatividade, somente foi identificada no modelo proposto por Rozenfeld, Forcellini, Amaral, Toledo, Silva, Alliprandini e Scalice (2006). Essa característica torna esse modelo adequado à implantação de PDP em empresas de qualquer porte, representando um diferencial frente a outros modelos de DP e PDP.

Referências

- ACKOFF, R. L. **Creating the corporate future**. Hoboken, NJ: John Willey & Sons, 1981.
- ALVES, J. B. M. **Introdução à teoria geral de sistemas**. Disponível em: <<http://www.inf.ufsc.br/~jbosco/tgs/LivroTGS-01a.doc>>. Acesso em: 19 Set 2007
- ANDRADE, G. K. **Pensamento sistêmico**. Disponível em: <www.inf.pucrs.br/~gilberto/tgs/pensamento%20sistemico4.pdf> Acesso em: 20 Set 2007.
- ARCHER, L. B. **The structure of design processes**. London: Royal College of Art, 1968.
- ANDREASEN, M. M., HEIN, L. **Integrated product development**. Bedford: Springer-Verlag, 1987.
- ASIMOW, M. **Introduction to design**. New Jersey: Prentice-Hall, 1962.
- BACK, N. **Metodologia de projeto de produtos industriais**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1983.
- BONSIEPE, G. **Teoria y práctica del diseño industrial**. Barcelona: Gustavo Gili, 1978.
- BUSS, C. O., CUNHA, G. D. Modelo referencial para o processo de desenvolvimento de novos produtos. *In*: SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 22., 2002, Salvador. **Anais...** Salvador, BA., 2002.
- BÜRDEK, B. E. **Diseño: Historia, teoría y práctica del diseño industrial**. Barcelona: Gustavo Gili, 1994.
- CHECKLAND, P. Varieties of systems thinking: the case of soft systems methodology. **Systems Dynamic Review**, v. 38, n 1, p. 75-91, 1994.
- CHECKLAND, P., SCHOLLES, J. **Soft systems methodology in action**. Chichester: John Willey & Sons, 1990.
- CHENG, L. C. Caracterização da gestão de desenvolvimento do produto: delineando o seu contorno e dimensões básicas. *In*: CONGRESSO DE GESTÃO E DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 2, 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos, SP: 2000.
- CLARK, K. B., FUJIMOTO, T. **Product development performance: strategy, organization, and management in the world auto industry**. Boston: Harvard Business School Press, 1991.
- CLARK, K. B., WHEELWRIGHT, S. C. **The product development challenge: competing through speed, quality and creativity**. Boston: Harvard Business Review Book/Hardcover, 1995.
- CRAWFORD, C. M. **New product management**. Burr Ridge, ILL: Irwin, 1983.
- DIEHL, A. A., TATIM, D. C. **Pesquisa em ciências sociais aplicadas: métodos e técnicas**. São Paulo: Prentice Hall, 2004
- DICKSON, P. **Marketing management**. Forth Worth: The Dryden Press, 1997.
- DUTRA, A. C. C.; NÓBREGA, M. F. 2002. Learning Organizations: o SAC como fonte de aprendizagem nas organizações de serviços. *In*: ENEGEP – ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22., 2002, Curitiba. **Anais...** Curitiba: 2002
- ECHEVESTE, M. E. S. **Uma abordagem para estruturação e controle do processo de desenvolvimento de produtos**. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção)-Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- FOUREZ, G. A. **A construção das ciências: introdução a filosofia e à ética das ciências**. São Paulo: Unesp, 1998.

- FURTADO, A. T.; FREITAS, A. G. Nacionalismo e aprendizagem no Programa de Águas Profundas da Petrobrás. **Revista Brasileira de Inovação**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, jan/jul- 2004.
- FREITAS, W. B. **As teorias do caos e da complexidade na gestão estratégica. 2005.** . Dissertação (Mestrado em Administração) - Programa de Mestrado em Administração - Universidade Municipal de São Caetano do Sul, 2005.
- GRAMSCI, A. **Os intelectuais e a organização da cultura.** São Paulo: Círculo do Livro, 1987.
- GRIZENDI, E. **Processos de inovação: modelo linear x modelo interativo.** Disponível em: <http://www.institutoinovacao.com.br/downloads/eduardo_grizendi.pdf>. Acesso em: 03 de Abril de 2007.
- JONES, C. J. **Métodos de diseño.** Barcelona: Gustavo Gili, 1976.
- JORDAN, N. **Temas de psicologia especulativa.** Buenos Aires: Troquel, 1974.
- JUNG, C. F. **Metodologia para pesquisa & desenvolvimento:** aplicada a novas tecnologias, produtos e processos. Rio de Janeiro: Axcel Books do Brasil, 2004.
- KAMINSKI, P. C. **Desenvolvendo produtos com planejamento, criatividade e qualidade.** Rio de Janeiro: LTC, 2000.
- KASPER, H. **O processo de pensamento sistêmico:** um estudo das principais abordagens a partir de um quadro de referência proposto. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.
- KOTLER, P. **Marketing management:** analysis, planning, implementation, and control. Londres: Prentice-Hall, 1974.
- MUNIZ, S.; PLONSKI, G. A. Competitividade e aprendizagem tecnológica e organizacional: um elo indissociável. In: ENEGEP – ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 20, 2000. Bauru, SP. **Anais...** Bauru,SP, 2000.
- PAHL, G., BEITZ, W. **Konstruktionslehre.** Berlin: Springer, 1977.
- PAHL, G.; BEITZ, W.; FELDHUSEN, J., GROTE, K. **Projeto na engenharia:** fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações. Trad. Werner, H. A., 6 ed. São Paulo: Editora Edgar Blücher, 2005.
- PARK, C.; ZALTMAN, G. **Marketing management.** Chicago: The Dryden Prees, 1987.
- PEIXOTO FILHO, H.P.; MARIOTTI, H., MANCIOLI, M. **Latinidade e educação de executivos: estado atual e perspectivas.** Disponível em: <<http://www.revistabsp.com.br/0701/ensaio1.htm>> . Acesso em: 18 Set 2007.
- PRASAD, B. **Concurrent engineering fundamentals:** integrated product development. Londres: Prentice-Hall, 1997.
- RAPOPORT, A., HOVARTH, W. J. Thoughts on organization theory. General Systems. In: BURCKLEY, W. (ed) **Modern System Research for the behavior scientist.** Chicago, 1968.
- ROMEIRO FILHO, E. **Projeto de produto.** (Apostila). 7. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia de Produção. Escola de Engenharia. Universidade Federal de Minas Gerais, 2004.
- ROOZENBURG, N. F. M., EEKELS, J. **Product desing:** fundamentals and methods. New York: John Wiley & Sons, 1995.
- ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H., SCALICE, R. K. **Gestão de desenvolvimento de produtos:** uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2006.
- SANTOS, B. S. Um discurso sobre as ciências na transição para uma ciência pós-moderna. **Revista Estudos Avançados**, v.2, n. 2, mai/ago. 1988.

SENGE, P. M. **A quinta disciplina**: arte e prática da organização que aprende. 16. ed. São Paulo: Ed. Nova Cultural, 2004.

SUH, N. P. **The principles of design**. New York: Oxford Press, 1988.

STEWART, I. **Os números da natureza**: a realidade irreal da imaginação matemática. Rio de Janeiro: Roço, 1996.

TOLEDO, C.; SIMÕES, J. M. S.; LIMA, L. S. L.; MANO, A. P.; SILVA, S. L. A gestão do processo de desenvolvimento de produto em empresas brasileiras de pequeno e médio porte do setor de máquinas e implementos agrícolas. In: ENEGEP – ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 26, 2006, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2006.

ULRICH, K. T.; EPPINGER, S. D. **Product design and development**. New York: MacGraw-Hill, 2000.

WHEELWRIGHT, S. C.; CLARCK, K. B. **Revolutionizing product development process**: quantum leaps in speed, efficiency, and quality. New York: The Free Press, 1992.

VIANA, S.F. **O pensamento criativo**. Disponível em: <www.infonet.com.br/users/fviana/didatico/FBC-O%20PENSAMENTO_CRIATIVO.htm>. Acesso em: 20 Set 2007.

ZUIN, L. F. S.; DORNA, M. A. S.; PRANCIC, E.; MERGULHÃO, R. C.; ALLIPRANDINI, D. H.; TOLEDO, J. C. Modelo de gestão de desenvolvimento de produto de uma empresa de grande porte do segmento de doces e condimentos: um estudo de caso. SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 10, 2003, Bauru. **Anais...** Bauru, 2003.

ZUIN, L. F. S. Utilização do processo de desenvolvimento do produto na criação de um modelo para gestão da inovação na produção agropecuária – GIPA. **Revista Informe GEPEC**, v. 8, n. 2, jul/dez. 2004.