

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENG. DE PRODUÇÃO E SISTEMAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENG. DE PRODUÇÃO**

Luiz Alberto Schmitz

**UMA FERRAMENTA ADAPTATIVA PARA APOIAR O
PLANEJAMENTO DE PROJETOS DO DESENVOLVIMENTO
DE PRODUTOS**

TESE DE DOUTORADO

Florianópolis
2013

Luiz Alberto Schmitz

**UMA FERRAMENTA ADAPTATIVA PARA APOIAR O
PLANEJAMENTO DE PROJETOS DO DESENVOLVIMENTO
DE PRODUTOS**

Tese submetida ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Doutor em Engenharia.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Antônio Forcellini

Florianópolis
2013

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Schmitz, Luiz Alberto

Uma ferramenta adaptativa para apoiar o planejamento
de projetos do desenvolvimento de produtos / Luiz Alberto
Schmitz ; orientador, Fernando Antonio Forcellini -
Florianópolis, SC, 2013.
218 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção.

Inclui referências

1. Engenharia de Produção. 2. Adaptatividade. 3.
Desenvolvimento de produtos. 4. Sistema multiagentes. 5.
Árvore de decisões adaptativas. I. Forcellini, Fernando
Antonio. II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. III.
Título.

Luiz Alberto Schmitz

**UMA FERRAMENTA ADAPTATIVA PARA APOIAR O
PLANEJAMENTO DE PROJETOS DO DESENVOLVIMENTO
DE PRODUTOS**

Esta Tese foi julgada adequada para obtenção do Título de “Doutor em Engenharia de Produção”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

Florianópolis, 05 de março de 2013.

Prof. Antonio Cezar Bornia, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Fernando Antônio Forcellini, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Marcelo Gitirana Gomes Ferreira, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Jorge Alberto Velloso Saldanha, Dr.
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Elton Moura Nickel, Dr.
Universidade do Estado de Santa Catarina

Prof. Fernando Augusto Pereira, Dr.
Avaliador Externo

Prof.a Ana Julia Dal Forno, Dra.
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico este trabalho à minha família:

À Marilei, minha esposa
incansável, paciente,
amorosa, competente, companheira,
parceira, e tantos outros adjetivos,
que fica até difícil de descrever.

À minha filha Larissa,
guerreira, batalhadora, cobradora,
incentivadora, maravilhosa e o
máximo que um pai poderia esperar
na vida.

Obrigado por estarem ao meu lado, sempre!

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, ao meu orientador, professor Fernando Forcellini, pelo seu conhecimento, sua amizade, seus conselhos, sua atitude e, principalmente, à paciência dispensada.

Aos membros da banca, professores Marcelo Gitirana, Jorge Saldanha, Elton Nickel, Ana Júlia dal Forno e Fernando Pereira, por participarem da avaliação deste trabalho. Isso muito me honra.

Meus sinceros agradecimentos ao professor Paulo Selig, um apoiador sempre presente e um bom amigo. Ao professor Antonio Mariani, por ter-me apresentado a ideia de simulação multiagentes. Ao professor Paulo Maya, pelos excelentes conselhos acadêmicos, com destaque ao quesito comportamento.

Não posso deixar de agradecer aos amigos e colegas André Dyck (UFSC), professor Felipe Müller e Fernando Rocha (UFSM), pela ajuda providencial no momento especial de mudança e adaptação em novas terras.

Um agradecimento especial ao primo Lauro e à professora Jakeline, parceiros o tempo todo, e ela a abençoada e voluntária excelente revisora de português deste trabalho.

Ao Rogério Collares, à Ana Paula e às crianças, uma verdadeira torcida organizada. Ao Marcos Garcia, à Rosana e aos guris, amigos de verdade.

Aos meus pais, Antonio e Terezinha, abençoados incentivadores e que sempre me deram os exemplos do trabalho e da honestidade.

Ao meu irmão Antonio, que sempre foi parceiro decisivo nas pesquisas e nos projetos, desde o mestrado. Aos meus irmãos Claudio e Carlos André, grandes torcedores dessa minha causa.

À Gerci e à Magda, pela parceria, pela energia e pelo apoio. Existem pessoas que têm uma parceria espiritual e uma sintonia de difícil explicação.

A todos os que apoiaram, acreditaram, oraram, apostaram ou colaboraram de alguma forma para que este trabalho se realizasse.

A Deus, a quem sempre agradeço e ofereço meus bons resultados, sempre, mesmo.

À minha família, minha esposa Marilei, e minha filha Larissa, às quais eu nem conseguiria espaço para agradecer por todas as coisas que fizeram por mim.

RESUMO

SCHMITZ, L. A. **Uma ferramenta adaptativa para apoiar o Planejamento de Projetos do Desenvolvimento de Produtos**. 2013. 219p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

As organizações enfrentam modificações no cenário competitivo mundial, cada vez mais, frequentes, complexas e impactantes. Mudanças que são definidas pelo aperfeiçoamento e pela disseminação da informação através de diversos meios, de novas tecnologias e da consequente internacionalização, criando complexidade de relações encontrada, tipicamente, em sistemas sociotécnicos, que no caso do PDP, são os mercados, as tecnologias e os clientes. A utilização da adaptatividade, um método de modelar sistemas, cada vez mais presente, possibilita a percepção instantânea da necessidade dinâmica e atualizada dos interessados no processo. A pesquisa inicia-se pela busca de informações que servem de base para o modelo a ser desenvolvido, formando os elementos necessários ao modelo adaptativo. O sistema adaptativo vale-se de árvores de decisões adaptativas, que o tornam útil a diversas abordagens. A modelagem multiagentes é utilizada tanto para a percepção de cenários do ambiente de entrada do PDP, quanto para a avaliação do modelo, inserindo situações não lineares no simulador. O atendimento dos princípios enxutos é realizado através de uma objetividade mensurável que agrega valor ao processo, através da minimização dos desperdícios. Modelos padronizados para o desenvolvimento de produtos, através de processos, emergem como uma solução cada vez mais utilizada. O problema da adaptação de um modelo de referência pode ser visto pela necessidade e dificuldade de simplificação, mas, também, pela dificuldade de reconhecer todas as atualizações das necessidades dos clientes. Para que o processo de desenvolvimento de produtos, como um todo, a partir do planejamento de um projeto, adquira efetiva flexibilidade e aproximação ao cliente, é proposto um modelo que forneça as condições necessárias. Isto, visando adaptar fases e atividades do processo a um projeto específico, baseando-se em estratégias que ofereçam maior dinâmica ao processo, que possui um fluxo predominante de informações, então é coerente que um estudo procure modelá-las corretamente. Os resultados são avaliados, quanto à adaptatividade e capacidade de adaptação, a partir de uma ferramenta adaptativa (software) para apoiar as decisões de adaptação a estruturas de projetos de desenvolvimento de produtos.

Palavras-chave: Adaptatividade, Desenvolvimento de Produtos, Modelo de Referência, Sistema Multiagentes, Árvore de Decisões Adaptativas.

ABSTRACT

Organizations face changes in the competitive landscape worldwide, increasingly frequent, complex and impactful. Changes which are defined the improvement and dissemination of information through various media, new technologies and the consequent internationalization, creating complex relationships found typically in socio-technical systems, in which case the NPD are the markets, technologies and customers. The use of adaptivity, a method of modeling systems, is increasingly present, allows instantaneous perception of the need for dynamic and updated the stakeholders in the process. The research begins with the search for information that are the basis for the model to be developed, forming the elements needed for adaptive model. The adaptive system makes use of adaptive decision trees, which make it useful to various approaches. A multi-agent model is used for both the perception of the environment settings input of the NPD, and the evaluation of the model, inserting the simulator nonlinear situations. The attendance of lean principles is accomplished through an objectivity that adds measurable value to the process by minimizing waste. Standardized models for product development, by processes emerge as a solution increasingly used. The problem of adaptation of a reference model can be seen by the necessity and difficulty of simplification, but also by the difficulty of recognizing all updates of customer needs. For the process of product development, as a whole, from planning a project, get effective and flexible approach to the customer, we propose a model that provides the necessary conditions. This, in order to adapt phases and activities of the process to a specific project, based on strategies that provide greater momentum to the process, which has a predominant flow of information, then it is logical that a study seek to shape them properly. The results are evaluated, as the adaptivity and adaptability, from an adaptive tool (software) to support decisions to adapt the structures of product development projects.

Keywords: Adaptivity, Product Development, Reference Model, Multiagent System, Adaptive Decision Tree.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo <i>Stage-Gate</i> ® para desenvolvimento de novos produtos.	53
Figura 2 - Alternativas de aplicação do modelo <i>Stage-Gate</i> ®.	55
Figura 3 - Modelo de valor da inovação.	57
Figura 4 - Modelo de forças direcionais.	58
Figura 5 - Rede de Inovação.	59
Figura 6 - Visão geral do Modelo Unificado de Referência.	61
Figura 7 - Duração típica das macrofases do modelo.	62
Figura 8 - Processos de apoio no PDP/MUR.	68
Figura 9 - Modelos de referência genéricos.	68
Figura 10 - Elementos do PDP Lean.	74
Figura 11 - Engenharia tradicional e engenharia simultânea.	78
Figura 12 - Desenvolvimento sequencial e SBCE.	79
Figura 13 - SBCE adaptativo.	80
Figura 14 - Projetos resultantes de um mesmo processo.	83
Figura 15 - Versões adaptadas do modelo de referência específico adotado por uma empresa.	85
Figura 16 - Ampliação das possibilidades de adaptação do modelo de referência.	85
Figura 17 - Casa da Qualidade (QFD).	88
Figura 18 - Fluxo-padrão de um sistema computacional.	98
Figura 19 - Sistema enxuto (visão sociotécnica).	101
Figura 20 - Hipertexto – Estrutura não-sequencial, com possibilidades	108
Figura 21 - Ligações em um processo de desenvolvimento de produtos específico.	109
Figura 22 - Apresentação em HA.	112
Figura 23 - Aplicações da tecnologia adaptativa.	126
Figura 24 - Duas representações de árvores de decisão para a função f	130
Figura 25 - Representação de incorporação de alterações por fatores internos e externos em uma árvore de decisão.	130
Figura 26 - Atividade de teste como um elemento do processo.	134
Figura 27 - Estrutura de modelos para adaptação.	135
Figura 28 - Percepção total de valor.	136
Figura 29 - Fatores demográficos e econômicos do mercado.	141
Figura 30 - Possibilidades de sequência de execução de atividades.	170
Figura 31 - Analogia entre conceitos do pensamento enxuto e da hipermissão adaptativa.	171
Figura 32 - Ciclo Adaptativo no PDP.	172
Figura 33 - Simulação do agente “Mercado”.	177
Figura 34 - Simulação do agente “ <i>Tecnologias</i> ”.	179
Figura 35 - Simulação do agente “ <i>Clientes</i> ”.	180
Figura 36 - Simulação do ambiente de entrada do PDP.	182
Figura 37 - Árvore de decisões adaptativa do PDPadap (primeira forma).	183
Figura 38 - Relatório de adaptação.	184

Figura 39 - Formulário de entrada de uma atividade.	185
Figura 40 - Exemplos de adaptação na macrofase de Desenvolvimento.	187
Figura 41 - Adaptações aos novos “ambientes”.	190
Figura 42 - Adaptações durante a execução do processo.....	191
Figura 43 - Simulação das informações de entrada e formação do ambiente. .	193
Figura 44 - PDP adaptado à mudança do mercado.	195

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Modelo básico do Projeto Detalhado.....	38
Quadro 2 - Desenvolvimento Integrado.....	51
Quadro 3 - Fases do PDP.....	66
Quadro 4 - Diferenças entre processos e projetos.....	82
Quadro 5 - Diferenças entre tipos de SMA.....	105
Quadro 6 - Função f para o exemplo de decisão.	129
Quadro 7 - Relações dos grupos do agente “tecnologias”.	142
Quadro 8 - Modelo básico do Projeto Informacional.....	164
Quadro 9 - Modelo básico do Projeto Conceitual.....	165
Quadro 10 - Modelo básico do Projeto Detalhado.....	166
Quadro 11 - Estados do sinalizador de mudanças.....	189

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GEPPS – Grupo de Engenharia do Produto, Processo e Serviços (PPGEP/UFSC)

HA – Hipermídia Adaptativa

HTTP – Hypertext Transfer Protocol (protocolo da Internet)

MU – Modelo Unificado de Referência (para a gestão do desenvolvimento de produtos)

MySQL – Sistema gerenciador de banco de dados – software livre

NPD – New Product Development (desenvolvimento de novos produtos)

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

PDVSM e MFVDP – Product Development Value Stream Mapping ou Mapeamento do Fluxo de Valor no Desenvolvimento de Produtos

PHP – Hypertext Preprocessor (linguagem de programação software livre)

PPGEP – Programa de Pósgraduação em Engenharia de Produção

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

UFSM – Universidade Federal de Santa Maria

UML – Unified Modeling Language (linguagem de modelagem unificada)

SBCE – Set-based Concurrent Engineering (engenharia simultânea baseada em conjuntos)

SHA – Sistema de Hipermídia Adaptativa

SHARNA – Sistema de Hipermídia Adaptativa com Redes Neurais Artificiais

TQM – Total Quality Management (gestão de qualidade total)

PIB – Produto Interno Bruto

PDP – Processo de Desenvolvimento de Produtos

SSCs – Sistemas, Subsistemas e Componentes

TI – Tecnologia da informação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	27
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	27
1.2 PROBLEMA E PERGUNTAS DA PESQUISA	31
1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA.....	33
1.3.1 Objetivo Geral	33
1.3.2 Objetivos Específicos	34
1.4 JUSTIFICATIVA.....	34
1.5 IMPORTÂNCIA, ORIGINALIDADE E VIABILIDADE	35
1.6 CONTRIBUIÇÕES.....	37
1.7 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	37
1.7.1 Opção pela pesquisa quantitativa	40
1.7.2 Simulação de variação de informações	40
1.7.3 Abordagem sistêmica adaptativa	41
1.7.4 Seleção de um modelo básico para o experimento	42
1.7.5 Reconhecimento dos elementos adaptativos ou necessários à adaptação dentro do modelo de referência	42
1.7.6 Sistema de regras para a adaptatividade	43
1.7.7 Modelagem e implantação do sistema	44
1.7.8 Avaliação do sistema e análise dos resultados	44
1.8 ESTRUTURA DO DOCUMENTO DA TESE.....	45
2 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS	47
2.1 CONHECIMENTOS ACERCA DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS.....	48
2.2 GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS	49
2.2.1 Abordagens para a Gestão do Processo de Desenvolvimento de Produtos	49
2.3 MODELOS DE REFERÊNCIA PARA O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS	52
2.3.1 Modelos de Desenvolvimento de Produtos Inovadores	52
2.3.2 Modelo Unificado de Referência (MU)	60
2.4 ABORDAGEM ENXUTA.....	69

2.5 PLANEJAMENTO DE PROJETOS E DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS	81
2.6 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO.....	89
3 CONHECIMENTOS UTILIZADOS NA SOLUÇÃO DO PROBLEMA PROPOSTO.....	91
3.1 CLIENTES.....	92
3.2 GESTÃO DO CONHECIMENTO	95
3.2.1 Aprendizado interprojetos	96
3.3 SISTEMAS	97
3.3.1 Conceituação em áreas afins	97
3.3.2 Sistemas ecológicos.....	102
3.4 SISTEMAS MULTIAGENTES E MODELOS DE SIMULAÇÃO	103
3.5 ADAPTATIVIDADE E SISTEMAS ADAPTATIVOS	107
3.5.1 Sistemas de Hipermissão Adaptativa (SHA)	107
3.5.2 Tecnologia Adaptativa.....	119
3.6 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO.....	131
4 TRABALHOS RELACIONADOS	133
4.1 ATIVIDADE DE TESTE COMO UM ELEMENTO DO PROCESSO	133
4.2 UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIA ADAPTATIVA NO PDP.....	134
4.3 PLANEJAMENTO ENXUTO DE PRODUTOS	135
4.4 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO.....	137
5 MODELAGEM DE UM PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS ADAPTATIVO	139
5.1 SIMULAÇÃO DAS INFORMAÇÕES DO AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS.....	139
5.1.1 Agente “Mercado”	140
5.1.2 Agente “Tecnologias”	141
5.1.3 Agente “Clientes”.....	143
5.2 OPORTUNIDADES ADAPTATIVAS NO MU	144
5.2.1 Fundamentos de um sistema adaptativo aplicáveis ao experimento	145

5.2.2 Discussão acerca dos elementos adaptativos no Modelo Unificado (MU).....	147
5.3 MODELO BÁSICO	162
5.3.1 Pré-desenvolvimento	162
5.3.2 Desenvolvimento.....	163
5.4 SISTEMA ADAPTATIVO E REGRAS	168
5.4.1 Regras aplicáveis ao Modelo Básico	168
5.4.2 Sequência de execução das atividades (navegação).....	169
5.4.3 Tarefas e ferramentas (apresentação)	170
5.4.4 Adaptação do processo em execução (ciclo adaptativo).....	171
5.5 CONSOLIDAÇÃO DOS ELEMENTOS DO SISTEMA ADAPTATIVO	172
6 UM PROTÓTIPO DE SISTEMA PARA VALIDAÇÃO E AVALIAÇÃO DO MODELO	175
6.1 SIMULADOR MULTIAGENTES PARA O AMBIENTE DO PDP	175
6.1.1 Agente “Mercado”.....	176
6.1.2 Agente “Tecnologias”.....	178
6.1.3 Agente “Clientes”	179
6.1.4 O Ambiente	180
6.2 O PDPadap	181
6.2.1 Árvores de decisões adaptativas (AdapTree).....	182
6.2.2 Pré-desenvolvimento	184
6.2.3 Desenvolvimento.....	186
6.3 VALIDAÇÃO DO MODELO	188
6.3.1. Inserção de dados não sequenciais nas simulações.....	188
6.3.2 Adaptação em tempo de execução do processo.....	190
6.4 AVALIAÇÃO DO MODELO	192
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	197
7.1 RESOLUÇÃO DAS PROPOSIÇÕES INTRODUTÓRIAS	197
7.1.1 Atendimento dos objetivos propostos.....	197
7.1.2 Possibilidades de solução percebidas.....	198
7.1.3 Avanços agregados ao longo do processo	198

REFERÊNCIAS.....	201
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR	215

1 INTRODUÇÃO

A apresentação deste trabalho é baseada na complexidade envolvida pelas relações típicas de sistemas sociotécnicos, nos quais há consideráveis relações possíveis (tangíveis ou não) entre pessoas, tecnologias e processos envolvidos. A utilização da adaptatividade dispõe a possibilidade da percepção instantânea da necessidade dinâmica e atualizada dos envolvidos ou interessados no processo. A aplicação de princípios do pensamento enxuto, neste trabalho, contribui na definição de métricas, regras e metas. Agregar valor, evitar desperdícios e buscar a perfeição, com foco nas necessidades dos clientes envolvidos, auxiliam a manter o equilíbrio e a viabilidade de cada projeto. A simulação do comportamento dos diversos agentes que fomentam informações a cada projeto, através de um modelo, também auxilia no fluxo de dados no processo, além de servir de instrumento para avaliação da funcionalidade do sistema adaptativo.

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

As organizações enfrentam modificações no cenário competitivo mundial, cada vez mais, frequentes, complexas e impactantes. Os fluxos de informação, de bens de serviço, de economia, entre outros, são os principais elementos de articulação do movimento de internacionalização, iniciado com as ferrovias e telégrafos e materializado com as *infovias*, que hoje estabelecem novos parâmetros para os negócios. Tais mudanças foram alavancadas, principalmente nas últimas décadas, pelo aperfeiçoamento e pela disseminação da informação através de diversos meios, de novas tecnologias e da consequente internacionalização (globalização) da economia e dos mercados (MATTELART, 2000). Seus avanços propiciaram aos negócios uma aproximação e uma nova forma de reconhecer e satisfazer as necessidades de clientes em praticamente todo o planeta, estimulando um sistema cada vez mais complexo de produtos, desejos e processos.

Emergem, então, nesse período, situações e instâncias mais dinâmicas, velozes e inusitadas, influenciadas por diversos fatores. Por um lado, a tecnologia, a pesquisa, a disseminação da informação e do conhecimento, o surgimento e a consolidação de novos mercados e potências financeiras. Por outro, guerras, invasões, conflitos, crises políticas e turbulências financeiras, tanto locais como globais. Todos esses fatores contribuem para moldar e dinamizar anseios e o comportamento dos consumidores de diversas formas, mensuráveis,

percebidas, aprendidas, ou não (ENGEL, BLACKWELL & MINIARD, 2000), levando à revisão de estratégias, mudanças em produtos e adaptação em processos.

Visando ganhar mais espaço no mercado, atrair e manter mais clientes, ou mesmo, apresentar antes da concorrência um produto, um serviço ou uma ideia, as organizações têm lançado mão de diversos processos, estratégias ou sistemas. Dentre estes, o pensamento enxuto, no qual Womack & Jones (2004) apresentam uma abordagem ao desenvolvimento de produtos, baseada na definição de valor e no fluxo de produção puxada pelos clientes. Isto é feito através de uma sistemática de melhoria contínua, diminuindo para eliminar desperdícios, sempre buscando a perfeição.

Tal pensamento baseia-se no Sistema Toyota de Desenvolvimento de produtos que, segundo Morgan & Liker (2006), deve satisfazer alguns princípios, como separar as atividades que agregam valor ao cliente das que não agregam, dentro dos processos; fazer com que as pessoas obtenham um balanceamento de competências integrado entre as áreas funcionais; e, principalmente, desenvolver uma tecnologia que se **adapte** (grifo nosso) às pessoas e aos processos, simplificando a comunicação em toda a organização, com fortes ferramentas de aprendizagem e padronização.

Segundo Murman, Cutcher-gershenfeld & Allen (2002), “ser enxuto significa eliminar o desperdício para criar valor”. Os conceitos-chave que se relacionam a valor são: interessados (*stakeholders*), resultados (*deliverables*) e benefícios. Destacando-se que é de grande importância que os interessados devem ser identificados corretamente, além de corretamente determinadas suas expectativas. Em relação aos benefícios, o autor destaca que podem ser tangíveis ou intangíveis.

Com a necessidade de um desenvolvimento organizado de produtos, sistematizado e o mais padronizado possível (COOPER, 2007), surgem os modelos de gestão de desenvolvimento de produtos. Dentro desta linha, no Brasil, um dos destaques é o modelo de referência unificado (MU) para a gestão de desenvolvimento de produtos, apresentado por Rozenfeld *et al.* (2006), que engloba conceitos, técnicas e processos considerados, pelos autores, como boas práticas dentro da engenharia de produtos.

O modelo é dimensionado para atender, desde a concepção, passando por etapas do desenvolvimento e produção, o acompanhamento do produto do mercado, até sua descontinuidade de produção, portanto, envolvendo todo o ciclo de vida do produto.

Sendo um modelo bastante amplo, quando da necessidade da totalidade de sua aplicação, possui uma rede de conexões entre projetos, processos, atividades e tarefas que satisfazem, de maneira objetiva, as necessidades de diversas aplicações de engenharia de produto. Já em outras situações, pode ser adaptado, agrupando, ocultando ou simplificando etapas, de acordo com a necessidade da empresa, resultando no chamado Modelo de Referência específico.

O Planejamento do Projeto, uma das fases iniciais do modelo citado (ROZENFELD *et al.*, 2006, pág. 167), possui uma atividade chamada “Adaptar o Modelo de Referência”, que objetiva a classificação, em princípio, em quatro versões de adaptação do modelo de referência específico da empresa para modelos, que aceitam flexibilização, mais completos ou mais simples, destinados à execução de um projeto particular, levando em consideração a variação dos parâmetros novidade e complexidade do produto a ser desenvolvido. Segue, ainda, na fase de planejamento do projeto, a atividade de “Definir Atividades e Sequência” (ROZENFELD *et al.*, 2006, pág. 172), onde a moldagem estrutural do projeto se completa, transformando o modelo de referência da empresa no modelo específico do projeto.

Tais atividades podem ser enriquecidas com uma sistematização mais ampla, conduzindo a um modelo de referência que represente diretamente um projeto e com mais parâmetros, que satisfaçam, por exemplo, os princípios do pensamento enxuto.

A adaptatividade pode ser considerada como a propriedade de um sistema de modificar-se às necessidades e influências do ambiente e seus usuários, buscando um equilíbrio dinâmico entre as partes envolvidas. É a capacidade que tem um sistema de, com a mínima interferência de agentes externos, modificar seu comportamento, a partir de dados de entrada e realimentação, tais como experiências anteriores, ou mesmo a relação e o conhecimento do usuário em relação ao sistema.

Considerando-se a utilização de um melhor percurso, trajeto ou sequência de atividades como forma de agregar valor ao processo, ou reunir aspectos favoráveis à melhoria contínua, a adaptatividade atua como um elemento processual que, baseado nos insumos advindos do ambiente, forma um modelo das necessidades atualizadas dos clientes. Adéqua as atividades e sua sequência a essas necessidades, oferecendo opções de solução específicas a cada situação.

Um sistema adaptativo pode ser considerado uma abstração de um dispositivo formal qualquer regido por regras, mas que aceita mudanças nelas conforme novas instâncias assim o exigirem.

Dispositivos adaptativos seguem formalismos que incluem relacionamentos, reconhecimento, aprendizado, processamento e outros.

O desenvolvimento de sistemas adaptativos tem base no conceito de Hipermídia Adaptativa (HA), surgido dentro da informática para facilitar a navegação de usuários em sistemas complexos ou caminhos difusos na Internet (BRUSILOVSKY, 1996). Seguindo o caminho de outros conceitos surgidos na área de Tecnologia da Informação (TI), sua aplicação, por analogia, estendeu-se a outras áreas que necessitam de uma simplificação de seu universo de navegação em informações, reduzindo desperdícios de movimentação. Outra utilização se dá na busca de uma redução de complexidade de mudança de cenários ou situações, tanto pelas mudanças de necessidades e preferências dos usuários, quanto pelo surgimento de novas tecnologias que alteram a oferta de opções e de decisões que eles precisam tomar. Nessa linha de pensamento, há a utilização de métodos e técnicas que procuram simplificar, excluir ou direcionar a utilização do sistema pelo usuário.

Outro caminho, evolução da HA, é a da utilização da Tecnologia Adaptativa (NETO, 2007), como ferramenta de projetos, com técnicas de otimização, inferência de regras, reconhecimento de padrões e tomada de decisões, no sentido de dar ao sistema adaptativo parâmetros consistentes e mensuráveis, que podem ser utilizados, tanto em sistemas computacionais, como em processos naturais.

Partindo dessas premissas, este trabalho propõe a sistematização, a partir das atividades “Adaptar o Modelo de Referência” e “Definir Atividades e Sequência”, na fase de Planejamento de Projeto, do Modelo Unificado proposto por Rozenfeld *et al.* (2006), e aplicação nas fases iniciais do Desenvolvimento (Projeto Informacional, Conceitual e Detalhado), para a ampliação do leque de opções de adaptação a projetos específicos, com um número mais amplo de parâmetros, de forma quantitativa, tornando-o ainda mais flexível e atendendo os princípios enxutos de agregar valor ao cliente e evitar desperdícios.

Através das técnicas adaptativas de apresentação e navegação, como ocultação, classificação e orientação direta de links, bem como adaptação de conteúdo (BRUSILOVSKY, 2001), pretende-se obter equilíbrio na utilização de recursos e otimização na escolha do melhor modelo de processo, a um projeto específico, buscando constantemente a manutenção de sua viabilidade, mesmo em situações de mudanças mais extremadas do cenário de ação. Com a tecnologia das árvores de decisão adaptativas (PISTORI & NETO, 2002), obtém-se a possibilidade de buscar, dentro do sistema adaptativo, decisões apoiadas em regras dinamicamente definidas ou em comportamentos observados

e aprendidos, na busca de soluções que atendam os princípios enxutos, dentro de parâmetros que possam ser considerados satisfatórios.

As informações inerentes às outras fases, que alimentam o MU, e são advindas da observação do mercado, das tecnologias e dos clientes, serão obtidas através de simulação de um modelo multiagentes, que será demonstrado ao longo deste trabalho.

1.2 PROBLEMA E PERGUNTAS DA PESQUISA

Sistemas adaptativos permitem que sua apresentação e utilização sejam flexibilizadas para atenderem as necessidades mais próximas e atualizadas de seus usuários (PALAZZO, 2002). Neste sentido, provê mecanismos para manter atualizados ambos, sistema e caracterização (modelo) do usuário.

O habituar é um procedimento que se fundamenta na regularidade da experiência e constitui um universo ou contexto específico de atributos. Por esse motivo, as diferenciações ou proposições de adaptação são importantes para agregar valor em processos, quando o hábito é quebrado ou descontinuado; quando os atributos do universo considerado sofrem alterações mais severas ou desabituais.

A capacidade de adaptação é mais perceptível pelo lado do usuário, como pode ser exemplificado através de um sistema claramente adaptativo: a natureza. Ao longo dos tempos, foi considerado mais simples explicar a mudança de hábito dos seres em relação ao clima ou à passagem do tempo (sistema).

Assim, explica-se porque o predador caça à noite, quando a presa está descansando, desatenta, ou não pode percebê-lo. Também é percebido que certas atividades dependem do clima (chuva ou seca), estação (frio ou calor), e que o ser humano acaba criando hábitos e sistemas não naturais para adaptar-se a todas essas situações.

Com o passar do tempo, observa-se que a própria natureza (sistema) sofre modificações (adapta-se) pela própria agressão causada pelas mudanças impostas pelos sistemas não naturais ou pela mudança, ou de comportamento, ou até troca de usuário, a partir de determinado momento. Pastagens viram desertos, pelo enfraquecimento do solo, e até locais onde predominavam cidades e concreto, que abandonados pelo homem, tornam-se verdadeiras florestas, como nos locais próximos a Chernobyl¹, por exemplo.

¹ Cidade próxima a usina nuclear, na Ucrânia, onde ocorreu grave acidente nuclear, em 1986.

Dentro de uma visão sistêmica, mais especificamente, adaptativa, o próprio sistema se modifica, alterando suas próprias regras, sua apresentação, seus caminhos e objetivos, mesmo com pouca ou nenhuma solicitação do usuário (BRUSILOVSKY & PESIN, 1994; BRUSILOVSKY, 1996, 1998; KAUFFMAN, 1993, 1995; KOBASA, 1995, 2001; VASSILEVA, 1996; POHL, 1997; PALAZZO, 2000, 2002; PISTORI, 2003; ULBRICHT, 2006; NETO, 2007).

A adoção de um modelo para a gestão de desenvolvimento de produtos por qualquer empresa depende da sua capacidade de flexibilidade e adaptabilidade às mais diversas situações, o que garante tanto sua funcionalidade quanto sua viabilidade.

O problema da adaptação de um modelo de referência pode ser dividido em duas partes. A primeira considera a necessidade de o modelo ser o mais específico, o mais próximo de um determinado projeto, ou, segundo Rozenfeld *et al.* (2006, pág. 167): “Quanto mais genérico um modelo, mais difícil adaptá-lo a um projeto”. Outra consideração é relacionada ao atendimento das necessidades atualizadas dos clientes do processo e do produto, como citou o atual presidente da Toyota, Akio Toyoda, explicando o primeiro ano de prejuízo na história da empresa: “A Toyota se tornou muito grande e distante de seus consumidores” (CARRO ONLINE, 02/10/2009).

A funcionalidade ou a função é o componente sistêmico que mantém o equilíbrio, a vitalidade (a vida). Ao cessar a função, extingue-se o sistema. A amplitude de ação é geradora de complexidades. Quanto mais houver distância em relação ao núcleo gerador das identidades sistêmicas, mais a funcionalidade deve ser sustentável e regular, sob pena de ocorrer diluição e desgaste no processo que determina a amplitude e a difusão da identidade sistêmica (o equilíbrio).

Segundo Rozenfeld *et al.* (2006, p. 122-130), as informações de entrada do processo de desenvolvimento de produtos (PDP), utilizadas pelo modelo de referência unificado (MU), são “as necessidades dos clientes, as variações do mercado e as mudanças de tecnologia”, e a satisfação desses elementos, de forma equilibrada, deve ser o resultado do processo.

É proposto, então, um modelo que reconheça e forneça os meios para tal, através de métodos e técnicas que permitam a interação e a aplicação de informações entre o processo como um todo e os seus clientes de forma dinâmica, que busque, a partir do planejamento de um projeto, flexibilidade e aproximação desejáveis ao cliente, mantendo o processo equilibrado, viável e funcional.

Tomando esse entendimento, a principal pergunta que emerge como problema para esta pesquisa é: *Como sistematizar a adaptação do Modelo Unificado (MU) de Referência a um projeto específico, considerando a dinâmica de relacionamento dos elementos que o influenciam (clientes, mercado e tecnologia)?*

Procurou-se especificar os elementos de entrada de um processo de desenvolvimento de produtos, pois é a complexidade da relação entre eles que influencia na forma atualizada de cada processo e na sua viabilidade, principalmente, quando há alguma mudança brusca de cenário.

Não só a mudança brusca, mas também a regularidade processual de uma situação provoca algum tipo de mudança. O reconhecimento das sutilezas das mudanças ao longo de um processo caracteriza elementos ou aferições que favoreçam a agregação de valor ao produto e descobertas significativas, como também a inserção de adaptações em determinado tempo.

Desmembrando a pergunta acima e delimitando a pesquisa, direcionando-a para assuntos específicos, acrescentam-se as seguintes questões:

- a) Como representar os elementos de entrada, suas relações e variações?
- b) Que parâmetros levar em consideração para adaptar o modelo?
- c) Como adaptar o processo de desenvolvimento de produtos, favorecendo a manutenção de sua viabilidade?
- d) Qual a importância da adaptatividade na funcionalidade de um projeto?

Cabe destacar que as perguntas apresentadas servem como pontos orientadores da discussão e não obrigatoriamente serão diretamente desenvolvidas e sim diluídas na sua relação direta de apresentação com o problema proposto.

1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA

Na busca do atendimento às perguntas apresentadas, são delineados o objetivo geral e os objetivos específicos deste estudo.

1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma ferramenta para sistematização de apoio à equipe de desenvolvimento de produtos, para auxiliar na adaptação do

modelo de referência de uma empresa a um projeto específico, adaptada a diferentes situações apresentadas pelo ambiente e aplicável às diversas abordagens de desenvolvimento de produtos.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Representar a dinâmica de relação entre os elementos do ambiente de desenvolvimento de produtos;
- b) Identificar e analisar aspectos de adaptação para cada projeto;
- c) Desenvolver uma sistemática de oportunidade de adaptação, para atendimento de necessidades emergentes em pontos específicos do processo;
- d) Desenvolver uma sistemática de conciliação para gerenciar conflitos e manter o processo balanceado e viável;
- e) Construir uma ferramenta de adaptação, e representá-lo através de um software especialista;
- f) Avaliar o modelo, através de simulações de mudanças de cenários.

1.4 JUSTIFICATIVA

Processos unificados e padronizados de gestão do desenvolvimento de produtos têm se apresentado como um caminho adequado para distintas áreas de produção e diversos portes de empresas e diferentes projetos.

Modelos de referência, como o Modelo Unificado de Referência (MU), apresentado por Rozenfeld *et al.* (2006), têm-se demonstrado de bastante utilidade na gestão de desenvolvimento de produtos, por agregar boas práticas de engenharia reconhecidas no meio acadêmico, além de ser um sistema completo, que compreende desde a concepção, passando pelo desenvolvimento (produção), indo até o acompanhamento do produto no mercado, até a sua descontinuidade. Envolve, portanto, todo o ciclo de vida do produto.

A estrutura do modelo é composta por três macro-fases: pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento. Dentro das macro-fases, há uma subdivisão em fases (projetos), que contêm suas respectivas atividades e tarefas.

O modelo é extenso e completo, mas seus autores reconhecem que adaptações podem ocorrer na sua estrutura e nas suas funcionalidades, dependendo da complexidade e do grau de inovação do projeto de produto a ser concebido. Promover adaptações relacionadas

com aspectos funcionais possibilita uma melhoria ou um reforço na identidade inovadora ligada ao projeto de produtos.

As empresas, a partir do MU, chegam a um modelo de referência específico, com o intuito de atender, de forma genérica, a todos os projetos por ela desenvolvidos. A partir de tal modelo, no Plano do Projeto, elas deverão adaptá-lo a cada projeto, a partir de parâmetros que apoiam esta decisão.

Outro fator a ser considerado é a disponibilização de opções de modelos de DP de forma sistemática e flexível, não apenas com um limitado número de versões e algumas variações, mas com uma possibilidade mais abrangente de opções.

Como o fluxo de desenvolvimento do produto percorre os elementos do modelo, de maneira análoga a modelos de navegação de sistemas digitais, tanto de maneira sequencial, quanto com desvios e retornos, tarefas em paralelo, esperas e outras características afins, uma sistematização, adaptativa ou não é uma prática a ser considerada.

Através de uma correta escolha de variáveis, que possibilitem a caracterização do projeto, atribuindo-lhe regras de configuração que possam ser identificadas, mensuradas e priorizadas, além de intervalos e limites aceitos de valores, é possível configurá-lo para atender a diversas mudanças e cenários e abordagens.

1.5 IMPORTÂNCIA, ORIGINALIDADE E VIABILIDADE

A originalidade, a importância e a viabilidade são as três condições que Castro (1977) define como necessárias na escolha do tema de uma pesquisa.

Coloca que, se existe uma “atenção continuada na literatura especializada”, um tema pode ser considerado importante. Também o é quando afeta, de forma significativa, algum segmento que a pesquisa envolve.

O autor cita, também, que a originalidade está atrelada à capacidade que os resultados alcançados têm de surpreender. De nada adianta uma pesquisa ser totalmente inédita, se os resultados não tenham impacto no meio onde for apresentada.

Para ele, o conceito “mais tangível” é a viabilidade, pois pode ser demonstrada a partir dos prazos e recursos disponíveis, além da capacidade do pesquisador em desenvolver o tema.

Para reforçar a originalidade do tema, destacam-se diversas pesquisas buscando atribuir adaptatividade a processos de desenvolvimento de produtos e *software* (KRAUSE, KIND &

VOIGTSBERGER, 2004; LÉVÁRDY & BROWNING, 2004, 2005; ENGEL & BROWNING, 2008), além da busca por sistematizar o planejamento de projetos, satisfazendo princípios enxutos (PESSÔA, 2006).

Na caracterização da atividade “adaptar o modelo de referência” (ROZENFELD *et al.*, 2006, pág. 167), como já mencionado anteriormente, há uma classificação do Modelo para algumas situações que, segundo os próprios autores, podem ser incrementadas, podendo dar mais flexibilidade ao processo.

É mencionado por eles, também, que quanto mais genérico o modelo, mais difícil é sua adaptação. Para facilitá-la, o modelo deve ser o mais específico possível.

Este trabalho propõe-se original, através da busca por explorar a lacuna citada pelos autores, da possibilidade de sistematização da atividade de adaptação, através de critérios, como satisfação dos princípios enxutos, mas também da própria novidade do projeto dentro da empresa, através da gestão de conhecimento *interprojetos*.

A utilização da adaptatividade e a inserção de flexibilidade à modelagem do projeto, além da definição de um modelo de usuário que auxilie na identificação de todos os envolvidos no processo (MURMAN, CUTCHER-GERSHENFELD & ALLEN, 2002), delimitando entregas e benefícios, possibilita equilíbrio e fluxo de valor ao processo de desenvolvimento de produtos.

A dinâmica das mudanças dos elementos de um sistema enxuto, sob o ponto de vista sociotécnico, torna importante a busca por um equilíbrio destes elementos (satisfação de necessidades x possibilidade de satisfação).

A diferença encontrada entre o desenvolvimento de produtos novos e melhorias em outros já existentes também dá um grau de importância à busca de soluções que possam adaptar-se mais diretamente a um projeto específico.

Este trabalho propõe-se viável, pois busca responder através de analogia, a aplicação de métodos e técnicas adaptativas aplicadas em outras áreas, com novas combinações, atributos e regras que buscam satisfazer os princípios do desenvolvimento enxuto de produtos.

Finalmente, a dinâmica, a flexibilidade e a capacidade de adaptação do sistema podem ser avaliadas através de um modelo multiagentes formado pelos elementos de entrada de um processo de desenvolvimento de produtos, simulando o comportamento desses elementos e sua influência.

1.6 CONTRIBUIÇÕES

Este trabalho aborda a questão da adaptatividade como possível solução de conflitos (necessidades X capacidades) dentro de um sistema sociotécnico, como no desenvolvimento enxuto de produtos. Dentro desta linha, procura definir, mensurar e delimitar variáveis e parâmetros que levam a essa solução, que pode existir no momento atual, ou obter melhores respostas em outro momento, onde outros fatores podem trazer melhores resultados a um mesmo problema.

A utilização de conceitos de adaptatividade busca propiciar a simplificação de processos, contribuindo com uma aplicabilidade mais efetiva do modelo de referência, além de reconhecer e modelar, de forma sistêmica, os possíveis interessados no processo, e apresentar uma gama de opções de solução a considerar.

Ao reconhecer e adaptar as fases e atividades que agregam ou não valor ao cliente, bem como buscar e avaliar possíveis desperdícios, delineando intervalos de confiança (valores aceitáveis), de forma dinâmica, tende a contribuir cientificamente em métricas adaptáveis a outras situações ou condições.

1.7 METODOLOGIA DA PESQUISA

A fase inicial é de uma revisão teórica com pesquisa bibliográfica sobre os diversos assuntos abordados pela pesquisa. O levantamento foi elaborado através do Portal de periódicos da CAPES², o qual engloba, além de artigos e teses nacionais, os de bases, como Emerald, SCOPUS e SCIRUS (Elsevier), Springer, IEEE, entre outros. Nesse portal, utilizou-se a pesquisa avançada, em assunto, com as opções “no assunto” e “contém” palavra-chave, em qualquer idioma. A pesquisa foi elaborada em diversas datas, desde o início da elaboração deste documento, a última data pesquisada foi 5 de fevereiro de 2013. Os termos pesquisados com os resultados obtidos estão especificados no quadro 1.

A pesquisa representada no quadro 1 é baseada nos termos, temas e conceitos utilizados neste trabalho. A mesma revela a relevância dos assuntos mais genéricos abordados, como “desenvolvimento de produtos”, “adaptatividade”, “modelo de referência” e “árvore de decisões”. Manifesta, em complemento, a novidade do tema completo,

² Disponível em internet por: <http://www-periodicos-capes-gov-br.ez46.periodicos.capes.gov.br>

“modelo adaptativo para o desenvolvimento de produtos” e o ineditismo, quando acrescentados os assuntos “árvore de decisões” e “sistema multiagentes”.

Quadro 1 - Modelo básico do Projeto Detalhado.

Palavra-chave	Todo o período	Cinco últimos anos	Resumos lidos	Textos completos lidos
“desenvolvimento de produtos”	1.048	367	32	8
“adaptatividade” ou “adaptativo”	56.974	26.946	121	12
“pensamento enxuto” ou “desenvolvimento enxuto de produtos”	101	70	11	3
“sistema multiagentes”	1.238	730	21	5
“processo adaptativo”	1.189	486	20	5
“árvore de decisões”	2.218	1.279	10	3
“árvore de decisões” e “adaptativa”	36	26	2	2
“desenvolvimento de produtos” e “adaptativo”	5	2	1	1
“desenvolvimento de produtos” e “sistema multiagentes”	1	1	1	1
“modelo de referência”	2.408	1.108	18	2
“modelo de referência” e “adaptativo”	432	151	10	2
“modelo de referência” e “desenvolvimento de produtos”	2	1	1	1
“modelo de referência” e “desenvolvimento de produtos” e “sistema multiagentes” e “árvore de decisões”	0	0	-	-

Fonte: Portal de periódicos da CAPES. Elaborado pelo autor.

Em sequência, surgem desdobramentos que levam a pesquisar outros conceitos e outras definições. A ideia de confrontar conceitos e definições baseia-se na busca por uma teorização original e centrada no problema apresentado.

Sistemas adaptativos permitem que se obtenha e reconheça um modelo de usuário, com suas necessidades, preferências, seu conhecimento e experiência, bem como as mudanças dessas características em cada situação. Portanto, podem ser baseados em regras e podem, também, reconhecer fatores subjetivos ou *não tangíveis* e atribuir-lhes valores e padrões. Suas primeiras aplicações foram na educação e na internet (BRUSILOVSKY & PESIN, 1994, 1996, 1997, 1998; VASSILEVA, 1996; KOBASA, 1995, 2001; MAGLIO, 1998; ANJOS, 2001), evoluindo para diversas áreas, chegando ao desenvolvimento de produtos (KRAUSE, KIND & VOIGTSBERGER, 2004; LÉVÁRDY & BROWNING, 2004, 2005; ENGEL & BROWNING, 2008). No Brasil, há pesquisadores em diversas áreas, destacando-se Palazzo (2001, 2002), Palazzo, Castilho & Rocha (1988), Neto (2001, 2003, 2007), Pistori (2003) e Ulbricht (2006).

A Pesquisa passa pela busca de informações que servem de base para o modelo a ser desenvolvido, como projetos de produtos já desenvolvidos, modelos de referência já aplicados em empresas, interessados ou envolvidos em todas as fases de desenvolvimento de produtos.

São buscados os elementos necessários ao modelo adaptativo e aplicada uma lógica de árvores de decisão adaptativas, para produzir o efeito adaptativo.

Um modelo de simulação multiagentes (HOLLAND & MILLER, 1991; HEILMANN *et al.*, 1995; JUAN, OU-YANG & LIN, 2009) é utilizado para simular, em um primeiro momento, os dados dos elementos de entrada de um processo de desenvolvimento de produtos.

Esse mesmo modelo é utilizado, com variações diferenciadas e, de certo modo, impactantes, para avaliar a dinâmica, a capacidade de adaptação e a manutenção da funcionalidade (ou viabilidade) do sistema adaptativo (software) apresentado como ferramenta de apoio ao processo de desenvolvimento de produtos.

Segue a definição da opção pelo tipo de pesquisa, baseada no problema proposto, nos conceitos utilizados, na disponibilidade de recursos e na capacidade de ação do pesquisador.

1.7.1 Opção pela pesquisa quantitativa

Segundo Miguel *et al.* (2010), a pesquisa quantitativa é baseada em informações mensuráveis, que podem ser representadas em variáveis e, ainda, fornecer dados que podem ser analisados. A abordagem quantitativa também define que o pesquisador pouco ou não interfere nas variáveis; percebe o que é oferecido e as define (variáveis) antes da experimentação.

Bryrman (1989) define que uma abordagem quantitativa deve preocupar-se com a mensurabilidade, através de um conjunto bem definido de variáveis; a relação entre causa e efeito (causalidade), na qual as variáveis independentes (causas) têm efeito modificador nas variáveis dependentes (efeitos); a generalização, para que os resultados possam ser estendidos a outras situações, semelhantes ou não; e a replicação, na qual o pesquisador utiliza dados de outras situações que contribuam para a validação de seus resultados.

Segundo Miguel *et al.* (2010), entre os métodos utilizados em uma pesquisa quantitativa, modelos de simulação são considerados de ampla utilização na análise de sistemas complexos, como o proposto neste trabalho. Outros fatores que induzem o pesquisador aos recursos de modelagem e simulação são o distanciamento (físico e familiar) do pesquisador com a fonte de informação, ou a insuficiência de recursos para a realização de uma pesquisa de campo, com coleta de dados suficientes para alimentar o modelo proposto. A familiaridade e a experiência do autor deste trabalho com a área de sistemas e sua dificuldade de acesso direto a empresas locais e nacionais tornam viável e necessária a utilização de modelos de simulação por computador para a execução da solução do problema proposto.

1.7.2 Simulação de variação de informações

Dados os recursos limitados citados para a pesquisa, optou-se por simular os dados de entrada do MU adaptativo, através de ambiente controlado. As variáveis independentes ao sistema têm variação no seu valor, em um primeiro momento, buscando representar a realidade do comportamento das mesmas em uma situação real, e sua variação dado um período de tempo e uma periodicidade programada.

As simulações são realizadas através de um sistema multiagentes, no qual cada agente principal representa um elemento de entrada (ROZENFELD *et al.*, 2006) do MU.

Dentro do período citado são inseridas variações não lineares, tanto programadas no sistema, quanto sugeridas por usuários que o acessam, na busca de avaliar a capacidade do sistema adaptar-se a situações novas, inesperadas ou diferenciadas.

Devem ser buscadas situações aleatórias representativas da realidade para que haja, pelo sistema, reconhecimento de situações o mais diversificado possível, testando a capacidade do sistema de adaptar-se a elas.

O principal resultado esperado das simulações é a alimentação dos dados operacionais e regras a serem aproveitadas pelo sistema adaptativo.

1.7.3 Abordagem sistêmica adaptativa

A opção pelo estudo aplicado a um modelo de referência, como o MU, que pressupõe grau elevado de complexidade, pois trata além do processo em si (PDP), de todas as pessoas e recursos envolvidos, incluindo suas relações, fortalece a propensão pela utilização de um sistema com abordagem adaptativa. Essa, no intuito de aproximar as necessidades e propor uma solução equilibrada. Além disso, o MU é composto por atividades que possuem uma relação nem sempre sequencial. Em alguns casos, elas têm execução em paralelo com outras (engenharia simultânea) ou mesmo execução cíclica (Projeto Detalhado), sem um número de execuções fixo. A repetição acontece até que um objetivo seja alcançado.

A utilização da tecnologia adaptativa e de um sistema adaptativo a um modelo com uma complexa relação de variáveis e usuários envolvidos propicia um reconhecimento do comportamento e das mudanças de necessidades dos usuários e dos objetivos esperados em cada momento, através de dinâmica própria (tecnologia adaptativa) aplicável a cada situação. Além disso, a navegação no sistema e a diferenciação de recursos apresentados em cada ponto é uma característica comum aos sistemas adaptativos o que incentiva sua utilização na proposta deste trabalho.

A analogia entre os elementos que compõem o processo de desenvolvimento de produtos (estágios e sequência) e um sistema - de hipermídia - adaptativo (nodos e enlaces) também merece destaque.

Ambos têm seus objetivos baseados nas necessidades do usuário (cliente), este pode ser alocado em grupos, que possuem o mesmo perfil, experiência, necessidade, função ou outra característica em comum.

Tanto o sistema adaptativo quanto o modelo de referência possuem estrutura de atividades (nós) interligados de forma sequencial, cíclica ou diferenciada. Há, também, situações em que etapas são repetidas, ampliadas, ou mesmo não executadas. Em relação às atividades, há, ainda, conteúdo diferenciado de tarefas, ferramentas, métodos e documentos utilizados, ou não, dependendo da situação.

Finalmente, a similaridade mais marcante entre eles é a capacidade de as necessidades dos clientes alterarem sobremaneira o sistema. Por outro lado, tais alterações influenciam no próprio comportamento dos usuários que acessam novamente o sistema.

Admitindo e reconhecendo elementos e características em comum entre o sistema e o modelo, faz-se necessário buscar os elementos que propiciem agregar a adaptatividade ao modelo de referência, buscando utilizar-se ao máximo dos recursos já oferecidos por ele.

1.7.4 Seleção de um modelo básico para o experimento

O experimento da pesquisa parte de um modelo básico derivado do modelo de referência unificado (MU), e abrange as fases de Planejamento do Projeto, Projeto Informacional, Projeto Conceitual e Projeto Detalhado.

As demais fases do PDP são representadas através de valores simulados e com variação controlada dentro de critérios levantados na literatura. As informações destas fases alimentarão o sistema adaptativo e suas regras de adaptação.

É importante salientar que nesta etapa são definidas as variáveis independentes e as informações, com diversas variações de valores, que advêm, em situação real, tanto da fase de Planejamento Estratégico, quanto de feedback de experiências de projetos anteriores.

1.7.5 Reconhecimento dos elementos adaptativos ou necessários à adaptação dentro do modelo de referência

Um sistema adaptativo necessita de informações sobre o que será adaptado e de que forma, quais regras serão seguidas, e que objetivos estima-se alcançar. Mas, principalmente, o sistema precisa reconhecer os usuários envolvidos, suas características e necessidades e sua influência no processo e nos resultados da adaptação.

Então, além de buscar as informações que o alimentam, é necessário que sejam reconhecidos outros elementos de um sistema adaptativo encontrados no modelo de referência.

A partir do Planejamento do Projeto, são identificados os nós (fases e atividades), representados pela adaptação do modelo à situação criada, bem como a relação de navegação entre eles. São representadas que etapas têm seu início dependente do término de outras; que atividades podem ser executadas em paralelo; quais possuem ciclo de repetição, ou mesmo repetição solicitada em situação específica; quais devem ser ocultadas ao usuário (não executadas naquele projeto); e, finalmente, que situações particulares podem surgir em relação à navegação no sistema (em um projeto).

No Projeto Informacional fica mais definida a relação entre os clientes e o processo, através de ferramentas, como a Casa de Qualidade, que trazem ao processo e ao projeto as necessidades do usuário, com informações mais claras e específicas.

Nos projetos Conceitual e Detalhado, as informações já dão forma ao processo de produção, definindo mais detalhadamente os recursos, ferramentas e processos que serão aplicados. A principal característica oferecida à adaptatividade por essas duas fases é que sua execução pode ser tanto simultânea, quanto cíclica e repetitiva, fugindo da sequência linear tradicional.

Outra busca importante é de posições no modelo onde um mecanismo sinalizador de necessidade de adaptação aciona o ciclo adaptativo, que é uma readaptação do processo, caso alguma influência ambiental coloque o projeto em situação de risco, tornando-o inviável ou indesejável.

1.7.6 Sistema de regras para a adaptatividade

O modelo proposto neste trabalho utiliza árvores de decisão adaptativas como tecnologia para a adaptação. Essa tecnologia funciona com uma topologia em que os ramos representam respostas a questões específicas definidas por regras. Tais regras, nesse tipo de sistema, podem variar de acordo com a situação, necessidades dos usuários, área de atuação ou objetivos propostos no projeto.

As regras são buscadas na literatura, mas principalmente, adaptadas durante o processo, a partir das informações obtidas nas fases de desenvolvimento, com destaque à fase do Projeto Informacional. É nela que diversas informações sobre as necessidades do cliente são agregadas ao projeto, propiciando a ele a possibilidade de adquirir nova formatação ou configuração.

Como o sistema é adaptativo, as regras variam de acordo com as novas informações colhidas, que são analisadas, comparadas com

situações anteriores, e definem o conjunto de regras aplicáveis àquela situação.

1.7.7 Modelagem e implantação do sistema

O sistema é modelado, buscando incorporar todas as informações levantadas e combinadas na simulação, levantadas nas fases de desenvolvimento e até as comparadas com situações anteriores. Também busca conter as regras de adaptação, com os relacionamentos entre elas e as diversas instâncias geradas pelo sistema.

Outro objeto modelado, de forma específica, é o usuário, com agrupamento por função, participação no projeto e outras características que o liguem ao processo e às regras de adaptação, como seu comportamento e histórico de participação em outros projetos.

O próximo passo é modelar os elementos que representam o processo de navegação em si, com as fases, atividades e conteúdos possíveis das atividades, como tarefas, documentos, métodos e ferramentas utilizados. Além da lista completa de objetos, é necessário armazenar um histórico que propicie ao sistema reconhecer a relação entre uma situação ocorrida e sua formatação.

A seguir, ao desenvolver o sistema, são consideradas as informações de processo e projeto, as regras de adaptação à navegação e os atores envolvidos, com suas características e necessidades.

A partir dos dados resultantes da simulação, são aplicadas as adaptações inferidas pelo sistema para diversas situações possíveis, tendo como resultado, um novo modelo para cada uma delas.

Os resultados são armazenados para análise futura e para ser usados como base a novas execuções do sistema adaptativo.

1.7.8 Avaliação do sistema e análise dos resultados

Os resultados produzidos pela implantação do sistema (os modelos gerados) são analisados, buscando verificar a similaridade e as diferenças entre diversas situações.

Se o sistema gera modelos iguais ou semelhantes, que características contribuíram para tal resultado; quais fatores, regras ou variáveis podem gerar soluções semelhantes; que características ou necessidades dos usuários influenciam mais ou menos para tal.

Por outro lado, averiguar se mudanças pequenas nas variáveis geram modelos muito ou pouco diferenciados; que grau de mudança é

verificado em cada situação; como cada fator (interno ou externo) estudado influencia na formatação de modelos diferentes.

A relação do usuário com o sistema é medida em destaque, averiguando o quanto a variação em suas necessidades ou o seu comportamento influenciam no resultado do sistema. Na contramão, é possível avaliar o quanto as mudanças ocorridas no sistema afetam o comportamento dos clientes dos produtos e os usuários do PDP.

Dentro de cada regra especificada, busca-se observar se o sistema encontrou a melhor solução ao problema apresentado, utilizando os recursos disponíveis.

Finalmente, através de gráficos, busca-se demonstrar a capacidade de adaptação do sistema às diversas situações apresentadas, averiguando se o sistema realmente é dinâmico ou não.

1.8 ESTRUTURA DO DOCUMENTO DA TESE

No capítulo 1 - Introdução – são apresentadas as considerações iniciais, motivações, objetivos, metodologia da pesquisa e estrutura da tese, no intuito de demonstrar seu ponto de partida e onde ele pretende chegar.

Em sequência, no capítulo 2 – Revisão de Bibliografia – são explicitados e resumidos os conceitos averiguados em relação à motivação e realização da pesquisa. Os tópicos são:

- Considerações sobre desenvolvimento de produtos;
- Considerações sobre pensamento enxuto;
- Considerações sobre adaptatividade;
- Considerações sobre sistemas;
- Modelagem multiagentes;
- Relação deste trabalho com outros similares na mesma área;
- Aplicação dos fundamentos estudados na modelagem do sistema.

O capítulo 3 – Modelagem do sistema adaptativo – engloba os tópicos que contribuem para a construção do sistema denominado “PDP adaptativo”. São eles:

- Considerações iniciais e simulações preliminares;
- Simulador multiagentes;
- Elementos adaptativos no MU;
- Modelo básico para DP;
- Sistema adaptativo e regras.

No capítulo 4 – Protótipo do sistema para validação e avaliação do modelo – apresenta o funcionamento do PDP adaptativo, através de

simulações. Após, é dada uma nova função ao simulador multiagentes: a de testar a capacidade de adaptação do PDP adaptativo, através de inserções pontuais de situações de quebra de linearidade (quebra da habitualidade) dos valores que representam o comportamento dos agentes que compõem o ambiente.

No capítulo 5 – Considerações Finais – é o momento em que se resume a avaliação do trabalho, verificando seus resultados em consideração ao que é proposto no início desta investigação, além de sugerir caminhos a serem desbravados a partir da afirmação das ideias aqui trabalhadas.

O trabalho é finalizado com a apresentação das referências utilizadas na sua elaboração, bem como de outras referências pesquisadas e não citadas diretamente, mas com valor de formação de opiniões e com relevante contribuição.

2 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Este capítulo tem por objetivo apresentar os referenciais teóricos que fundamentam o trabalho em relação ao desenvolvimento de produtos; promover o levantamento de aspectos que influenciam um projeto e identificar, através de diversas abordagens ao PDP, oportunidades de adaptação e situações específicas que necessitem de mudanças imediatas no processo, bem como definir regras úteis à ferramenta adaptativa.

São elencadas as áreas de conhecimento relacionadas ao desenvolvimento de produtos que possibilitem o seu estudo como um processo. Diversas abordagens são demonstradas para visualizar que há diferentes caminhos para o desenvolvimento, com diferentes e complexos problemas, mas também com um amplo leque de oportunidades.

Para tanto, este capítulo é dividido nos seguintes tópicos:

- 2.1 – Conhecimentos acerca do desenvolvimento de produtos – Introdução ao tema, através de uma visão geral sobre o assunto;

- 2.2 – Gestão de desenvolvimento de produtos – Neste tópico, são apresentadas, de forma introdutória, as diversas abordagens ao desenvolvimento de produtos;

- 2.3 – Modelos de referência para o PDP– O objetivo deste tópico é detalhar o funcionamento de cada abordagem ao desenvolvimento de produtos, com destaque ao Modelo Unificado de Referência, foco deste trabalho;

- 2.4 – Abordagem enxuta – Descrição da sua história, demonstrando os elementos que fornecem os valores e os parâmetros para o modelo adaptativo que se pretende desenvolver. Destaque para a engenharia simultânea baseada em conjuntos;

- 2.5 – Planejamento de projetos e desenvolvimento de produtos – Neste item, centra-se o problema deste trabalho; a necessidade de um projeto adaptado a partir do modelo de referência, que satisfaça a diversas abordagens e que seja baseado em variáveis e parâmetros, o mais completo possível;

- 2.6 – Conclusão do capítulo – Tópico que encerra o capítulo, resumindo o que fora apresentado nos tópicos anteriores.

2.1 CONHECIMENTOS ACERCA DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

A denominação *desenvolvimento de novos produtos* (NPD – *new products development*, em inglês), em engenharia, é utilizada para descrever o processo que envolve, desde a ideia e a concepção de um novo produto ou serviço; as etapas de seu planejamento e produção; seu lançamento e acompanhamento no mercado (distribuição, vendas e pós-vendas); seu descarte e a descontinuidade de sua produção. Envolve, portanto todo o ciclo de vida do produto (EEKELS & ROOZEMBURG, 1995; ULRICH & EPPINGER, 1995; ROZENFELD *et al.*, 2006); e contribui no processo de inovação da empresa, contribuindo para sua sobrevivência, inclusive a longo prazo.

O desenvolvimento de produtos busca atender as necessidades do mercado, em alinhamento com a estratégia organizacional da empresa, considerando tecnologias existentes e suas restrições de aplicação, para resultar em especificações de produto, projeto e processo factíveis e úteis.

Uma visão mais dinâmica, das necessidades dos clientes e dos fatores e elementos envolvidos, leva em consideração mudanças que possam ocorrer, como: avanços (tecnologia), expansão ou retração (mercado), preferências e comportamento (clientes), aprendizado (processo) e regulamentações (governos e órgãos técnicos), bem como o aproveitamento combinado de novas e antigas estratégias (SCHMITZ *et al.*, 2009; SCHMITZ & FORCELLINI, 2008).

O *processo de desenvolvimento de produtos* (PDP) é a sistematização da integração das diversas áreas de conhecimento necessárias ao atendimento das necessidades citadas, inclusive com os parceiros envolvidos e toda a cadeia de suprimentos, com as informações imprescindíveis ao uso, manutenção e descontinuidade dos produtos (OTTO & WOOD, 2000).

O PDP é a interface de comunicação (informações) entre a empresa e o mercado (ROZENFELD *et al.* 2006). Deve contribuir para a competitividade das organizações, atendendo aos requisitos dos clientes internos e externos à organização, buscando inovar, antecipar-se à concorrência, buscando a previsão adequada dos custos e recursos necessários a cada projeto, dentro da estrutura empresarial.

2.2 GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Na busca da sistematização do desenvolvimento de produtos, são adotados diversos métodos para o processo de desenvolvimento de produtos, através de uma sequência lógica de execução de etapas, fases, passos, atividades e tarefas. Dentro de cada nodo desse processo são inseridas tecnologias, regras, ferramentas, métodos e outros meios necessários para que a informação flua de forma incremental e consecutiva até que se complete a entrega do produto ou serviço desejado pelo cliente.

No seu início, metodologias como as de Asimow (1962), Pahl & Beitz (1988), Hubka (1982), French (1985) e Roozemburg & Cross (1991) possuíam caráter imperativo (prescritivo), fazendo o processo seguir por fases sequenciais, procurando desenvolver e transformar em produto, uma ideia concebida para a solução de um problema. Esse caráter era resultado da cultura departamental vigente à época.

Com a ampliação e diversificação da concorrência, através da globalização, e a evolução das tecnologias de informação e comunicação, as organizações buscam novas soluções, visando diminuir prazos, melhor qualidade, incorporar sustentabilidade ou mesmo buscar inovação aos seus produtos.

A complexidade das relações entre as atividades desenvolvidas pelo processo, a diversidade de informações econômicas e tecnológicas e a percepção dos requisitos dos clientes, considerando possíveis variações comportamentais, levam ao aumento do escopo do processo de desenvolvimento de produtos (ROZENFELD *et al.*, 2006, pág. 15).

2.2.1 Abordagens para a Gestão do Processo de Desenvolvimento de Produtos

As abordagens para o PDP possuem em comum a característica de que não há fluxo de materiais no processo, mas de informações e conhecimento. Cada etapa tem como objetivo entregar informações para a evolução do produto. Ao final de todas as fases, é possível identificar todos os subsídios para a elaboração e acompanhamento do produto no mercado. Fluxo e acúmulo de informações e conhecimento tornam-se, então, a tônica que sustenta o processo de desenvolvimento de produtos.

Como já foi citado, no início, era utilizado o *desenvolvimento sequencial*, ou seja, o processo seguia uma ordem pré-determinada, baseada na departamentalização ou através das áreas funcionais envolvidas. No início, pesquisa do produto e mercado (Marketing), o

próximo passo seria a concepção do produto (Design), daí passaria às definições de funcionalidade (Engenharia), depois a manufatura (Produção), até o lançamento e acompanhamento (Vendas). Cada área funcional era responsável pela sua entrega, havia pouca interação com as outras envolvidas. Nessa época, surge a figura do gerente de projeto, responsável por amenizar as turbulências que surgiam e por possuir uma visão geral de cada projeto, buscando facilitar a transição entre as diversas áreas. Uma evolução a essa abordagem, ainda sequencial, mas baseada em departamentos especialistas, foi chamada de *metodologias de projeto*.

Na busca de melhorar resultados, através da aplicação de normas e controles, uma abordagem de *qualidade* foi incorporada ao PDP (YOUSSEF, 1994; CAMINHADA NETTO, 2006, PALADINI, 2008). O viés da qualidade incorporou conceitos, como padronização, normas para gestão de processos e requisitos setoriais.

A diversidade de produtos se amplia, assim como a complexidade dos elementos envolvidos no PDP. Por outro lado, os prazos de entrega de novos produtos diminuem, e surge a *engenharia simultânea* (ANDREASEN & HEIN, 1987; ULLMAN, 1992; EEKELS & ROOZEMBURG, 1995), como nova solução para agilizar os processos, sem perda da qualidade. Essa abordagem caracteriza-se pela execução simultânea de processos, podendo algumas atividades iniciarem antes do término de outras, bastando para isso, que as entregas de uma atividade não influenciem, bloqueando outra que se deseja iniciar. Como limitação, segundo Saldanha (2009), apesar do aumento da velocidade do desenvolvimento, este tende a ser mais arriscado que no sistema sequencial (mais lento e ordenado), pelo aumento de tensão e eventual confusão gerada na empresa. A escolha por um ou outro sistema sempre deve levar em consideração a relação entre riscos assumidos e benefícios obtidos.

A abordagem de *Stage-Gate®* ou *revisão de fases* (COOPER, EDGETT & KLEINSCHMIDT, 1998) organiza o processo de desenvolvimento de produtos em estágios (fases) nos quais as atividades de desenvolvimento são executadas, sendo cada um deles precedido por uma avaliação de acesso (*gate*). Neste acesso, o projeto é submetido e, caso satisfaça determinadas condições, é determinada a passagem para o próximo estágio. O processo de desenvolvimento de produtos baseado no *Stage-Gate®* será apresentado, com mais detalhes, em tópico específico, mais adiante.

O *desenvolvimento integrado de produtos* (ANDREASEN & HEIN, 1987; ROZENFELD *et al.*, 2006) é uma abordagem que se

caracteriza pela visão do desenvolvimento como um processo, podendo envolver *multiobjetos* e *multiplantas*, quebrando o paradigma do desenvolvimento sequencial, adotado anteriormente.

O quadro 2 representa as características de processo e projeto no desenvolvimento integrado de produtos:

Quadro 2 - Desenvolvimento Integrado.

PDP	Projetos
<ul style="list-style-type: none"> - É visto como um processo - Inserido na cultura e na estratégia geral da empresa, juntamente com P & D - Fundamental dentro da visão estratégica da alta administração - Recursos sempre avaliados e justificados pela necessidade 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Modularizados</i> (modulares) e tipo plataforma³ - Condução por times multifuncionais - Envolvimento com os fornecedores desde o seu início - Avaliação e revisão constante técnica e de custos - Alinhamento com estratégias de marketing e de produto - Pessoal envolvido mais generalista. Motivação para o trabalho em grupo e progressão

Fonte: Elaborado pelo autor como forma de comparação preliminar entre ambos (PDP e Projetos). Baseado em Rozenfeld *et al.* (2006).

Com o crescimento e conseqüente avanço no mercado das grandes corporações japonesas, principalmente, das indústrias automobilística e eletroeletrônica, a abordagem *enxuta* (*lean approach*) vem conquistando o ocidente sobretudo por agregar princípios dinâmicos e flexíveis e aproveitar ideias de outras abordagens. Um desses exemplos é a SBCE (*Set-based Concurrent Engineering*) ou Engenharia Simultânea baseada em Conjuntos, que deriva da engenharia simultânea tradicional, mas analisando um conjunto de alternativas, que são levadas até o final do projeto, quando, normalmente, uma delas é definida (WARD *et al.*, 1999; ROZENFELD *et al.*, 2006). As características, os princípios e o funcionamento da abordagem enxuta terão destaque, em tópico posterior.

A abordagem dos modelos de maturidade, segundo (ROZENFELD *et al.*, 2006), dá ênfase à implantação dos processos e às

³ Projetos considerados de baixo investimento, pois atendem a diversos segmentos, com alguns produtos concebidos a partir de uma base única.

suas mudanças. Mesmo sendo modelos estáticos que demonstram o avanço da prática de desenvolvimento de produtos, propiciam escalas ou níveis de maturidade até chegar à melhoria contínua, que é o estágio de desenvolvimento em que as mudanças integram desde o ciclo de transformação, ao gerenciamento de mudanças e ao planejamento de projeto (ROZENFELD *et al.*, 2006, p. 489).

Todas as abordagens citadas seguem uma linha de evolução alimentada pelas necessidades dos projetistas de produtos, com criação e melhoria de processos, incorporação de ideias, tecnologias e conhecimentos. A incorporação de tantos elementos ao processo de desenvolvimento de produtos vai tornando-o cada vez mais complexo. A confluência de todos esses trabalhos leva ao pensamento de criarem-se modelos de referência, no sentido de padronizar a gestão de desenvolvimento de produtos.

2.3 MODELOS DE REFERÊNCIA PARA O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Como fora citado, no sentido de organizar abordagens, tecnologias e ideias sobre desenvolvimento de produtos, e na tentativa de padronizar seus processos sistematizando-os e simplificando sua complexidade, surgem os modelos de referência para o desenvolvimento de produtos.

2.3.1 Modelos de Desenvolvimento de Produtos Inovadores

A expansão dos mercados produtor e consumidor e a democratização mundial da informação e das tecnologias, nas últimas décadas, têm feito com que produtos, que anteriormente eram novidades, passem a ser facilmente fabricados por um número maior de concorrentes. Artigos de consumo considerados de luxo ou *top* de linha, de uma hora para outra, passam a ser considerados populares e tratados como *commodities*, pela facilidade e quantidade que são oferecidos ao mercado. Na pretensão de atrair novos e diferenciados clientes, através de produtos diferenciados, de qualidade e entregues com velocidade ao mercado, estudos são direcionados à inovação que adquire, neste contexto, especial papel no PDP. Ou seja, inovar ultrapassa pré-requisitos tradicionais. Além da velocidade, inovar pressupõe uma reparação constante da imagem e da identidade do produto que por sua vez migra e caracteriza o próprio projeto ou empresa associado a ela (inovação).

MODELO DE REVISÃO DE FASES

Como mencionado anteriormente, o modelo de *Stage-Gate*® ou *revisão de fases* (COOPER, EDGETT & KLEINSCHMIDT, 1998, 2002a, 2002b; COOPER, 2007; COOPER & EDGETT, 2008) é um processo de desenvolvimento organizado em fases (*stages*) precedidas de “portões” de avaliação de acesso (*gates*). A figura 1, abaixo, representa o modelo.

Figura 1- Modelo *Stage-Gate*® para desenvolvimento de novos produtos.



Fonte: Cooper, Edgett & Kleinschmidt (1998).

O modelo contempla cinco *stages* (fases, estágios) e cinco *gates* (canais “de passagem”, portas de decisão) em que são adicionados um estágio inicial e uma revisão final, que envolvem desde a concepção da ideia até o acompanhamento do produto no mercado. A proposta tem como pilares a base tecnológica para inovação, uma forte definição do portfólio de produtos e um acompanhamento de custos durante todo o processo. A versão apresentada na figura 1 já incorpora a revisão pós-lançamento, que abrange desde o acompanhamento do produto no mercado até a sua interrupção.

O processo completo possui a seguinte sequência (PORTAL *Stage-Gate*®, 2010):

I – Descoberta – estágio preliminar – Uma ideia é desenvolvida.

II – Tela de ideia – revisão 1 – Pergunta: A ideia tem mérito funcional?

III – Investigação preliminar – estágio 1 – Avaliações preliminares de mercado, técnica, financeira e de negócio; plano de ação para o estágio 2.

IV – Segunda tela – revisão 2 – Pergunta: Cabe uma investigação detalhada à ideia?

V – Investigação detalhada – estágio 2 – Necessidades dos usuários; análise competitiva; valor proposto; viabilidade técnica; operacionalidade; definições do produto; análise financeira.

VI – Decisão: desenvolver – revisão 3 - Pergunta: O negócio é viável?

VII – Desenvolvimento – estágio 3 – Desenvolvimento técnico; prototipagem rápida; *feedback* inicial dos clientes; protótipo e testes do produto; processo operacional; planos de lançamento e operação.

VIII – Decisão: testar – revisão 4 – Pergunta: O projeto pode ser apresentado para testes externos?

IX – Teste e validação – estágio 4 – testes internos (laboratório) e externos (cliente e mercado); aquisição de equipamentos para a produção; testes de produção e operação; planos de lançamento, operação, pós-uso e ciclo de vida do produto.

X – Decisão: lançar – revisão 5 – Pergunta: Produto preparada para ser lançado comercialmente?

XI – Lançamento – estágio 5 – lançamento do produto no mercado; operação e produção na capacidade máxima; vendas; monitoramento dos resultados; pós-lançamento e ciclo de vida alternativos.

XII – Revisão pós-lançamento – revisão final – Perguntas: Como está indo o produto (comparado ao projetado)? O que podemos aprender com este produto/projeto?

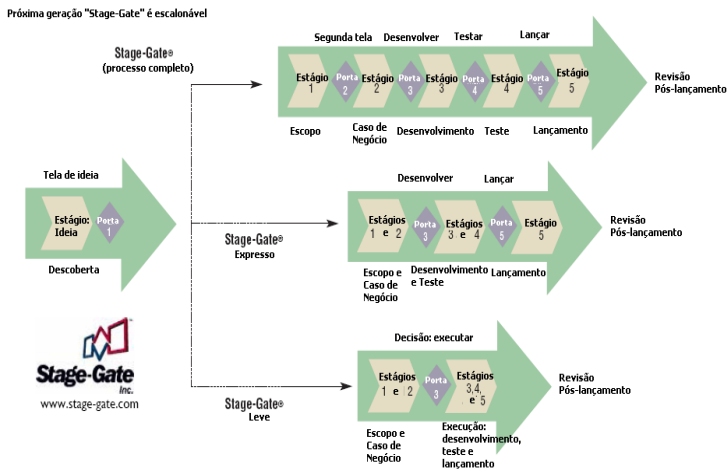
A fase, apresentada aqui como revisão final, é de aprendizagem e repasse de conhecimento que podem ser utilizados por novos projetos, possibilitando, de forma cíclica, melhorias, visando o aprimoramento de produtos e projetos. A figura 2, abaixo, representa possibilidades de adaptação do modelo Stage-Gate®, levando em consideração o grau de inovação do produto.

A partir do *gate* 1, conforme, apresentado o modelo pode assumir a versão *full process*, com a execução de todos os estágios de forma completa, uma versão expressa (*Xpress*) com a fundição de alguns estágios e uma, mais simplificada, ainda, a leve (*Lite*), que executa dois estágios, englobando todos os restantes. Outra simplificação do modelo é para sua aplicação para o desenvolvimento tecnológico, mas que não será apresentada neste trabalho, por não apresentar relevância.

Cabe observar, que a partir da exposição dos modelos, o estilo e a forma de aplicação são objetos importantes para a escolha da melhor alternativa, bem como das diversas possibilidades de aplicação para o desenvolvimento de novos produtos. Apesar de óbvio, o movimento adotado e a compactação de partes estratégicas, agem diretamente no

conjunto das informações recolhidas e no formato de desenvolvimento futuro para o (s) produto (s).

Figura 2 - Alternativas de aplicação do modelo Stage-Gate®.



Fonte: Portal Stage-Gate® (2010).

MODELO BASEADO NO VALOR DA INOVAÇÃO

O conceito de inovação, como a própria natureza do termo reflete, deve evoluir com o tempo e através das experiências passadas. Inovar não significa apenas inventar, ter novas ideias, mas fazer com que elas modifiquem o cenário económico; o mercado (inovação externa), ou se revelem novidade em relação ao que é produzido na empresa (inovação interna).

Schumpeter (1985), professor em Harvard até sua morte em 1950, citado por vários autores como um dos pioneiros do conceito de inovação, desde o início do século passado, considerava a inovação como um processo abrangente, desde o surgimento de uma nova ideia até a mudança na economia através da mesma.

Jonash & Sommerlate (2000), de forma mais ampla, definem dois princípios básicos para que ocorra a inovação, baseando-se na tecnologia, na motivação e participação dos envolvidos no desenvolvimento de novos produtos na empresa.

No primeiro, definem que a inovação deve ocorrer na companhia inteira, buscando agregar valor. Para tal, devem adotar processos que possibilitem uma comunicação total entre todos os envolvidos,

agilizando o reconhecimento e a implantação das ideias surgidas, com o objetivo de vencer a concorrência, obtendo vantagem competitiva. A inovação não pode ser tratada isoladamente, mas incorporada à empresa como um todo, para aproveitamento em todos os processos e projetos que possam utilizá-la, no futuro, através da *gestão do conhecimento*⁴. Esses pressupostos auxiliam na definição de identidade, no sentido de delinear uma identificação de cada projeto a determinada situação, bem como sua funcionalidade considerada a cada caso.

O segundo princípio é: “alavancar tecnologia e competência para impulsionar a inovação sustentável e capturar vantagem competitiva”. Isto requer “plataformas de tecnologia e competência”, sistemas especializados através de tecnologia de ponta, recursos humanos bem treinados e competências que acelerem e aperfeiçoem o desempenho da empresa.

Jonash & Sommerlate (2000) destacam o valor que a inovação traz às empresas. Segundo eles, as empresas mais inovadoras têm uma apreciação dos seus ativos bem superior às empresas mais conservadoras. Destacam que os resultados das empresas 20% mais inovadoras retornam o dobro aos seus investidores. Em torno de 70% dos aplicadores preferem as empresas consideradas mais inovadoras.

A figura 3, abaixo, procura demonstrar os diversos caminhos envolvendo estratégias, recursos, organização e aprendizado, que precisam ser percorridos para que a inovação ocorra, com os agentes envolvidos.

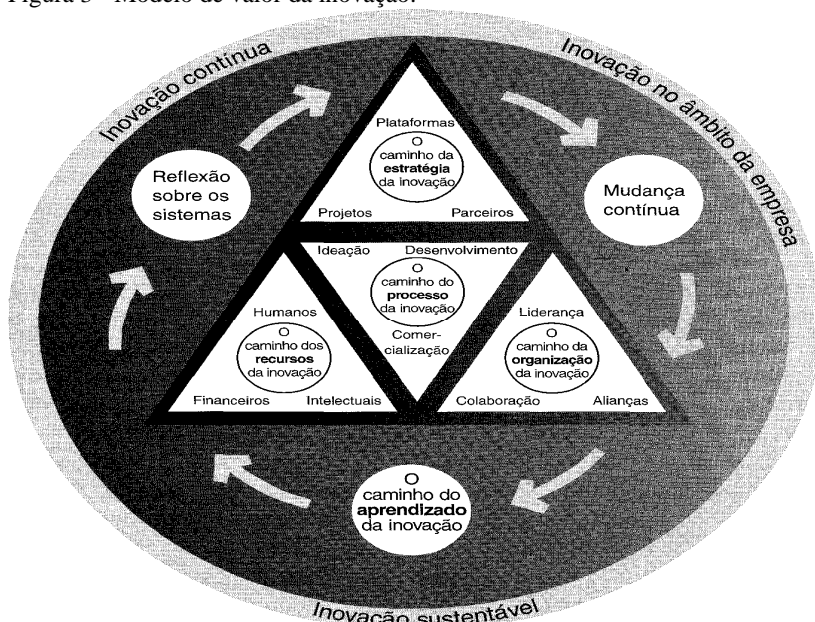
O modelo é baseado em três princípios:

- a) Inovação contínua: O processo de inovação visto como um ciclo contínuo, sem fim;
- b) Inovação sustentável: A utilização de plataformas leva à geração de inovações, através de projetos mais simplificados, ao longo do tempo;
- c) Inovação no âmbito da empresa: Todos os setores da empresa devem participar do processo de inovação.

A estratégia inovadora deve adaptar-se às necessidades e às forças da companhia, incluindo a busca pelas melhores tecnologias e o envolvimento de todos os interessados no processo de desenvolvimento.

⁴ Assunto será tratado em tópico específico, adiante.

Figura 3 - Modelo de valor da inovação.



Fonte: Jonash & Sommerlate (2000).

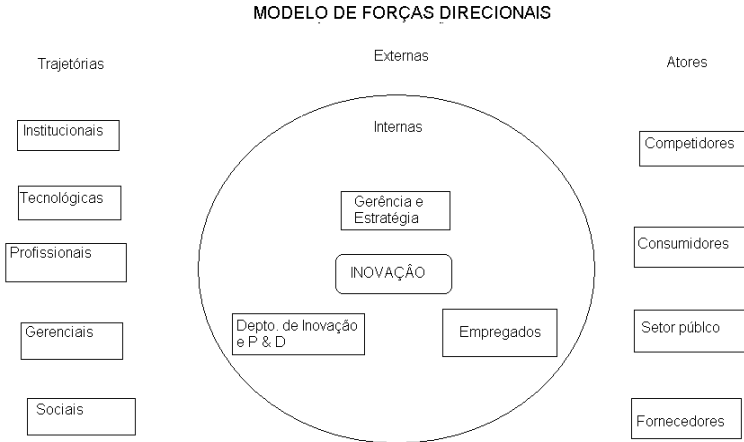
É relevante notar-se que é dado um efeito cíclico ao processo de inovação, além de envolvê-lo com características de totalidade (em toda a empresa), evolução (inovação contínua) e longevidade (sustentabilidade).

Aparenta, também, buscar uma solução baseada na dinâmica do processo, com variações dos elementos, ferramentas e métodos adaptando-se a situações diferenciadas.

Em complemento ao apresentado acima, Sundbo & Gallouj (1998) apresentam a ideia das forças direcionais (*driving forces*), responsáveis pelo reconhecimento da interação que ocorre de forma sistêmica entre o ambiente interno e o externo da empresa. Sua ação assemelha-se a de um ambiente adaptativo, no qual o relacionamento entre forças externas (clientes, fornecedores, competidores, governos) interage com internas (sócios, gerentes, empregados), através de um sistema que abrange processos e tecnologias. O sistema é moldado conforme as necessidades das forças envolvidas e as trajetórias (regras), exercendo, também, sobre elas, influência e modificações. A figura 4

demonstra como as forças direcionais se apresentam, com alguns exemplos.

Figura 4 - Modelo de forças direcionais.



Fonte: adaptado de Sundbo & Gallouj (1998).

O ambiente interno da empresa, representado pelos seus departamentos, age e sofre ação dos atores externos, baseado em regras definidas por uma ou mais trajetórias escolhidas.

No PDP, é possível criar uma analogia de conceitos com o modelo de forças direcionais, em complemento às informações já previstas nos modelos de referência, sendo o processo representado pelas forças internas e os elementos do ambiente, pelas externas.

EQUIPES MULTIDISCIPLINARES

Para o desenvolvimento de novos produtos, com foco na inovação, é necessária a interação entre diversas áreas de conhecimento (DESCHAMPS, 1996; CRAWFORD, 1997; CRAWFORD & BENEDETTO, 2000). A complexidade desta relação entre funções e ideias diferentes, devido a diversos fatores, como diferenças de comunicação, termos e técnicas específicos, conflitos normais e outros, precisa ser gerenciada com o objetivo de confluir soluções a um mesmo problema de produto ou projeto, como representado na figura 5.

- Melhor compreensão e atendimento do cliente;
- Melhoria de planejamento e tomada de decisões;
- Rapidez para alcançar objetivos e resolver problemas complexos;
- Aumento do comprometimento geral.

Ainda apresenta cinco elementos que ele considera fundamentais nas equipes: *estrutura, objetivos, processo, recursos e políticas*.

Um modelo de usuário pode permitir o reconhecimento dessas informações, distinguindo, através de perfis, as que concernem a cada área, bem como distribuir a grupos ou a toda a equipe, de acordo com menor ou maior grau de interação, as que servem a objetivos comuns. Ele tende a demonstrar eficácia de aplicação ao planejar um projeto de produto, inovador ou não, com o mínimo de desperdício de informações, processo e recursos humanos e financeiros, com a melhor comunicação possível.

CONCLUSÃO DO TÓPICO

Os modelos apresentados neste tópico possuem características específicas que satisfazem, diretamente, os objetivos propostos em cada área ou tema indicado. Seus conceitos são apresentados com a finalidade de agregar conhecimento, informações e métodos ao PDP. No próximo tópico, é apresentado um modelo mais abrangente, que se alvitra a unificar diversos conceitos, tecnologias e métodos de aplicação ao desenvolvimento de novos produtos.

2.3.2 Modelo Unificado de Referência (MU)

No intuito de envolver, em um único modelo de processos, conceitos, princípios e objetivos de abordagens anteriores, de desenvolvimento de produtos, através do trabalho e da troca de experiências e conhecimentos de pesquisadores, estudantes e profissionais de empresas, todos envolvidos em PDP, abraçaram a ideia da criação de um modelo unificado. O resultado disto foi o que Rozenfeld *et al.*(2006) findaram por denominar *Modelo Unificado de Referência* (MU) para a gestão do processo de desenvolvimento de produtos.

Pela sua origem, o modelo pode ser aplicado tanto no ambiente acadêmico, por alunos e professores, quanto no empresarial, por gerentes e outros membros de times de desenvolvimento. Afinal, sua

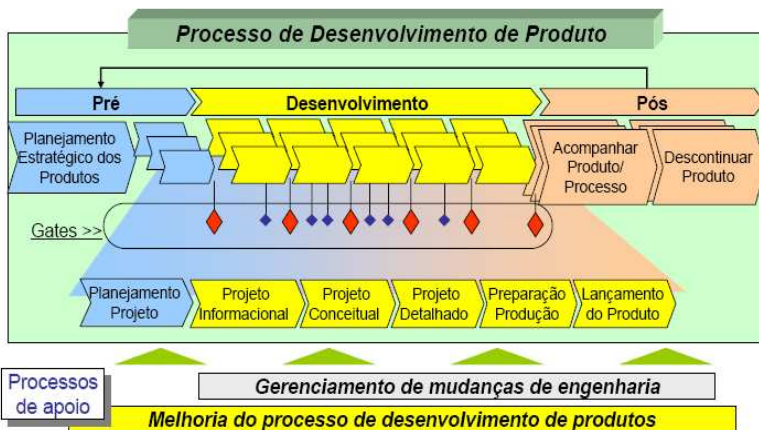
proposta é de englobar as boas práticas de engenharia conhecidas, além dos elementos de várias abordagens de desenvolvimento de produto. Sua estrutura, de apresentação detalhada e sequencial, mas de utilização não obrigatoriamente assim, permite seu uso para fins didáticos, de forma parcial ou na sua totalidade.

ESTRUTURA DO MODELO UNIFICADO

O modelo unificado pode ser considerado um sistema formado por processos hierárquicos e modulares. Sua estrutura é definida por *macrofases*, que se subdividem em *fases* ou *projetos*. Dentro de cada fase, são executadas *atividades*, que englobam *tarefas* compostas de ferramentas, métodos e tecnologias consideradas boas e atuais práticas de engenharia. Processos de apoio são responsáveis pela busca da melhoria contínua do modelo.

A figura 6, abaixo, apresenta a estrutura do MU, sua hierarquia e sua sequência completa, incluindo, ainda, os *gates* de avaliação entre as fases e os processos de apoio.

Figura 6 - Visão geral do Modelo Unificado de Referência.



Fonte: Rozenfeld *et al.* (2006, p. 44).

Destaca-se que, apesar da sequencialidade de apresentação proposta pelo modelo, ele aceita adaptações e simplificações para diferentes situações. Um exemplo é a sobreposição de atividades, bastante comum no processo.

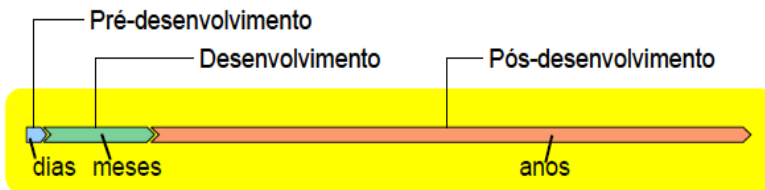
Outra possibilidade é a fusão de fases, quando um projeto possui característica mais simples ou menor grau de inovação. Essa funcionalidade será mais detalhada, adiante.

O conceito de engenharia simultânea contribui à diversificação de opções de sequencialidade e à cronologia de atividades no processo.

MACROFASES

O modelo é dividido em três macrofases, pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento. Cada uma, dadas suas particularidades, tem seu próprio tempo de duração. Este pode variar, para cada macrofase, devido às diferentes características de cada projeto, produto ou, até mesmo, distinções entre variáveis do ambiente, como mercado, regulamentação, fatores naturais e outros, mas em geral, seguem o padrão da figura 7.

Figura 7 - Duração típica das macrofases do modelo.



Fonte: Rozenfeld *et al.* (2006, pg. 47).

Como demonstrado na figura 7, o *pré-desenvolvimento*, normalmente, está ligado ao planejamento estratégico da organização, que é anual, e tem a duração de alguns dias ou poucas semanas, o *desenvolvimento* envolve as informações necessárias à composição e à fabricação do produto e vai até o seu lançamento no mercado; pode levar de poucos meses (melhorias em produtos existentes) até um ou um pouco mais (inovação; produto novo). O *pós-desenvolvimento* é o acompanhamento do produto no mercado até a descontinuidade de sua produção. Como abrange todo o ciclo de vida de um produto, pode levar muitos anos, no caso de produto de sucesso no mercado.

A macrofase de pré-desenvolvimento, ou anterior ao desenvolvimento, possui a característica de definir as estratégias das diversas áreas de conhecimento envolvidas no PDP. Portanto, necessita ser aplicada em todos os projetos de novos produtos, por todas as

empresas, mesmo de produtos sob encomenda, para melhor compreender os objetivos, as metas e os comprometimentos (ULRICH & EPPINGER, 1995; COOPER, EDGETT & KLEINSCHMIDT, 1998; ROZENFELD *et al.*, 2006).

A macrofase tem início quando, a partir da percepção do desejo dos consumidores, e dentro da estratégia de negócios e da capacidade de produção da empresa, há a definição por iniciar um projeto que procure satisfazer as necessidades reconhecidas e estudadas. Ela termina com o plano do projeto, que define como o produto será desenvolvido e acompanhado no mercado. Isto possui grande relevância, pois o grau de incerteza sobre as condições de produção e mercado é elevado, bem como a expectativa em relação ao que um projeto pode realizar. Por outro lado, o comprometimento de recursos também é alto, tornando este início de processo de grande responsabilidade à equipe que o coordena. Portanto, deve haver uma definição o mais precisa possível do portfólio de produtos e projetos, bem como do que se espera de cada um (metas).

Outra opção seria um portfólio mais amplo, dinâmico e com opções variáveis. Através de regras e ferramentas de investigação de mercado e de comportamento dos clientes e fornecedores, evolução tecnológica e distribuição dos recursos e de opções de estratégia e tática (SCHMITZ & FORCELLINI, 2008) o projeto pode adaptar-se a um novo cenário, se necessário. Isso contribui para manter o PDP equilibrado (nivelado) e previsível, pois se for exigida certa mudança no projeto, ou se esta for opção em dado momento, ela pode ser implantada facilmente.

A macrofase de *desenvolvimento* é o cerne do processo. É onde as coisas acontecem; onde a ideia se transforma em produto.

O desenvolvimento é iniciado a partir do portfólio de produtos e do planejamento de projetos. Tem-se, a partir desses documentos, uma definição do que será produzido (produtos) e como (projetos). O final desta macrofase é o lançamento do produto no mercado.

Nas fases iniciais, segundo Rozenfeld *et al.* (2006, p. 61), o desenvolvimento possui, como características, um alto grau de incerteza, devido à pouca precisão das informações que envolvem a fabricação do produto, mas é nesse momento que são escolhidos materiais, tipos de peças, processos e outras soluções de projeto; a quantidade de opções de escolha também é alta no início, o que dificulta ao projetista a decisão por uma ou mais delas; também é determinado em torno de 85% do custo final do produto. Tudo isso implica em um custo de modificação cada vez mais alto, com o avanço das fases do desenvolvimento.

Segundo os autores citados, no lançamento do produto, o custo de uma mudança pode ser de até mil vezes o da fase do projeto informacional, que é o início do desenvolvimento.

Diversas soluções são lançadas na busca de amenizar o custo da mudança. Uma delas é a Engenharia Simultânea Baseada em Conjuntos, um conceito do Pensamento Enxuto, o qual será mais bem abordado adiante.

Este conceito prega que várias soluções de projeto são trabalhadas, simultaneamente, adiando ao máximo a escolha por uma ou mais delas. Desta forma, pode haver algumas modificações ao longo do desenvolvimento, sendo elas de menor impacto financeiro e de recursos, amenizando, assim, maiores prejuízos com mudanças indesejáveis.

No final da macrofase, os equipamentos e as peças já estão comprados, recursos, espaço físico e pessoal alocados. A produção se inicia, e o produto é lançado.

Após o lançamento, inicia-se o *pós-desenvolvimento*. Para que ocorra de maneira satisfatória, é necessário que membros da equipe de desenvolvimento ou, pelo menos, informações documentadas, que possam auxiliar os responsáveis pelo acompanhamento do produto, sejam disponibilizados a eles.

Uma correta gestão do conhecimento adquirido em outros projetos, um acesso fácil a estas informações e uma equipe de gestão capacitada permitem evitar que falhas imprevistas, que possam ocorrer já com o produto no mercado, possam reduzir o valor de mercado do produto, ou mesmo reduzir significativamente seu ciclo de vida.

Outras práticas importantes, em relação ao pós-desenvolvimento são um correto gerenciamento de mudanças de engenharia, na busca por evitar desperdícios de peças e componentes, e um correto registro das lições aprendidas no acompanhamento do produto lançado, para evitar repetições de erros já ocorridos.

Ao final, quando o produto deixa de atender às necessidades dos consumidores, ou perde a lucratividade desejada pelos investidores, decide-se pelo encerramento de produção. Muitos produtos, como bens duráveis, permanecem no mercado por um tempo que ainda pode ser longo. O acompanhamento e a assistência devem permanecer, em atenção aos clientes.

A decisão pela retirada do produto do mercado, quando isto for possível, deve ser alicerçada na existência de um substituto ou consequente, mantendo assegurada a parcela de mercado.

Assim, encerra-se o ciclo de vida do produto. Então, são registradas todas as informações ligadas a ele, para que possam ser utilizadas em outros produtos ou projetos.

FASES

Como mencionado, anteriormente, cada macrofase possui suas fases ou projetos associados. O quadro 3 busca demonstrar, de forma sintética, as fases com algumas características, objetivos e entregas.

A apresentação dos objetivos e das entregas de cada fase tem a importância de auxiliar na formação de regras de execução ou não; execução total ou parcial de cada fase.

REVISÃO DE FASES (*GATES*)

Os *gates* são realizados após o término das atividades de uma fase, definindo a passagem para a próxima fase. As revisões podem ser ativadas, também, se os objetivos da fase e as entregas forem obtidos antes da finalização de todas as atividades, conforme previsto antes do seu início. Os critérios de avaliação são quantitativos.

Rozenfeld *et al.* (2006, p. 71) apresentam as atividades de revisão de fases, dentro de uma visão sistematizada:

- a) Definição dos critérios a serem utilizados – Lista de critérios (*checklist*) determinados no modelo de referência da empresa. Alguns são obrigatórios, outros são trazidos do *gate* anterior. A eles são adicionados os definidos pela equipe de avaliação da fase;
- b) Avaliação constante do cumprimento dos critérios – Time de desenvolvimento tem a responsabilidade de acompanhar a avaliação;
- c) A realização do *gate*, em duas atividades, por meio de reuniões:
 - autoavaliação, pelo time de desenvolvimento;
 - aprovação, comparando com outros projetos do portfólio e analisando a viabilidade econômica.

Quadro 3 - Fases do PDP.

Macrofase	Fase	Objetivos (a) e Entregas (b)
Pré-desenvolvimento	Planejamento Estratégico de Produtos	a) Obter lista de produtos e projetos da empresa (portfólio) b) Portfólio de produtos, Portfólio de projetos e Minuta de projeto
	Planejamento do Projeto	a) Adaptar as fases e atividades do modelo e recursos disponíveis a um projeto de produto b) Plano do projeto
Desenvolvimento	Projeto Informacional	a) Desenvolver completo conjunto de informações do produto b) Especificações-meta do produto
	Projeto Conceitual	a) Buscar, criar, representar e selecionar soluções para o problema do projeto b) Concepção do produto
	Projeto Detalhado	a) Desenvolver e finalizar as especificações do produto para encaminhar à manufatura b) Especificações finais
	Preparação da Produção do Produto	a) Colocar produto em produção, produzir lote piloto, definir processos de produção e manutenção, planejar descontinuidade b) Lote piloto aprovado, Processo homologado, Produto certificado
	Lançamento do Produto	a) Colocar produto no mercado, ativar processos de venda e distribuição, campanhas de marketing, atendimento ao cliente e assistência técnica b) Produto lançado
Pós-desenvolvimento	Acompanhar Produto e Processo	a) Tratar informações e problemas relacionados ao produto, de fontes internas e externas à empresa b) Análise de desempenho do Produto
	Descontinuar o Produto	a) Cumprir plano de descontinuidade ou perceber fatores que levam a ela b) Produto fora do mercado

Fonte: adaptado de Portal de Conhecimentos (2009).

A partir de um modelo adaptativo, pressupõe-se que avaliações de viabilidade do sistema sejam feitas em diversos outros momentos, buscando evitar alterações mais desgastantes ao final de cada fase. Isso não significa que os *gates* e as avaliações ao final de cada fase sejam abandonados, mas podem ter sua estrutura simplificada.

ATIVIDADES

Cada fase do MU, como em outros modelos, é formada por atividades que devem ser executadas para que todas as entregas sejam realizadas.

Normalmente, isto é executado de forma sequencial, com o início de uma atividade ocorrendo após o término de outra, mas podem ocorrer situações que tornem isto diferente.

Um exemplo é uma atividade que é executada e cumpre suas entregas e seus objetivos antes do seu término. A partir daí, é possível o início de outra atividade que dependa dela, desde que satisfeitos todos os critérios para que isso ocorra.

No tópico que se refere ao planejamento de projeto, no qual há interesse específico pelo relacionamento entre as atividades, um detalhamento maior sobre a sequência das atividades é apresentado.

Existem, ainda, no MU, atividades que não aceitam modificações. São as atividades genéricas, que são comuns a todas as fases do processo. São elas: *Atualizar Plano da Fase*, *Monitorar Viabilidade Econômica*, *Avaliar Fase* e *Aprovar Fase*. Como estas fases não aceitam adaptação, não serão pormenorizadas neste estudo.

PROCESSOS DE APOIO

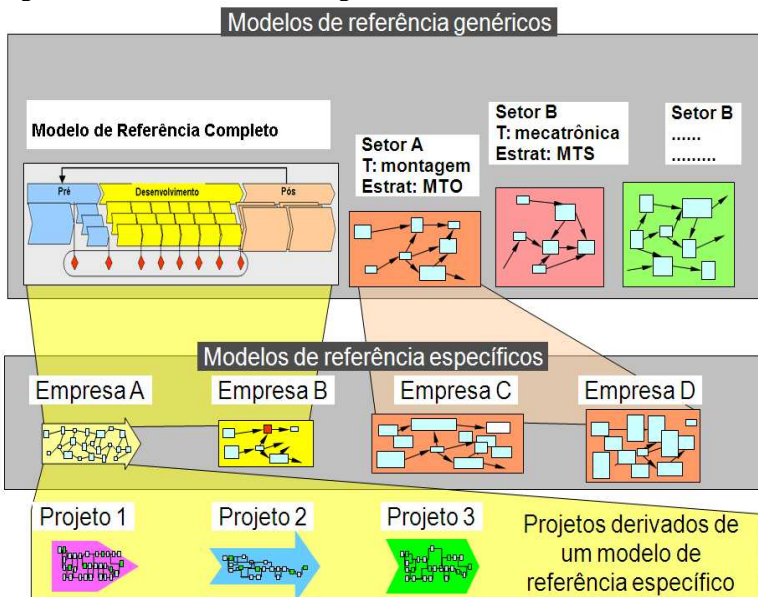
Atualmente, no MU, quando surge alguma oportunidade de melhoria, um processo de apoio é acionado. Se estiver relacionada ao produto, é iniciado um processo de gerenciamento de mudanças de engenharia; se houver relação com o PDP, aciona-se o processo de melhoria incremental do PDP. As figuras 8 e 9 representam, respectivamente, uma visão geral de como as melhorias são tratadas no PDP e os projetos derivados a partir das mudanças geradas pela melhoria incremental.

Figura 8 - Processos de apoio no PDP/MUR.



Fonte: adaptada de Rozenfeld *et al.* (2006).

Figura 9 - Modelos de referência genéricos.



Fonte: adaptada de Rozenfeld *et al.* (2006).

As condições do processo podem ser modificadas a partir da percepção da necessidade de que isso ocorra. Os processos de apoio, que servem hoje ao MU, têm a característica de incorporar novos elementos, mas um sistema adaptativo propõe mudanças em um projeto em andamento. Para que isso ocorra, é necessário que percepção, motivação e ação de mudança estejam presentes em todos os momentos dentro do processo.

Ao invés de termos um projeto derivado para uma situação específica observada, podemos lançar mão de um conjunto de opções disponíveis e adequadas a cada situação.

CONCLUSÃO DO TÓPICO

A apresentação da estrutura e funcionamento do MU serve para identificar as possibilidades de mudanças no modelo que podem utilizar-se da adaptatividade e serem melhoradas por ela. Esta necessidade (de mudanças) torna-se, ainda, de maior importância, quando se pretende aplicar ao PDP, os princípios de diferentes abordagens, como no pensamento enxuto.

2.4 ABORDAGEM ENXUTA

A mentalidade enxuta (*lean approach*, em inglês), segundo Womack & Jones (2004), é uma abordagem sistemática que busca a minimização de desperdícios e atividades que não agregam valor ao produto, pelo processo de desenvolvimento.

As necessidades dos consumidores devem puxar a produção, ou seja, os processos produtivos são executados em função da satisfação dos clientes; devem buscar a melhoria contínua, além da redução do tempo entre a solicitação do cliente e a entrega do produto. Há a procura por otimizar o valor, partindo do cliente, passando pelos processos internos e chegando aos fornecedores, que tornam-se parceiros do desenvolvimento do produto. No pensamento enxuto há a contínua busca pela perfeição.

MODELO TOYOTA

Após o término da II Guerra Mundial, dois engenheiros da Toyota Motor Company, Taiichi Ohno e Shigeo Shingo, viajam aos EUA, com o objetivo de estudar os sistemas de produção daquele país, para implantá-los no Japão. Isto, aproveitando a oportunidade dada pelo Plano Marshall, que os norte-americanos haviam desenvolvido para auxiliar os países derrotados na guerra.

Os estudos revelaram que o sistema de produção em massa, baseado nos conceitos desenvolvidos por Taylor e Ford⁵, não poderia ser aplicado no Japão, devido a diversos fatores (AQUINO & MATTAR, 1997):

- a) Mercado limitado – A demanda por modelos diferentes, que impossibilitava escala suficiente para produção em massa;
- b) Organização sindical – Os sindicatos japoneses eram muito fortes e ordenavam garantias de empregos que dificultavam as demissões. O giro de mão-de-obra era muito alto na produção em massa;
- c) Recursos disponíveis – O sistema americano exigia altos investimentos, os quais o Japão não dispunha, na época.

Dentro da filosofia oriental, que objetiva harmonia e disciplina, e buscando como alternativa uma gestão mais focada em produtividade, experiência e participação dos funcionários, é iniciado um novo sistema gerencial de produção, o TPS (*Toyota Production System* – Sistema Toyota de Produção). O sistema, segundo Fujimoto (1999), foi-se aprimorando por décadas, na base da tentativa e erro.

Os estudos da Toyota trouxeram ao chão de fábrica alguns novos conceitos ou implantaram outros pela primeira vez, como *just-in-time* (na hora certa), TQM (*total quality management* – qualidade total), *kaizen* (melhoria contínua), *kanban* (reposição imediata) e *takt time* (ritmo, compasso de produção).

Percebe-se que o interesse na manutenção do processo é marcante na proposição da Toyota. Na medida em que alguns termos são criados e instituídos como fundamentais, o sentido necessário à sustentação das partes em relação ao todo, e ao próprio sentido de produção como elo principal, assumem uma condição permanente na manutenção e reavaliação do processo. O sentido estabelecido a partir da utilização dos termos de melhoria contínua, de reposição, de ritmo, como de compasso de produção são características marcantes de uma visão que abstraiu as necessidades comuns inerentes ao processo.

⁵ Frederick Taylor (1856-1915), engenheiro norte-americano; Henry Ford (1863-1947), empresário norte-americano (indústria automobilística). Fonte: Wikipedia

PENSAMENTO ENXUTO

Com o avanço das companhias japonesas, nas décadas de 1980 e 1990, o interesse pelos seus processos de produção aumenta. Estudos, como o de Womack, Jones & Roos (1990), procuram demonstrar a aplicação, no mundo ocidental, das práticas gerenciais conhecidas como produção enxuta (*lean production*).

O pensamento enxuto (*lean thinking*), segundo Womack & Jones (2004), tem como principal consequência dos estudos japoneses, a busca pela diminuição do desperdício, até sua eliminação. Para tanto, utiliza os seguintes cinco princípios:

- a) Especificar e aumentar o **valor** dos produtos, sempre com foco no cliente – Preferências, necessidade, conforto e satisfação do consumidor são os valores que o produto deve buscar alcançar, da melhor e mais rápida (sem desperdícios) maneira possível;
- b) Identificar a **cadeia de valor** de cada produto, minimizando desperdícios – Ações utilizadas para a condução do produto em todos os seus fluxos;
- c) Fazer o valor **fluir** pela cadeia – Na manufatura, os materiais definem o valor. No desenvolvimento, as **informações** o definem. Na realização, é definido pelos resultados (lucros) e pela satisfação do cliente;
- d) O cliente deve **puxar** a produção – Os processos de produção devem priorizar a entrega desejada pelo cliente, diminuindo a priorização pela capacidade produtiva;
- e) O gerenciamento deve ser voltado à busca da **perfeição** – O processo de desenvolvimento, as estratégias, as ferramentas e o conhecimento devem evoluir e ser avaliados continuamente, para atingir sempre novas metas e resultados melhores.

As principais conquistas esperadas pela abordagem enxuta concentram-se na satisfação do consumidor. A partir dessa premissa, são conquistados outros resultados, como vantagem competitiva e sustentável, maior lucratividade e rentabilidade, inovação constante e melhor saúde e sobrevivência da organização.

A produção, de acordo com o pensamento enxuto, não deve basear-se em um sistema estático. Para atingir seus princípios, um sistema de características dinâmicas e adaptativas pode ser utilizado:

- a) Como o valor tem foco nos clientes e para que ele puxe a produção, é imprescindível que suas necessidades, tangíveis ou não, e variáveis com o tempo, sejam corretamente reconhecidas e mensuradas, através de uma modelagem completa;
- b) Para identificar a cadeia de valor e fazê-lo fluir no processo de desenvolvimento, informações diferenciadas e direcionadas a cada situação deverão ser produzidas e apresentadas;
- c) Em busca da perfeição, um sistema que se **adapte** automaticamente a novas situações, ajudando na evolução da relação entre seus usuários, clientes ou consumidores, pode ser útil.

DESENVOLVIMENTO ENXUTO DE PRODUTOS

Womack & Jones (2004) destacam a aplicabilidade do pensamento enxuto em diversas áreas, como *produção automotiva, manufatura, serviços, operações de escritório e desenvolvimento de produtos* (grifo nosso).

“Ser enxuto significa **eliminar o desperdício** com o objetivo de **criar valor**” (MURMAN, CUTCHER-GERSHENFELD & ALLEN, 2002).

A busca pela criação de valor no PDP leva à adaptação dos princípios enxutos às necessidades do desenvolvimento de produtos.

Princípios do PDP Lean (MORGAN & LIKER, 2006)

1- Processos:

1.1 – Estabelecer o valor para o Cliente, para separar as atividades que agregam valor, das que não agregam valor;

1.2 – Priorizar o PDP, no início, enquanto há maior espaço para explorar alternativas de solução;

1.3 – Criar um PDP nivelado;

1.4 – Padronizar para evitar variações indesejadas, criar flexibilidade e entregas previsíveis;

2 – Pessoas:

2.1 – Desenvolver um sistema baseado na figura do “Engenheiro Chefe” para conduzir e promover a integração do desenvolvimento, do início ao fim;

- 2.2 – Organizar para obter o balanceamento de competências e a integração entre áreas funcionais;
- 2.3 – Desenvolver competências técnicas em todo o corpo de engenharia;
- 2.4 – Integração total dos fornecedores no PDP;
- 2.5 – Construir um processo contínuo de aprendizagem e de melhoria contínua;
- 2.6 – Criar a cultura para o apoio incansável da excelência e melhoria;
- 3 – Tecnologia:
 - 3.1 – Adaptar a tecnologia às pessoas e aos processos;
 - 3.2 – Alinhar toda a organização através de comunicação visual e simples;
 - 3.3 – Usar ferramentas poderosas para padronização e aprendizagem funcional.

VALOR

Como citado, anteriormente, o primeiro princípio do pensamento enxuto é o de buscar e aumentar o valor do produto, com foco no cliente (WOMACK & JONES, 2004). O valor é citado, ainda, como uma função não só do produto, mas considerando toda a experiência obtida e o seu relacionamento com o produto, envolvendo aquisição, utilização e descarte. Browning (2000) é ainda mais específico: “*Lean* não é minimizar custos, tempo de ciclo ou desperdício. *Lean* é maximizar valor”.

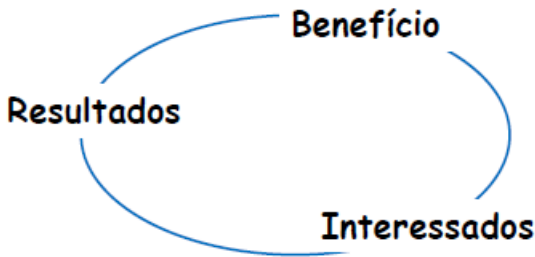
Para que isso se concretize é necessário identificar atores e ações deste cenário (desenvolvimento de produtos). Além de reconhecer quem é o cliente, quais suas necessidades e preferências, como ele se comporta em relação a elas e, finalmente, que produto as satisfaz e como isto irá acontecer.

Do ponto de vista do processo, segundo Morgan & Liker (2006), o foco está nas atividades que agregam ou não valor, este estabelecido pelo cliente. O valor apresenta-se em dois contextos: a saída dos processos, para a empresa e o que é gerado durante cada atividade.

A necessidade, portanto, no processo, é não só identificar corretamente cliente e valor, mas também mensurá-lo, na busca de atingir o seu máximo (perfeição), dentro dos recursos que podem ser obtidos no momento. Além disso, é preciso reconhecer mudanças significativas, internas ou externas; tecnológicas, de conhecimento ou de mercado, que forcem modificações nas atividades do processo,

aplicando-as no momento que for necessário, mantendo o PDP nivelado, para que causem o resultado esperado ao cliente, e sem surpresas indesejadas aos envolvidos no processo, como representado na figura 10.

Figura 10 - Elementos do PDP Lean.



Fonte: Forcellini (2008).

Segundo Forcellini (2008), a relação entre os elementos exibidos na figura 10 e elencados abaixo resulta em “valor” no PDP enxuto:

- Interessados (*stakeholders*): Envolvidos no processo e afetados pelo produto. Clientes internos e externos; pessoas e organizações. Devem ser completamente identificados, bem como suas expectativas;
- Resultados (*derivables*): Entregas ou saídas dos processos e atividades, através das quais se vai formando o produto final;
- Benefício: Pode ser tangível ou intangível. Trata-se da utilização dos resultados pelos interessados.

Um modelo para o reconhecimento destes elementos, suas instâncias e expectativas pode ser satisfeito em um sistema adaptativo através do modelo de usuário. Sistemas adaptativos, por sinal, têm como uma de suas características a busca do equilíbrio no atendimento das necessidades de seus usuários. Isso será visto no tópico que versa sobre sistemas adaptativos, mais adiante.

Murman, Cutcher-gershenfeld & Allen (2002) destacam a importância e a complexidade da percepção do valor para o cliente no processo:

- “O valor para cada interessado está relacionado em como eles percebem o retorno financeiro, utilidade, benefício, ou recompensa em troca de sua respectiva contribuição para a empresa desenvolvedora”.

Um modelo de desenvolvimento de produtos deve, então, reconhecer e formatar informações que satisfaçam estes quesitos;

- “O valor não é universal para todos os interessados e que, mesmo no contexto de um interessado específico, a percepção de valor evolui com o tempo, com as circunstâncias e com as prioridades”. Um sistema adaptativo possui a característica de basear-se em um modelo de usuário, com a capacidade de reconhecer a variação de suas necessidades e outras variáveis, podendo ser aplicado no auxílio do reconhecimento do valor ao cliente;

- “A própria definição de valor é mais complexa quanto mais distante se estiver do usuário final”. A busca de um modelo para o PDP, neste sentido, tende a simplificar a relação entre o processo e os interessados, através de uma sistematização aplicável a cada modelo de usuário e sua instância.

Segundo Pessôa (2006), o valor, um conceito “subjetivo, pessoal e temporal”, pode ser valorizado por alguns interessados no produto, desvalorizado por uns ou simplesmente ignorados por outros.

Torna-se importante que um modelo ou sistema reconheça corretamente as necessidades de cada interessado em cada momento, para poder desenvolver o produto correto no momento certo. O PDP, além de reconhecer e aplicar ações com base no “valor”, deve preocupar-se, também, em fazê-lo fluir em todo o processo.

Nesta linha, o PDVSM (*Product Development Value Stream Mapping*, em inglês) ou MFVDP (Mapeamento do Fluxo de Valor do Desenvolvimento de Produtos) (MCMANUS, 2003) dedica-se à melhoria do processo de desenvolvimento de produtos, evitando o desperdício, melhorando o tempo de ciclo e incrementando a qualidade do desenvolvimento.

Isso é possível a partir da observação dos processos são executados no estado atual, para uma projeção de melhoria do processo, em um estado futuro com menor desperdício.

DESPERDÍCIO

No PDP, é toda atividade que não agrega valor, do ponto de vista do cliente, ao processo, produto ou serviço; só adiciona custo e tempo. (ROTHER & SHOOK, 2003; WOMACK & JONES, 2004; HENDERSON, 2004; BAUSCH, 2004; MORGAN & LIKER, 2006; WARD, 2007). No sistema de produção enxuta, toda causa de

desperdício deve ser identificada e eliminada. Para isso, é importante que se conheça a origem e os tipos de desperdício.

Nos estudos sobre o novo sistema de produção (*lean*), Taiichi Ohno, após sua visita aos EUA, define as sete categorias de desperdícios (em inglês: *waste*; em japonês: *muda*) clássicas atacadas pela nova abordagem (HENDERSON, 2004). São elas: *defeitos, excesso de produção, espera, transporte, movimentação, tratamento inadequado e inventário*.

Outra visão, baseada em Morgan & Liker (2006) e Pessôa (2006), elenca nove desperdícios: produção em excesso, espera, transporte, processamento, estoque, movimentação, correção, defeitos e *wishful thinking* (pensamento tendencioso).

Outro estudo, apresentado por Bauch (2004), mais focado ao fluxo de informações no PDP, adiciona às sete categorias originais de Ohno, mais outras três: reinvenção, falta de disciplina e integração de TI. Segue, abaixo, uma síntese dos dez desperdícios :

- *Superprodução* é quando é produzido mais do que vendido ou o produto é posto no mercado antes do tempo;

- Desperdício por *transporte* acontece pelo dispêndio de energia, espaço e equipamentos com a função, que não agrega valor, de um lugar a outro. No pensamento enxuto, não se deve buscar melhorar esta falha, mas eliminá-la. Segundo Henderson (2004), um conceito sueco, a manufatura celular⁶, é uma das soluções propostas para o problema;

- A *espera* gera ineficácia de utilização de custos, como salários e encargos, aluguel, energia e outros custos fixos. É uma interrupção no processo, que não agrega valor, aguardando um material ou conserto, uma informação ou uma ordem. Deve ser dada atenção para melhorar o *takt time* (tempo de ciclo), que é o tempo que um componente ou produto leva para passar à próxima fase;

- Muito frequente e de custo elevado é o *armazenamento*, tanto de materiais, quanto de informações;

- Os *processos desnecessários* fazem mais que o cliente espera ou necessita. São executadas atividades ou tarefas que não agregam valor. Tais execuções devem ser eliminadas;

- Realizar qualquer *movimentação* além do necessário é outro desperdício que não agrega valor, portanto deve-se buscar eliminá-lo. Isso ocorre por deslocamentos ao redor da planta de trabalho. Uma

⁶ Uma célula de produção é um local onde um operário exerce várias funções no mesmo produto, antes que passe à próxima célula.

solução é um *layout* de fábrica e dimensionamento de tarefas voltados para que se tenha tudo à mão, no momento certo;

- Os *defeitos* resultam em trabalhos de correção e substituição desnecessárias de peças ou componentes, que não satisfazem as especificações;

- A *reinvenção* consiste em se decidir criar processos, produtos ou técnicas já existentes ou que podem ser utilizados com pequenas adaptações;

- A *falta de disciplina* pode causar sérios prejuízos ao processo. É causada por desmotivação, treinamento e regras fracas, incompetência para a tarefa e falta de colaboração. Informação correta, com explicações adicionais, no início da tarefa é uma das soluções;

- A integração de TI, pelo seu avanço acelerado, tem sido o problema mais atual encontrado nos processos.

A apresentação e o estudo dos conhecimentos a respeito de desperdícios no desenvolvimento de produtos permitem que sejam definidas regras que tratem da sequencialidade do processo em um projeto específico. A busca pela melhor comunicação entre as áreas de conhecimento envolvidas, através de um fluxo de informações entendíveis por todos, traz a possibilidade de que haja compatibilidade entre atividades inerentes a diferentes áreas.

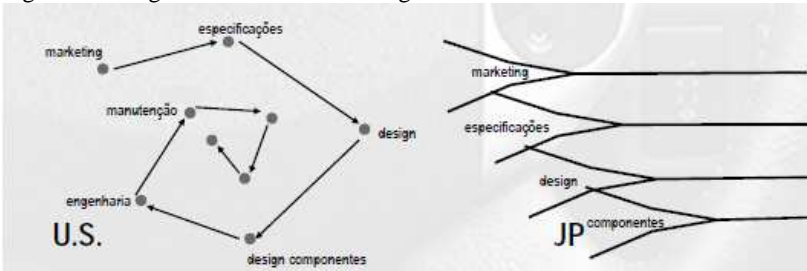
A falta de compatibilidade entre as diversas áreas (técnica, hardware e *software*) e a disponibilização de recursos e capacidade aliam-se à expectativa pelos resultados de P & D e promessa de lançamentos e novidades. Uma das alternativas de solução é um sistema que consiga utilizar a SBCE, que é detalhada no próximo tópico, conseguindo adaptar o processo, mantendo-o nivelado, o que pode ser apreciado para ser aplicado no PDP enxuto.

SBCE

A *set-based concurrent engineering* (SBCE), ou engenharia simultânea baseada em conjuntos é uma solução adotada pela abordagem enxuta, no PDP, que prega a criação de um conjunto de soluções possíveis para cada problema apresentado no projeto. Com a passagem pelas diversas etapas do processo, as melhores e mais viáveis alternativas vão seguindo adiante, sendo as demais, descartadas, aos poucos. A grande cartada é empurrar, dentro da viabilidade de custos e da disponibilidade de tempo e recursos, o mais para o final possível essa decisão.

Tem sua origem na engenharia simultânea tradicional, onde processos e atividades são executados ao mesmo tempo, desde que haja recursos para tal, e os *derivables* (entregas) de uma etapa não sejam necessárias para o início de outra, que se deseja executar simultaneamente, como é demonstrado na figura 11.

Figura 11 - Engenharia tradicional e engenharia simultânea.



Fonte: Fettermann (2008).

A aplicação da engenharia simultânea (Japão), à direita, é comparada ao desenvolvimento tradicional (EUA), à esquerda. Nota-se que no tradicional, uma atividade somente é iniciada após o término de outra. No exemplo da direita, mesmo iniciando em tempos diferentes, as atividades são executadas em paralelo, fazendo com que o processo esteja completo em um tempo menor, evitando desperdício.

Mesmo utilizando a mesma ideia de simultaneidade, a SBCE ainda busca a inovação, absorvendo o conhecimento gerado da repetição de ciclos de desenvolvimento, pela observação de erros e acertos.

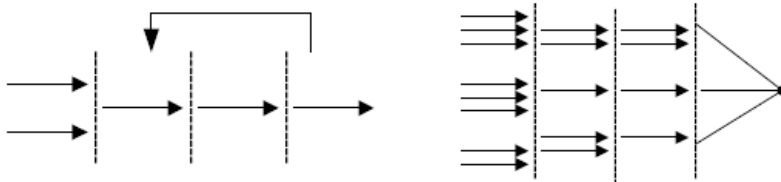
Segundo Kennedy (2003), a SBCE possibilita uma diminuição nos riscos, pelo seu caráter de “redundância, robustez e captura de conhecimento”.

No estudo de Pessoa (2006) são apresentadas algumas distinções entre o desenvolvimento tradicional e a SBCE, conforme ilustrado na figura 12, abaixo. O lado esquerdo, por analogia, pode representar um modelo genérico, mais conceitual. Já o lado direito segue a característica de um processo de projeto específico, mais pragmático.

No lado esquerdo da figura 12 é demonstrado um processo sequencial de desenvolvimento, que desenvolve um conceito de produto baseado em um cronograma rígido. Ciclos iterativos são executados até que o *design* do produto seja concluído e vá à produção. Há uma recorrência aos passos iniciais do processo, mas é necessário que várias boas ideias sejam abandonadas (desperdiçadas) no início e não mais

utilizadas no processo, na busca de dar estabilidade e eficiência ao cronograma.

Figura 12 - Desenvolvimento sequencial e SBCE.



Fonte: adaptada de Pessôa (2006).

A SBCE, evidenciada na figura 12 à direita, segundo Pessôa (2006), possui as seguintes características:

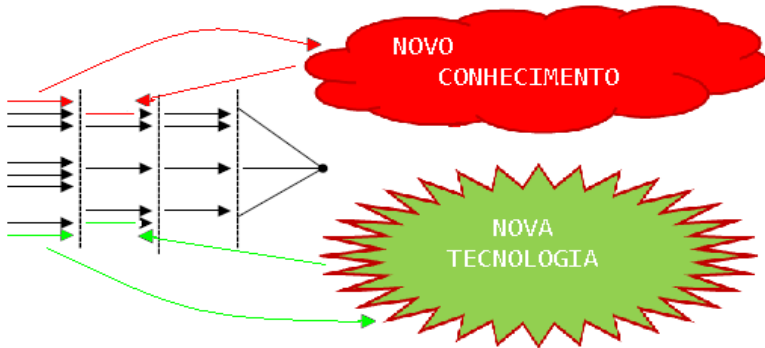
- No início do processo, um conjunto de soluções é apresentado, através de subsistemas que seguem em paralelo, não um único sistema, como no desenvolvimento sequencial;
- Os conjuntos levam em conta aspectos funcionais, de manufatura e riscos, mantendo o *design* flexível;
- Um *design* final é obtido através das alternativas de combinação entre os conjuntos, de forma sistêmica;
- As revisões de *design* são realizadas durante o processo de desenvolvimento;
- Conhecimento e confiança aumentam, e, aos poucos, as alternativas vão sendo descartas.

Um sistema de características dinâmicas ou adaptativas tem a capacidade de gerenciar um conjunto de opções, a partir das necessidades atualizadas e individuais de um perfil de usuário ou cliente, reconhecer características comuns aos conjuntos e combiná-las. Pelo seu poder de atualização, aceita modificações durante o processo, como inserido na figura 13.

Um sistema adaptativo pode acrescentar ao SBCE a característica de reincorporar soluções descartadas, anteriormente, a partir do momento que o cenário tecnológico ou processual apresente alguma modificação expressiva que, para ser introduzida, utilize parte ou todo de tais soluções, bem como inserir novos elementos percebidos durante a execução do processo.

Dentre os diversos conceitos utilizados pelo pensamento enxuto, há um que se dedica às alterações durante o processo, na busca pela melhoria contínua: o Kaizen.

Figura 13 - SBCE adaptativo.



Fonte: adaptada pelo autor.

KAIZEN

Segundo Rother & Shook (2003), a palavra *Kaizen* vem do japonês, significa “mudança para melhor” e é um conceito aplicado desde a vida pessoal até o trabalho. Uma das premissas do *Kaizen* é de que “a viagem é melhor que o destino”. Ou seja, para que um objetivo seja atingido, deve-se buscar a melhor solução possível, aprimorando-a sempre que possível, e aprender as lições tiradas do processo de aprimoramento.

O ciclo PDCA, também chamado de ciclo de Shewhart ou de Deming⁷, é baseado em quatro passos: planejamento (*plan*), execução (*do*), verificação (*check*) e ação (*act*). O PDCA é utilizado dentro do *Kaizen*, no desenvolvimento enxuto de produtos, visando à melhoria contínua do processo. Sua funcionalidade, análoga ao fluxo de informações no modelo adaptativo clássico, inspirou a inserção de um

⁷ Walter Andrew Shewhart (New Canton, 18 de março de 1891-11 de março de 1967).

William Edwards Deming (Sioux City, 14 de outubro de 1900-Washington, 20 de dezembro de 1993).

Fonte: Wikipedia (www.wikipedia.org).

ciclo adaptativo no PDP, o que será detalhadamente representado na modelagem do sistema adaptativo em capítulo adiante.

Para que a aplicação desses conceitos leve à eficácia do processo há de se considerar sua utilização a partir do instante em que se planeja um projeto (PESSÔA, 2006), dentro do PDP.

2.5 PLANEJAMENTO DE PROJETOS E DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

A fase de *Planejamento do Projeto*, no processo de desenvolvimento de produtos, tem como objetivo a realização do “planejamento macro de um dos projetos de novo produto planejados no portfólio” (ROZENFELD *et al.*, 2006, p. 150). Como resultado desta fase, é apresentado o Plano de Projeto, documento que guiará a execução da macrofase de desenvolvimento do produto.

A sua principal característica é a da transformação de um processo de negócio, o modelo de referência, em uma sequência ou combinação de suas fases e atividades, na execução de um projeto específico. Convém elucidar, então, a diferença entre um *processo* (de negócio) e um *projeto*.

A ISO 9000⁸, que prioriza a abordagem por *processos*, conceitua-os como “qualquer atividade, ou conjunto de atividades, que usa recursos para transformar entradas em saídas”. As empresas identificam e gerenciam processos interativos que se inter-relacionam na busca de um funcionamento eficaz. Harrington (1991) acrescenta, ainda, que os processos devem utilizá-los “para oferecer resultados objetivos aos seus clientes”.

Outro conceito complementar é “um grupo de atividades realizadas numa seqüência lógica com o objetivo de produzir um bem ou serviço que tem valor para um grupo específico de clientes” (HAMMER & CHAMPY, 1994).

Por outro lado, *projeto*, segundo Rozenfeld *et al.* (2008), é definido como:

Um empreendimento com começo, meio e fim bem definidos, seguindo a orientação do plano estratégico da empresa, e com o objetivo claro de criar um produto ou serviço bem delimitado.
[...]

⁸ Disponível em Internet por: <http://www.iso.org>.

É coordenado por um gerente de projeto, a pessoa que estará na coordenação do time na macrofase de desenvolvimento.

[...]

Um projeto, no contexto de processo de DP, significa seguir e interpretar esse processo de forma única e temporária, visando criar um único produto.

Para uma melhor compreensão das diferenças entre processos (PDP) e projetos, é apresentado o quadro 4, abaixo:

Quadro 4 - Diferenças entre processos e projetos

Processos	Projetos
<ul style="list-style-type: none"> - São contínuos e repetitivos, para cada especificidade, podendo servir como referência a um setor, a uma organização ou a um projeto - Seus objetivos são atualizados continuamente, através de processos de melhoria - Metas típicas: descarte de peças, retorno financeiro, grau de investimento - Coordenados pelo gerente de produção, envolvendo ampla equipe multidisciplinar 	<ul style="list-style-type: none"> - Têm tempo determinado de duração, por estarem relacionados à fabricação de um produto específico - Seus objetivos são únicos e relacionados ao produto - Metas típicas: data de lançamento do produto, custos, negociação de recursos e pessoal envolvido - Coordenação é do gerente de projeto, auxiliado pelo gabinete de projetos

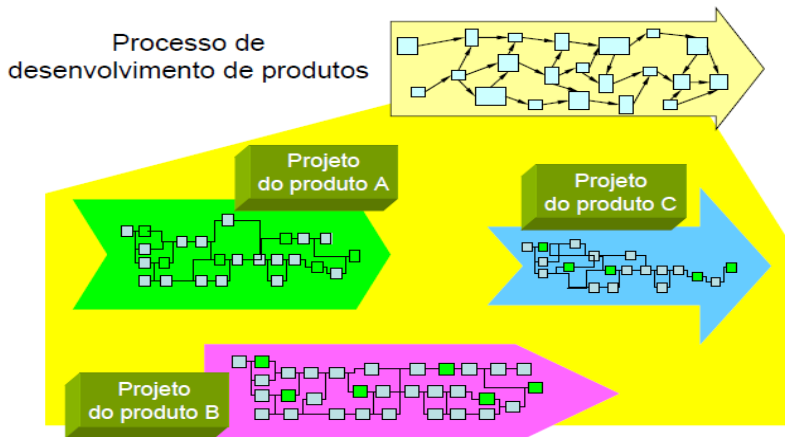
Fonte: adaptado de Rozenfeld et al. (2006, p. 41).

Os conceitos de projetos e processos são caracterizados e utilizados dentro do MU. Nesse modelo, há diferentes relações entre processos e projetos, mas a que será prioritariamente abordada por este trabalho é a da derivação de um projeto de produto, a partir de um processo, que é um modelo de referência específico.

A figura 14, em sequência, demonstra a utilização de um modelo de referência de PDP sendo utilizado para a modelagem de diversos projetos de produtos. As fases e atividades são as mesmas do modelo de referência específico adotado por uma empresa, mas seu conteúdo e sua

seqüência são adaptados para atender as necessidades de cada projeto, individualmente.

Figura 14 - Projetos resultantes de um mesmo processo.



Fonte: Rozenfeld et al. (2006, p. 42).

A última fase da macrofase de pré-desenvolvimento, no MU, é o Planejamento do Projeto. É nela que as próximas fases do PDP, as que fazem parte da macrofase de desenvolvimento são definidas, com recursos, custos e pessoal envolvido.

Para que o processo flua de forma nivelada e equilibrada, é necessário que tanto esses elementos quanto a dimensão das fases e atividades com sua seqüência e seu conteúdo (tarefas, ferramentas e técnicas) estejam corretamente definidos.

Dentro do MU, isto acontece na fase do Planejamento do Projeto, nas suas diversas atividades. Duas delas têm atenção especial neste trabalho: Adaptar o Modelo de Referência e Definir Atividades e Seqüência.

ADAPTAR O MODELO DE REFERÊNCIA

Nesta atividade, segundo Rozenfeld *et al.* (2006, p. 167-172), são apresentadas opções e sugeridos critérios de adaptação do modelo de referência de uma empresa, para ser utilizado no projeto do novo produto que será desenvolvido. O primeiro passo é classificar o projeto.

Isto é feito com base nos critérios de inovação tecnológica e esforço, nos seguintes tipos:

- Projeto radical (*breakthrough*) – Utilizado para desenvolver um produto totalmente novo, para a empresa ou para o mercado. A novidade pode estar, também, no processo de fabricação. Há a necessidade da utilização completa do modelo de referência, integrando o processo com a área de P & D da empresa;

- Projeto plataforma (próxima geração) – Usado para um produto que necessita de mudanças importantes no processo de criação, mesmo não sendo totalmente novo. O modelo deve ser utilizado, neste caso, completamente;

- Projeto derivado (de uma plataforma) ou incremental – É a inclusão de um novo produto aos já existentes em uma plataforma. Como não há muita novidade na criação do produto, fases e atividades iniciais do desenvolvimento podem ser simplificadas;

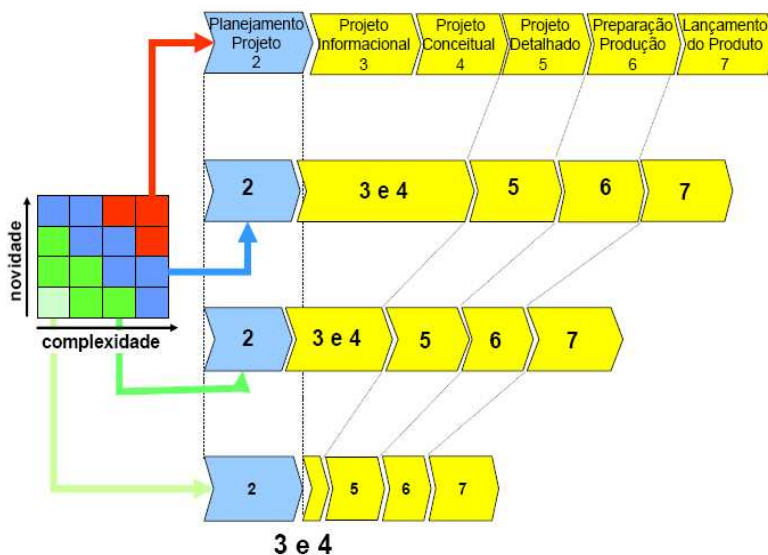
- Projeto *follow source* (segue a fonte) – Produtos derivados ou com pequenas modificações. Esses já desenvolvidos na matriz que, geralmente, é multinacional. Utilizam o modelo de forma bastante simplificada.

Outra opção de adaptação é a classificação de acordo com os critérios de novidade e complexidade. Segundo Rozenfeld *et al.* (2006, p. 169), a novidade é medida de acordo com a quantidade de peças novas no produto. Já a complexidade leva em consideração a quantidade de peças do produto e seu agrupamento, como demonstrado na figura 15.

O estudo do MU prevê versões adaptadas do modelo de referência, de acordo com a variação de novidade de complexidade. Os autores evidenciam que essas quatro versões não são absolutas, havendo diversas outras possibilidades de readaptação.

Outra questão pertinente é que o MU não apresenta, claramente, como essas adaptações são feitas, nem que outros parâmetros podem ser utilizados para tal. Ainda, como podem ser aceitas muitas outras possibilidades de adaptação, como isto pode ser feito e apresentado.

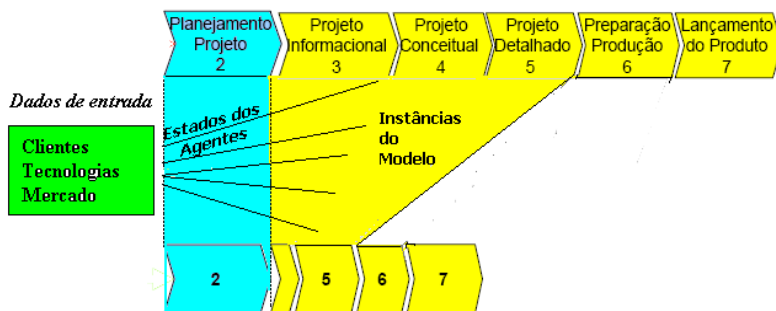
Figura 15 - Versões adaptadas do modelo de referência específico adotado por uma empresa.



Fonte: Rozenfeld *et al.* (2006, p. 170).

Uma proposta de adaptatividade no PDP, como na figura 16, abaixo, busca ampliar as possibilidades de apresentação da utilização do modelo de referência, a partir da dinâmica da evolução e interação dos elementos (agentes) que representam as informações de entrada do PDP.

Figura 16 - Ampliação das possibilidades de adaptação do modelo de referência.



Fonte: Adaptada pelo autor de Rozenfeld *et al.* (2006).

A representação acima busca demonstrar que, através dos estados – demonstrados em cada posição de uma linha de tempo – dos elementos que configuram o ambiente de entrada do processo, propõe-se uma instância do modelo de referência adaptada a um projeto específico.

Utiliza-se o termo *instância*, porque o modelo específico que representa um projeto possui atributos derivados de uma classe superior, que é o modelo de referência. Tal modelo sugere uma quantidade ilimitada de alternativas, mas precisamente mensuradas e consistentemente aplicadas, ou seja, caso uma combinação idêntica de valores se repita, a mesma proposta de adaptação é apresentada.

Outra questão relevante é o foco no valor percebido pelo consumidor, preconizado pelo pensamento enxuto. Para que isto ocorra, além de oferecer ideias a esta atividade, é necessário que se estude alternativas à próxima: “definir atividades e sequência”.

DEFINIR ATIVIDADES E SEQUÊNCIA

Segundo Rozenfeld *et al.* (2006, p. 172-178), neste momento há o “detalhamento das atividades para a execução do projeto”. São definidas as ações a serem executadas no projeto, através da escolha das atividades, sua sequência e seu conteúdo. Para atingirem-se os princípios do pensamento enxuto, por exemplo, é necessário priorizar as atividades que agregam valor ao cliente, minimizar as necessárias ao processo, que não agregam valor e excluir as que, além de não agregar valor, ainda podem ser desconsideradas no funcionamento do processo.

Com a definição do modelo de referência adaptado e da sequência de atividades a serem executadas, forma-se uma rede de etapas e relacionamentos, que pode ser tanto fixa como dinâmica; sequencial ou concorrente; e completa ou parcialmente executada, dependendo de que os objetivos em relação ao produto sejam atingidos, ou qualquer mudança importante faça-se necessária em dado momento e aplicada de imediato.

As tarefas desta atividade, apresentadas no MU, são: *identificar atividades, definir relacionamento entre elas e analisar a rede do projeto*.

Segundo Rozenfeld *et al.* (2006, p. 173), são encontrados três tipos de atividades:

- Atividade – nível mais baixo de detalhe de uma ação para a execução de um projeto. Dentro de uma rede, pode ser considerado o nodo onde as informações são identificadas ou produzidas, armazenadas

e apresentadas, através de diversos atributos, como prazo, início, fim e recursos envolvidos;

- Atividade-resumo – Analogamente a uma rede de informações, é uma atividade-mãe, que engloba outras atividades com parâmetros e características dependentes dela;

- Atividade-marco (*milestone*) – Serve como *flag*, ou sinalizador, tanto de duração, como de início ou finalização de outras atividades.

Ainda, em relação à identificação das atividades, dentro do conceito de gestão de projetos, há diversos *softwares* de apoio, que serão mencionados e estudados, posteriormente, neste documento.

O próximo passo é definir os relacionamentos. Para tanto, Rozenfeld *et al.* (2006, p. 177) apresentam quatro tipos básicos, sempre considerando as atividades relacionadas como *antecessora* e *sucessora*:

- Final-início – Típico de processos sequenciais, mas bastante presente nos demais, define uma atividade que somente pode ser iniciada após a finalização de outra, pois sua execução depende das entregas (resultados) de uma anterior;

- Início-início – Seu início depende do início de outra. Utilizado na SBCE, permite o início simultâneo de diversas atividades, sem que o término de uma interfira no de outra;

- Final-final – Não há restrição quanto ao início das atividades, mas devem terminar ao mesmo tempo. Normalmente, são atividades de documentação;

- Início-final – São atividades que iniciam e terminam juntas, mas este conceito pode ser aplicado por outros relacionamentos.

Há, ainda, a possibilidade de espera ou latência (*lag*, em inglês), que é o tempo entre o final da atividade antecessora e o início da sucessora, quando esta última tem data certa para o seu início.

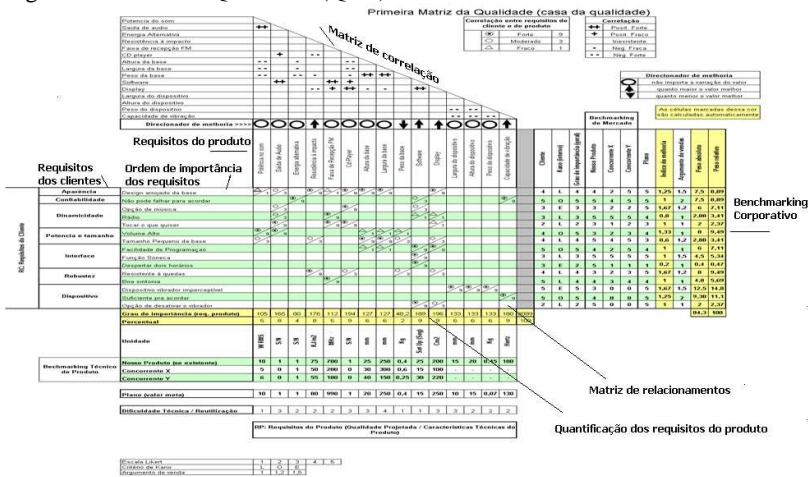
Outra questão a considerar concerne às atividades que executam diversas entregas parciais, que podem dar início a outra, que depende de uma ou algumas dessas entregas. O sistema de gestão dos relacionamentos deve reconhecer isso no momento de identificá-los.

Uma possibilidade mais dinâmica é a de modificar os relacionamentos a partir de um evento externo, como comportamento de consumidores, mudanças de mercados e normas, ou surgimento de novas tecnologias e conhecimentos. Para que tudo ocorra sem influenciar negativamente no processo, o sistema de gestão pode agir de forma adaptativa, prevendo as possibilidades de mudanças e aplicando-

as no momento adequado. Isto formaria uma rede adaptativa de atividades em um projeto, através de uma contínua atualização, sem descartar as informações de outras versões da própria rede.

Na fase de Projeto Informacional do MU, há uma ferramenta direcionada ao assunto do próximo tópico: clientes. Essa ferramenta é o Desdobramento da Função Qualidade (QFD – Quality Function Deployment), que pela sua apresentação, também é conhecida por Casa da Qualidade. A figura 17, abaixo, é um exemplo da sua representação.

Figura 17 - Casa da Qualidade (QFD).



Fonte: Adaptado pelo autor de Portal de Conhecimentos (2009).

O desdobramento da casa de qualidade representa a relação entre os Requisitos do Cliente – o que o cliente espera do produto – e os requisitos do produto – especificações do produto. O QFD é um instrumento de auxílio à equipe de projeto para gerar as especificações-meta do produto (Rozenfeld et al., 2006).

Uma proposta adaptativa da casa de qualidade pode representar as variações de comportamento do cliente ao longo do tempo, e incorporá-las ao projeto, se for necessário.

O comportamento dos elementos de entrada do processo tem influência na definição de quais atividades serão realizadas e qual a sequência realizada. Considerando-se o pensamento enxuto, o que define, primordialmente, essas questões é o valor que será agregado ao cliente por cada atividade

executada. Para tal, é preciso que sejam conhecidos e representados os clientes do processo.

2.6 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Este capítulo fundamentou uma percepção das necessidades de adaptação de um processo de desenvolvimento de produtos e as oportunidades para a inserção de uma sistemática de adaptação, considerando os princípios e as características de diversas abordagens, que podem ser aplicadas distintamente ou em conjunto, na solução do problema da adaptação.

Expôs, também, o Modelo Unificado de referência para o desenvolvimento de produtos (MU) e, dentro deste, a fase de Planejamento de Projetos, na qual há a preocupação de adaptar o processo definido pelo modelo a um projeto específico, definindo, após, a sequência de atividades a ser cumprida.

A lacuna observada no MU, explorada por este trabalho, é em relação a como fazer a adaptação e definir a sequência; que elementos compõem a informação para a solução do problema, como obtê-los, mensurá-los e observar o seu comportamento.

A proposição de um modelo de referência pressupõe, além de uma coerente alimentação de informações dos seus elementos de entrada, a inclusão de uma série de métodos, técnicas, ferramentas, tarefas, atividades e processos, que respondam um andamento padronizado, mas com flexibilidade, advindos de abordagens estudadas e até consolidadas na sua formação.

A sistematização visa o cerco das oportunidades ou as chances de adaptação, em pontos específicos do processo, com vistas a suprir necessidades correntes e, também, as emergentes. Para tal, experiências e conhecimentos acumulados resultantes de outros processos assumem papel preponderante. Isto foi demonstrado através da gestão de conhecimento e do aprendizado interprojetos.

Buscando a manutenção da funcionalidade dos processos envolvidos, primordial à viabilidade e à sobrevivência de qualquer sistema, as informações oriundas da adaptação fornecem dados importantes para o reconhecimento de similaridades e auxiliares ao desenvolvimento de uma sistemática de conciliação capaz de gerenciar conflitos e manter o processo equilibrado.

O levantamento e a análise dos aspectos de adaptação para cada projeto, especificamente, são determinados por um modelo de dados e informações baseados na função particular de suportar a ferramenta de

adaptação. A partir de então, criam-se as possibilidades de avaliação para o modelo proposto.

Através das diversas abordagens, como já foi dito, foram demonstradas as oportunidades e o caminho para a visualização de elementos e requisitos para adaptação do processo.

A abordagem *Stage-Gate*® identifica a oportunidade de adaptação em cada *gate* de avaliação, por exemplo.

A visão da gestão da inovação apresenta a atuação de forças internas e externas e uma visão de vários processos em conjunto, para formar o próprio processo de inovação, além da atuação de diversas áreas de conhecimento e profissionais envolvidos na questão.

Através do pensamento enxuto, princípios e variáveis, como valor e desperdício, que serão avaliados para compor o sistema adaptativo e as decisões de adaptação, além da utilização de ciclo derivado do PDCA. Também é propiciada a SBCE, que é uma forma de manter a flexibilidade do processo, através da gestão de projetos simultâneos, evitando sobressaltos indesejáveis. Esses têm apoio dos conceitos elencados através da gestão do conhecimento e da visão dos clientes, propiciando possibilidades de reconhecimento de valores que podem ser buscadas para uma adaptação dinâmica do processo. Esse pensamento é complementado pela ideia de observar, analisar e projetar as diferenças de comportamento que influenciam no estado das necessidades dos consumidores.

A partir dos embasamentos deste capítulo, o trabalho segue com a apresentação de conhecimentos relacionados à solução do problema proposto.

3 CONHECIMENTOS UTILIZADOS NA SOLUÇÃO DO PROBLEMA PROPOSTO

O PDP constitui-se de uma convergência de diversas áreas de estudo envolvidas na sua consecução. Além de tal, este trabalho propõe a utilização de um conjunto de conhecimentos utilizáveis na adaptação do modelo de referência a um projeto.

Buscando dar um molde ao sistema, definindo e valorando seus elementos de entrada, a definição das regras de adaptação do processo a cada projeto e de validar sua dinâmica frente a diversas situações, são elencados conceitos afins à área de sistemas.

Para a observação desses assuntos, este capítulo é dividido nos seguintes tópicos:

- 3.1 – Clientes – A figura do cliente é considerada fundamental na maioria das abordagens apresentadas, e prioritária no desenvolvimento enxuto. Para tanto, são demonstrados neste tópico, diversas visões sobre o assunto;

- 3.2 – Gestão do conhecimento – Área que, de certa forma, justifica este trabalho, no que concerne à manutenção e à recuperação de informação, às experiências e ao conhecimento dentro de um processo;

- 3.3 – Sistemas – O objetivo deste tópico é visualizar as diversas definições de sistema, com aplicação na construção do método deste trabalho;

- 3.4 – Modelos multiagentes e simulações – A utilização de tais modelos advém da necessidade de demonstrar a variação e a interação entre os diversos agentes que alimentam com informações o processo de desenvolvimento de produtos, simulando seu comportamento ao longo de determinado período de tempo. Em complemento, utilizam-se instâncias resultantes do modelo, inclusive com quebra de linearidade, no intuito de validar a dinâmica e a capacidade de adaptação do modelo de processos deste trabalho;

- 3.5 – Adaptatividade e sistemas adaptativos – O objetivo deste tópico é elencar sistemas, tecnologias, métodos e técnicas que dispõem a um sistema a característica adaptativa. Também é evidenciada a modelagem de usuário e sua aplicação na identificação e reconhecimento das necessidades dos clientes e suas variações;

- 3.6 – Conclusão do capítulo – Tópico que encerra o capítulo, resumindo o que fora apresentado nos tópicos anteriores.

Ao delinear o cliente como figura relevante à tomada de decisões no processo, são levantadas questões sobre seu comportamento dentro

de situações do mercado ou de processo. A ênfase dos levantamentos é dada às necessidades de uma correta definição de cada projeto e das relações com cada área, destacando o pensamento enxuto, à necessidade de adaptação dinâmica de sua definição.

3.1 CLIENTES

Cada vez mais há a preocupação em satisfazer os consumidores; de oferecer valor aos clientes, seja na forma de qualidade, preço, atendimento, inovação ou qualquer diferencial que o satisfaça plenamente.

Como já visto, tanto nos princípios do pensamento enxuto, quanto nos do PDP *lean*, há a preocupação em reconhecer, definir e produzir o que o cliente ou consumidor considera valor; é através das necessidades dele que a decisão por produzir algo deve ser iniciada. A produção deve ser sempre puxada pelo cliente.

O que ocorre é que não só as necessidades dos consumidores, mas de todos os interessados no processo de desenvolvimento devem ser levadas em consideração, tornando sua identificação e satisfação mais complexa.

Segundo Rozenfeld *et al.* (2006), os clientes do PDP podem ser *internos* ou *externos* ao processo.

Os clientes internos, geralmente, são os envolvidos diretamente com os processos, as decisões e finanças. São os sócios da empresa, demais investidores, gerentes e profissionais.

Já os externos podem estar envolvidos com o processo ou, simplesmente, com o produto final. São os fornecedores de matéria-prima, financiadores externos e, principalmente, os consumidores.

Para a satisfação das necessidades de cada um deles e quando devem ser atendidas, é necessário que sejam identificados corretamente, bem como mudanças (das necessidades) com o tempo, o que pode ser feito através de um modelo de usuário bem definido.

Além dessa correta identificação, também é essencial que o processo de produção e o produto resultante satisfaçam, da forma mais adequada e equilibrada possível, as necessidades de todos eles. Essa busca pode ser satisfeita através de sistemas adaptativos, que possuem como principal característica adequar-se automaticamente às mais diversas situações.

As noções sobre sistemas adaptativos e modelo de usuário serão pormenorizadas em tópico adiante.

Um exemplo de definição que justifica o emprego de modelos baseados em adaptatividade é quanto ao papel do consumidor em relação ao produto, que segundo Sheth, Mittal & Newman (2001), os classifica em:

- Usuário: Quem vai utilizar o produto. Exige qualidade, a melhor tecnologia e uma assistência técnica satisfatória;
- Comprador: Pessoa ou entidade que realiza o contato com o vendedor; quem vai à loja para comprar. Sua busca é por um bom atendimento, em ambiente agradável e com informações que satisfaçam todos os seus questionamentos;
- Pagador: Responsável pela liquidação do valor financeiro do produto. Preocupa-se com preço, prazo e opções de pagamento que sejam adequadas às suas possibilidades.

Um exemplo prático para a situação acima é o da família tradicional e, por que não, antiquada, na qual o filho tem a necessidade de um produto, como um computador. Ele quer o que possua a configuração mais atual possível e com acesso a uma equipe de técnicos competentes e conhecedores do produto.

A responsável por ir à loja, ou mesmo procurar na Internet, seria a sua mãe, que gosta de ser bem atendida, com conforto e com todas as informações sobre as características do equipamento. Ela pode até rejeitar bons produtos e preços, se não for bem atendida.

Finalmente, surge a figura do pai, que vai analisar as condições de pagamento, como cartões disponíveis, prazo, juros e confiabilidade de relação com a loja que comercializa o produto.

A partir do exemplo apresentado, em um sistema adaptativo, deve-se identificar quem são os clientes, quais seus papéis, suas necessidades e de quem é a decisão final, se do pai, da mãe ou do filho. De posse de todas as informações, disponibilizar o produto que atenda melhor as expectativas de todos eles, baseado em algum critério matemático, probabilístico, estatístico ou de aprendizado.

Ainda assim, a exposição de um bem, serviço ou processo, a experiência e a utilização dele pelos clientes tendem a modificar as necessidades e os sentimentos apresentados (Pham, 1998; Watson, Viney & Schomaker, 2002) em relação a ele. Considera-se, a partir dessa premissa, que o tempo e a variação do comportamento que o cliente apresenta em relação ao que lhe é oferecido são fatores a considerar-se em cada decisão, final ou não.

COMPORTAMENTO DO CONSUMIDOR

Em definição mais recente, Engel, Blackwell & Miniard (2005), 10^a ed., as estratégias, tanto de planejamento quanto de mercado, baseiam-se, cada vez mais, no comportamento do consumidor.

Nada ou pouco adianta um produto de utilidade comprovada, praticidade, qualidade, com imagem bem elaborada, se não obtiver aceitação positiva pelo consumidor. Mesmo com forte divulgação e com canais de distribuição e exposição suficientes, o produto pode fracassar se o consumidor rejeitá-lo, por qualquer motivo.

Segundo Karsaklian (2000), “ser consumidor é ser humano, alimentar-se, vestir-se, divertir-se... é viver”. Ele possui motivações para buscar ambições, conquistar espaços e perseguir realização pessoal; é dotado de personalidade, escolhendo alguns produtos em detrimento de outros; tem percepção diferenciada, como as pessoas têm da vida; desenvolve atitudes positivas ou negativas, em relação a produtos, à propaganda, a estabelecimentos comerciais, a outras pessoas e, por que não, ao consumo em si; o consumidor aprende tanto o nome e localização de produtos e lojas, quanto como utilizar produtos, precisar deles e espelhar-se neles.

Engel, Blackwell e Miniard (2000), já defendiam o comportamento do consumidor como “as atividades diretamente envolvidas em obter, consumir e dispor de produtos e serviços, incluindo os processos decisórios que antecedem e sucedem essas ações”.

Tais atividades podem possuir características estáticas ou mutáveis; concretas ou abstratas; mensuráveis ou ponderáveis. Entre essas e outras classificações, há um complexo conjunto de possibilidades de comparação entre o que um comportamento pode significar ou influir em um produto ou serviço.

A principal dificuldade está em reconhecer o momento de cada consumidor, seu “estado de espírito”, marcado e recuperado sempre que necessário para aplicar à concepção de um determinado produto.

Também definem os valores e as variáveis que os clientes buscam, desde suas influências de mercado a características ambientais, culturais e sociais de seu comportamento.

Tais variáveis nem sempre podem ser medidas, mas sim percebidas e adequadamente tratadas por um sistema baseado no reconhecimento de padrões e perfis, e na correta gestão do conhecimento.

Mais uma vez, percebe-se a necessidade de definir um modelo ou sistema que busque o equilíbrio de processo e produto, na forma de um projeto, que faça chegar a todos os interessados o valor desejado.

Considerando-se a influência do comportamento de todos os envolvidos, sua experiência e sua história com produtos e processos, e que suas ações e interações fluem em informações que precisam ser compreendidas e aprendidas, leva-se a implicar a importância de gerir o conhecimento envolvido no processo.

3.2 GESTÃO DO CONHECIMENTO

O componente humano e suas interações com os processos e seus elementos, dentro do ambiente organizacional, geram o conhecimento e fazem fluí-lo, mesmo já estando inserido nos processos. Só lá está, porque surgiu de alguma ação humana; uma ideia, um estudo, uma observação.

O conhecimento, segundo Davenport & Prusak (1998, p.6) é “uma mistura fluida de experiência condensada, valores, informação contextual e *insight* experimentado, a qual proporciona uma estrutura para a avaliação e incorporação de novas experiências e informações”.

Ainda, segundo o autor, o conhecimento pode ser explícito, quando representado, tanto por fórmulas matemáticas, palavras ou regras, mas também tácito, quando está na cabeça das pessoas e não é facilmente codificado. O relacionamento entre estas duas formas de conhecimento, o tácito e o explícito, e a conversão do conhecimento tácito (pessoal), em explícito organizacional gera inovação (CHOO, 2003).

Como, segundo Lang (2001, p. 44), “o conhecimento especializado se torna produtivo somente quando integrado a uma tarefa”, portanto a aprendizagem criativa e a adaptatividade criam nas empresas o espírito de “organizações de conhecimento”, como mencionado por Choo (2003).

O sistema de conhecimento organizacional, segundo Hustad (2004), é criado a partir da expansão do conhecimento humano, de forma tácita e explícita combinadas, desaprendendo velhos conceitos e aprendendo com novas experiências. O componente adaptativo, nesse contexto, adiciona a capacidade de recuperar antigas fórmulas e ideias, se o cenário atual assim o necessitar.

Os processos de acréscimo do conhecimento são orientados por duas dinâmicas, nas organizações, “a conversão do conhecimento de tácito para explícito, e a transferência de conhecimento” nas esferas

interpessoal, intra-organizacional e interorganizacional. Essas duas dinâmicas se apresentam de quatro formas distintas: socialização do conhecimento; a explicitação; a combinação; e a incorporação (CHOO, 2003).

A criação de conhecimento organizacional se dá pela ação repetitiva dos modos de conversão de conhecimento, a partir do novo conhecimento proporcionado pela interiorização (Pereira, 2000; CHOO, 2003).

A socialização do conhecimento se dá pela observação e participação ativa nas tarefas, vivências e trocas informais. É a criação de conhecimento tácito através do compartilhamento de modelos mentais e habilidades técnicas, ou outras formas de experiências (TAKEUSHI, 1998; CHOO, 2003).

A exteriorização, na maioria das vezes, ocorre durante processos de reflexão coletiva, através de diálogos, do uso de metáforas e dos relatos de experiências que carregam embutidos conhecimentos que, por sua vez, podem ser transferidos na forma de princípios (CHOO, 2003).

O conceito de interioridade e exterioridade, apresentado por Watzlawick *et al.* (1994) auxilia o entendimento sobre os benefícios que um sistema dá aos seus usuários, mas também destaca a importância da influência que o usuário pode dar a um sistema, através de *feedbacks* úteis ao próprio sistema.

Uma das vantagens em se aproveitar conhecimentos e experiências anteriores em novas execuções é a de evitar desperdícios, como “reinvenção”, “superprodução” ou “falta de disciplina”, pelo fato da oportunidade de reusar boas ideias e não repetir erros anteriores. A relação entre novos projetos e os já executados ou em execução oportuniza essa situação.

3.2.1 Aprendizado interprojetos

Segundo Vasconcellos (2003), algumas empresas gerenciam centenas e até milhares de projetos simultâneos. Esse fator, além de demonstrar a complexidade da gestão de projetos, ainda cogita uma quantidade considerável de informações, tarefas, atividades, pessoas e recursos, que se não gerenciados adequadamente, geram um dispêndio vultoso, que pode chegar ao prejudicial.

A busca pelo aprendizado e pela melhoria contínua torna-se fundamental, para manter os projetos atualizados com as boas práticas, percebendo o que é transmitido pelas experiências anteriores e em

paralelo e incentivando a busca constante de melhor qualidade, através da padronização do desenvolvimento.

O aprendizado interprojetos busca solucionar problemas decorrentes da inexistência de processos formais de aprendizado, como: trabalho redundante, erros recorrentes, não compartilhamento das boas ideias e dependência de alguns poucos colaboradores. Esses podem ser corrigidos através de atividades promotoras do aprendizado organizacional, como solução de problemas de maneira sistemática, experimentação de novas abordagens, aprendizado com as próprias experiências e antecedentes, aprendizado com as experiências e boas práticas alheias e transferência de conhecimentos rápida e eficiente (VASCONCELLOS, 2003).

A utilização do conceito de aprendizagem interprojetos, com seus métodos e técnicas, é aplicada neste trabalho de pesquisa como gestora da disseminação de informações e conhecimentos, captados da experiência com projetos já executados, na busca de evitar redundância de informações (desperdício) e aproveitamento das boas práticas aprendidas (valor).

Para que se entenda o processo de informação, a interatividade entre sistema e ambiente e a realimentação, é necessária a percepção de algumas noções sobre sistemas.

3.3 SISTEMAS

Neste tópico, são apresentados os principais conceitos de sistemas considerados nas áreas de estudo deste trabalho de pesquisa. Inicia-se pela conceituação em diversas áreas, noção de fluxo e *feedback* (retroalimentação). Seguem considerações sobre sistemas sociotécnicos e ecológicos, que inspiram e norteiam este trabalho.

3.3.1 Conceituação em áreas afins

A palavra sistema vem do grego e significa “combinar, ajustar, ‘formar conjunto’” (WIKIPÉDIA, 2010). Diversos pensadores de diversas áreas têm dado sua conceituação a respeito do tema. Neste tópico, serão apresentadas algumas dessas ideias.

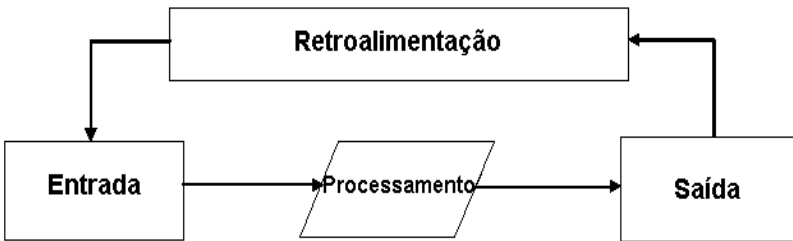
INFORMÁTICA

Uma das áreas onde o assunto “sistema” tem um papel destacado é a da *informática* ou *computação*. Tanto que há uma disciplina

tradicional e consolidada, Análise de Sistemas (YOURDON, 1990; WAZLAWICK, 2004; LARMAN, 2007), onde o tema tratado é o sistema, desde sua concepção, passando por elaboração, implantação, acompanhamento, chegando até o seu descarte, que na informática é caracterizado pela substituição por outro sistema, geralmente. O sistema é o produto de maior valor na informática.

A figura 18, abaixo, representa o funcionamento (fluxo de dados) de um sistema de processamento de dados em sua forma básica. Segundo Yourdon (1990), inicialmente, existiam três estágios: entrada, processamento e saída, incorporando, posteriormente, a realimentação.

Figura 18 - Fluxo-padrão de um sistema computacional.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A *entrada* representa a introdução de dados para que uma operação ou processamento se realize. Os dados podem ser informados, através de digitação ou de um sensor, ou calculados, quando provém de outro sistema.

O *processamento* envolve operações de cálculo, movimentação ou modificação dos dados de entrada, gerando novas informações que serão apresentadas na saída.

A *saída* é o resultado do sistema. Pode ser um relatório, uma tela, um armazenamento ou a transmissão para outro sistema.

A *retroalimentação* surge da necessidade de mais transformação da mesma informação pelo próprio sistema. Isso geralmente acontece quando o resultado esperado é uma meta. O sistema continua trabalhando a informação até que atinja um valor específico.

A visão de fluxo de dados auxilia na compreensão do desenvolvimento de processos, incluindo a retroalimentação como instrumento de reutilização de informações.

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E ADMINISTRAÇÃO

Um dos conceitos de sistemas, que pode ser utilizado na área de *engenharia*, é o definido por Oliveira (2002, p. 5): “Sistema é um conjunto de partes *interagentes* e interdependentes que, conjuntamente, formam um todo unitário com determinado objetivo e efetuam determinada função”.

O modelo de referência unificado (MU), apresentado em tópico anterior, pode ser equiparado a um sistema para o desenvolvimento de produtos, pois é formado por várias partes (fases, processos, atividades e tarefas) de execução, além de incorporar as boas práticas de engenharia, como ferramentas, métodos e tecnologias. Também prevê sua utilização baseada em diversas abordagens para a gestão de desenvolvimento de produtos. Além disso, busca identificar todos os envolvidos no processo, bem como recursos materiais e custos necessários para a produção.

Ainda possui uma característica dinâmica e evolutiva, nos seus processos de apoio e melhorias do processo que podem ser incorporadas, de acordo com a experiência adquirida.

Na *administração*, há uma priorização da figura do produto, como resultado de qualquer sistema (financeiro, mercadológico, ou de produção).

Segundo Kotler (1998, p. 5), a definição de produto é:

Qualquer coisa que possa ser oferecida ao mercado para satisfazer uma necessidade ou desejo. O profissional de marketing utiliza as palavras Bens e Serviços para diferenciar produtos físicos de intangíveis. O que deve ficar claro é que o termo produto abrange bens físicos, serviços e uma variedade de outros veículos que possam satisfazer as necessidades e desejos dos consumidores.

Já, para Simões (1985, p.21), produto é “tudo aquilo que a empresa tem para vender, em contraposição com a forma com o qual se comunica com os consumidores (promoção) ou com o valor que atribui ao que vende (preço)”. Os bens ou produtos também são classificados em bens de consumo, de produção ou de serviços, de acordo com sua utilização.

Os sistemas, na administração, partem dos princípios da eficiência (fazer melhor), eficácia (fazer o melhor), *equifinalidade*

(muitos caminhos para um resultado) e sinergia (o todo é maior que a soma das partes (SNELL & BATEMAN, 1998).

A visão sistêmica dessas áreas refere-se à relação processo e produto, e a importância nas pessoas envolvidas na sua execução.

EDUCAÇÃO E FILOSOFIA

Outra visão sobre sistemas na *educação*, utilizando a *viabilidade*, foi demonstrada por Schmitz (2004), considerando a capacidade de sobrevivência de um sistema através da observação conjunta entre interioridade e exterioridade.

A relação de interação dinâmica entre usuário (exterior) e ambiente (interior), pelo aprendizado e a partir da mudança de ambos, com alternativas de erros e acertos, promove o amadurecimento do sistema, dando-lhe a característica adaptativa necessária de modificar-se por conta própria. O resultado da navegação do usuário, utilizando o sistema, é absorvido na forma de experiência e conhecimento, que são transferidos para ele (usuário) e para outros, que vierem.

Na área da *sociologia*, um conceito que se destaca é o definido por Luhmann (1997): “Sistema é a forma de uma diferença e possui dois lados: o ambiente e o próprio sistema”.

Segundo sua teoria, a forma depende dos dois (sistema e ambiente) e é resultante de um estado de ambos. O elemento-chave é a comunicação; quando o ambiente deixa de interagir com o sistema, este acaba por encerrar-se. Em sua “teoria autopoietica” (LUHMANN, 1984) tem como principal asseveração que quando surgem novos e complexos problemas, também devem surgir novos modelos ou ajustes aos sistemas já existentes.

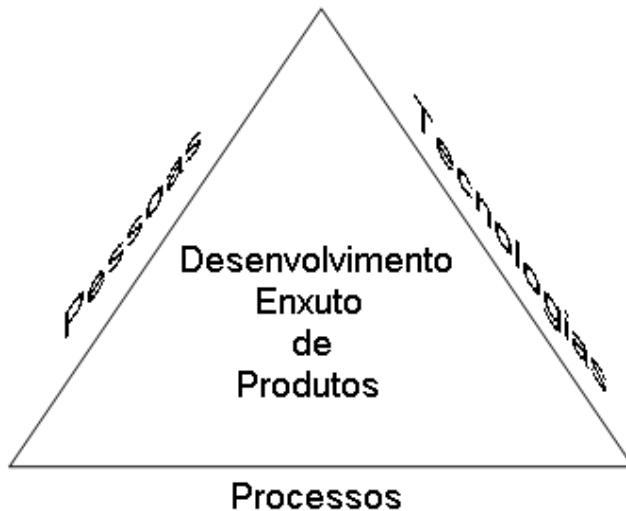
Dessas noções apresentadas, destacam-se o conceito de viabilidade, que define a “vida” de um sistema e a relação de adaptação e interatividade entre ambiente e sistema, com a influência que um pode ter no outro e vice-versa.

SISTEMAS SOCIOTÉCNICOS

Esta abordagem sistêmica busca proporcionar uma visão geral dos elementos de um sistema sociotécnico e como eles podem combinar-se entre si, e reflete-se nos princípios do desenvolvimento enxuto de produtos, mencionados em tópico anterior, que são relacionados aos elementos: pessoas, processos e tecnologia, de acordo com Morgan & Liker (2006).

Sistemas sociotécnicos são sistemas abertos e em permanente troca com o exterior. Segundo Gomes, Borelli & Nazaré (2009), esta abordagem sistêmica procura aplicar a complexidade e seu gerenciamento e dos diversos elementos envolvidos na sua elaboração, buscando uma solução equilibrada que satisfaça a todos os elementos demonstrados na figura 19, abaixo.

Figura 19 - Sistema enxuto (visão sociotécnica).



Fonte: Adaptado pelo autor de Morgan & Liker (2006).

Os princípios do PDP *lean*, já apresentados em tópico anterior, são aplicados aos elementos do sistema. A questão sociotécnica a ser resolvida por um sistema enxuto para o PDP é a busca pela melhor configuração de processo, utilizando as pessoas certas e oferecendo-lhes a tecnologia mais adequada.

Como os sistemas sociotécnicos têm um processo de trocas com o ambiente, sua sobrevivência depende da manutenção de sua viabilidade, mesmo com uma mudança importante de algum de seus elementos.

Esse tipo de adaptação é comumente encontrado na natureza, no que se pode definir como sistema ecológico.

3.3.2 Sistemas ecológicos

Outra área onde os sistemas estão em constante adaptação é a *ecologia*, alvo de diversos estudos nos tempos atuais, devido às mudanças climáticas recentes. Os sistemas ecológicos tendem a adaptar-se, de forma progressiva, às mudanças ambientais e aos seus usuários ao longo do tempo.

Ortega (1998) conceitua os sistemas, dentro da ecologia, como utilizadores mais de energia externa do que interna, ou seja, dependem mais do ambiente do que de si próprios. Há sempre dissipação de energia, principalmente, na forma de calor e de outros materiais. Isto se aplica a átomos, ecossistemas, plantas, animais e até sistemas solares.

Um exemplo de sistema ecológico, que inspirou este trabalho de pesquisa, pela sua característica naturalmente adaptativa, foi o episódio-piloto da série “O mundo sem ninguém” – título original: *Life after people* – (HISTORY, 2009). Nesse capítulo da série televisiva, um dos relatos é sobre a cidade de Chernobyl (Ucrânia), mais de vinte anos passados, desde que teve sua população evacuada de forma permanente, tornando-se uma cidade-fantasma, após grave acidente em uma usina nuclear próxima, transcrito abaixo:

[...]

Todas as pessoas da cidade, que sobreviveram ao acidente, foram evadidas.

[...]

O acesso à localidade, por seres humanos, ficou, então, proibido.

[...]

Num primeiro momento, a vida presente no local, animais e plantas, desde insetos, roedores e pássaros a árvores e plantações, desapareceu. Todos morreram.

[...]

Com o passar do tempo, novos “habitantes” tomaram conta do local: primeiro, formigas, baratas e outros insetos e aracnídeos. Mais tarde, roedores, pequenos pássaros e animais domésticos sobreviventes das proximidades.

[...]

O campo de futebol do time da cidade virou um jardim botânico.

O hospital, que antes curava doenças, primeiramente, tornou-se perigoso transmissor,

mas com o desaparecimento do vetor (homem), as enfermidades também sumiram.

O berçário local passou a ser ocupado por “famílias” de mamíferos menores.

[...]

A biodiversidade, atualmente, agradece. Onde antes havia uma população de aproximadamente 350 mil pessoas, hoje existe um verdadeiro parque ecológico, com pássaros, mamíferos e uma ampla floresta.

Onde a radiação queimou praticamente toda a vegetação, transformando tudo em uma “floresta vermelha”, hoje existe um magnífico e natural parque de pinheiros.

A capacidade de adaptar o ambiente natural aos “usuários” remanescentes fez com que o sistema continuasse funcionando em outras condições e com outras regras. O que era um sistema bom para os antigos usuários (seres humanos), com sistemas urbanos, transporte, alimentação e uma usina nuclear, produzindo energia e empregos, agora não funciona mais. Ali existe uma floresta rica em biodiversidade, com novos clientes (animais e plantas), mas que por ora não pode mais ser utilizado pelo seu antigo principal utilizador nem como local de visitação turística.

O objetivo do exemplo acima é destacar a capacidade de adaptação de elementos dentro de um ambiente, garantindo a viabilidade do sistema, mesmo quando acontece algo inesperado, e até um dos elementos é excluído do todo.

Os conceitos apresentados neste tópico foram utilizados para demonstrar as complexas relações entre ambiente e sistema, com foco em um elemento, também, bastante complexo: o usuário.

Para que sejam percebidas as condições das relações dos usuários com o ambiente, uma das possibilidades é através da visualização de cenários decorrentes dessas relações. Isso pode ser feito através de modelos de simulação que possuam a capacidade de interpretar os diferentes elementos e suas ações no ambiente.

3.4 SISTEMAS MULTIAGENTES E MODELOS DE SIMULAÇÃO

Este tópico busca evidenciar a utilização de sistemas e modelos que visam revelar o comportamento de diversos elementos em um

ambiente, e a influência que a variação de uns exerce no comportamento de outros, ao longo de determinado período de tempo.

A simulação executada de forma linear, em relação ao tempo, e considerando variações padronizadas nos valores dos elementos, busca reproduzir a realidade da evolução dos elementos de entrada do PDP. A partir das informações deparadas, é atribuída uma apresentação do processo, que varia homogeneamente no tempo.

A inserção de situações inusitadas e variações mais contundentes, de forma intencional e artificial, pelo usuário, esquadrinha a observação e a avaliação da capacidade do modelo adaptativo, quanto à sua dinâmica e viabilidade.

Os estudos sobre modelos multiagentes derivam do conceito de agentes autônomos, dentro dos conhecimentos de inteligência artificial (IA), mais precisamente, a IA distribuída (IAD), que foca o comportamento social de diversos atores a partir de sua interação com outros, no mesmo ambiente (em comunidade).

O conceito de “multiagentes” busca dar uma visão coletiva de diversos elementos em um universo definido. Ou seja, o comportamento de cada elemento (agente) autônomo tende a influenciar, de uma forma ou outra, e com diferente intensidade na variação dos outros do mesmo universo (ambiente).

Uma questão sistêmica a ser considerada é a influência do ambiente na moldagem do sistema e vice-versa, tanto por mecanismos de entrada, quanto por realimentação.

A partir do momento que a simulação de comportamento dos elementos externos ao sistema pode ser aplicada, possibilita-se a ele adaptar-se aos diversos cenários apresentados pela interação dos elementos, no ambiente.

Outra questão é a mudança de atitude dos elementos do ambiente, a partir da interação com o sistema. Tal variação pressupõe absorção de conhecimento e conseqüente evolução dos elementos externos e de suas necessidades, a partir da apresentação de novas oportunidades resultantes de um processo, serviço ou produto mais aprimorado.

O agente pode ser considerado como um sistema dotado de intenções e comportamentos dentro de outro sistema; é um elemento considerado com outros, em uma comunidade.

Um agente inteligente pode aceitar ou não as deliberações de outros agentes para atingir seus objetivos. Ele pode agir por memória, quando suas ações consideram a evolução do ambiente e dos outros elementos; por objetivos, quando atinge o resultado por estímulos e ações simples; e em função da utilidade, quando sequências e

combinações de ações são necessárias para que seus objetivos sejam atingidos.

A flexibilidade de um agente permite que ele seja reativo, quando age a partir de modificações no ambiente; ou pró-ativo, quando toma ações a partir de iniciativa própria.

Segundo López & Márquez (2004), os agentes inteligentes podem ser *deliberativos*, quando há processos de aprendizado até que uma decisão seja tomada; *reativos*, quando há uma reação imediata a estímulos, de forma inconsequente e sem consideração aos outros agentes; *interativos*, aqueles que têm relação relacionada com a existência de outros agentes; e *híbridos*, quando há combinação entre diversos formatos.

Os agentes do tipo interativo presumem-se prestar mais adequadamente à utilização em sistemas multiagentes, pois possuem a natureza da variação de comportamento dependente entre eles. Dado um intervalo de tempo, conforme variam os valores de um agente, há interferência no comportamento dos outros, no mesmo ambiente.

Os sistemas multiagentes (SMA), segundo Ferber & Gasser (1991), podem ser classificados em *multiagentes reativos*, quando são formados por elementos de natureza mais simples, mas que pela sua grande quantidade conseguem influenciar no ambiente, tanto no sentido de atingir seus objetivos, como na busca de solução de algum problema proposto. Já os multiagentes cognitivos são formados por um número bem menor de agentes, mas que têm atribuídas a si, tarefas de natureza mais complexa, dada a capacidade desses agentes de realizá-las.

O quadro 5, baseado nas definições de Ferber & Gasser 1991, representa algumas diferenças encontradas entre as duas classes citadas.

Quadro 5 - Diferenças entre tipos de SMA.

	SMA <i>reativos</i>	SMA <i>cognitivos</i>
Organização	Biológica, etológica (animais, natureza)	Sociológico(humanos, grupos, hierarquias)
Funcionamento	Estímulo-resposta (ação-reação)	Conhecimento (aprendizado)
Comportamento (resposta)	Percepção por estímulo (percepção) a cada instante	Representação explícita do ambiente e dos outros agentes da sociedade
Memória	Ações futuras não são influenciadas diretamente por ações passadas	Histórico de ações e interações passadas influencia no planejamento de ações futuras
Número de agentes	De centenas a milhares de membros	Poucos (máximo=10)

Fonte: Elaborada pelo autor.

Considerando-se que os elementos de entrada do PDP (clientes, tecnologias e mercados) têm um considerável grau de complexidade, há uma tendência maior à utilização de SMA cognitivos, mas não descartando os reativos, caso a decomposição dos elementos crie extratos com comportamento de maior independência.

O PDP é utilizado, em suas diversas abordagens, para o desenvolvimento de novos produtos que atendam as necessidades (atualizadas) de certos clientes, com a (melhor) combinação de tecnologias disponíveis, e voltadas aos mercados que oferecerem as (melhores) condições de negócio.

A apresentação desses três elementos de entrada, utilizando adjetivos entre parênteses, delinea que o comportamento deles deve ser tratado com a maior consideração. Isso, porque a variação de combinações entre esses elementos, que podem ser considerados agentes do “universo desenvolvimento de produtos”, tende a gerar um processo específico para cada situação apresentada, ou ao menos uma configuração de processo que se encaixe a cada faixa de combinação dos elementos.

Ao menos, uma proposta adaptativa ao PDP necessita de que a combinação dos elementos de entrada do processo seja representada, dentro de uma linha de tempo, para que possa apresentar alternativas de apresentação do processo devidamente formatadas a cada situação.

A simulação multiagentes permite demonstrar cenários de composição dos elementos, que, através de valoração adequada, pode oferecer ao processo parâmetros para sua customização.

Por outro lado, uma maneira de avaliar a capacidade de adaptação do sistema a situações inusitadas (propósito da abordagem) é utilizar-se da mesma simulação, apenas inserindo variações não lineares e com o propósito de demonstrar situações diferenciadas. Ou seja, utilizar-se do ambiente de simulação para a inserção de situações críticas.

A escolha de um SMA para a simulação dos dados de entrada, e a criação de um agente próprio, deve-se a dois fatores principais: o controle sobre o “ambiente” de entrada, por poder determinar e trabalhar os agentes e seus atributos, e a possibilidade de incorporar diretamente o simulador ao sistema adaptativo, através de regras compatíveis aos atributos de entrada e da aplicação de diversas abordagens estudadas e por surgir ao processo.

De posse de um modelo capaz de simular a entrada do sistema que representa o processo de desenvolvimento de produtos, além de tornar possível criar situações de avaliação de seu funcionamento, sua

dinâmica e sua adaptatividade, torna-se possível e necessário preparar as condições para desenvolvimento desse sistema.

3.5 ADAPTATIVIDADE E SISTEMAS ADAPTATIVOS

A adaptatividade é a capacidade de um sistema modificar-se de acordo com as necessidades do usuário, reconhecendo-as, mesmo com pouca ou nenhuma intervenção sua em relação ao sistema.

Os sistemas adaptativos foram, inicialmente, utilizados para simplificar a navegação no complexo ambiente da internet, direcionando o resultado ao perfil de um ou mais usuários. Por similaridade ou analogia, outros processos ou sistemas complexos podem utilizar seus métodos e técnicas, quando for necessário simplificá-los ou flexibilizá-los.

Este subtítulo busca representar a adaptatividade através de duas linhas de pesquisa: sistemas de hipermídia adaptativa (SHA) e tecnologia adaptativa (TA), buscando sua aplicação no processo de desenvolvimento de produtos.

3.5.1 Sistemas de Hipermídia Adaptativa (SHA)

Os sistemas adaptativos seguem uma dinâmica de estágios (nodos) e fluxo (*links*) entre eles, que tanto pode ser sequencial, paralela ou livre. Ou seja, a passagem entre os estágios pode seguir um caminho pré-determinado por um modelo, como também realizar atividades em paralelo ou um fluxo livre que represente uma quebra qualquer de linearidade.

O arrolamento a seguir busca identificar e relacionar conceitos na área de desenvolvimento de sistemas HA com o processo de desenvolvimento de produtos, mais especificamente, no planejamento do projeto.

A ideia principal é aproximar a estrutura de um SHA à visão de um PDP; ligar a noção de seus elementos, demonstrando similaridades para sua aplicação, como na noção de hipertexto.

HIPERTEXTO

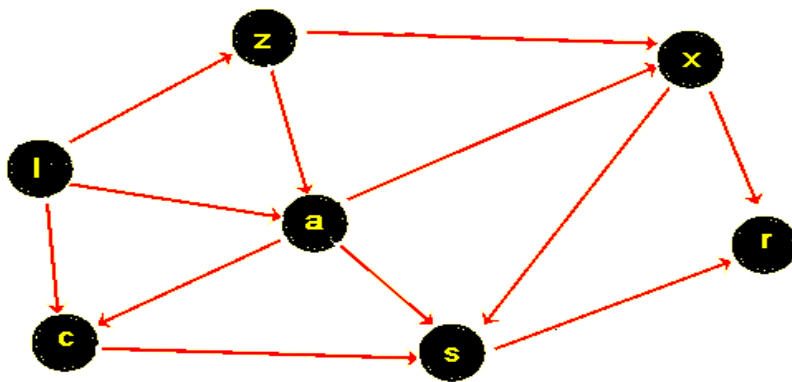
Estes sistemas (SHA) têm origem nos estudos que levaram à noção de hipertexto, como o sistema MEMEX, apresentado por Bush (1945), para a organização de documentos, mesmo antes da descoberta

do computador. Posteriormente, foram retomados no sistema XANADU, elencado por Nelson (1967), para combinar bases de dados locais e remotas, utilizando o conceito de hipertexto para integrar as informações distantes geograficamente ao solicitado pelos usuários.

Segundo Palazzo (2001), “o hipertexto é uma tecnologia que permite organizar uma base de informações em blocos discretos de conteúdo chamados nodos”. Ou seja, há locais ou endereços onde as informações estão armazenadas para futura utilização. A hipermídia é responsável por gerenciar tanto a informação, como seu acesso e seu fluxo.

Os locais ou estágios – nos quais as informações são armazenadas de forma análoga às atividades no PDP – comunicam-se com outros através de enlaces, que definem um fluxo, conforme necessidade ou interesse do usuário, ou por cumprimento sequencial ao término de uma atividade qualquer, que requeira o início de outra. A estrutura de ligação entre os enlaces e os nodos pode adquirir uma estrutura tridimensional ou concorrente, onde há ligações dentro e fora de cada plano. O hipertexto trouxe aos sistemas computacionais em geral, uma nova maneira de o usuário movimentar-se. Antes, seu movimento, seu fluxo, era serial em qualquer sistema. A partir de então, clicando em um elemento marcado como ligação para um hipertexto, o usuário pode deslocar-se de um assunto a outro, mesmo que não estivesse totalmente visível, e fora da sequência inicial, como representado na figura 20.

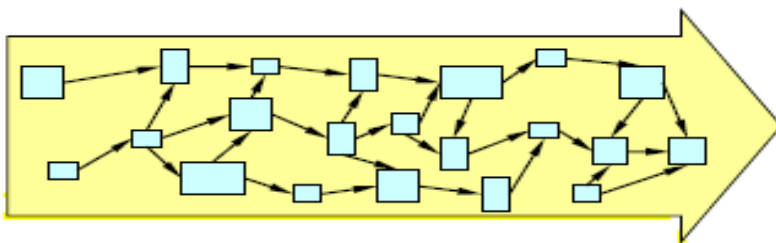
Figura 20 - Hipertexto – Estrutura não-sequencial, com possibilidades diferentes para percorrer caminhos.



Fonte: Palazzo (2001).

Da mesma forma, o processo de desenvolvimento de produtos, quando adaptado a uma atividade (área), empresa ou projeto adquire estrutura semelhante ao processo de hipertexto, com ligações nem sempre sequenciais, podendo a informação seguir caminhos em diferentes ordens, conforme mostra a figura 21.

Figura 21 - Ligações em um processo de desenvolvimento de produtos específico.



Fonte: Rozenfeld *et al.* (2006, p. 42).

O processo de desenvolvimento de produtos é único para cada projeto. Enfrenta diferentes situações, que pedem mudanças na sua configuração. A analogia entre a sua estrutura e a do processo de hipertexto pode ser considerada natural. Uma evolução ao conceito de hipertexto é o de hipermissão.

HIPERMÍDIA

Com o progresso da tecnologia dos computadores, novos recursos de apresentação da informação foram incorporados aos já existentes. Gráficos, sons, desenhos, vídeos e animações passam a formar, juntamente com os já existentes textos, um novo conceito denominado multimídia.

A partir dessa evolução, a incorporação dos elementos multimídia, a transição de um elemento a outro (texto, figura, som) passou a ser através de um clique neste novo elemento. A própria comunicação ou sinalização para uma nova informação tornou-se mais clara e criativa.

O termo hipermissão foi lançado por Nelson (1967), dando uma nova dimensão ao fluxo de informações, que de forma semelhante ao hipertexto, permitia-se não seguir a forma serial.

Já Palazzo (2001) define que os sistemas de hipermídia são desenvolvidos para “a criação, manipulação, recuperação e apresentação de informação”. Esta fica armazenada em espaços multimídia chamados nodos, que são organizados de diferentes formas e podem ser explícitos ou implícitos, ou seja, podem fazer parte da apresentação ou simplesmente estar ligados a ela. Com a disseminação da internet, as necessidades dos usuários tornaram-se mais complexas dentro de um universo cada vez maior de informações. Surge a necessidade de adaptar o que o usuário recebe às suas necessidades.

HIPERMÍDIA ADAPTATIVA

A dimensão e a complexidade de certos ambientes e sistemas faz com que muita informação seja desperdiçada ou perdida, tanto pela quantidade de caminhos que alguém necessita percorrer para acessá-la, como pela forma como ela é apresentada.

No primeiro caso, pode haver um desperdício de fluxo ou navegação, quando o acesso a determinados dados se faz por caminhos além do necessário, os enlaces não levam diretamente à próxima informação, ou mesmo há espera, que pode ser evitada. Isso pode impedir o final de uma atividade, sua continuidade, ou o início de outra⁹.

Uma apresentação pode gerar desinformação se não for corretamente modelada a quem for acessá-la naquele momento. Isso pode ocorrer por linguagem inadequada, ferramentas mal utilizadas, ou até mesmo excesso de informações em um único local.

Uma correta combinação entre fluxo e apresentação da informação torna-se, então, a solução para que ela chegue às pessoas certas, no tempo certo e no tamanho correto. Há uma área de sistemas que trata dessa situação.

SISTEMAS DE HIPERMÍDIA ADAPTATIVA (SHA)

Um sistema adaptativo, como o de hipermídia, procura utilizar métodos e técnicas que facilitem e simplifiquem o fluxo de informações em um ambiente, de acordo com as necessidades atualizadas de cada usuário.

Para tanto, procura redirecionar caminhos, ocultar nodos de trabalho, orientar de diversas formas a navegação do usuário no

⁹ O tema “desperdício” é tópico relevante do tema “pensamento enxuto”.

ambiente, facilitar sua localização e apresentar conteúdos em diferentes formatos para cada situação.

Segundo Palazzo (2001), um SHA caracteriza-se por:

- Possuir alto grau de configuração – Ferramentas, métodos e técnicas que facilitam ao sistema assumir diferentes formas;
- Obrigatoriamente, possuir um modelo de usuário – Todos os envolvidos na utilização do sistema necessitam estar identificados, definidos, agrupados e atualizados, de acordo com suas necessidades, sua participação e outras características;
- Gerenciar a dinâmica das relações entre o usuário e o sistema – Sistema e usuário modificam-se conforme vão interagindo. É necessário um controle das mudanças para manter uma identidade, tanto de um quanto de outro, em relação ao contexto e aos objetivos;
- Suportar uma base de usuários – Para manter uma visão das adaptações, uma amplitude entre o estado original e o atual;
- Possuir capacidade de aprofundar buscas – Como os elementos tendem a sofrer diversas modificações, é necessário criar apontadores e índices que interliguem as diversas opções de modificação;
- Possuir melhores resultados de longo prazo – O SHA aprende com o usuário, então deve demonstrar evolução cada vez maior através da sua utilização.

Considerando-se que um sistema adaptativo baseia-se no modelo de usuário, é necessário definir o que é possível adaptar a ele, e como fazê-lo.

ESPAÇOS DE ADAPTAÇÃO

Em um sistema adaptativo, segundo Brusilovsky (2001), uma das questões mais importantes é: “*O que é possível adaptar?*” Como o ambiente de hipermídia é formado por nodos (estações, sítios, locais, hiperdocumentos) que contêm certa quantidade de informação, conectados a outros *nodos* (nós) através de *links* (enlaces, fluxos, ligações). Assim, os espaços são definidos como *Apresentação Adaptativa*, quando referentes ao conteúdo dos *nodos* e *Navegação Adaptativa*, quando considerados os caminhos percorridos entre os *nodos*.

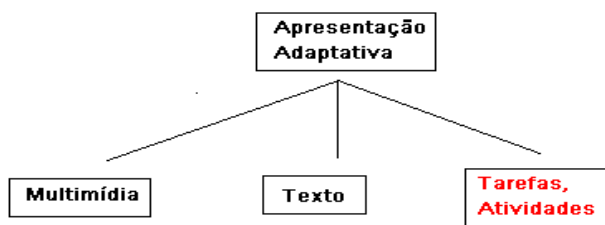
Na Apresentação Adaptativa, o objetivo é adaptar o conteúdo (ou tarefas, no PDP) de um local (nodo) apresentado às necessidades, à história, à preferência, enfim, ao perfil de um usuário em particular. A

apresentação pode ir mudando, por exemplo, conforme o usuário for conhecendo o assunto, aprendendo, evoluindo.

Pode-se alterar a linguagem utilizada ou mesmo a forma como a informação é exibida, inclusive, com seus elementos gráficos. (KOBSA, 1995; STAFF, 1997; BRUSILOVSKY, 1997).

Como essa adaptação pode ser feita através de distribuição de fragmentos do que é apresentado, em um processo, como o de desenvolvimento de produtos, podem-se utilizar tais técnicas para modelar e distribuir tarefas dentro de uma atividade, por exemplo. A figura 22 representa uma adaptação do modelo para apresentação em HA, com a inclusão do item tarefas e atividades, como espaços adaptáveis.

Figura 22 - Apresentação em HA.



Fonte: adaptada de Brusilovsky (2001).

Na busca de focar a utilização no PDP, e seguindo definições de Brusilovsky (1996, 2001), destacam-se as seguintes técnicas de apresentação adaptativa:

- Classificação de fragmentos – Consiste em definir a ordem em que as partes de um nodo serão apresentadas. No modelo de referência, é possível utilizar esta técnica para definir a ordem das tarefas dentro de cada atividade;

- Inserção/remoção de fragmentos – Utilizada para definir quais fragmentos farão parte da apresentação de um nodo, ou quais tarefas e ferramentas serão utilizadas para compor uma atividade;

- Alteração de fragmento – O mesmo fragmento pode possuir mais que uma versão, adaptado ao perfil de certos usuários, do mesmo modo que certas tarefas podem ter configuração diferenciada, de acordo com as necessidades dos clientes;

- Destaque/obscurecimento – Técnica utilizada para definir prioridades, ou mesmo valor a um fragmento. Tal técnica também pode ser utilizada para destacar a importância de certas atividades, dada uma sequência definida.

A Navegação Adaptativa busca auxiliar o usuário, definindo o fluxo da informação em um processo ou a navegação em um ambiente. Quando uma sequência se apresenta no formato de rede, o fluxo pode tornar-se extenso e complexo. Vários caminhos são oferecidos, no intuito de possibilitar diversas soluções aos problemas que forem deparados.

Para o auxílio da condução do usuário através da rede de hipermídia definida, e para a simplificação do fluxo de informações, são oferecidas tecnologias que adaptam as ligações entre os nodos ao modelo do usuário, de modo pessoal e atualizado. No intuito de focalizar sua utilização no PDP, destacam-se:

a) Orientação direta (OD) - Determina ao usuário, qual o melhor caminho a seguir, a partir do ponto em que se encontra. Propõe uma sequência de atividades, a partir de uma situação definida.

- Apesar de a OD ser considerada bastante simples, para o desenvolvimento de produtos ela apresenta possibilidade de aplicação. Principalmente, levando em consideração o pensamento enxuto, permite uma intensificação do foco nos resultados que levam à próxima atividade, por parte dos *stakeholders* (interessados), envolvidos exclusivamente na atividade atual. Isso evitaria uma possível desatenção decorrente de uma visão ampliada e desfocada do processo, mantendo o foco no objetivo. Sua utilização em conjunto com outras técnicas de navegação pode permitir, além da diminuição de desperdícios, pela visualização direta dos próximos passos e informações, incentivar o fluxo do valor por todo o processo, reconhecendo-o, delimitando-o e priorizando as melhores opções de sequência;

b) Classificação - Demonstra a ordem de apresentação dos *links* e dos nodos. No processo, serve para demonstrar a sequência de atividades de um projeto.

- Em sistemas adaptativos, pode acontecer de, após passar por um *link* ao próximo passo, devido a alterações no modelo de usuário, que o cenário de navegação se altere. O conjunto de *links* e nodos a seguir pode ser diferente do passo anterior. No processo de desenvolvimento de produtos isso pode ser um problema. Um

planejamento, que envolve entregas, recursos e informações, pode ficar prejudicado, pois exige mudanças de última hora difíceis de gerenciar;

c) Ocultação - Segundo Fernandes (1997), a técnica de Ocultação (OA) é a usada com mais frequência na navegação adaptativa. Seu propósito é restringir o espaço de navegação de acordo com os objetivos ou interesses do usuário, mostrando-lhe somente os caminhos que o leve a nodos com informações ou tarefas relevantes ao seu perfil ou modelo. Além disso, a restrição de acesso de um usuário a um nodo pode ser justificada, tanto pelo seu desinteresse ou objetivo, naquele momento, como também pela sua falta de conhecimento para utilizar certas informações contidas naquele espaço.

- No caso do PDP, a execução de uma atividade pode ser descartada, em dado momento, até por já ter sido executada anteriormente ou em paralelo por outro projeto, desde que o resultado obtido nessas instâncias atinja o objetivo esperado no momento atual. Outra possibilidade de aplicação da OA no PDP é, baseando-se nos princípios enxutos para o PDP (MURMAN, CUTCHER-GERSHENFELD & ALLEN, 2002), priorizar as atividades que agreguem valor ao produto, ocultando as que não o fazem. Isto ajuda a definir o projeto com uma estrutura que minimize o desperdício;

d) Anotação Adaptativa (AA) - Oferece a opção de agregar informações aos links, quando necessário, tais como duração, dependência, relação com outros *links*.

- No PDP, é uma forma de auxiliar a definição da sequência de atividades, principalmente, em engenharia simultânea. Outra aplicação é a de auxiliar na preparação do interessado, quando for executar a próxima tarefa. Como o sistema é adaptativo, o estado atual da tarefa pode ter sofrido alguma modificação importante de última hora, devido a circunstâncias inesperadas no ambiente. Uma vantagem desta técnica é que a informação agregada ao *link* varia de acordo com o modelo de usuário, em frequente modificação. Ainda pode ser utilizada na sinalização da atividade a acessar, e nisso supera a técnica de ocultação, através de obscurecimento/destaque ou de utilização de cores, no intuito de definir relevância (valor) à próxima atividade, deixando-a disponível ao interessado, mesmo que ele opte por descartá-la;

e) Adaptação de mapas e índices - Criação de índices e mapas dinâmicos, que representem a situação atualizada em cada nodo de apresentação.

- No PDP, serve para auxiliar o processo de orientação, atualizando-o em caso de mudança ou atualização de projeto em andamento. Sua aplicação no desenvolvimento de produtos se destaca na possibilidade de orientar os envolvidos dentro de uma atividade, de forma restrita, ou em uma fase. Mas pode, também, guiá-lo em todo o processo, de modo global. A definição da restrição ou da ampliação do mapa de orientação pode levar em consideração ao menos três fatores: o perfil do usuário, seu envolvimento no processo e a estratégia da empresa em relação à segurança do conhecimento do processo.

Em complemento à apresentação e à navegação, há a necessidade de observar-se como a HA classifica os links, no intuito de definir sua sequência de execução.

Segundo Brusilovsky (1996), na visão do usuário, é possível classificar os *links* em quatro classes, com o intuito de definir como os caminhos podem ser acessados, adequando-os às diferentes aplicações (úteis ao PDP):

- *Links* locais ou não contextuais - Ligações entre os nodos; independentes do seu contexto. Geralmente, indicam o final das informações apresentadas ou das tarefas, ou a transição entre atividades – no desenvolvimento de produtos – comuns em várias fases do processo;

- *Links* contextuais - Ligações para dentro ou fora de um nodo, mas que estão inseridas nele. Fazem parte do contexto da atividade e indicam desvios de sequência necessários ainda na sua execução. No PDP, existem diversas tarefas semelhantes ou comuns a diferentes atividades;

- *Links* para tabelas e mapas – Representam mais de uma opção, quando um desvio ou uma ligação forem exigidos. Normalmente, são do tipo não contextual. Úteis para a localização de diversos envolvidos, em relação a todo o processo ou atividades de interesse, ou quando uma informação ou tarefa possuam mais que uma possibilidade de execução, dentro de uma atividade. Apresentam informações sobre posicionamento, evolução do processo, parcela já executada e por executar.

Nota-se que tanto as técnicas de apresentação como as de navegação são voltadas ao atendimento das necessidades do usuário, da mesma forma que, no pensamento enxuto, o processo é puxado pelo cliente. Para que um sistema adaptativo atinja corretamente seus objetivos, o modelo de usuário precisa ser bem definido.

MODELAGEM DO USUÁRIO

Um dos principais pilares da arquitetura de um sistema adaptativo é o modelo do usuário. Muitos definem a hipermídia adaptativa como uma área de pesquisa “situada na intersecção da hipermídia com a modelagem de usuário”. (DE BRA, 1997; BRUSILOVSKY, 1999).

Um sistema de hipermídia adaptativa tem sua dinâmica baseada nas características e necessidades ativas e atualizadas de cada usuário. Seu objetivo é atendê-las e atualizar-se sempre de acordo com elas.

Algumas características relacionadas ao usuário, que podem ser utilizadas na sua modelagem, como fonte para adaptação do sistema, estão entre as citadas por Palazzo (2002) e Ulbricht *et al.* (2006):

- a) **Conhecimento:** Representa o que o usuário distingue em relação ao tema abordado por certa aplicação (domínio), bem como o que ele vai adquirindo conforme interage com o ambiente ou processo. A tendência é que o sistema procure reconhecer esta característica previamente, para uma apresentação inicial, percebendo sua evolução e adaptando a apresentação através do incentivo à troca de informações com o usuário. Brusilovsky (1996) considera o conhecimento essencial à construção do modelo, sendo utilizado na maioria das técnicas de apresentação;
- b) **História e experiência (*background*):** Por história, entende-se a informação de localização e navegação do usuário em sistemas e processos, independente do tema abordado no momento. Difere do conhecimento por considerar a intimidade do usuário com o processo em si, o tempo em que permanece em cada estágio e a maneira como ele age no decorrer de um processo. Já a experiência está mais ligada ao comportamento do usuário no processo em que está inserido no momento. Quais passos ele percorreu e quais ele deve percorrer. Ainda difere do conhecimento, pois o usuário pode não conhecer plenamente o tema, mas possuir boa experiência de navegação. Como, por outro lado, pode

conhecer plenamente o tema, sem ainda ter navegado no ambiente ou processo;

- c) **Objetivos (metas, interesses):** São características mais relacionadas a um grupo de usuários que um usuário específico. O foco é no resultado esperado após uma fase ou atividade, por exemplo. Isto pode afetar vários utilizadores (clientes, interessados) de forma semelhante ou diferenciada. Segundo Halasz & Schwartz (1990), a busca pelo valor, no processo, que é representado pela perspectiva de atingir o objetivo corrente do usuário. O valor e o objetivo podem ser atribuídos antes do início do processo, mas podem ser modificados durante sua execução;
- d) **Preferências:** Quando as preferências do usuário necessitam ser informadas, mesmo por um simples *feedback*, ou por uma forma indireta, há mais a noção de adaptabilidade do que adaptatividade; o sistema é considerado mais adaptativo, quando consegue reconhecer e agrupar novas preferências ao modelo do usuário (BRUSILOVSKY, 2001). Kobsa (2001) considera que tal sistema deve ser capaz de “reconhecer e generalizar” as preferências do usuário, adaptando-as a qualquer contexto que for surgindo. Através da identificação e mensuração de preferências é possível agrupar diferentes modelos de usuário. Isso pode ser utilizado para diferentes formações e hierarquias de grupos de trabalho, no PDP, como por exemplo, divisão por processo, objetivos, área de conhecimento ou uma visão mista de organização de trabalhos;
- e) **Características individuais:** Os traços de personalidade de cada usuário, estudados por Wu & De Bra (2001), chamados também de características cognitivas, são informações consideradas estáveis e necessitam de testes especiais, que podem ser os mesmos utilizados para reconhecer o perfil psicológico e reconhecer aptidões pessoais. Dentre elas, qual técnica de motivação se aplica melhor a determinado usuário (curiosidade, competição ou confiança); qual estilo de aprendizagem, se holístico ou serial; que tipo de pensamento (indutivo ou dedutivo); além do grau de concentração (KOCH, 2002); Essas características permitem identificar, classificar e agrupar habilidades, dificuldades e deficiências do usuário e como utilizá-las na adaptação do sistema;

f) Características do ambiente: Reconhecendo a influência do ambiente no modelo de usuário, é possível evitar desperdícios de movimentação em busca de informações. A correta identificação das diversas opções de tecnologias, ferramentas e processos existentes facilita a sua utilização adequada a cada perfil de usuário.

A determinação das características do usuário pode ser utilizada, em analogia às necessidades dos clientes, na busca de um modelo que os identifique, classifique e forme o conjunto de atributos necessários ao atendimento de todos os envolvidos no processo ou em um projeto específico.

Na hipermídia adaptativa, que propõe métodos e técnicas que oferecem recursos e caminhos modelados a cada usuário, de maneira flexível e atualizada, há um conceito conhecido por *acesso universal*. Tal ideia vem sendo apresentada como a utilização por “todos”, com necessidades comuns ou “especiais”, principalmente, quando um produto é projetado. Na HA, este conceito é aplicado no sentido de se desenvolver “bons projetos a serem aplicados a qualquer usuário potencial” (PALAZZO, 2001).

Stephandis (2001) levanta questões que devem ser consideradas para o acesso universal em SHA:

- a) Priorizar adaptações com o sistema em andamento, em detrimento a decisões anteriores;
- b) O projeto de adaptação deve considerar, necessariamente, o contexto em que cada tarefa é executada;
- c) Sistemas devem funcionar em qualquer tempo, por qualquer um e em qualquer lugar (sistema adaptativo ideal);
- d) A possibilidade de considerar diversos ambientes.

Dentro do princípio da democratização da informação, contido no Compromisso de Túnis (2005)¹⁰, a ideia de *informação universal* prevê que todos têm direito a toda a informação. Isto auxilia na aquisição de maior conhecimento, desde que de forma organizada.

Como os sistemas adaptativos tendem a classificar e ocultar *links* e conteúdos há informações que alguns usuários não têm acesso em nenhuma situação. Se isto for uma questão de segurança ou restrição que garanta o correto funcionamento do sistema, ou mesmo o andamento do projeto, o acesso não será liberado. Mas, por outro lado, se não houver

¹⁰ Fonte: Site New Humanity – www.new-humanity.org (em inglês e italiano).

este tipo de restrição, pode ser dada ao usuário a possibilidade de acessar os dados, no sentido de conhecer todo o processo.

No sistema SHARNA, apresentado por Schmitz (2004), há a possibilidade, através de *link* especial, de acessar todos os caminhos do sistema, se o usuário assim o desejar. Tal facilidade também é encontrada em vários sítios da Internet, sob o título “mapa do *site*”.

Após a definição desses componentes, que podem ser considerados estruturais, é necessário definir “como” eles serão adaptados no sistema; que mecanismos e que tecnologias podem ser utilizadas para tal; e qual o que pode ser considerado, neste trabalho, para utilização no processo de desenvolvimento de produtos.

3.5.2 Tecnologia Adaptativa

Neste tópico, são apresentadas as opções de “como fazer” a adaptação em um sistema adaptativo. O levantamento é baseado, principalmente, nos estudos de Neto (2007) e Pistori (2003), que apresentam a evolução da tecnologia adaptativa, no cenário nacional e mundial.

Tendo como principal característica a capacidade de modificar-se, mesmo com pouca ou nenhuma intervenção do usuário (BRUSILOVSKY, 1996; PALAZZO, 2001, 2002; PISTORI, 2003; NETO, 2003, 2007), além de aprender com a experiência da interação entre usuário e sistema (PALAZZO, 2000, 2001; SCHMITZ, 2004), levando em conta o modelo de usuário, um dispositivo pode ser considerado adaptativo.

O entendimento acerca de dispositivo pressupõe qualquer apresentação de um sistema adaptativo. Dentro dessa ideia, um dispositivo pode ser um sistema computacional, mecânico, eletrônico, físico ou químico. Ainda pode ser um produto ou processo.

Segundo Neto (2007), dispositivos adaptativos baseados em regras possuem duas partes distintas: um dispositivo subjacente, formal, possuidor de certas regras e não adaptativo; e uma estrutura adaptativa, um mecanismo, geralmente oriundo da área de inteligência artificial ou da lógica, que fica incumbido de dar a característica de adaptatividade ao sistema.

Abaixo, são listados alguns formalismos subjacentes, de interesse deste trabalho, e sua classificação (NETO, 2001):

- a) Autômatos – São dispositivos de reconhecimento; seu funcionamento baseia-se em mudanças sucessivas de estados,

como em atividades que iniciam após a modificação do estado de uma anterior. É possível aplicar esta tecnologia de caracterização no ordenamento de um processo e na definição do momento de início de cada atividade. Neste conceito, incluem-se os agentes inteligentes e os modelos multiagentes;

- b) Redes estocásticas, como as *de Markov* e as *de Petri* - Responsáveis por atribuir valores que não podem ser definidos com exatidão, mas, sim, estimados probabilisticamente. Útil no processo de desenvolvimento de produto, quando valores próximos do ideal podem ser aceitos como a melhor solução do momento;
- c) Tabelas e árvores de decisão – Dispositivos que auxiliam a tomada de decisões. Por serem baseados em regras, participam em processos, no momento de decidir entre um caminho ou outro; executar ou não uma atividade; decidir entre uma ou outra atividade; diferentes apresentações de um mesmo estágio (fase ou atividade); ou até a supressão de qualquer elemento do processo.

Outra consideração importante é quanto à referência empregada para o sistema adaptar-se. Como visto em Chevrolet (2009), um exemplo de um sistema de transmissão automática em um automóvel, que se adapta tanto ao usuário (motorista), quanto ao ambiente (terreno), através de sua experiência; sua utilização. Com destaque, em negrito, nosso:

Zafira 2010:

[...]

Configurações e especificações válidas para veículos ano-modelo 2010 produzidos a partir de 06/07/2009.

[...]

Transmissão Automática Inteligente de quatro velocidades, equipada com: *Neutral Control* (muda automaticamente de "D" para "N" sempre que o veículo estiver abaixo de 3 Km/h e o freio foracionado - redução do consumo de combustível, menor desgaste das peças, menos vibrações e menor esforço no pedal do freio), Modo Esportivo (troca as marchas em rotação mais elevada, proporcionando desempenho mais esportivo, com retomadas mais rápidas), Antipatinagem (utiliza a 3ª marcha para

sáidas em terrenos de baixa aderência), Controle Eletrônico (seleciona eletronicamente a marcha ideal para cada condição de uso, além do momento ideal de trocá-las - trocas de marchas mais precisas e suaves), *Kick-Down* (quando o motorista pressiona o acelerador bruscamente até o fim do curso, o Controle Eletrônico responde automaticamente reduzindo uma ou duas marchas, oferecendo mais torque), *Lock-Up* (embreagem interna que contribui para a redução do consumo de combustível) e **Função Adaptativa** (interpreta o tipo de condução do motorista e a inclinação da pista, selecionando o programa de trocas de marchas mais adequado para cada condição).

Destaca-se que o sistema mencionado tem o objetivo de adaptar-se para satisfazer o usuário, mas leva em consideração características dele e do ambiente combinadas e percebidas pela experiência de utilização (funcionalidade). Sua “Função Adaptativa” possui características aceitas no conceito de adaptatividade, que no sistema citado é utilizada em combinação com outras adaptações baseadas em regras, como velocidade, acionamento de freio e escolha de modo de desempenho, que completam a dinâmica do sistema.

Pode ser considerado, também, o conceito de Luhmann (1997), sobre sistemas, onde “sistema é a forma de uma diferença”, ou “tudo que não é sistema é ambiente”. Então, há a preocupação em o sistema reconhecer e responder a todas as variáveis que influenciam na sua formatação; suas características, seu relacionamento e suas instâncias e estados.

O estado dos usuários e do ambiente está em constante evolução e, portanto, o próprio sistema deve avançar para atender as mudanças emergentes. Isso considerado remete ao estudo da dinâmica da própria tecnologia.

EVOLUÇÃO DA TECNOLOGIA ADAPTATIVA

Este tópico procura apresentar concepções úteis ao processo adaptativo e seu avanço.

As informações são baseadas no trabalho de Neto (2007) e acrescidas de suas possibilidades de utilização no processo de desenvolvimento de produtos. São elencadas as definições de Autômatos de Pilha Estruturados, Dependências de Contexto,

Extensibilidade, Adaptatividade, Autômatos de Topologia Variável e Aprendizagem de Máquina.

Os *autômatos de pilha estruturados* são utilizados para reconhecimento sintático em linguagens de programação. São dispositivos sem características adaptativas, mas seu funcionamento, caracterizado pela utilização de famílias de submáquinas¹¹ que possuem comunicação interna e intercomunicação entre elas, apresenta características que servem como base e são muito úteis aos dispositivos e sistemas adaptativos, como pilha, estados e transições.

Já a capacidade de *reconhecimento de texto* serve para reconhecer informações isoladas ou combinadas e seus resultados esperados. Origina-se dos sistemas interpretadores de linguagem natural e de programação, onde palavras isoladas possuem um significado, mas combinadas podem demonstrar vários outros diferentes. Em um processo adaptativo pode ser utilizada para fragmentar etapas mais complexas, criando combinações entre elas, na busca de diferentes objetivos ou entregas.

As *dependências de contexto* são mais utilizadas no processamento de linguagem natural (MORAES, 2006). Possuem a característica de apresentar informações mais genéricas, quando o contexto for mais coletivo. Por outro lado, quando for mais individual ou específico, tende a apresentar elementos de forma mais aprofundada e detalhada.

Outra propriedade deste conceito é a de reconhecer diferentes interpretações a uma mesma sentença. No PDP, possui aplicabilidade no auxílio à apresentação de informações a clientes de diversos níveis de conhecimento e envolvimento. Da mesma forma que uma frase idêntica expressada em diversos contextos é interpretada de forma diferenciada, a mesma informação ou atividade, mesmo prevendo entregas iguais, pode dar a um processo resultados que não satisfaçam os interessados da mesma maneira, se estiverem inseridos em contextos desiguais.

Um exemplo pode ser baseado no serviço de alimentação. Um cliente chega a um estabelecimento de comida expressa e espera velocidade no atendimento. O processo de elaboração do lanche preocupa-se com isso, procurando ainda, entregar o alimento com a melhor qualidade possível. Já quem se dirige a um restaurante à noite, por outro lado, tende a aguardar mais pelo prato, exige qualidade, da mesma forma, mas a preocupação com o tempo nem sempre é tão

¹¹ Máquinas de estado. Possuem *inputs* atual e anteriores. Entradas anteriores são consideradas como estados. Fonte: Wikipédia – <http://pt.wikipedia.org>.

importante. Ele, além de um atendimento especial, que envolve um andamento mais delongado, ainda espera que tenha espaço para certa conversa que crie o clima ideal. Nos dois casos, o mesmo produto (alimento) pode ser apresentado, mas outro produto (serviço) é atrelado ao contexto a que está inserido. O primeiro cliente reconhece como valores a velocidade e o preço. Já para o segundo, valor está no ambiente e no atendimento personalizado.

Extensibilidade é a capacidade de inserir funcionalidades esperadas e expressadas pelo usuário, em um sistema, em épocas ou situações pré-determinadas e de forma incremental. Isto é feito em tempo de compilação, ou seja, por mais que as mudanças sejam aplicadas ao longo do processo, são previstas e agendadas no seu início.

Por outro lado, a *adaptatividade*, em sistemas, aplica mudanças, principalmente, em tempo de execução, tendo como principal característica a percepção das necessidades e do comportamento do usuário, através de um modelo, que aceita modificações a qualquer tempo e sem a necessidade de intervenção ou solicitação desse usuário. Neto (2007) destaca que, para que isto ocorra, é preciso que o ambiente possua os recursos necessários e à disposição, para o sistema modificar-se com a dinâmica esperada.

Outra competência esperada em um processo adaptativo é de ser guiado por um conjunto de regras (NETO, 2001). Isso é aplicado tanto às necessidades mensuráveis, quanto às estocásticas, mesmo que pouco perceptíveis. Em ambos os casos, é necessário que as regras aceitem variações conforme o processo é executado, em caso de mudança de contexto, ou pela variação de usuário e seu comportamento, para que o sistema seja considerado adaptativo.

A *extensibilidade* e a *adaptatividade* podem ser utilizadas em conjunto ou em separado no PDP. Os fatores determinantes para a escolha do tipo de utilização são o momento da disponibilidade de recursos necessários à mudança no sistema, o grau de intervenção que o usuário ou interessado precisa despende para disparar uma alteração e o conjunto de regras, que pode ser fixo ou variável.

Para um projeto que necessite programar antecipadamente o tempo em que as mudanças serão aplicadas, determinadas pela disponibilidade previsível de recursos, por uma situação de mercado ou, até mesmo, pela espera do lançamento de uma tecnologia que apoie o processo. Para uma causa que gere uma aplicação ou mudança pontual e programada no processo, a *extensibilidade*, mesmo não sendo considerada uma qualidade adaptativa, pode ser utilizada.

Quando surge uma oportunidade não esperada, por uma mudança brusca no mercado, nova disponibilidade de recursos, ou qualquer outra causa percebida pelo sistema, mesmo que não mencionada pelo cliente/usuário, a adaptatividade é um conceito aplicável, pois possui mecanismos para perceber a mudança e aplicar a adaptação necessária, automaticamente.

A utilização conjunta dos dois conceitos é aplicável quando o planejamento do processo percebe várias possibilidades de solução para um projeto (SBCE), prevendo ou não a disponibilização de certos recursos, tecnologias e situações no futuro. Mesmo optando por uma ou outra solução, quando for possível perceber a necessidade de uma mudança que agregue valor ao produto ou ao processo, no momento certo, promover alterações nos rumos do processo, mantendo sua estabilidade.

O conceito que rege, basicamente, o funcionamento dos diversos *autômatos de topologia variável* é derivado dos elementos que compõem os autômatos, em geral: entradas, regras, transições, estados e linguagem própria.

Os autômatos são conhecidos como uma espécie de modelo matemático que representa uma máquina de estados finitos. Tal máquina recebe entradas e modifica-se através de saltos, que seguem regras de transição, de um estado para outro. Isso acontece até que o autômato pare. Nesse momento, ele assume um de dois estados: se parou em estado de aceitação é porque aceitou a palavra; em estado de rejeição, ele a rejeitou. A linguagem de um autômato é o conjunto de palavras que ele aceita (HOPCROFT, ULLMAN & MOTWANI, 2002). Na sua forma básica, esse conceito não é adaptativo, mas suas variações de topologia contribuem para que o seja, agregando formas adaptativas aos seus dispositivos adjacentes.

Entre as concepções de autômatos que se modificam, segundo Castro Junior (2004), o *autômato adaptativo* destaca-se como o formalismo que inclui a maioria das funcionalidades dos autômatos de pilha, mas com transições que podem ser modificadas enquanto o dispositivo é executado, dando a ele a capacidade de adaptação. É considerado um dispositivo adaptativo guiado por regras em sua estrutura interna e requer, para programar suas ações de adaptação, funções adaptativas.

Segundo Mitchell (1997), a aprendizagem computacional ou *aprendizagem de máquina* consiste em um ambiente computacional onde as regras não são apenas definidas pelo programador, nem a solução do problema. Nesse paradigma, o desenvolvedor define regras

iniciais ao sistema, cabendo a este, de forma automática, incremental e contínua, a solução ao problema proposto. Variando de acordo com regras dinâmicas e instâncias modificáveis, a “máquina” tende a encontrar saídas individuais a cada situação de entrada apresentada.

A capacidade de utilizar o mesmo ambiente ou suas ferramentas para problemas distintos permite que um modelo baseado em aprendizado seja aplicado a processos que possuam atividades que, através de entradas diferentes, possam entregar resultados específicos, dependendo das regras aplicadas a situações diferentes. “A aprendizagem de um sistema pode ser obtida através de redes neurais, autômatos, regras de decisão ou indução” (PISTORI, 2003).

Um sistema baseado em regras aliado à capacidade de aprender com exemplos pode demonstrar-se útil ao PDP, quando regido por um processo que segue regras, como as do pensamento enxuto, e busca o valor definido pelo cliente, este que possui variações de comportamento, em situações, instâncias e localizações diferentes.

TECNOLOGIAS ADAPTATIVAS E SUAS APLICAÇÕES

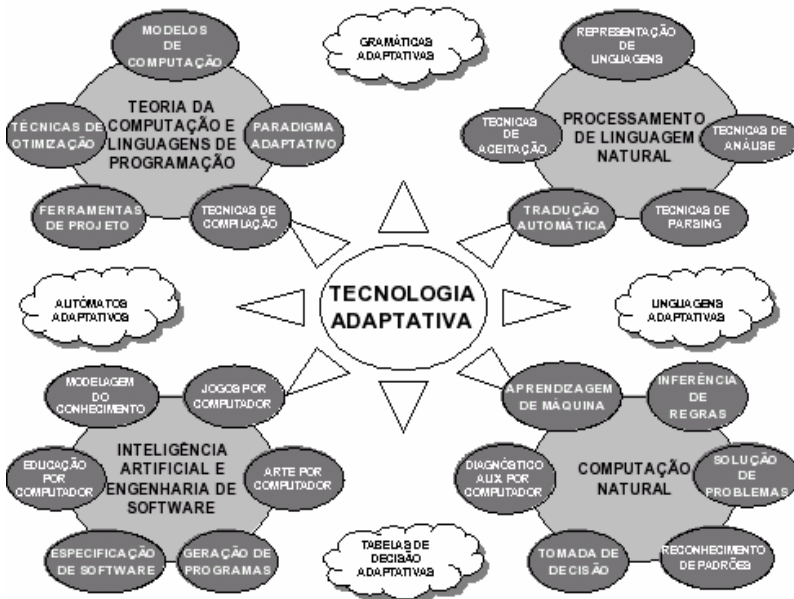
Nesta seção serão mostrados alguns conceitos e tecnologias e sua aplicação, principalmente, em processos e desenvolvimento de produtos, na busca de fundamentar o modelo que este trabalho propõe desenvolver.

Segundo Castro Junior (2004), a tecnologia adaptativa é um dos muitos conceitos aplicáveis na solução de problemas complexos, tanto quanto redes neurais, inteligência artificial, redes estocásticas, algoritmos genéricos, heurísticas e outros tantos. Na figura 23 são apresentadas as diversas possibilidades de aplicação das tecnologias adaptativas.

A aplicação de tecnologia adaptativa, como apresentado na área de teoria de computação tende a aproximar-se das necessidades da gestão de processos, como o PDP, por utilizar ferramentas que se assemelham a ele, como “ferramentas de projeto”, “técnicas de *otimização*” e “modelos de processo”.

A seguir, é feita uma comparação entre alguns dispositivos adaptativos e sua possibilidade de aplicação no PDP.

Figura 23 - Aplicações da tecnologia adaptativa.



Fonte: Castro Junior (2004).

AUTÔMATOS ADAPTATIVOS

Estes dispositivos têm diversas aplicações, segundo Castro Junior (2004), que partiram do campo das linguagens de programação (compilação e *implementação*). Com o tempo, seguindo outras ideias e lógicas surgidas na computação, seguiram para várias áreas, como representação do conhecimento e resolução automática de problemas complexos (ROCHA, 2000). Essa última é constituída de um modelo computacional que gera um conjunto de propostas de solução, a partir de uma composição linguística do problema.

Uma aplicação mais avançada foi proposta por Rocha (2001), com um simulador de RNA (redes neurais artificiais). Essa solução busca simplificar a elaboração de tais redes, mesmo abrangendo vários modelos e camadas.

Com a evolução dos autômatos adaptativos, na aplicação conjunta com modelos multiagentes de simulação, como em Rivero (1999), que utiliza um ambiente que simula diversos problemas econômicos e outras situações de mercado, através de um *framework* que ele denomina de “mundo dos agentes”. O autor utiliza agentes adaptativos dotados de

racionalidade, buscando demonstrar a variação dos diversos agentes ao longo do tempo.

Dadas as características desse simulador multiagentes (SMA), e sua similaridade com as informações de entrada do PDP e suas configurações, é razoável aceitar um modelo do tipo como alimentador dos dados para a configuração do processo que representa cada projeto. Além de que, seguindo as características do *framework* citado, faz-se possível testar o modelo de PDP adaptativo através da inserção de mudanças críticas de cenários no SMA dos elementos de entrada.

Pode-se afirmar, então, que autômatos são aplicáveis a processos, como o PDP, no momento em que se faça necessária a interpretação de ordens em linguagem natural, que solicitem uma resposta automática do sistema. Isso propicia a ele características adaptativas com a vantagem de gerenciar questões relativas ao conhecimento.

Outra forma de representar e antecipar movimentos em um processo é utilizando o recurso das redes estocásticas, que são instrumentos de previsão de situações processuais.

REDES ESTOCÁSTICAS

Trata-se de formalismos automodificáveis, que utilizam métodos probabilísticos para a obtenção dos seus resultados. São aplicáveis quando o resultado esperado pode ser representado por um valor aproximado, ou mesmo apurado através de um método probabilístico.

As tecnologias que possuem alguma afinidade com o trabalho em pauta são as redes de *Markov* e as de *Petri* adaptativas.

Segundo Castro Junior (2004), a versão adaptativa das redes ou cadeias de *Markov* tem sido utilizada em processos que necessitam de percepção do comportamento de algumas variáveis, para completar sua possível sequência.

A principal propriedade dessa rede é a memória markoviana, que define como irrelevantes os estados anteriores para a predição de estados futuros, a partir do momento que o estado atual é conhecido. A cadeia de *Markov* também é um modelo matemático com estados discretos, mas o parâmetro “tempo” pode ser discreto ou contínuo.

Na cadeia de *Markov*, uma sequência de variáveis aleatórias X_1, X_2, X_n representa o espaço de estados; o conjunto de valores que as variáveis da cadeia podem assumir:

$$\Pr(X_{n+1} = x | X_0, X_1, X_2, \dots, X_n) = \Pr(X_{n+1} = x | X_n),$$

onde X_n denota o estado do processo no tempo n . Então, se uma distribuição de probabilidade condicional de X_{n+1} , considerando uma função de apenas X_n nos estados passados, e X é um estado qualquer do processo.

Segundo Castro Junior (2004), além da capacidade de previsão com base probabilística, os formalismos adaptativos passam a utilizar técnicas que propiciam sua automodificação em tempo real, ou seja, com o processo em andamento. Uma dessas tecnologias, conhecida como Rede de *Petri*, passa a ganhar destaque de utilização.

A rede de *Petri*, também conhecida por rede de transição, é uma representação matemática utilizada em sistemas distribuídos discretos (Camolesi & Neto, 2003).

Sua estrutura, com *nós de posição* ou *lugares*, que representam o local de armazenamento de informações; *nós de transição*, responsáveis por decidir qual estado a rede vai assumir; e *arcos direcionados*, que conectam posições e transições.

Segundo Marranghello (2005), as principais aplicações das redes de *Petri*, em negócios e em sistemas, são: automação de escritórios e de manufatura, avaliação de desempenho, bancos de dados, sistemas distribuídos e sistemas de produção.

Em tópico adiante, será demonstrada uma aplicação adaptativa de redes de *Petri* em um processo de desenvolvimento de produtos.

A estrutura das redes de *Petri* denota características que são, de forma semelhante, encontradas nos sistemas de hipermídia adaptativa (SHA) e nas tabelas e árvores de decisão adaptativas. A diferença é que os outros sistemas citados têm a propriedade de trabalhar com dados reais e mais exatos, ou ao menos, aprender com informações dessa natureza.

ÁRVORES DE DECISÃO ADAPTATIVAS

A principal característica desta tecnologia é que a “modelagem de sistemas inteligentes de tomada de decisão pode ser confortavelmente efetuada com o auxílio de árvores de decisão que sejam capazes de permanecer em situação de treinamento mesmo quando em plena operação” (CASTRO JUNIOR, 2004).

Ainda, segundo o autor citado, as árvores de decisão adaptativas apresentam-se “particularmente adequadas para tarefas de aquisição e representação de conhecimento”.

As árvores de decisão assemelham-se em resultado e operação às tabelas de decisão. Sua apresentação é o principal diferencial. As tabelas

representam as decisões de forma matricial e textual, enquanto as árvores, como seu próprio nome diz, utilizam uma estrutura de ramos (caminhos) e folhas (decisões) para representar as mesmas decisões.

As árvores de decisão adaptativas são apresentadas no trabalho de Pistori (2003), no qual define o formalismo (árvores de decisão não determinísticas) que alicerça a tecnologia, quais suas funções e restrições e, finalmente, seu resultado, na forma de árvores de decisão adaptativas.

As árvores de decisão (AD) são descritas por algoritmos que seguem os conceitos de aprendizagem de máquina ou aprendizagem computacional, cujas ideias coadunam-se com as dos sistemas adaptativos. Ou seja, não seguem uma regra única criada pelo seu idealizador, mas transformam-se pela interação do sistema com o ambiente ao qual ele se relaciona (MITCHELL, 1997; PAL & MATHER, 2003).

As AD funcionam como mecanismos que representam funções discretas que agem sobre variáveis contínuas ou discretas. Possuem uma hierarquia singular que simplifica sua visualização e aplicação em sistemas, e facilita a percepção pelos seus usuários.

Citando como exemplo uma decisão entre duas variáveis, *novo componente* (NC), que interesse a certo *tipo de cliente* (TC), resulta em fabricar algum *produto novo* (PN), representada pela função $f : NC \times TC \rightarrow PN$, em que $NC = \{1,2,3\}$, $TC = \{a,b,c\}$ e $PN = \{PR \text{ (produzir), NP \text{ (não produzir)}}\}$. O quadro 6 representa as possibilidades de aceitação de um dado componente em um produto pelos diversos tipos de cliente.

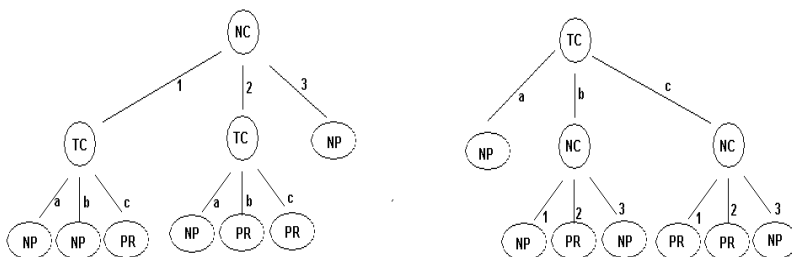
Quadro 6 - Função f para o exemplo de decisão.

NC (novo componente)	TC (tipo cliente)	$f(NC,TC)$
1	a	NP
2	b	PR
3	c	NP
1	b	NP
2	c	PR
3	a	NP
1	c	PR
2	a	NP
3	b	NP

Fonte: Elaborado pelo autor.

A representação dos resultados acima, através de árvores de decisão, é demonstrada na figura 24, abaixo.

Figura 24 - Duas representações de árvores de decisão para a função f .

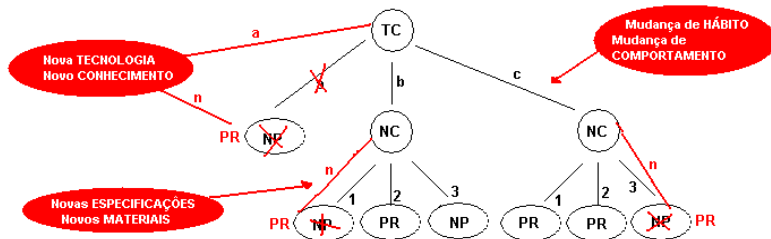


Fonte: Elaborada pelo autor.

São duas formas diferentes, através de árvores de decisão, de ilustrar o mesmo resultado dadas as possibilidades apresentadas anteriormente. Pela facilidade de visualização proporcionada pelas árvores de decisão, conclui-se que: (a) o componente “3”, como apresentado atualmente, não interessa a nenhum tipo de cliente; e (b) nenhum componente proposto interessa ao cliente tipo “a”.

A adição de componente adaptativo às árvores de decisão, segundo Pistori (2003), propicia o tratamento de valores contínuos ou inconsistentes. Outra vantagem, devido à capacidade de alterar o conjunto de alternativas de decisão em qualquer tempo, é a de incorporar novas tecnologias ou novos conhecimentos à árvore, alterando o resultado. A incorporação de novas decisões à árvore é representada na figura 25.

Figura 25 - Representação de incorporação de alterações por fatores internos e externos em uma árvore de decisão.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A adaptação é representada pela letra “n” e demonstra uma decisão modificada por fatores externos ou internos. A primeira e a segunda adaptações representam um ou mais clientes que, na situação atual, não aceitam nenhum dos componentes oferecidos.

As especificações que ele deseja, ou não existem ou ainda não podem ser fabricadas através do processo atual. Uma árvore de decisão adaptativa (*Adaptree*) tem a capacidade de alterar (automodificar) suas regras de acordo com as necessidades surgidas. Então, se uma nova ideia (processo, material, conhecimento ou competência) surgir durante o processo de desenvolvimento, é possível alterar a decisão entre produzir ou não um novo componente, bem ou serviço.

A terceira adaptação reflete mudanças de comportamento do consumidor, que transformam seu desejo em relação a um produto (ou parte), sem que este seja modificado. A pergunta em relação à decisão até pode ser a mesma do estado atual, mas leva em consideração o estado futuro do próprio cliente.

Segundo Pistori (2003), a *adaptree* parte de uma árvore de decisão não determinística, que tem a propriedade de tratar informação ausente ou incompleta através de decisões sobre valores aproximados, mas incorpora decisões baseadas em valores calculados e exatos. Isso a torna uma ferramenta de utilização com recursos mais amplos que a AD tradicional.

A utilização da *adaptree*, como tecnologia de adaptação em um processo como o PDP, pode ter utilidade na tomada de decisão por executar fases, atividades e demais elementos, a partir de variáveis discretas, como as das especificações de produtos e projetos. Além disso, tem a possibilidade de preparar-se para situações estimadas em um estado futuro, tanto de necessidades de clientes e mercado, como de avanços tecnológicos e de conhecimento que possam surgir.

Fundamentadas as diversas oportunidades e possibilidades de formação de um modelo para o PDP, a seguir, são apresentados alguns trabalhos na área, que inspiram a que se desenvolvam ferramentas de auxílio ao desenvolvimento de produtos.

3.6 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Este capítulo apresentou a figura considerada, em vários sistemas, como seu elemento central, o cliente. As diversas visões e papéis assumidos por ele detalharam as possibilidades de atendimento às suas necessidades.

Outros conhecimentos envolvidos no PDP foram apresentados, como partícipes da proposta de solução do problema.

Na área de adaptatividade, buscou-se representar como o problema será resolvido; através de que ferramentas e tecnologias isto pode ser realizado. Demonstrou-se, também, a utilização das árvores de decisão adaptativas, como tecnologia de adaptação baseada em regras, com sua aplicação no sistema adaptativo. Isso é complementado pela visão sistêmica de diversas áreas que definem como um sistema deve funcionar. A visão sistêmica mostra, ainda, conceitos, como viabilidade, interioridade e exterioridade, com foco no usuário (cliente) e na informação que concluem a produção do modelo e da ferramenta adaptativos. A seguir são relacionados trabalhos que contribuíram e incentivaram o desenvolvimento da ideia, mas que ainda não resolvem o mesmo problema e da mesma forma proposta.

4 TRABALHOS RELACIONADOS

O objetivo deste capítulo é, por um lado, demonstrar a originalidade e o ineditismo do estudo proposto. Por outro, apresentar trabalhos que possuam alguma semelhança ou que tenham contribuído diretamente (motivação) para o desenvolvimento deste.

Para tanto, foram realizadas pesquisas no sítio de busca Google® e no Portal de Periódicos da CAPES¹², a partir das palavras-chave: “adaptatividade no desenvolvimento de produtos”, “adaptatividade em processos” e “adaptar modelo de referência a projeto”, em português e inglês.

Abaixo, segue descrição dos títulos aqui destacados, como os que mais se aproximam da proposta deste trabalho.

4.1 ATIVIDADE DE TESTE COMO UM ELEMENTO DO PROCESSO

O primeiro a ser demonstrado é o trabalho de Lévárdy & Browning (2004), que se propõe a adaptar o PDP a partir da atividade de teste, desde o planejamento estratégico. A proposta do trabalho é melhorar o aprendizado do processo, pela utilização de atividades que apresentem a melhor relação entre as variáveis: *custo*, *duração* e *efetividade*, incorporando a atividade de teste às demais; levando a atividade de teste para dentro das outras atividades e não no seu final, como geralmente é no PDP.

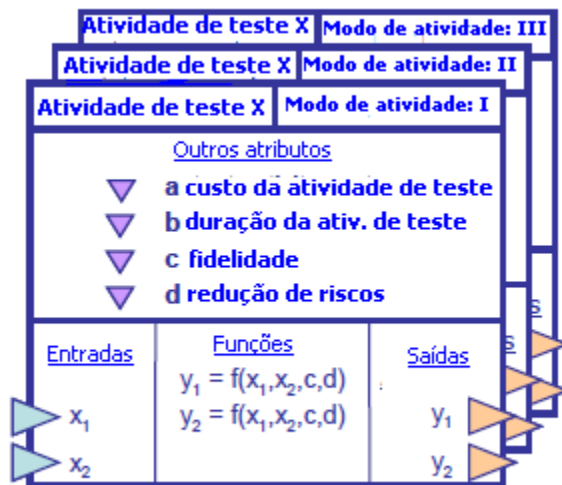
A figura 26 representa a forma de adaptação do PDP, com base em funções baseadas em atributos definidos na entrada, que vêm da necessidade dos clientes em cada produto, tendo como entregas as atividades que satisfazem certos critérios de desempenho.

O trabalho age sobre as atividades do PDP, mas diferencia-se da proposta deste projeto de tese por agir em atividade diferente (planejamento estratégico) e utilizar outros critérios de adaptação (cálculos e funções), mas agrega útil aplicação de variáveis, como custo, duração e efetividade.

¹² Google – disponível em Internet por: <http://www.google.com.br>.

Portal da CAPES – disponível em Internet por: <http://www.capes.gov.br/periodicos>.

Figura 26 - Atividade de teste como um elemento do processo.



Fonte: Lévárdy & Browning (2004, p. 6) – Traduzida pelo autor.

4.2 UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIA ADAPTATIVA NO PDP

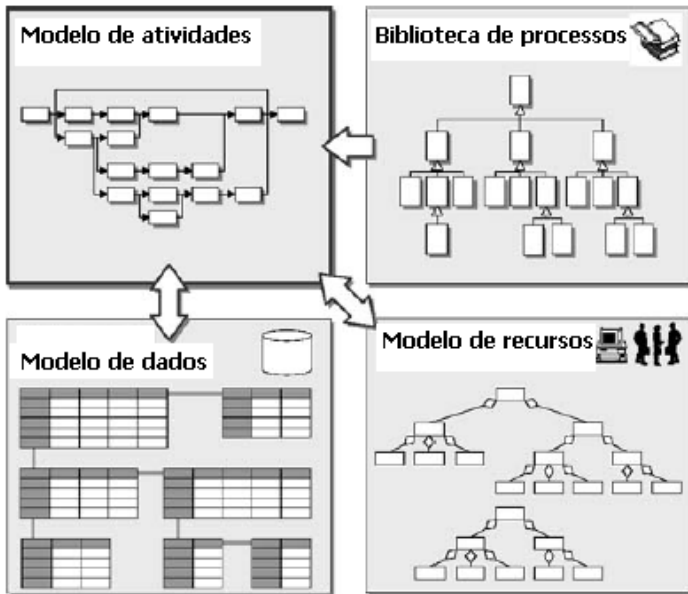
O próximo trabalho apresentado é um modelo de simulação adaptativa para o PDP, proposto por Krause, Kind & Voigtsberger (2004), que utiliza *Redes de Petri* como tecnologia adaptativa.

A proposta do estudo é gerar uma simulação em tempo de execução no modelo de processo, baseado em premissas condicionais pré-definidas.

O ponto de destaque do modelo é a utilização de um banco de modelos que apoia o relacionamento entre os diversos elementos utilizados na adaptação, como mostrado na figura 27, que segue.

O modelo é centralizado por um *modelo de atividades*, que tem sua sequência definida pela distribuição dos elementos dos outros objetos, que são: *biblioteca de processos*, *modelo de dados* e *modelo de recursos*. As redes de *Petri*, que conduzem a adaptatividade, têm a vantagem de serem orientadas a objetos, mas são redes estocásticas ou probabilísticas, ou seja, para a mesma situação há a possibilidade de serem apresentados resultados diferentes. Destaca-se a estrutura modular do banco de dados, em atividades e processos.

Figura 27 - Estrutura de modelos para adaptação.



Fonte: Krause, Kind & Voigtsberger (2004, p. 2).- Traduzida pelo autor.

4.3 PLANEJAMENTO ENXUTO DE PRODUTOS

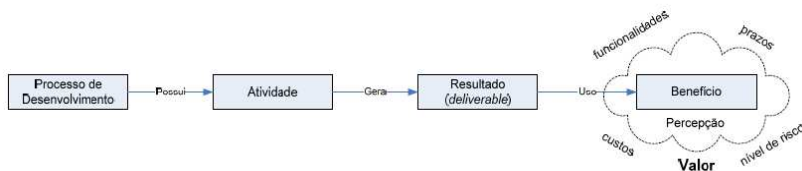
Outro trabalho relacionado, a tese de Pessoa (2006) traz importante colaboração ao desenvolvimento enxuto de produtos, a partir do planejamento do projeto.

Segundo o autor, o trabalho é dividido em quatro partes:

- 1) Identificação das necessidades para o planejamento do desenvolvimento enxuto;
- 2) Concepção de um processo de desenvolvimento com base no valor, de um método de um método de planejamento do desenvolvimento de produtos de engenharia, e de uma *implementação* do método;
- 3) Aplicação e demonstração do método, através de dois exemplos de desenvolvimento na indústria aeroespacial e um exemplo na indústria de eletrodomésticos;
- 4) Avaliação do método e sua *implementação*, em relação às necessidades identificadas e oportunidades de melhoria observadas nos exemplos estudados.

O modelo apresentado na tese citada baseia-se no valor percebido pelo cliente final, produzindo o fluxo demonstrado na figura 28.

Figura 28 - Percepção total de valor.



Fonte: Pessôa (2006, p. 105).

O autor destaca que o modelo tem adequação ao PDP, é adepto dos princípios enxutos e pode contornar deficiências e aproveitar oportunidades de melhoria.

O que o difere, basicamente, da ideia proposta por este trabalho é que não possui características adaptativas nem utiliza tecnologia adaptativa capaz de perceber por conta própria as necessidades do usuário (cliente) e implantá-las de forma automática. Mas traz importantes definições de como definir valor ao cliente.

Finalmente, é apresentado o trabalho de Herstatt *et al.* (2006), que compara, a partir de pesquisas e entrevistas o desenvolvimento de novos produtos em companhias japonesas.

No estudo, são destacadas como pilares da produção japonesa a eficiência e a eficácia e acende um debate entre a solidez de um projeto eficiente e a flexibilidade de um eficaz. Os autores, ainda, sugerem o debate entre esses dois princípios da administração e suas implicações no gerenciamento do PDP.

A eficiência é baseada em um planejamento sólido de projetos, que define as principais questões nas fases iniciais, garantindo um projeto estabilizado e que segue normas rígidas desde o seu início, evitando surpresas indesejáveis. Dentro dessa filosofia, o custo das mudanças em fases mais adiantadas do processo torna impraticável a sua implantação.

Por outro lado, as empresas japonesas, cada vez mais, buscam um desenvolvimento de produtos cada vez mais adaptável e flexível, que reaja rapidamente a mudanças ocorridas com o processo em andamento.

Tal pensamento se intensifica com o aumento do grau de incerteza tecnológica e da dificuldade de percepção das necessidades de mercado.

O estudo entusiasma a criação de modelos que percebam tanto nas fases iniciais o maior número de opções de projeto e suas possíveis alterações quanto outros que consigam percebê-las já no decorrer do desenvolvimento, implantando, de imediato, as alternativas para melhorá-lo.

4.4 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Os trabalhos relacionados, além de comparar o que é proposto neste, trazem experiências e conhecimentos que podem ser utilizados ou não, dependendo da natureza dos eventos que o sistema produz.

Esses trabalhos contribuíram e incentivaram o desenvolvimento da ideia, mas que ainda não resolvem o mesmo problema e da mesma forma proposta.

A partir dos embasamentos deste capítulo, o trabalho segue com a modelagem e o desenvolvimento do sistema intitulado “PDP adaptativo”, além de sua avaliação para a conclusão do mesmo.

5 MODELAGEM DE UM PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS ADAPTATIVO

Este capítulo busca mostrar o desenvolvimento do sistema denominado *PDPAdap* (sistema adaptativo para o processo de desenvolvimento de produtos) desde sua concepção, passando pela modelagem, simulação de dados de entrada e chegando à sua aplicação baseada nesses dados.

Para tal, apresenta os tópicos de:

5.1 - Simulação das informações do ambiente de desenvolvimento de produtos, no qual é demonstrado o sistema baseado em três principais agentes: o mercado, as tecnologias e os clientes;

5.2 - Oportunidades adaptativas no MU – Neste tópico o MU é avaliado nas seguintes opções: o que pode ser considerado adaptativo e já existe no modelo, o que pode ser modificado para tornar-se adaptativo e que elementos necessitam ser acrescentados para tal;

5.3 - Modelo básico – É definido um modelo extraído do MU completo, com os elementos necessários para a execução do sistema adaptativo;

5.4 - Sistema adaptativo e regras – Definição do sistema adaptativo e das regras de adaptação, que definem as atividades e sua sequência;

5.5 – Consolidação dos elementos do modelo – Tópico no qual se resume a funcionalidade do sistema em preparação para sua avaliação/validação em sequência.

5.1 SIMULAÇÃO DAS INFORMAÇÕES DO AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

A escolha pela utilização de um sistema multiagentes (SMA) para a simulação dos dados de entrada que formam o ambiente no qual um PDP baseia sua estrutura deve-se a diversos fatores funcionais, logísticos e financeiros.

Dentre esses, destaca-se a funcionalidade de um instrumento como o SMA em representar situações de diversos elementos de um universo ou ambiente por intermédio de agentes inteligentes que variam através de uma linha de tempo. Além de tal, permite visualizar diversas combinações de elementos (agentes) e suas interações, possibilitando a prospecção de cenários variados úteis à dinâmica necessária a um sistema adaptativo.

O ambiente de entrada do MU, na busca do enriquecimento do portfólio de produtos existente, engloba informações sobre os elementos mercado, tecnologias e consumidores (ROZENFELD *et al.*, 2006, p. 120-121). Tais informações devem ser o mais completas quanto possível, e é importante que sejam frequentemente atualizadas.

No modelo aqui descrito, a simulação dos agentes tem periodicidade semanal, ou seja, cada cenário do ambiente é representado pelos valores dos agentes em uma semana específica. A abrangência do SMA vai da fase de Planejamento Estratégico de Produtos a parte do Planejamento de projeto. A partir das atividades de “adaptar o modelo de referência” e “definir atividades e sequência” segue o modelo adaptativo com suas regras. No sentido de representar o MU, desde o seu início, seguem-se os elementos de entrada apresentados como agentes do modelo.

5.1.1 Agente “Mercado”

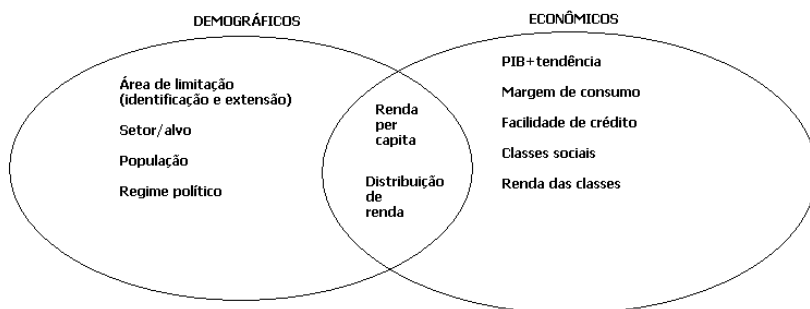
No ambiente, o mercado representa uma área delimitada (país, estado, região, cidade, bairro, entre outras), do local no qual se deseja comercializar o novo produto, bem como das características dos elementos que o compõem. Uma visão geral da dinâmica do mercado, segundo Kotler & Maesencee (2002), é de uma relação entre a renovação desse mercado e as estratégias utilizadas em cada situação. O mercado está em constante renovação, pois aprende e evolui, portanto, é necessário que se perceba, tanto as mudanças ocorridas nas necessidades percebidas, quanto as tendências futuras.

Segundo Kotler (1998), as principais forças que regem as necessidades e tendências do mercado podem ser compreendidas pelos ambientes:

- Demográfico – população e elementos derivados, como etnia, faixa etária e taxas de educação e moradia;
- Econômico – renda, poupança, endividamento;
- Natural – disponibilidade de energia e matérias-primas, nível de poluição, regulamentação ambiental;
- Tecnológico – velocidade da mudança tecnológica, oportunidades de inovação, orçamento em P&D;
- Político e legal – regime político, quantidade e complexidade da legislação, grupos de interesse especial (minorias);
- Sociocultural – relação entre pessoas e organizações, valores culturais, existência de subculturas e culturas secundárias.

No modelo proposto neste trabalho para o agente Mercado, o foco é dado aos elementos que compõem os ambientes (KOTLER 1998) demográfico e econômico, deixando constantes os fatores dos ambientes político e legal, sociocultural e natural. Devido à característica desses últimos de não possuírem uma variação temporal clara, sua influência será observada através de simulações de variações críticas no cenário. O ambiente tecnológico tem um agente específico para sua representação. A figura 29 representa alguns fatores demográficos e econômicos utilizados no agente Mercado.

Figura 29 - Fatores demográficos e econômicos do mercado.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na perspectiva de uma variação semanal, o agente é baseado nos atributos “PIB” e “População”, agregando outras variáveis independentes, como “Área”, setor e “Classes sociais” e influenciando as demais variáveis dependentes. Outro fator considerado no agente é a tendência de cada atributo. Ela define que um atributo pode variar positivamente, negativamente ou ser, em certo período, constante. Ainda determina o quanto ele varia e por quanto tempo (quantas semanas).

Os atributos do agente *Mercado* ainda sofrem influência dos demais agentes, que são definidos a seguir, além de também influenciá-los.

5.1.2 Agente “Tecnologias”

Este agente possui a característica de independência em relação aos demais. Porém, como ele tem evoluído com velocidade cada vez maior nos últimos tempos, tem influência significativa em todos eles.

Devido a essa influência, uma boa forma de atribuir valores e variações a ele é considerar que usuários ele vai afetar. Em tal caso, considerando-se as necessidades proeminentes dos papéis dos clientes, de acordo com Sheth, Mittal & Newman (2001), neste agente, são consideradas características desejadas nos produtos, desmembradas em três grupos maiores: qualidade, apresentação e valor econômico. Nesses casos, o grupo *qualidade* tem mais valor para o cliente cujo papel é de *usuário*; se o papel é de *comprador*, as características do grupo *apresentação* importam mais; e o preço e condições de pagamento, que caracterizam o grupo *valor econômico* têm mais peso para o cliente *pagador*.

O quadro 7 destaca os grupos, com suas características e relações com cada papel de cliente.

Quadro 7 - Relações dos grupos do agente “tecnologias”.

Grupo	Cliente	Características
Qualidade	Usuário	- Tecnologia - Inovação - Usabilidade - Confiabilidade - Popularidade
Apresentação	Comprador	- Forma - Volume - Atendimento - Disponibilidade - Conforto
Valor econômico	Pagador	- Preço - Prazo e parcelamento - Opções de pagamento - Garantia - Valor de revenda

Fonte: Elaborada pelo autor

Além das características relacionadas a cada papel, há as comuns a todos, como as relacionadas ao meio ambiente (reuso, descarte, emissão de poluentes), sociais (emprego, salários, inclusão social) e culturais (marca, folclore, regionalismo, religião, nível de compreensão), que possuem relações comuns a todos em algumas situações, mas pontuais em outras.

Da mesma forma que o agente anterior, a tendência é agregada aos atributos para dar sentido à sua variação.

Devido à importância do comportamento dos clientes no PDP e nos seus elementos de entrada, segue-se com a definição do terceiro agente do sistema.

5.1.3 Agente “Clientes”

No PDP, são considerados clientes todos os envolvidos no processo (ROSENFELD *et al.*, 2006) e que têm seus interesses atendidos por ele. Dentro dessa definição, são considerados clientes internos, os sócios da empresa e os empregados, destacando-se nos últimos, os envolvidos diretamente com o desenvolvimento de novos produtos. Como cliente intermediário, considera-se o representante de vendas do produto. Já os clientes externos do processo são os fornecedores e os consumidores finais do produto.

A importância dada ao cliente, em várias das abordagens mercadológicas e de desenvolvimento de produtos atuais (JONASH & SOMMERLATE, 2000; MORGAN & LIKER, 2006), faz com que seja dada uma atenção especial a este agente, buscando-se reconhecer e diferenciar todos os clientes quanto for possível, além de seus desejos e suas necessidades.

Outro entendimento relevante é acerca do comportamento do consumidor (ENGEL, BLACKWELL & MINIARD, 2000; KARSAKLIAN, 2000) e, através de outra visão, do cliente (SHETH, MITTAL & NEWMAN, 2001) o qual destaca a percepção de necessidades e desejos de forma diferenciada por diferentes grupos de pessoas. Também releva diferenças de percepção ao longo do tempo pelos clientes, com variações em sua relação com produtos e o próprio mercado.

Em cumplicidade ao colocado, um sistema adaptativo é baseado na percepção das necessidades atualizadas de seus usuários (KOBASA, 1999). Para atingir esse resultado, é necessária a confecção de um modelo de usuário o mais completo possível.

Essa funcionalidade dos SHA combinada às necessidades, em relação aos clientes, das diversas abordagens do PDP destaca a relevância da definição dos clientes e suas ações para o sistema proposto.

O estudo dos clientes, neste agente, é limitado aos *clientes externos consumidores de produtos*. Os clientes internos são tratados dentro do sistema adaptativo, na relação entre suas necessidades e a

disponibilidade de recursos de cada projeto. Já os clientes intermediários não são considerados, devido à limitação deste modelo, que não considera as fases de venda e distribuição do produto.

Dentre atributos que o sistema considera, para a formação e evolução do agente, estão:

- Papel – se o cliente é usuário, comprador ou pagador;
- Classe econômica – baseada na renda do cliente dentro do seu respectivo mercado;
- Renda – rendimento anual;
- Personalidade – cliente agressivo, moderado ou conservador;
- Impulso de compra – urgente, rápido, moderado, casual, indiferente;
- Influência da qualidade, da aparência e do valor econômico do produto na opção de compra do cliente;
- Decisão de compra – Tempo restante ou passado da provável data de compra pelo cliente.

O comportamento dos clientes é representado pela evolução dos valores relacionados às características de cada atributo ao longo do tempo (semanas), no agente, e por combinações controladas entre eles. O objetivo dessas ações é criar cenários que auxiliem na característica de pró-atividade do modelo, ampliando o “leque de opções” de caminhos a seguir e de soluções relacionadas a eles.

Na busca da compreensão do que pode ser adaptado, quando e como (KOBASA, 1999), o próximo passo é identificar, no MU, em que situações isso acontece.

5.2 OPORTUNIDADES ADAPTATIVAS NO MU

Neste tópico, a finalidade é caracterizar e redimensionar a capacidade adaptativa do Modelo Unificado de Referência (ROZENFELD *et al.*, 2006), através do reconhecimento de elementos úteis a esta abordagem, como segue:

- Apresentação da fundamentação teórica concernente a sistemas adaptativos aplicável ao experimento;
- O que já existe de adaptativo no modelo, e como funciona;
- O que pode ser adaptado, e o que é necessário para que isto ocorra;

- Quais ferramentas, funções e métodos são necessários que se incluam no modelo para conseguir-se efeito adaptativo;
- Quem são os usuários do sistema e qual o seu modelo;
- Quais informações são úteis como *input* (valores de entrada) e para o *feedback* (valores aproveitados de outros projetos e do processo em si) do sistema.

Considera-se que o modelo adaptativo elaborado abrange a estrutura do modelo de referência, englobando como elementos de navegação as fases, atividades e as ligações entre elas. As tarefas, métodos, técnicas e ferramentas são tratadas como internos às atividades, ou seja, elementos de apresentação adaptativa. Os clientes (internos e externos) formam o modelo de usuários, que é o elemento central dos sistemas adaptativos. Essa analogia de elementos entre os dois modelos (sistemas) é a questão predominante deste trabalho de pesquisa, a busca de uma abordagem dinâmica ao processo de desenvolvimento de produtos, efetivando a adaptação do modelo a um projeto específico.

5.2.1 Fundamentos de um sistema adaptativo aplicáveis ao experimento

Uma questão que surge com o tema adaptatividade é a diferença entre este conceito e o de adaptabilidade, ou a diferença entre um sistema adaptativo e um adaptável.

De Bra (1997) define que a principal divergência entre os dois está na forma como cada um interage com seus usuários; como o sistema reconhece suas necessidades.

O sistema adaptável recebe, através de questionários, formulários ou outra ferramenta, a descrição, pelo próprio usuário, de suas necessidades, preferências e do seu perfil. Isso forma um modelo de usuário que só será modificado quando ele próprio demonstrar interesse.

Já o sistema adaptativo busca atualizar o modelo de usuário dinamicamente sempre que o usuário navega no sistema, através do seu histórico de utilização, comparação com a navegação de outros usuários, de alterações ambientais que influenciem no seu comportamento ou de testes que avaliem a necessidade de mudanças. Em algumas situações, sistemas adaptativos podem ser adaptáveis, como nas primeiras ações de formação do modelo de usuário.

Então, a questão é definida pela autonomia do sistema; sua capacidade de “auto-resolução”, mantendo-se funcional, mesmo com mudanças impactantes, tanto de usuário, como de ambiente.

Segundo Palazzo (2000), um sistema, para ser considerado adaptativo, deve satisfazer três critérios:

- Possuir dinâmica e estrutura equivalentes às utilizadas em hipertexto e hiperímídia, ou seja, navegação através de nodos nem sempre sequenciais e apresentáveis de diversas formas;
- Possuir um modelo de usuário;
- Adaptar a estrutura do sistema ao modelo de usuário, tornando-o pessoal e atual.

Segundo Brusilovsky (2001), a modelagem de usuário de um sistema adaptativo deve levar em consideração, ao menos, os seguintes aspectos:

- a) Dados do usuário – Informações sobre as características de quem utiliza o sistema, como suas preferências, seus objetivos e seu conhecimento a respeito da navegação nele;
- b) Dados de utilização – O uso do sistema pode gerar informações que não refletem as características do usuário, mas podem ser utilizadas, tanto no sistema, quanto na adaptatividade;
- c) Dados do ambiente – Inclui os dados do usuário que são utilizados pelo sistema, e que são estranhos ao usuário, como mercado e tecnologias.

Devido à relevância da modelagem de usuário, em sistemas adaptativos, o reconhecimento de todos os envolvidos torna-se uma etapa marcante do sistema; quanto mais completos os seus resultados, mais rico em informações o sistema será. Dessa forma, para a obtenção de melhores resultados através da abordagem adaptativa, todos os clientes (usuários) do processo de desenvolvimento de produtos precisam ser corretamente identificados e localizados em cada fase.

Além disso, as fases e atividades, nas quais eles serão encontrados, necessitam ser identificadas no MU e analisadas sob o ponto de vista da adaptatividade.

5.2.2 Discussão acerca dos elementos adaptativos no Modelo Unificado (MU)

Nesta seção, é pesquisado, dentro do Modelo de Referência (ROZENFELD *et al.*, 2006), o que pode ser considerado adaptativo. Para tanto, são consideradas as fases, atividades e tarefas que possuem características semelhantes às dos sistemas adaptativos, como possuir uma forma diferente para cada usuário e situação, reconhecer as características dos usuários e possuir sequência de execução diferenciada para cada situação. Sendo um modelo no qual predomina o fluxo de informações, dispõe de uma gama de subsídios que permitem sua utilização de maneira adaptativa.

O MU possui, em seus fundamentos, características que oportunizam ao processo de desenvolvimento de produtos uma dinâmica na sua execução.

Reconhece as características de cada mercado, que possui suas peculiaridades, como diferentes oportunidades, necessidades dos consumidores e estratégias de oferta e distribuição de produtos.

Outros fatores que o Modelo Unificado leva em conta são as possibilidades tecnológicas, que possuem uma considerável complexidade no que concerne à sua evolução e aplicabilidade o mais correta possível no processo; e a vigilância das mudanças de mercado, o que é consideravelmente útil à dinâmica do sistema adaptativo.

ADAPTATIVIDADE NOS FUNDAMENTOS DO MU

Algumas definições sobre o PDP, retiradas de Rozenfeld *et al.* (2006), que dão uma visão sistêmica ao processo:

- O PDP é formado por atividades que transformam informações de mercado e tecnológicas em um produto ou serviço (p. 5)¹³;

¹³ Conceito afeto à teoria de sistemas, que considera que a transformação de bens, serviços e informações em novos elementos é a principal função de um sistema.

- Atualmente, o papel do PDP no Brasil, como outros países em desenvolvimento, é adaptar projetos de produtos existentes nos maiores centros produtivos à realidade local (p. 6)¹⁴;
- O escopo do PDP abrange desde a ideia de um novo produto, o planejamento de seu processo, o desenvolvimento e vai até sua descontinuidade de produção. Envolve diversas áreas de conhecimento e da empresa (marketing, engenharia, manufatura, financeiro, estratégico), e aceita diversas abordagens de desenvolvimento, como desenvolvimento sequencial, engenharia simultânea, lean design, entre outras, além de arranjos organizacionais e fatores gerenciais. (p. 10-14)¹⁵.
- Qualidade total no PDP: - Nunca está pronto, rever o que melhorar. Através de documentação e avaliação, além da melhoria contínua e mudanças de engenharia já dão ao MU um alto grau de flexibilização¹⁶.

O MU tem como objetivos especificar um projeto de produto e seu processo de produção. Também busca a melhoria contínua desse processo.

A ideia de melhoria contínua pressupõe a realimentação de informações a cada novo projeto, a partir da experiência de projetos anteriores. Para que isso seja considerado uma característica adaptativa, obtêm-se, inicialmente, os cenários representativos de processos anteriores através de simulação. À medida que o sistema é utilizado, informações reais vão sendo incorporadas, tornando o banco de dados o

¹⁴ Essa acepção gera, inicialmente, uma possibilidade adaptativa natural, pela satisfação de necessidades locais, de clientes, produtos e processos, mas, sobretudo, a possibilidade de gerar maior valor agregado aos produtos, além da faculdade de incorporar novas práticas com a tendência de enriquecer o processo e novos projetos;

¹⁵ Como cada fase, área e abordagem necessitam de visão específica do processo, uma modelagem de dados de ambiente, que nem sempre são dos usuários, mas que o influenciam derivam desse escopo, servindo como input e *feedback* ao sistema adaptativo. Ou seja, o que é novidade é *input*, o que é reaproveitado de outros projetos/produtos é *feedback*.

¹⁶ Uma sistematização desses processos já existentes no modelo, de forma adaptativa, podem deixá-los mais eficazes, desde que haja uma modelagem abrangente dos dados e dos elementos envolvidos e sua complexidade.

mais próximo à realidade quanto possível. O mesmo pode ser aplicado às atividades de gerenciamento das mudanças de engenharia.

O modelo de referência também considera informações úteis à modelagem de usuário, como dados de ambiente:

- Necessidades do mercado;
- Possibilidades tecnológicas;
- Estratégia da empresa.

Tais informações também podem ser obtidas através de simulação e enriquecidas através da utilização do sistema. Outro potencial desses elementos é a sinalização para mudanças no projeto, através do gerenciamento de incertezas. Essa funcionalidade engloba:

- Qualidade das informações;
- Controle de requisitos;
- Vigilância do mercado.

Cada um desses elementos necessita de uma modelagem mais específica a sistemas adaptativos, como a incorporação de atributos que representem a detecção de fatores que criem a necessidade de alterações significantes nos projetos em andamento ou no modelo de processo local.

Ainda, dentre as características do PDP, destacam-se situações em que a aplicação de um sistema adaptativo possibilita a redução ou até a solução dos problemas, como:

- Grau de incertezas e riscos alto. Como geralmente são desenvolvidos novos produtos, pode haver pouca ou nenhuma informação anterior. O modelo prevê a utilização de práticas que comparam situações similares, mas uma abordagem adaptativa possibilita a sistematização disso, através de um modelo que reconheça atributos de situações anteriores ou semelhantes, além de aceitar a inclusão ou supressão de outros, a cada situação, especificamente;

- Dificuldades em modificar decisões iniciais, diferença entre custo comprometido e incorrido, taxa de retorno baixa e retrabalho podem ser restringidas com um mecanismo de adaptação que aprenda com a utilização do sistema, propondo alternativas de mudança em tempo de execução, ampliando sua viabilidade;

- O ciclo (Projetar-Construir-Testar-Otimizar) adotado pelo PDP apresenta-se análogo à estrutura de um sistema adaptativo,

considerando-se que o “Otimizar” representa a realimentação do sistema;

- A variedade de informações e sua complexidade tendem a alimentar na completude um modelo de usuários e de dados do sistema adaptativo.

“O PDP é o processo de um projeto” (ROZENFELD *et al.*, 2006). Um projeto segue um processo que é derivado do modelo de referência. O MU propõe isso no Planejamento de Projeto; uma adaptação (ainda não-adaptativa) é oferecida pelo modelo. Define que processos mais simplificados podem ser utilizados, a partir do modelo de referência, de acordo com o tipo de projeto (radical, plataforma, Incremental, *follow-source*). Reconhece que o modelo é genérico e precisa ser adaptado, porque a cada desenvolvimento de produto é criado um novo projeto, mais ou menos complexo, de acordo com a diferença entre um produto e outro.

O Modelo Unificado foi concebido para aplicação na indústria metal-mecânica, mas pode ser adaptado para outros setores. Também pode ser ajustado pelo tipo de projeto, posição e relacionamento da empresa na cadeia de suprimentos, e estratégia de produção.

As dimensões do modelo de referência devem ser gerenciadas e têm a propriedade de gerar parâmetros que servirão de regra à ferramenta de adaptação (tecnologia adaptativa) do sistema proposto. São elas:

- a) O produto – as necessidades, características e elementos que o compõem;
- b) Estratégias/metabolizadores – valores ideais, parâmetros aceitos, equilíbrio entre atributos;
- c) Recursos – melhor utilização dentro do que é disponibilizado;
- d) Organização/pessoas – necessidades de todos os envolvidos no processo (*stakeholders*);
- e) Clientes – do produto e do processo. A identificação de todos gera uma melhor modelagem de usuário; a satisfação de todos é o principal objetivo do sistema adaptativo.

A estrutura completa do modelo é composta de fases e atividades, cujas ligações, nem sempre sequenciais, assemelham-se às de um sistema de hipermídia adaptativa, onde cada atividade pode ser comparada aos nodos (nós) de navegação da internet. As ligações entre

as atividades comparam-se aos enlaces e, com sequências diferentes para cada situação, são análogas ao método de navegação adaptativa.

Dentro das atividades, podem ser executadas certas tarefas; utilizados ferramentas, métodos e técnicas, ou não, dependendo da situação e do usuário, de forma semelhante ao método da apresentação adaptativa.

Ainda há as atividades genéricas do modelo, de aplicação relevante no sistema adaptativo, como:

- a) Atualizar o plano da fase – Adaptação já existente no modelo, que pode ser acrescida da apresentação de opções de mudanças, de acordo com a situação;
- b) Monitorar viabilidade – Informação importante, que busca manter o processo em execução, dentro dos recursos disponíveis;
- c) Avaliar e aprovar fase – Decisão sobre continuar ou não o processo. Neste ponto, há a possibilidade de aplicar-se o ciclo adaptativo, para buscar manter a viabilidade do processo.

Essas atividades são executadas, atualmente, no início e no final de cada fase, o que resulta em uma informação relevante, mas nem sempre pontual. Um exemplo é quando uma decisão ou a execução de uma tarefa ou atividade torna o projeto inviável no meio de uma fase. Se isso não for identificado imediatamente, as demais atividades da fase são executadas sem necessidade, acarretando desperdícios desnecessários. Ao passo que em um sistema adaptativo, que disponibilize tal informação em tempo real, correções no projeto podem ser acionadas, evitando a situação desconfortável citada.

ADAPTATIVIDADE NA MACROFASE DE PRÉ-DESENVOLVIMENTO

As informações de entrada iniciais são as ideias e necessidades levantadas, além de realimentação de dados e conhecimentos adquiridos de processos anteriores, principalmente, os que apresentarem similaridade.

Fase de planejamento estratégico de produtos

O modelo de referência inicia o processo de desenvolvimento de produtos na primeira fase do pré-desenvolvimento, o Planejamento Estratégico de Produtos.

Nesta fase, são levantadas e formatadas informações úteis aos projetos, mas que não possuem características dinâmicas e que, para o sistema, foram apuradas e organizadas através de simulação.

Os dados levantados constituem-se de informações para o projeto, time para o PDP, estratégia, recursos, consumidores, mercado e tecnologia. São simulações de mercado e de possibilidades de inovação tecnológica.

O resultado constitui o portfólio de projetos e produtos da empresa, que é o conjunto de projetos que a empresa irá desenvolver, e que serve de entrada para a próxima fase.

Fase de planejamento do projeto

O planejamento de projeto deve considerar as cinco fases do desenvolvimento, mas este trabalho de pesquisa procura dar destaque à adaptatividade que abrange as fases de: projeto informacional, conceitual e detalhado, porque envolvem informações sobre o projeto em si. As fases seguintes envolvem mais informações de produção, o que não é objeto pontual de apreciação neste momento da investigação.

O início desta fase dá-se pelo documento gerado no final da fase anterior: o portfólio de projetos e produtos. Dele são escolhidos os que devem seguir, então, a partir deste ponto, há um processo para cada projeto.

Como resultado, é elaborado o plano do projeto de produtos, com informações úteis a toda a macrofase de desenvolvimento.

A primeira atividade desta fase é a de definir interessados no projeto, o que fornece informações sobre usuários para a modelagem, como atributos de todos os envolvidos, em que parte do processo eles se relacionam e como é esse relacionamento.

A próxima atividade é definir escopo do produto, que engloba informações iniciais do que será feito, e a quem deve satisfazer.

Após, é definido e detalhado o escopo do projeto, com uma informação inicial dos especialistas de como o produto será desenvolvido, e uma melhor precisão do envolvimento dos usuários em cada fase é detalhada.

A abordagem adaptativa começa a ser aplicada a partir da próxima atividade, intitulada “adaptar o modelo de referência”, que pode ser simplificada do modelo atual para a criação direta de uma versão adaptada inicial, a partir dos dados já conhecidos. As oportunidades de mudanças, que o modelo já contempla, podem ser ampliadas com atributos de função adaptativa.

A atividade seguinte tem, também, aplicação da abordagem adaptativa, e serve para dar início à aplicação da técnica de navegação adaptativa no processo do projeto. São selecionadas as atividades que serão utilizadas e sua sequência primária. A adaptatividade permite que haja uma flexibilização desta atividade, modificando os relacionamentos, se isto for necessário para garantir a viabilidade do projeto, além de oferecer um plano de opções, para escolha do usuário.

As atividades “preparar o cronograma”, “avaliar riscos” e “preparar orçamento do projeto” definem tempo e recursos que serão dispensados, e a opção de otimização de utilização dos mesmos.

A atividade genérica de analisar a viabilidade econômica passa a estar disponível ao usuário em tempo real no projeto. Através da utilização de indicadores de desempenho, é possível alertar o usuário sempre que alguma decisão de projeto o afete, podendo torná-lo inviável.

Na atividade de preparar o plano de projeto há a possibilidade de incluir-se o planejamento e preparação de aquisições necessárias à sua execução, com a possibilidade de caracterizá-la de forma dinâmica e flexível.

As atividades de “avaliar”, “aprovar” e “documentar” fase garantem que as informações das lições aprendidas de um projeto possam ser utilizadas por outros, no futuro.

ADAPTATIVIDADE NA MACROFASE DE DESENVOLVIMENTO

Com um plano de projeto definido, e que aceita as adaptações necessárias, dá-se início às fases que envolvem o desenvolvimento de produtos.

Para este estudo serão abordadas as três primeiras fases: os projetos informacional, conceitual e detalhado.

Projeto informacional

A primeira atividade desta fase é atualizar o plano do projeto informacional, na qual há uma adaptação, se necessário, da sequência das próximas atividades do projeto. Sob o ponto de vista da adaptatividade, essa atualização deve ocorrer em tempo real, sendo proposta ao usuário-gerente do projeto, para que ele possa vislumbrar opções de cenários, caso alguma decisão de mudança deva ser tomada.

As mesmas considerações servem para a próxima atividade: revisar e atualizar o escopo do produto. A adaptatividade pode ser usada aqui para redefinir (atualizar) o produto através de uma visão mais dinâmica e equilibrada do problema e dos elementos que o compõem (objetivos e restrições). O modelo já busca encontrar soluções entre tecnologias necessárias e disponíveis, pesquisar patentes sobre o produto e informações sobre produtos similares, minimizando custos e simplificando novas buscas de informações, porque elas já existem em trabalhos anteriores.

A atividade seguinte, detalhar o ciclo de vida (CV) dos produtos e definir seus clientes, possui diversas informações relevantes à formação do modelo de usuários, classificando-os por tipo e definindo sua interação nas diversas fases do processo. Principais atividades:

- A definição dos clientes de cada etapa do CV permite agrupar os clientes pelo critério de posição no CV;
- Relação clientes x custo x tecnologia em cada etapa possibilita a busca pela melhor relação entre utilização de recursos e atendimento de requisitos;
- O modelo de referência considera como fases do ciclo de vida do produto: desenvolvimento, lançamento, crescimento, maturidade e declínio;
- O ciclo de vida é obtido pelas informações macrofase anterior mais o conhecimento sobre produtos similares e informações sobre produtos antecessores;
- Para o CV são considerados os fatores: tipo de produto, tipo de projeto, escala de produção, características de funcionamento, uso e manuseio, manutenção e desativação (descarte).

Para o sistema adaptativo, tais informações são importantes, pois a relação com o cliente em cada etapa do CV é diferente e dispõe suas preferências em diferentes épocas de conhecimento de produtos, principalmente, os mais duradouros no mercado.

O modelo de referência ainda visualiza a relação dos clientes com o ciclo de vida, classificando-os em três tipos:

- Clientes externos - São os consumidores; os usuários do produto. Estes têm buscado características específicas no produto para a satisfação de suas necessidades. Entre os atributos buscados estão qualidade, eficiência, segurança, durabilidade, confiabilidade, fácil (operação, manutenção, descarte), visual atrativo (estética), últimas tecnologias, ecologicamente correto. Tais fatores tendem a modificar-se em circunstâncias diferentes, o que pode alimentar uma ferramenta inteligente e adaptativa com regras interessantes ao sistema. Sheth, Mittal & Newman (2001) ainda definem uma fragmentação do cliente externo quanto ao papel, em usuário, comprador e pagador, com atributos do produto específicos para cada um;

- Clientes intermediários - São os envolvidos em distribuição, compra, venda e marketing do produto. Seus principais atributos buscados são: facilidade de embalar, transportar, entregar, manipular; satisfazer os clientes;

- Clientes internos - São todos os envolvidos no projeto e produção (fabricantes e *stakeholders*) com atividades que agregam valor ao produto.

Kotler (1998) relaciona os clientes, no ciclo de vida, de acordo com sua atitude de consumo. Ele chama de “inovadores” os que compram por impulso, e compram produtos no lançamento. Já chama de “pronto-atendedores” os que adquirem na fase de crescimento, adotando tecnologias consideradas bem-sucedidas. Considera como “maioria inicial” quem compra na maturidade do produto, quando cai o crescimento de vendas. Finalmente, os clientes “fiéis conservadores” acompanham o produto, mesmo no seu declínio de vendas.

Esta atividade contribui diretamente para a formação do perfil do usuário, reconhecimento de seus atributos e criação de regras para uma árvore de decisões adaptativa.

Na atividade de identificar os requisitos dos clientes dos produtos são tratadas as necessidades obtidas diretamente dos clientes e de forma bruta. Essas são agrupadas e classificadas por afinidades, no ciclo de vida e por relevância, formando os requisitos dos clientes.

Para a função adaptativa ganhe relevo, é necessário que os aspectos dos requisitos dos clientes sejam atualizados e consolidados para sua aplicação. Outros podem ser considerados variáveis, aceitando

modificações, assumindo-se a mais relevante ou atual, de acordo com regras específicas.

O MU considera os aspectos de desempenho funcional, fatores humanos, propriedades físicas, espaço necessário, confiabilidade, ciclo de vida, recursos e manufatura.

Na relação entre os fatores satisfação e desempenho do produto, os requisitos básicos não geram satisfação solicitada pelo cliente, mas se não forem incluídos, geram insatisfação. Já os requisitos esperados satisfazem melhor o cliente quanto melhor for seu desempenho.

Ferramentas, como os diagramas de Kano e de Mudge são utilizadas para valorar e comparar requisitos, bem como *benchmarking* com outros produtos e *focus group* para apreciação dos requisitos.

A atividade de definir requisitos do produto busca transformar as informações obtidas do cliente (requisitos do cliente) em requisitos do produto, que são as necessidades mensuráveis do cliente.

Para um sistema adaptativo, esta fase e a anterior, além de executadas simultaneamente, devem oferecer informações constantemente atualizadas ao projeto, dando à gerência, variadas opções de utilização de tais dados.

Na atividade de definir especificações-meta do produto os requisitos do cliente são valorados, é feita uma análise de perfil técnico e de mercado, de restrições de projeto do produto, e é organizado o conjunto de especificações-meta do produto. A principal ferramenta utilizada é a QFD ou casa de qualidade, apresentada no capítulo dois deste trabalho, que produz uma matriz de relacionamentos entre os requisitos do produto e os requisitos do cliente. O resultado final é um conjunto de requisitos de produção.

A casa da qualidade possui diversas versões, com variadas ênfases, o que é consideravelmente útil ao processo adaptativo, em sua dinâmica e personalização a cada projeto.

Essa atividade busca o levantamento de informações o mais completo possível e sem ambiguidade, parâmetros quantitativos e mensuráveis e valores-meta para o produto. Esses dados, desde que atualizados e individualizados, constituem uma fonte de alimentação, tanto ao modelo de usuário, quanto às regras da árvore de decisões do sistema adaptativo.

Seguem as atividades genéricas de monitorar a viabilidade, avaliar, aprovar e documentar fase, seguindo a proposta de situações anteriores.

O documento final do Projeto Informacional, e que possui as informações de entrada à próxima fase é chamado de especificações-meta do produto.

Projeto Conceitual

Esta fase tem início pela atividade de atualizar o plano do projeto conceitual, tendo como considerações, em relação à adaptatividade, as mesmas da fase anterior.

Um fator relevante a ser considerado é a execução cíclica, recursiva e simultânea de tarefas do projeto conceitual com outras da próxima fase, o projeto detalhado. Uma abordagem adaptativa tem relevante similaridade com essa característica, pela sua facilidade em trabalhar relacionamentos não-convencionais.

A atividade de modelar funcionalmente o produto possui peculiaridades mais técnicas e objetivas do que subjetivas, mas possui funções interativas, nas quais há troca de informações que podem ser aproveitadas de outros produtos, por similaridade, através de um modelo funcional. O mesmo serve como opção de soluções possíveis para a ferramenta matriz de decisões.

A identificação das funções do produto e suas estruturas funcionais alternativas também pode ser auxiliada por alternativas adaptativas, como estruturas de função baseadas em árvores de decisão, com seus fluxos básicos de energia, materiais e sinais.

A atividade de desenvolver princípios de solução para as funções somente tem familiaridade com a adaptatividade se houver um banco de dados de efeitos físicos e portadores de efeito de outros produtos, que possam ser atribuídos através de características em comum.

Atualmente, a solução é obtida através de métodos intuitivos (benchmarking), sistemáticos (análise de valor), orientados (TRI2, SIT).

Na atividade de desenvolver alternativas de solução para o produto, já há uma oportunidade relevante de utilização de abordagem adaptativa, pois há a busca de solução através de uma matriz morfológica que relaciona funções com princípios e alternativas de solução.

Na atividade de definir arquitetura, há as tarefas de identificar sistemas, subsistemas e componentes (SSCs) e a de integrá-los às alternativas de projeto.

A técnica da Modularidade é aplicada nesta atividade, buscando facilitar modificações eventuais em partes do produto, sem que outras fiquem prejudicadas. Entre as razões apontadas para modular estão

atualizações, adaptações e flexibilidade, que tendem a ser atendidas por um sistema adaptativo, quando este possuir um banco de dados de partes de produtos adequado.

Os tipos de Modularidade referidos, como permutar, compartilhar, adaptar, barrar e seccionar têm na abordagem adaptativa uma possibilidade de atendimento pelas técnicas de apresentação e navegação adaptativa entre as partes.

Na próxima atividade, analisar SSCs (sistemas, subsistemas e componentes), aspectos críticos são analisados do produto e definidos seus parâmetros principais, como forma, materiais, dimensões e capacidades. A adaptatividade pode agir na busca da melhor solução possível entre os valores encontrados no parâmetro, a partir de uma ou mais regras definidas.

A sistemática de seleção de materiais, que acontece nesta atividade, atinge um importante nível de complexidade, devido ao número de diferentes materiais e combinações destes existentes no mercado. É um ponto que pode ser auxiliado pela abordagem adaptativa, principalmente, agregando parâmetros das necessidades dos clientes.

Na busca de um modelo final para esta atividade, há ainda a preocupação com a abordagem do projeto, ou DFX (Design for X), que leva em conta “para quê” o projeto é planejado, se é para manufatura ou montagem, por exemplo.

Na atividade de definir ergonomia e estética do produto, a interação entre produto e pessoas é considerada. Importante aspecto que tem a possibilidade de ser executado através de técnicas de um sistema adaptativo.

A atividade de definir fornecedores e parcerias de co-desenvolvimento relaciona os envolvidos em todas as fases do processo, o que constitui informação importante ao processo adaptativo.

A atividade de selecionar a concepção do produto é utilizada para analisar, valorar alternativas de concepção, e selecionar a mais adequada para o produto. São realizados testes exploratórios, de avaliação, validação e comparativos, que podem ser enriquecidos, em termos de dinâmica e tempo de resposta, por técnicas adaptativas de combinação de itens.

A próxima atividade é a de definir plano macro do processo. Nela há uma seleção dos processos de fabricação e os fatores de custo envolvidos. As matrizes de decisão, analogamente ao percebido na ferramenta QFD (projeto informacional) são consideravelmente úteis na formação de um modelo de dados útil ao sistema adaptativo.

Seguem, de forma semelhante à fase anterior, as atividades genéricas do modelo, de atualizar a viabilidade econômica, avaliar, aprovar e documentar fase. A abordagem adaptativa pede que elas ocorram em toda a fase; não só no final. O seu resultado é a elaboração dos seguintes documentos: Relatório de processo de manufatura (macro); Plano de processo macro; Plano de montagem macro. Todos com informações relevantes à próxima fase do processo.

Projeto Detalhado

A principal característica desta fase, em relação à abordagem adaptativa, é que há uma integração de atividades entre esta fase e a do projeto conceitual. Há execução simultânea de atividades entre elas, além da possibilidade de recursividade ou execução cíclica para a solução de diferentes situações.

A fase é iniciada pela atividade de atualizar plano do projeto detalhado, com características similares às das fases anteriores.

A atividade seguinte, criar e detalhar SSCs, documentação e configuração, é rica em informações e procedimentos úteis a um sistema adaptativo. Ela tem como entradas os resultados anteriores, advindos do projeto conceitual, buscando mais detalhamento, através de ciclos sucessivos.

Ao decidir entre criar, reutilizar ou procurar SSCs, um banco de dados contendo atributos que permitam a comparação com similaridades de outros é de grande importância, pois permite agilidade ao processo.

Tais informações tendem a facilitar as demais tarefas, quando necessário, de calcular e desenhar, especificar tolerâncias e integrar os SSCs, pois se pode apropriar de experiências anteriores.

Ao criar SSCs, a definição de parceiros é uma ligação natural com o modelo de usuários do sistema, além de uma fonte de informações importante.

Regras de padronização de projeto e gerenciamento de valores críticos tornam-se de relevante utilidade à ferramenta de decisões do sistema adaptativo.

Já a decisão entre comprar ou produzir os componentes é uma atividade que depende da estratégia e da capacidade financeira da empresa, o que, para tornar-se adaptativo, precisa de uma apresentação de opções possíveis e viáveis que auxiliem tal decisão.

A estimativa de custos, elaborada nesta atividade, colabora para o estudo adaptativo da viabilidade do projeto, dentro da proposta de informação em tempo real no sistema.

A próxima atividade é de desenvolver fornecedores, selecionando-os trocando informações com eles, e recebendo amostras. No final, eles são homologados, o que, de forma adaptativa, pode lançar mão de informações do modelo de usuários, definindo as principais opções.

A partir daí, são definidas atividades mais voltadas à manufatura do produto, como planejar processo de fabricação e montagem, na qual são realizados um planejamento macro, que define a sequência e o tempo de operações, com especificação de máquinas e equipamentos, na busca da “forma correta” de execução dessas operações; e o detalhamento delas, com o objetivo de informar “como realizá-las”, colocando no posto de trabalho tais informações.

Nesse ponto, a adaptatividade tem utilidade no auxílio à busca da solução mais adequada às questões levantadas, como o equilíbrio de utilização de tempo e recursos.

A atividade é simultânea ao detalhamento de documentos, através de engenharia simultânea, e utiliza diversos documentos, que são ricos em informações sobre operações e ferramentas utilizadas. Diversas tarefas são simultâneas com o projeto conceitual, e é utilizado o paralelismo entre desenhar e planejar o processo. Toda essa execução não-sequencial de atividades e tarefas é uma oportunidade para utilização de um sistema que a adapte continuamente, com controle sobre relacionamentos e apresentações.

A expressiva quantidade de tarefas nesta atividade é um campo fértil para a utilização da apresentação adaptativa, definindo quantidade, ordem e, principalmente, diferenciação de conteúdo de cada uma delas a cada situação.

A atividade de projetar recursos de fabricação busca decidir entre comprar ou fabricar os recursos, e elaborar o projeto de fábrica, com respectivos dispositivos, ferramentas e máquinas. Se utilizada, nesse instante, a adaptatividade deve ser direcionada a auxiliar a diferenciação de projetos de fábrica.

A atividade de avaliar SSCs, configuração e documentação do produto e processo é similar, complementar e simultânea à criação e detalhamento de SSCs, com a diferença de agregar planejamento e execução de testes, com respectivas análises de resultados.

Na atividade de otimizar produto e processo, a utilização de um sistema adaptativo propõe-se útil na reaplicação de métodos do projeto conceitual, através de feedback de experiências anteriores e do projeto atual e na busca de um ciclo de vida otimizado, proporcionando a escolha entre diversas opções e combinações de variáveis.

As atividades de criar material de suporte do produto, projetar embalagem e enviar documentação a parceiros podem ser apoiadas por técnicas de apresentação adaptativa que levem em consideração características diferenciadas de usuários.

A análise de certas variáveis de ambiente, como tecnologias e mercado, é um instrumento útil à adaptatividade na atividade de planejar fim de vida do produto.

Certos atributos advindos do modelo de usuários podem ser úteis na atividade de testar e homologar produto, principalmente, os relacionados às preferências e à experiência deles com produtos semelhantes ou de interesse parecido.

As atividades genéricas de monitorar viabilidade, avaliar, aprovar e documentar fase seguem as mesmas recomendações das fases anteriores, em relação à adaptatividade.

CONCLUSÃO DO TÓPICO

Este tópico buscou demonstrar a aplicação de um estatuto de continuidade de melhorias, através de métodos e técnicas adaptativas, em fases do modelo de referência, através da busca de características, nele, úteis ao processo adaptativo. Isso em complementação aos elementos já existentes no MU, como melhoria contínua, níveis de maturidade e método de transformação, incorporando, em tempo real, no processo, modificações mais imediatas e que se fizerem necessárias.

Outra característica buscada é a da garantia do fluxo de informações de forma contínua e atualizada, através da utilização do *feedback* na otimização do processo em tempo real, através do foco na atualização do modelo de usuários e sua relação com etapas do processo.

Em complemento ao elencado nos procedimentos metodológicos propostos, anteriormente, este capítulo encerra a proposição de reconhecer elementos do PDP nos quais a adaptatividade pode ser aplicada, através de novo redimensionamento ou reposicionamento no processo. Além de tal, a partir dos quais, obter as informações relevantes ao funcionamento do processo adaptativo.

Esses elementos são fundamentais ao estabelecimento no contexto prático da moldagem do modelo-base que representa a primeira etapa do sistema, apresentado a seguir, no qual são detalhadas tarefas, métodos e ferramentas, além de regras que serão utilizadas na proposta do sistema adaptativo.

5.3 MODELO BÁSICO

A partir do reconhecimento das características e necessidades adaptativas do modelo de referência, extrai-se um modelo derivado do MU, com fases, atividades e tarefas, considerando-se os levantamentos do capítulo anterior, no que concerne à adaptatividade. A apresentação dessas definições é feita de forma sucinta, com ênfase nas informações úteis ao sistema adaptativo, como entradas e entregas, atividades, tarefas e ferramentas utilizadas a partir da Macrofase de Pré-desenvolvimento.

5.3.1 Pré-desenvolvimento

Como mencionado no tópico 3.1 deste trabalho, a primeira fase desta macrofase, o Planejamento Estratégico de Produtos é representado através de simulações resultantes do Sistema Multiagentes que é processado no início do sistema.

As informações resultantes das simulações buscam representar as mesmas obtidas pelas atividades, tarefas e ferramentas dessa Fase. O mesmo é afirmado para as atividades iniciais do Planejamento de Projeto.

PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DE PRODUTOS

Seguindo a estrutura do MU, inicia-se pela fase do Planejamento Estratégico de Produtos (PEP), fase que alimenta o sistema com as informações sobre as necessidades do mercado, disponibilidade atualizada de tecnologias e adequação à estratégia de negócio da empresa.

Tais informações são obtidas através de simulação por computador. Essa simulação é uma alternativa ao criticado em Goldstein & Almeida (2000), em que são comparados diversos modelos de percepção do comportamento do consumidor e suas diversas alternativas. Nesse trabalho, eles relatam a falta de um modelo que englobe atributos resultantes de cálculos matemáticos, derivados de aprendizagem e dinâmicos ao mesmo tempo. Uma proposta de modelagem multiagentes, aliada ao sistema adaptativo pode propiciar uma solução a mais a ser estudada pelos pesquisadores do tema.

As informações resultantes do PEP, segundo Rozenfeld *et al.* (2006) são as contidas no Portfólio de Produtos da empresa, um plano que engloba informações técnicas, de mercado e dos clientes de cada

produto que será seguido na próxima fase. O SMA deve, então, oferecer como resultado tais informações.

PLANEJAMENTO DO PROJETO

As atividades iniciais desta fase são obtidas através de simulação, da mesma forma que as da fase anterior. As principais informações obtidas são o Escopo do Produto e o Escopo do Projeto, com a definição dos interessados envolvidos na execução do projeto, o que propicia ao processo de avaliação da viabilidade, visualizar parte dos recursos envolvidos (pessoal, espaço físico, horas de trabalho).

Tais informações servem de base para o início do processo adaptativo, pois, a partir das simulações iniciais, é possível vislumbrar que entregas são importantes para os clientes, auxiliando nas atividades que farão parte do processo do projeto em pauta, na atividade “adaptar o modelo de referência”.

Na próxima atividade, “definir atividades e sequência” as entradas e as entregas de cada atividade definem que atividade será executada antes de outra e que atividades podem ser executadas simultaneamente.

A próxima atividade, no modelo adaptativo, é um pacote que engloba definições de cronograma, orçamento, análise de riscos e viabilidade econômico-financeira do projeto. Essa atividade tem caráter de execução continuada e é aplicada em todas as fases do sistema adaptativo, buscando alertar os desenvolvedores sobre a situação de viabilidade, na comparação entre os parâmetros aceitos de variação e o que realmente ocorre no processo de desenvolvimento.

Seguem as demais atividades da fase, de forma estática, resultando no Plano de Projeto e finalizando o pré-desenvolvimento.

5.3.2 Desenvolvimento

A partir das informações contidas no Plano de Projeto, e considerando o tempo decorrido, para comparar com os dados de simulação atualizados, inicia-se a macrofase de Desenvolvimento.

PROJETO INFORMACIONAL

Nesta fase, o objetivo é gerar um conjunto completo de informações denominado “especificações-meta do produto”.

As atividades, tarefas, ferramentas, regras básicas de execução, informações de entrada e entrega, que são utilizadas no sistema adaptativo, são apresentadas no quadro 8. Recordar-se aqui que as regras são adaptativas, dinâmicas, e que podem apresentar outra configuração, se isso for necessário.

As informações resultantes da fase são as especificações-meta do produto, que servem de base para a próxima.

Quadro 8 - Modelo básico do Projeto Informacional.

Atividade	Tarefas	Ferramentas	Entradas	Entregas	Execução
Atualizar o plano do projeto	- atualizar indicadores - reavaliar comunicações e aquisições - readaptar modelo e sequência	- medição de indicadores (tempo, custo, pessoal)	- plano do projeto	- plano do projeto	Continuada (ao final de cada atividade)
Atualizar escopo do produto	- analisar problemas - pesquisar tecnologias, normas, patentes e legislação - pesquisar concorrência	- matrizes de mapeamento	- plano do projeto	- declaração de escopo	Início da fase (se há recursos disponíveis)
Detalhar ciclo de vida (CV) do produto e definir seus clientes	- refinar CV do produto - definir clientes no CV	- matrizes de mapeamento	- plano do projeto	- estágios do CV do produto	Início da fase (se há recursos disponíveis)
Identificar requisitos dos clientes do produto	- formatar necessidades dos clientes - formatar requisitos dos clientes	-brainstorming - diagrama de afinidades - QFD - diagrama de Mudge	- declaração de escopo	- requisitos dos clientes	após escopo
Definir requisitos do produto	- formatar requisitos do produto	- matriz de atributos - diagrama de Mudge	- requisitos dos clientes	- requisitos do produto	requisitos dos clientes
Definir especificação s-meta do produto	- valorar requisitos do produto - analisar mercado e tecnologias - analisar restrições - definir especificações	- visão atualizada do simulador	- requisitos do produto	-especificações-meta do produto	requisitos do produto
Monitorar viabilidade econômico-financeira e avaliar continuidade	- avaliar indicadores	- análise adaptativa dos parâmetros - visão atualizada do simulador	- plano do projeto	- relatório de viabilidade	Continuada (ao final de cada atividade)

Fonte: Elaborado pelo autor. Baseado em Rozenfeld *et al.* (2006).

PROJETO CONCEITUAL

Nesta fase, o objetivo é gerar um conjunto completo de informações denominado “concepção do produto”.

O quadro 9 representa as informações desta fase, no mesmo formato da fase anterior.

Como resultado, obtêm-se informações de concepção do produto.

PROJETO DETALHADO

Nesta fase, o objetivo é gerar um conjunto completo de especificações do produto para a manufatura.

Quadro 9 - Modelo básico do Projeto Conceitual.

Atividade	Tarefas	Ferramentas	Entrada	Entregas	Execução
Atualizar o plano do projeto	- indicadores - comunicações e aquisições - modelo e sequência	- medição de indicadores (tempo, custo, pessoal)	- plano do projeto	- plano do projeto	Continuada (ao final de cada atividade)
Modelar funcionalmente o produto	- analisar especificações-meta - formatar estrutura funcional do produto	- modelagem funcional - matriz de decisão	- especificações-meta	- estrutura funcional	Início da fase (se há recursos disponíveis)
Desenvolver soluções para o produto	- definir efeitos e portadores	- catálogos de solução - matriz morfológica	- estrutura funcional	- princípios de solução - alternativas de projeto	estrutura funcional
Definir arquitetura do produto	- formatar SSCs	- solução e criatividade - matriz de módulos - matriz de interfaces	- princípios de solução	- layout do produto	princípios de solução
Analisar SSCs	- definir parâmetros do produto	- modelagem funcional - matriz de decisão	- alternativas de projeto	- concepções para o produto - BOM inicial	alternativas de projeto
Definir ergonomia, estética e concepção		- visão atualizada do simulador - técnicas de ergonomia	- layout do produto	- concepção escolhida	layout do produto
Definir fornecedores e parceiros		- análise fazer ou comprar	- concepções para o produto - BOM inicial	- fornecedores e parceiros	- concepções para o produto - BOM inicial
Planejar manufatura macro		- sistema adaptativo	- concepção escolhida	- plano macro de processo e montagem	concepção escolhida
Monitorar viabilidade avaliar continuidade	- avaliar indicadores	- análise adaptativa - visão do simulador	- plano do projeto	- relatório de viabilidade	Continuada (ao final de cada atividade)

Fonte: Elaborado pelo autor. Baseado em Rozenfeld *et al.* (2006).

O quadro 10 representa as informações desta fase, no mesmo formato da fase anterior.

Quadro 10 - Modelo básico do Projeto Detalhado.

Atividade	Tarefas	Ferramentas	Entradas	Entregas	Execução
Atualizar o plano do projeto	- indicadores - comunicações e aquisições - modelo e sequência	- medição de indicadores (tempo, custo, pessoal)	- plano do projeto	- plano do projeto	Continuada (ao final de cada atividade)
Formatar SSCs, documentação e configuração	- criar ou reutilizar, integrar SSCs - tolerâncias - desenhos, documentos e BOM	- formatação de produtos e componentes	- concepção do produto	- estrutura do produto (BOM) - especificações dos SSCs - planos de processo - protótipo funcional	Início da fase (se há recursos disponíveis); Recursiva
Decidir fazer ou comprar SSCs	- logística do desenvolvimento - fazer ou comprar - estimar custos dos SSCs	- CPM - Cálculos e normas - sistemas de design - PLM	- Especificações dos SSCs - plano de processo macro	- cotação dos SSCs - comprar ou fazer - fornecedores	BOM
Desenvolver fornecedores	- selecionar fornecedores - especificações e amostras - homologar fornecedores	- ERP - SCM	- BOM - plano macro - tolerâncias	- contratos com fornecedores - certificação de fornecedores - cotações	BOM
Planejar processo de fabricação e montagem	- planejar chão de fábrica - métodos e ferramentas - atualizar BOM	- CAPP - regras de fabricação - carta de tolerâncias	- BOM - plano macro - tolerâncias	- planos de processo de fabricação e modelagem	BOM
Projetar recursos de fabricação	- projetar ferramentas e equipamentos - projetar instalações - avaliar projeto		- fazer ou comprar - SSCs - recursos disponíveis	- projetos dos recursos de fabricação	recursos disponíveis
Avaliar SSCs, configuração e documentação do produto e do processo	- analisar falhas - avaliar tolerâncias - resultados e documentos	- FMEA - FTA - DOE	- SSCs - tolerâncias - BOM	- SSCs - tolerâncias - BOM - planos de processo	BOM

Continua ...

Continua ...					
Otimizar produto e processo	- finalizar DFX - ajustar tolerâncias - corrigir falhas	- análise de confiabilidade	- SSCs - tolerâncias - BOM	- SSCs - tolerâncias - BOM - planos de processo	BOM
Projetar manuais e embalagem do produto	- manuais de operação - descarte e descontinuidade - transporte e entrega - embalagem e adequação do produto		- SSCs - tolerâncias - BOM	- manuais de operação, treinamento e descontinuidade - projeto de embalagem	BOM
Planejar fim de vida do produto	- retirada do mercado - descontinuidade da produção - descarte e reciclagem	- DFD - DFE	- informações sobre CV do produto	- plano de fim de vida do produto	CV do produto
Testar e homologar produto	- verificar documentação - funcionalidade - requisitos e normas - obter certificado de homologação		- protótipo do produto - documentação do projeto - projeto de embalagem - material de apoio	homologação do produto	manuais de operação, treinamento e descontinuidade e projeto de embalagem
Monitorar viabilidade avaliar continuidade	- avaliar indicadores	- análise adaptativa - visão do simulador	- plano do projeto	- relatório de viabilidade	Continuada (ao final de cada atividade)

Fonte: Elaborado pelo autor. Baseado em Rozenfeld *et al.* (2006).

Como resultado da fase, obtêm-se informações para o plano de produção. Após, seguem as fases finais da macrofase de desenvolvimento, as quais são voltadas ao processo de produção e, na sequência, o pós-desenvolvimento. Essas etapas não são tratadas pelo sistema adaptativo *PDPadap*.

Finalizando a modelagem aqui proposta, baseando-se no Modelo Básico apresentado, segue a definição das regras que fomentam as determinações da árvore de decisão adaptativa do sistema, com um direcionamento para a sequência de execução de atividades no processo que representa um projeto de produto.

5.4 SISTEMA ADAPTATIVO E REGRAS

O sistema *PDPadap*, e sua aplicação resultante desta modelagem, é apresentado no próximo capítulo e é desenvolvido com base nos sistemas de hipermídia adaptativa (SMA), de acordo com o caracterizado por Palazzo (2001), com ferramentas, métodos e técnicas de adaptação; modelo de usuário com amplitude; gerência sobre a dinâmica entre usuário, sistema e ambiente; aprender com o tempo; e aprimorar seu mecanismo de busca e adaptação.

O modelo de usuário e a gerência sobre a dinâmica assentada partem do SMA apresentado em tópico anterior, neste capítulo. Nele (SMA), a evolução dos elementos do PDP é gerenciada de acordo com algumas diversas abordagens utilizadas nesse processo.

A arquitetura análoga aos sistemas de hipermídia, nos quais é possível aplicar métodos, técnicas e ferramentas de adaptatividade, com nodos e enlaces, é representada pelo Modelo Básico, que já foi definido.

Os demais fatores são satisfeitos pela tecnologia de adaptação que este tópico representa. As árvores de decisão adaptativas, desenvolvidas por Pistori e Neto (2002), possuem a capacidade de, além de aplicar regras para apresentação e navegação em sistemas adaptativos, aceitar uma modelagem dinâmica às próprias regras. As árvores funcionam como um sistema adaptativo dentro do próprio mecanismo de adaptação. Isso permite a ele diversos formatos, com ramos e decisões, na árvore adaptativa, direcionados a cada modelo de usuário ou a cada abordagem, de acordo com sua necessidade atualizada.

Como tanto usuário, ambiente e sistema evoluem através de suas interações, presume-se relevante e conveniente que a própria adaptação evolua, através de um dinamismo nas suas regras.

5.4.1 Regras aplicáveis ao Modelo Básico

A tecnologia *AdapTree* (árvores de decisão adaptativas) funciona como uma topologia de árvore, de acordo com sua própria definição. O tronco representa o sistema adaptativo, que recebe as decisões, e as aplica na forma de apresentação e navegação. Os ramos representam as possibilidades de decisão. Quanto maior a ramificação, mais complexa é a rede de regras para que uma decisão seja tomada. Questões normativas e reguladoras irão definir o redimensionamento das regras e da sua utilização. A relação entre a norma (regra) e a sua regulação, tornarão a adaptatividade cada vez mais flexível e moldável dentro do processo. Sendo adaptativa, a árvore permite que as regras (ramos) variem de

acordo com a situação, as necessidades dos usuários, a área de atuação ou os objetivos propostos em cada projeto. Tais regras definem a navegação e a apresentação adaptativas do sistema, influenciando tanto na sequência de execução das atividades quanto no conteúdo de cada uma delas.

Basicamente, são utilizadas, na árvore, regras binárias de decisão (sim ou não), mas ela aceita decisões múltiplas, se houver necessidade. Os níveis de aplicação estabelecidos são: *nível 1* (atividades) e *nível 2* (tarefas e ferramentas).

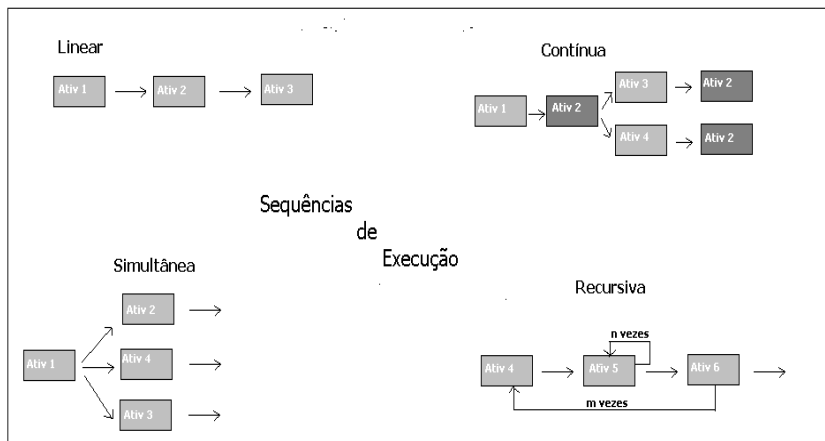
5.4.2 Sequência de execução das atividades (navegação)

O modelo básico, apresentado anteriormente, é formado por fases, atividades e tarefas que possuem as ferramentas necessárias para sua execução, dependem de informações de entrada e geram dados de saída (entregas) que podem ser utilizados por outras atividades. A sequência das atividades é definida pelas características de execução, como a continuidade, para atividades que são acionadas em vários momentos do processo; recursividade, quando são executadas de forma cíclica; simultaneidade, para atividades que dependem das mesmas entregas de outras atividades; ou, simplesmente, a linearidade dada pela dependência das informações advindas de outras etapas para a sua execução. A figura 30 representa essas opções de sequência para o processo.

A sequência ou repetição da execução das atividades, dentro do processo, de forma combinada, é complementada pelos valores atualizados dos atributos advindos do simulador de entrada, bem como de novos valores simulados a partir de variações bruscas ou impactantes percebidas no ambiente. Caso o gerente as considere importantes, o processo pode ser readaptado imediatamente.

Outras opções de adaptação das regras, consideradas aqui, são: a comparação com projetos similares anteriores, modificando ou mesmo aplicando, diretamente, as regras e a sequência dele; aplicação de novos atributos, que o ambiente, por sua evolução, torna necessários; imputação de pesos a certos atributos, de acordo com cada abordagem ou mudança inevitável de estratégia; e remodelagem da avaliação de viabilidade, quando esta passar a outro nível de complexidade.

Figura 30 - Possibilidades de sequência de execução de atividades.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Dentro do conceito de navegação adaptativa, ainda é notado que certas atividades podem ser ocultadas ou excluídas de um processo, caso suas entregas não agreguem valor ao projeto ou ao usuário. Isso pode ocorrer tanto no início quanto no decorrer do processo, desde que alguma condição o torne necessário.

Para este modelo, o que ocorre entre as atividades é considerado navegação. Os elementos internos a elas são tratados como apresentação.

5.4.3 Tarefas e ferramentas (apresentação)

Baseando-se nas mesmas regras (*AdapTree*), os elementos internos às atividades são utilizados ou não, de acordo com o modelo de usuário derivado do simulador e do que possui valor ou é considerado necessário por cada abordagem ligada ao desenvolvimento de produtos.

Como cada tarefa somente é terminada quando atinge seu objetivo, o conjunto de tarefas de cada atividade é a execução de todas elas. O que varia é quais tarefas serão executadas; a sequência interna às atividades permanece a mesma.

As ferramentas e os métodos utilizados em cada tarefa são de relevante importância para que elas atinjam os seus objetivos. Algumas delas complementam ou detalham resultados de outras, podendo ser executadas ou não, de acordo com necessidades específicas.

Além disso, novas ferramentas e novos modelos vão sendo criados pelos projetistas, podendo ser incorporados, inclusive, com o processo em andamento, graças à dinâmica do sistema adaptativo.

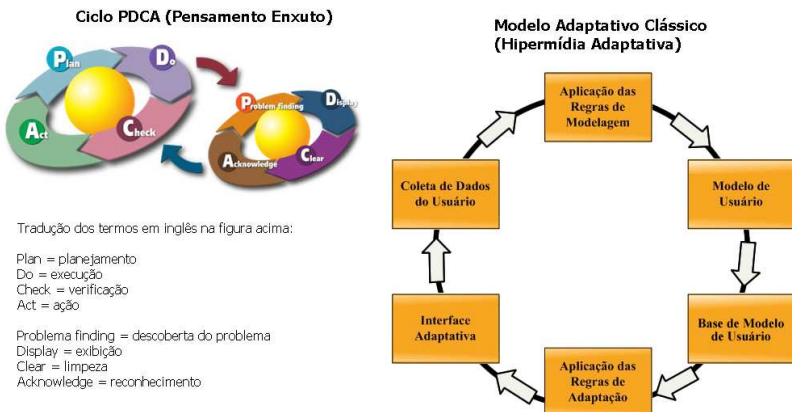
5.4.4 Adaptação do processo em execução (ciclo adaptativo)

A proposta do ciclo adaptativo, dentro do PDP, baseia-se na analogia de conceitos advindas do pensamento enxuto e dos sistemas de hipermídia adaptativa, conforme representado na figura 31.

O PDCA é um ciclo utilizado dentro do conceito *Kaizen*, no pensamento enxuto, e representa mudança e aprimoramento. Já o modelo adaptativo clássico advém dos conceitos de hipermídia adaptativa e representa a mudança continuada de um sistema, aplicando-a através de regras de modelagem e de adaptação.

O modelo unificado (MU) tem em seus fundamentos a busca pela melhoria contínua, através de processos de apoio que reconhecem a necessidade de mudanças e melhorias para aplicá-las em novos projetos, de forma reativa.

Figura 31 - Analogia entre conceitos do pensamento enxuto e da hipermídia adaptativa.



Fonte: Elaborada e traduzida pelo autor. Baseada em Rother & Shook (2003) e Palazzo (2001).

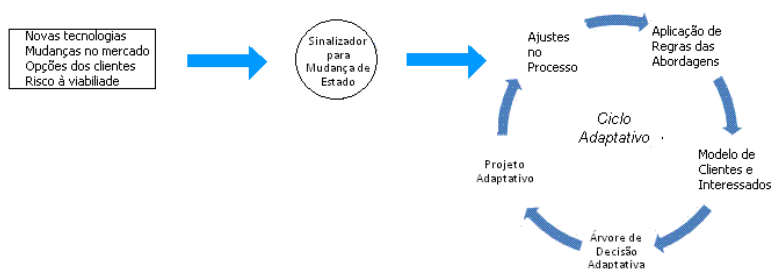
Este modelo (*PDPadap*) propõe a identificação proativa de diversas situações (simulação multiagentes) e, baseando-se em

experiências anteriores (aprendizagem interprojetos), propor aos projetistas do PDP a inserção de um *ciclo adaptativo*, durante a execução do processo, na busca de mudanças ou melhorias interativas e de agregar valor a ele, toda vez que uma mudança importante nos elementos de entrada for detectada, ou que a visão de viabilidade do projeto seja afetada. A figura 32 representa o ciclo adaptativo proposto para o PDP.

A ideia é inserir um ciclo que auxilie na melhoria contínua do processo, de forma interativa, a partir do acionamento de um dispositivo que sinalize fatores motivadores de alteração imediata nas atividades do projeto e sua sequência. Os fatores considerados pelo sistema são: **mudanças impactantes nos dados de entrada do PDP**, como uma *mudança brusca no mercado*, por crise, guerra, ou mesmo uma evolução avançada, *o surgimento de novas tecnologias*, que podem mudar a funcionalidade ou o valor do produto, opções do cliente, por mudança de comportamento ou variações na conjuntura social; ou **riscos à viabilidade do projeto**, a partir da extrapolação de valores esperados, após a execução de uma atividade ou tarefa, considerando parâmetros definidos pelos projetistas (tempo, custo, forma) e inseridos no sistema.

Com esses tópicos (regras, navegação, apresentação e ciclo adaptativo) é possível concluir e consolidar o sistema adaptativo.

Figura 32 - Ciclo Adaptativo no PDP.



Fonte: Elaborada pelo autor.

5.5 CONSOLIDAÇÃO DOS ELEMENTOS DO SISTEMA ADAPTATIVO

De acordo com o que é definido por Brusilovsky (1996,1997, 2001), Kobsa (1999), Palazzo (2001, 2002), Pistori e Neto (2002, 2007),

Castro Junior (2004) e Ulbricht (2006), um sistema adaptativo tem por base o modelo de usuário; deve possuir arquitetura semelhante ao hipertexto e precisa de uma tecnologia adaptativa que atualize de forma consistente o sistema.

O modelo de usuário é derivado das informações obtidas no simulador. A inicialização do simulador é baseada em dados advindos de referências específicas a cada agente. A variação dos valores pode tanto seguir regras consolidadas no meio científico, como incluir outras, artificialmente, com o intuito de testar os resultados.

A composição do modelo básico derivado do Modelo Unificado (MU) dispõe um formato de apresentação e navegação semelhante ao que é proposto pelo conceito de hipertexto. Em complemento, por priorizar o fluxo de informações, dispõe de entradas, saídas e realimentação de forma relevante ao processo adaptativo.

A inclusão das árvores de decisão adaptativa, como tecnologia para a adaptatividade, possibilita ao sistema seguir regras consolidadas, de forma mais concreta do que intuitiva, mas possibilitando a mudança de regras, sempre que for necessário.

O modelo encerra-se então, com os elementos considerados necessários a um sistema adaptativo, podendo, então, passar para o próximo passo que é desenvolver o sistema *PDPadap*, sob forma de protótipo, com o intuito de implantar o que aqui foi delineado (modelo), além de subsidiar a sua validação e a sua avaliação.

6 UM PROTÓTIPO DE SISTEMA PARA VALIDAÇÃO E AVALIAÇÃO DO MODELO

Este capítulo tem por objetivo representar a aplicação das definições acerca do sistema adaptativo *PDPadap* apresentadas neste trabalho e visualizar os resultados de sua aplicação em projetos de desenvolvimento de produtos.

Os tópicos são:

6.1 – Simulador multiagentes para o ambiente do PDP – Tópico no qual são exibidos os agentes inteligentes, seus atributos, seu funcionamento sua variação ao longo do tempo;

6.2 – O PDPadap – Este tópico apresenta o sistema adaptativo e seu funcionamento; com seus elementos e suas regras de apresentação e navegação;

6.3 – Validação do modelo – Neste tópico são inseridos, no simulador, valores não sequenciais e que representam situações atípicas à evolução natural do ambiente;

6.4 – Avaliação do modelo – Apreciação ao modelo adaptativo, em relação à sua capacidade de adaptação, tanto a situações cotidianas, quanto a variações críticas no ambiente.

Tanto o simulador multiagentes (SMA) quanto o processo adaptativo para o desenvolvimento de produtos (PDPadap) são desenvolvidos, sob forma de protótipo, em linguagem de programação PHP¹⁷ e utilizam banco de dados MySQL¹⁸, dentro do conceito de *software* livre. Para ambos, é desenvolvido um sistema, sob forma de protótipo, visando implantar o que foi definido no modelo deste trabalho.

6.1 SIMULADOR MULTIAGENTES PARA O AMBIENTE DO PDP

Seguindo a definição do modelo, o simulador é dividido em um agente principal, o próprio ambiente, que é resultante dos três demais: mercado, tecnologias e clientes.

¹⁷ PHP: Hypertext Preprocessor. Versão: 5.4.11. Disponível em internet por: <http://www.php.net>.

¹⁸ MySQL: Banco de dados. Versão 5.5 Disponível em internet por: <http://www.mysql.com>.

6.1.1 Agente “Mercado”

O atributo “identificador”, de natureza constante, deste agente representa a sua área de abrangência, podendo, ainda, representar cenários diferentes para a mesma área. Nesse sentido, os valores que podem ser dados a esse atributos são: “China1”, “China 2012”, “Sul de SC”, “Bairro Trindade”, “Triângulo Mineiro”, “Oriente Médio”, ou outro que o caracterize com uma identificação regional. Ele necessita de um atributo de “descrição” para completar a informação. Outro atributo constante e que complementa a identificação do mercado é o “setor”, não obrigatório, que ajuda a delimitar mais ainda a área de abrangência. Alguns exemplos de setores são: “automóveis”, “imóveis”, “informática”, “impressoras” e “doces”.

Outros atributos, como “regime político” e “classes sociais”, normalmente, têm valor fixo, mas podem, em certos casos, variar.

Os elementos que variam na periodicidade do simulador (semanal) podem ter variação positiva, negativa, ou até ser constantes, em certo período. Podem sofrer variações diferenciadas em outro intervalo de tempo, conforme a dinâmica observada da região.

Os principais atributos variáveis, entre outros, podem ser de natureza:

- a) Demográfica: “população”, “faixa etária”, “grau de instrução”, “religião”, “esporte”;
- b) Econômica: “PIB”, “margem de consumo”, “facilidade de crédito”, “renda das classes”;
- c) Combinada: “renda *per capita*”, “distribuição de renda”, “renda por gênero”.

Alguns elementos variam por um índice numérico simples atrelado às semanas, outros por percentual e até por indicação pontual (valor fixado a cada período).

A figura 33 representa exemplos de variação dos atributos do agente “mercado”. A definição e a evolução dos atributos são baseadas em Kotler (1998), e os valores são retirados dos portais Banco Mundial (2013), FIESCnet (2013) e FEE (2013). A “semana 1” simula refletir a situação no início do mês de janeiro do ano de 2012. A evolução dos valores é semanal. Para este trabalho foram considerados os agentes com o mesmo número de semanas simuladas. O tempo simulado é de vinte anos ou mil e quarenta semanas, para os elementos de entrada e o ambiente, proporcionando a visão de um amplo espectro de cenários,

mas são utilizados os quatro primeiros anos, em conformidade ao apanhado por Ulrich & Eppinger (1995).

Figura 33 - Simulação do agente “Mercado”.

Mercado Brasil									
Semana	População	PIB	PIB per capita	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classe E	
1	190 700 000	\$ 2.480.000.000.000,00	\$ 13.004,72	2,3000	4,1000	5,7000	27,3000	60,6000	
2	190 711 919	\$ 2.481.550.000.000,00	\$ 13.012,03	2,3030	4,1060	5,7060	27,3060	60,5790	
3	190 723 838	\$ 2.483.100.968.750,00	\$ 13.019,35	2,3060	4,1120	5,7120	27,3120	60,5580	
4	190 735 758	\$ 2.484.652.906.855,47	\$ 13.026,68	2,3090	4,1180	5,7180	27,3180	60,5370	
5	190 747 679	\$ 2.486.205.814.922,25	\$ 13.034,00	2,3120	4,1240	5,7240	27,3240	60,5160	
...									
519	196 974 741	\$ 3.427.761.521.312,71	\$ 17.402,04	3,8540	7,2080	8,8080	30,4080	49,7220	
520	196 987 052	\$ 3.429.903.872.263,53	\$ 17.411,82	3,8570	7,2140	8,8140	30,4140	49,7010	
521	196 999 363	\$ 3.432.047.562.183,69	\$ 17.421,62	3,8600	7,2200	8,8200	30,4200	49,6800	
...									
1039	203 481 377	\$ 4.743.645.392.325,96	\$ 23.312,43	5,4140	10,3280	11,9280	33,5280	38,8020	
1040	203 494 094	\$ 4.746.610.170.696,17	\$ 23.325,54	5,4170	10,3340	11,9340	33,5340	38,7810	

Mercado Santa Catarina									
Semana	População	PIB	PIB per capita	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classe E	
1	5 800 000	\$ 70.000.000.000,00	\$ 12.068,97	2,40000	5,50000	9,00000	40,80000	42,30000	
2	5 800 363	\$ 70.052.500.000,00	\$ 12.077,26	2,4100	5,5020	9,0230	40,7800	42,2850	
3	5 800 725	\$ 70.105.039.375,00	\$ 12.085,57	2,4200	5,5040	9,0460	40,7600	42,2700	
4	5 801 088	\$ 70.157.618.154,53	\$ 12.093,87	2,4300	5,5060	9,0690	40,7400	42,2550	
5	5 801 450	\$ 70.210.236.368,15	\$ 12.102,19	2,4400	5,5080	9,0920	40,7200	42,2400	
...									
519	5 990 842	\$ 103.218.657.594,60	\$ 17.229,41	7,5800	6,5360	20,9140	30,4400	34,5300	
520	5 991 216	\$ 103.296.071.587,80	\$ 17.241,25	7,5900	6,5380	20,9370	30,4200	34,5150	
521	5 991 590	\$ 103.373.543.641,49	\$ 17.253,11	7,6000	6,5400	20,9600	30,4000	34,5000	
...									
1039	6 188 736	\$ 152.429.691.506,74	\$ 24.630,18	12,7800	7,5760	32,8740	20,0400	26,7300	
1040	6 189 123	\$ 152.544.013.775,37	\$ 24.647,11	12,7900	7,5780	32,8970	20,0200	26,7150	

Fonte: Elaborada pelo autor. Extraída do simulador multiagentes (SMA).

O relatório extraído do SMA permite visualizar a evolução de alguns atributos em alguns períodos. Por meio dele, é possível observar que a evolução dos atributos dos agentes tem variação diferenciada, em seu resultado, devido ao fato da aplicação de um perfil distinto a cada instância do agente.

Além de tal, há a possibilidade de se utilizarem regras de evolução de uma instância em outro. Exemplificando, para fins experimentais, é possível combinar o mercado “Santa Maria” com a evolução “Santa Catarina” podendo ser analisada outra evolução a esse mercado.

Em complemento, o sistema permite a inserção de regras dentro de um período específico, a partir de uma semana ou até uma semana qualquer. Essa funcionalidade pode ser explicitada na definição do agente e sua evolução, ou mesmo aplicada, artificialmente, a qualquer tempo. Outra peculiaridade é em relação aos atributos com valores percentuais, como no caso das classes sociais (A, B, C, D e E), acima. Para cada instância, há um fechamento em cem por cento para cada

instância do agente. Tal funcionalidade pode ser aplicada, dependendo da conveniência ou da necessidade. Sua variação pode influenciar os demais agentes.

6.1.2 Agente “Tecnologias”

Para este agente, são considerados os tipos que variam mais frequentemente no mercado, ou que quando variam, causam mais impacto em seus usuários.

Os dados de cada atributo ou elemento variam no sentido de satisfazer as necessidades de outros agentes, principalmente, dos clientes.

Os atributos fixos deste agente são a identificação, como “eletrônica”, “silício”, “componentes químicos”, entre outros.

Os que variam através da simulação são agrupados em três principais categorias:

- a) Qualidade – esforço tecnológico, inovação, usabilidade, confiabilidade, popularidade;
- b) Apresentação – forma, volume, atendimento, disponibilidade, conforto;
- c) Valor – preço, prazo e parcelamento, opções de pagamento, garantia, valor de revenda.

As categorias acima representam a importância que a tecnologia agrega ao produto na satisfação das necessidades dos clientes. No sistema de simulação, elas possuem valor percentual e a variação de cada uma influencia na outra, possuindo um fechamento no percentual total.

A figura 34 representa as variações percebidas no agente “tecnologias”, de forma análoga ao agente anterior, em relação às regras e às funcionalidades. As definições e a evolução dos atributos são baseadas em Kotler (1998; 2002), Kumar (2004) e Schmitz (2007).

No relatório acima, foram extraídos os atributos que representam, percentualmente, a influência da tecnologia em cada classe social, que nos exemplos apresentados permanece fixa, mas pode sofrer variação, da mesma forma que os demais atributos apresentados, relacionados ao papel dos clientes.

Figura 34 - Simulação do agente “Tecnologias”.

Tecnologia cérebro									
Semana	Qualidade	Aparência	Valor	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classe E	
1	5,0000	5,0000	2,0000	45	25	15	10	5	
2	5,0040	5,0000	2,0038	45	25	15	10	5	
3	5,0080	5,0000	2,0076	45	25	15	10	5	
...									
108	5,4467	5,0000	2,4504	45	25	15	10	5	
109	5,4510	5,0000	2,4551	45	25	15	10	5	
110	5,4554	5,0000	2,4597	45	25	15	10	5	
...									
747	9,0793	5,0000	8,2417	45	25	15	10	5	
748	9,0866	5,0000	8,2573	45	25	15	10	5	
749	9,0939	5,0000	8,2730	45	25	15	10	5	
...									
1038	11,4582	5,0000	14,3189	45	25	15	10	5	
1039	11,4674	5,0000	14,3461	45	25	15	10	5	
1040	11,4765	5,0000	14,3733	45	25	15	10	5	

Tecnologia chip									
Semana	Qualidade	Aparência	Valor	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classe E	
1	6,0000	3,0000	6,0000	30	30	20	10	10	
2	6,0072	3,0006	6,0090	30	30	20	10	10	
3	6,0144	3,0012	6,0180	30	30	20	10	10	
...									
108	6,8215	3,0649	7,0437	30	30	20	10	10	
109	6,8297	3,0655	7,0543	30	30	20	10	10	
110	6,8379	3,0661	7,0649	30	30	20	10	10	
...									
747	14,6791	3,4827	18,3553	30	30	20	10	10	
748	14,6967	3,4834	18,3829	30	30	20	10	10	
749	14,7143	3,4841	18,4105	30	30	20	10	10	
...									
1038	20,8096	3,6913	28,3916	30	30	20	10	10	
1039	20,8346	3,6921	28,4342	30	30	20	10	10	
1040	20,8596	3,6928	28,4769	30	30	20	10	10	

Fonte: Elaborada pelo autor. Extraída do simulador multiagentes (SMA).

6.1.3 Agente “Clientes”

Para este agente, considera-se que todos são clientes externos. Apenas o identificador e o atributo “papal” (usuário, comprador ou pagador) possuem valor fixo, tendo os demais, variação diferenciada.

Alguns atributos assumem valores dentro de um conjunto definido, como “personalidade”, que varia de “agressivo” a “conservador” ou “impulso de compra” que vai de “urgente” a “indiferente”, mas não são fixos. Eles podem avançar ou voltar no período de simulação, de acordo com regras específicas. A figura 35 representa o relatório da evolução de instâncias do agente.

Figura 35 - Simulação do agente “Clientes”.

Cliente nativo					Cliente agricultor				
Papel: comprador					Papel: pagador				
Personalidade: agressivo					Personalidade: moderado				
Impulso de compra: rápido					Impulso de compra: moderado				
Semana	Renda	qualidade	aparência	valor	Semana	Renda	qualidade	aparência	valor
1	\$ 6.000,00	30,0000	60,0000	10,0000	1	\$ 12.000,00	30,0000	20,0000	50,0000
2	\$ 6.001,20	30,0075	59,9925	10,0000	2	\$ 12.006,00	29,9978	19,9926	50,0096
3	\$ 6.002,40	30,0150	59,9850	10,0000	3	\$ 12.012,00	29,9956	19,9852	50,0192
...					...				
1038	\$ 7.382,69	37,7775	52,2225	10,0000	1038	\$ 20.151,47	27,7186	12,3262	59,9552
1039	\$ 7.384,17	37,7850	52,2150	10,0000	1039	\$ 20.161,54	27,7164	12,3188	59,9648
1040	\$ 7.385,65	37,7925	52,2075	10,0000	1040	\$ 20.171,62	27,7142	12,3114	59,9744
Cliente internauta					Cliente investidor				
Papel: usuário					Papel: comprador				
Personalidade: agressivo					Personalidade: conservador				
Impulso de compra: urgente					Impulso de compra: moderado				
Semana	Renda	qualidade	aparência	valor	Semana	Renda	qualidade	aparência	valor
1	\$ 6.000,00	70,0000	20,0000	10,0000	1	\$ 40.000,00	20,0000	20,0000	60,0000
2	\$ 6.001,80	70,0100	19,9920	9,9980	2	\$ 40.080,00	20,0010	20,0010	59,9980
3	\$ 6.003,60	70,0200	19,9840	9,9960	3	\$ 40.160,16	20,0020	20,0020	59,9960
...					...				
1038	\$ 8.189,17	80,3700	11,7040	7,9260	1038	\$ 317.604,92	21,0370	21,0370	57,9260
1039	\$ 8.191,63	80,3800	11,6960	7,9240	1039	\$ 318.240,13	21,0380	21,0380	57,9240
1040	\$ 8.194,09	80,3900	11,6880	7,9220	1040	\$ 318.876,61	21,0390	21,0390	57,9220

Fonte: Elaborada pelo autor. Extraída do simulador multiagentes (SMA).

Outros atributos representados no relatório variam de forma numérica, como “renda” ou “classe social” e os que variam percentualmente, como a influência de “qualidade”, “aparência” e “valor” dos produtos na decisão de compra. Tanto as definições quanto a evolução dos atributos são baseadas em Karsaklian (2000), Sheth, Mittal & Newman (2001) e Engel Blackwell & Miniard. (2005). Tais trabalhos têm como foco o comportamento do consumidor ou do cliente, relevante à evolução das instâncias do agente.

Após representar os elementos de entrada do PDP, através dos três principais agentes, é definido o ambiente de informações do processo, pela combinação de uma ou mais instâncias de cada agente.

6.1.4 O Ambiente

Apesar de ser uma visão (*view*) dos demais agentes, este também varia de acordo com o tempo, no simulador, agregando dos demais, os atributos necessários à entrada de informações do PDP.

Caso fosse apenas uma visão, o “ambiente” não seria necessário, bastando apenas a busca dos atributos em cada agente anterior. O que torna o “ambiente” relevante é que ele é formado pela combinação de agentes, com a possibilidade de utilização de um número variável deles, desde que haja ao menos uma ocorrência de cada um deles. Exemplificando, um ambiente pode ser formado por um *mercado*, uma *tecnologia* e dois *clientes*, ou um *mercado* duas *tecnologias* e quatro *clientes*, e assim por diante.

Outro elemento agregado a este modelo, no intuito de valorar o prazo de entrega de etapas do processo, e que pode ser utilizado na percepção de uma data para a finalização de todo o PDP, é o de “decisão de compra” (KOTLER, 1998). Devido à complexidade e à subjetividade na formação desse atributo, neste trabalho, optou-se por fragmentá-lo em três: DC1, DC2 e DC3, baseando sua variação na combinação dos agentes, mas, principalmente, nos atributos “papal”, “impulso de compra” e “personalidade” do cliente, respectivamente.

A figura 36 demonstra um exemplo dessas combinações e das variações diferenciadas no tipo e no tempo, da decisão de compra. O exemplo refere-se a um ambiente com apenas um cliente, mas o simulador permite a combinação de mais de um cliente na formação do ambiente, na busca da satisfação das necessidades de mais de um perfil de cliente.

Os dados que formam o ambiente aqui elaborado têm, a partir de agora, a função de alimentar, tanto as regras de adaptação, como os elementos incluídos em cada etapa do PDP. A simulação dessas informações produz um efeito proativo em relação à modelagem do processo de desenvolvimento de produtos por meio do PDPadap.

6.2 O PDPadap

O funcionamento do PDPadap baseia-se em métodos e técnicas advindos dos conceitos de hipermídia adaptativa e utiliza árvores de decisões adaptativas para definir a apresentação e a sequência das atividades de cada projeto extraído do modelo básico derivado do MU.

Figura 36 - Simulação do ambiente de entrada do PDP.

Ambiente 1		Mercado: China1					Tecnologia chip			Cliente: técnico						
Semana	PIB per capita	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classe E	Qualidade	Aparência	Valor	Renda	qualidade	aparência	valor	DC1	DC2	DC3
1	\$ 6.083,33	5,0000	5,0000	10,0000	40,0000	40,0000	6,0000	3,0000	6,0000	\$ 12,000,00	70,0000	10,0000	20,0000	104	104	52
2	\$ 6.088,50	5,0030	4,9988	10,0152	39,9970	39,9860	6,0072	3,0006	6,0090	\$ 12,012,00	70,0050	10,0030	19,9920	103	104	52
3	\$ 6.093,68	5,0060	4,9976	10,0204	39,9940	39,9720	6,0144	3,0012	6,0180	\$ 12,024,01	70,0100	10,0060	19,9840	102	104	52
4	\$ 6.098,86	5,0090	4,9964	10,0456	39,9910	39,9580	6,0216	3,0018	6,0270	\$ 12,036,04	70,0150	10,0090	19,9760	101	104	52
...																
103	\$ 6.634,02	5,3060	4,8776	11,5504	39,6940	38,5720	6,7807	3,0618	6,9911	\$ 13,287,92	70,5100	10,3060	19,1840	2	32	33
104	\$ 6.639,66	5,3090	4,8764	11,5656	39,6910	38,5580	6,7889	3,0624	7,0016	\$ 13,301,21	70,5150	10,3090	19,1760	1	32	33
105	\$ 6.645,31	5,3120	4,8752	11,5808	39,6880	38,5440	6,7970	3,0630	7,0121	\$ 13,314,51	70,5200	10,3120	19,1680	-	31	32
106	\$ 6.650,95	5,3150	4,8740	11,5960	39,6850	38,5300	6,8052	3,0637	7,0227	\$ 13,327,83	70,5250	10,3150	19,1600	(1)	30	32
...																
272	\$ 7.658,33	5,8130	4,6748	14,1192	39,1870	36,2060	8,3042	3,1671	9,0066	\$ 15,738,17	71,3550	10,8130	17,8320	(16)	2	1
273	\$ 7.664,84	5,8160	4,6736	14,1344	39,1840	36,1920	8,3142	3,1677	9,0201	\$ 15,748,90	71,3600	10,8160	17,8240	(16)	1	0
274	\$ 7.671,35	5,8190	4,6724	14,1496	39,1810	36,1780	8,3242	3,1683	9,0336	\$ 15,764,65	71,3650	10,8190	17,8160	(16)	-	0
275	\$ 7.677,87	5,8220	4,6712	14,1648	39,1780	36,1640	8,3342	3,1690	9,0472	\$ 15,780,42	71,3700	10,8220	17,8080	(16)	-	(0)
...																
1037	\$ 14.668,98	8,1080	3,7568	25,7472	36,8920	25,4960	20,7846	3,6906	28,3491	\$ 33,797,57	75,1800	13,1080	11,7120	(16)	(16)	(16)
1038	\$ 14.681,44	8,1110	3,7556	25,7624	36,8890	25,4820	20,8096	3,6913	28,3916	\$ 33,831,37	75,1850	13,1110	11,7040	(16)	(16)	(16)
1039	\$ 14.693,92	8,1140	3,7544	25,7776	36,8860	25,4680	20,8346	3,6921	28,4342	\$ 33,865,20	75,1900	13,1140	11,6960	(16)	(16)	(16)
1040	\$ 14.706,41	8,1170	3,7532	25,7928	36,8830	25,4540	20,8596	3,6928	28,4769	\$ 33,899,07	75,1950	13,1170	11,6880	(16)	(16)	(16)

Fonte: Elaborada pelo autor. Extraída do simulador multiagentes (SMA).

6.2.1 Árvore de decisões adaptativas (AdapTree)

A árvore de decisões, no PDPadap, funciona de duas formas distintas.

A primeira, na fase de Planejamento de Projeto, da macrofase de pré-desenvolvimento, na qual o modelo de referência da empresa é adaptado ao projeto, com a definição das tarefas que serão executadas e sua sequência.

A segunda forma é utilizada para adaptar o processo específico do projeto e é aplicada a partir de alguma mudança significativa no cenário que representa o ambiente de entrada, e seu principal objetivo é adaptar o processo em tempo de execução.

Os critérios utilizados neste trabalho baseiam-se nos conceitos de aprendizado interprojetos, na busca de similaridades entre o projeto atual e outros já executados, levando em conta o ambiente.

Com as mesmas informações de entrada, aplica os princípios do pensamento enxuto, mais especificamente o PDP enxuto, executando atividades que agregam valor ou cliente e reduzindo as que não o agregam.

A figura 37 exibe uma árvore de decisões do PDPadap, na sua primeira forma, no intento de aplicar os conhecimentos esses conhecimentos no planejamento do projeto.

Figura 37 - Árvore de decisões adaptativa do PDPadap (primeira forma).

Exemplo de de AdapTree no PDPadap

Projeto Informativo

Se similaridade > Ps(n) (parâmetro de similaridade) *** dados do ambiente

Projeto atual = Projeto encontrado;

Senão

Se Renda per capita > Prpc(n) (parâmetro para RPC)

Se distribuição de renda < Pcr(n) (concentração de renda)

...

Se TecQualidade > Pqt(n) (qualidade da tecnologia)

Se TecTipo = Ptt(n) (tipo de tecnologia)

...

Se CliPerfil = Ppcli(n) (perfil do cliente)

Se CliQualidade = Pqc(n) (índice de qualidade para o cliente)

Se DCn < Pdc(n) (decisão de compra)

*** Seleciona os elementos que serão utilizados (atividades e tarefas)

*** Dentro das tarefas, são definidos os métodos e as ferramentas

...

*** Definindo a sequência (tarefas e atividades) e a apresentação (métodos e técnicas)

Se Saida(n) = 1 (resultado de um elemento concluído)

Enquanto Viabilidade(m) = 1 & ConclusaoElemento(m) = 0

ProxElemento(n) = Elemento

FimEnquanto

FimSe

...

FimSe

FimSe

FimSe

...

FimSe

FimSe

...

FimSe

FimSe

Fimse

*** "m" e "n" representam o incremento de cada atributo, pois há diferenças entre a quantidade e variedade de atributos entre abordagens, cenários e outras situações, configurando assim, a adaptatividade da AD.

*** Os atributos iniciados por "P" representam os parâmetros informados no sistema para cada situação.

Fonte: Elaborada pelo autor.

As árvores funcionam através do *aninhamento* de condições, ou seja, um conjunto de condições dentro de outro e assim, sucessivamente. As condições podem variar para cada situação, de acordo com a necessidade ou a abordagem escolhida.

As regras de adaptação consideram as informações alimentadas através do simulador e são aplicadas, no sistema adaptativo, a partir da atividade de “adaptar o modelo de referência” na fase de Planejamento do Projeto, no pré-desenvolvimento.

6.2.2 Pré-desenvolvimento

A primeira fase desta macrofase, o Planejamento Estratégico de Produtos, e suas informações são simuladas pelo sistema multiagentes. O mesmo vale para as atividades iniciais, que definem os escopos e os interessados do produto e do projeto; os dados têm origem no simulador multiagentes.

A partir das informações apuradas, o sistema adaptativo passa a moldar o projeto, executando as atividades de “adaptar o modelo de referência”, como é mostrado na figura 38, e de “definir atividades e sequência”. Os dados do ambiente de entrada são retirados da simulação apresentada na figura 35.

Figura 38 - Relatório de adaptação.

Simulação: Ambiente 1

Semana: 4

Projeto	Atividades	Tarefas	Horas MO	Custo (\$)	Tempo execução (h)
Informacional	7	16	69	7670	201
Conceitual	8	12	59	7860	128
Detalhado	12	36	115	15990	256

Simulação: Ambiente 1

Semana: 206

Projeto	Atividades	Tarefas	Horas MO	Custo (\$)	Tempo execução (h)
Informacional	5	11	39	2820	63
Conceitual	7	9	35	3960	55
Detalhado	10	29	59	6730	92

Fonte: Elaborada pelo autor. Extraída do PDPadap.

O relatório de adaptação é o resumo dos processos resultantes da adaptação do modelo de referência, detalhados na figura 39, e que representam processos resultantes de instâncias diferentes do ambiente do PDP, advindo do SMA.

Para definir a sequência de execução das atividades, devem ser respondidas as perguntas:

- a) Os dados de entrada já foram gerados e estão disponíveis?
- b) Há pessoal qualificado e disponível para a sua execução?

- c) Os recursos e ferramentas estão disponíveis?
- d) Pode ser executada simultaneamente com outra atividade?
- e) A viabilidade foi testada e aprovada pelo gerente do projeto?

Um exemplo da execução da tarefa “definir atividades e seqüência” é representado pelo *checklist* na figura 39.

Figura 39 - Formulário de entrada de uma atividade.

Fase: Projeto Informacional

Atividade: Identificar requisitos dos clientes do produto

Informações necessárias (origem):

- Declaração de escopo (atualizar escopo do produto)
- Clientes definidos e atualizados (SMA)
- Interessados disponíveis (gerência do projeto)
- Viabilidade aprovada (PDPadap e gerente do projeto)
- Execução simultânea (PDPadap e gerente do projeto)

Ferramentas e métodos:

- Brainstorming
- Diagrama de afinidades
- QFD
- Diagrama de Mudge

Número de execuções: 1

Entregas (saídas):

- Requisitos dos clientes

Fonte: Elaborada pelo autor. Extraída do PDPadap.

A lista de itens acima é a representação de um formulário de entrada do sistema PDPADP para a execução de uma atividade e interage com o gerente do projeto. Ele pode tanto aceitar quanto modificar o formulário. A execução de tarefas e a utilização de ferramentas é dependente dos dados vindos do SMA.

Em seqüência, o modelo projeta as condições de avaliação da viabilidade do projeto, a partir das atividades de “preparar cronograma”,

“avaliar riscos”, “preparar orçamento”, “analisar viabilidade econômica”, e “definir indicadores de desempenho”. Essa projeção dar-se-á a partir de indicadores de execução de cada ferramenta, tarefa ou atividade, como custo de execução, tempo de execução, pessoal envolvido, espaço físico e materiais (recursos) necessários para tal. O nível final, para atribuição, é o de “ferramenta”, mas é utilizado o de “atividade”, quando é executada uma atividade completa.

Concluído o pré-desenvolvimento, e com o Plano de Projeto confeccionado, o sistema segue com a representação da macrofase de desenvolvimento.

6.2.3 Desenvolvimento

As três primeiras fases que compõem o “desenvolvimento”, que são alcançadas pelo sistema adaptativo, iniciam-se pela “atualização do plano de projeto”, o que pode ser feito (o gerente do projeto pode utilizar essa facilidade ou não), no sistema adaptativo, de forma contínua ou ao final de uma atividade ou tarefa.

Outra atividade que funciona de forma continuada é a de “monitorar viabilidade econômico-financeira e avaliar continuidade”. Ela é atualizada após a execução de um elemento do processo (ferramenta, tarefa, atividade) e suas informações resultantes são disponibilizadas ao gerente de projeto para que avalie a necessidade de ajustes no processo do projeto.

Na avaliação da viabilidade, certos atributos são configurados no sentido de receber valores que servem como parâmetro de definição de limites de valores aceitos (para mais e para menos) para eles, durante o processo. Ou seja, se esses atributos atingirem valor superior ou inferior ao definido como limite, o “sinalizador para mudança de estado” é disparado, e, se autorizado, o ciclo adaptativo inicia-se, propondo novas configurações até que os valores fiquem dentro dos limites ou ele seja interrompido pelo gerente do projeto. A figura 40, extraída do PDPadap representa exemplos de adaptação que resultam no “relatório de adaptação” do sistema.

Figura 40 - Exemplos de adaptação na macrofase de Desenvolvimento.

Ambiente 1										
Semana 4		Tarefas	Ferramentas	Recursos	Horas MO	Tempo	Custo	Execuções	Tempo Total	Custo Total
Projeto Informacional										
	Atualizar plano do projeto	3	2	1	2	2	290	7	14	2030
	Atualizar escopo do produto	3	3	1	8	8	440	1	8	440
	Detalhas CV do produto e seus clientes	2	3	2	8	16	430	2	32	860
	Identificar requisitos dos clientes	2	4	2	20	30	700	2	60	1400
	Definir requisitos do produto	1	3	2	20	30	620	2	60	1240
	Definir especificações-meta	4	1	2	10	20	510	1	20	510
	Monitorar viabilidade	1	2	1	1	1	170	7	7	1190
									201	7670
Projeto Conceitual										
	Atualizar plano do projeto	3	2	1	2	2	290	8	16	2320
	Modelar funcionalmente o produto	2	2	2	4	8	320	1	8	320
	Definir soluções e arquitetura	2	5	4	8	8	570	2	16	1140
	Analisar SScs	1	2	5	16	20	630	2	40	1260
	Definir ergonomia e estética	1	2	2	8	8	350	2	16	700
	Definir parceiros	1	1	2	4	4	240	1	4	240
	Planejar manufatura macro	1	1	3	16	20	520	1	20	520
	Monitorar viabilidade	1	2	1	1	1	170	8	8	1360
									128	7860
Projeto Detalhado										
	Atualizar plano do projeto	3	2	1	2	2	290	12	24	3480
	Formatar SScs e documentação	3	1	5	16	20	700	2	40	1400
	Decidir fazer ou comprar SScs	3	4	8	8	10	750	4	40	3000
	Desenvolver fornecedores	3	2	2	16	16	610	1	16	610
	Planejar fabricação e montagem	3	3	3	16	20	680	1	20	680
	Projetar recursos de fabricação	3	0	3	16	20	590	1	20	590
	Avaliar SScs e documentação	3	3	5	16	20	760	2	40	1520
	Otimizar produto e processo	3	1	2	8	8	420	3	24	1260
	Projetar manuais e embalagem	4	0	2	8	8	440	1	8	440
	Planejar fim de vida	3	2	1	4	4	330	1	4	330
	Testar e homologar	4	0	1	4	4	320	2	8	640
	Monitorar viabilidade	1	2	1	1	1	170	12	12	2040
									256	15990
Ambiente 1										
Semana 206										
Projeto Informacional										
	Atualizar plano do projeto	2	2	1	2	2	240	3	6	720
	Atualizar escopo do produto	3	3	1	8	8	440	1	8	440
	Detalhas CV do produto e seus clientes	2	3	2	8	16	430	1	16	430
	Definir requisitos e especificações	3	3	2	20	30	720	1	30	720
	Monitorar viabilidade	1	2	1	1	1	170	3	3	510
		11	13	7	39				63	2820
Projeto Conceitual										
	Atualizar plano do projeto	2	2	1	2	2	240	5	10	1200
	Definir funções e arquitetura	2	5	4	8	8	570	1	8	570
	Analisar SScs	1	2	5	8	12	470	1	12	470
	Definir ergonomia e estética	1	2	2	4	4	270	1	4	270
	Definir parceiros	1	1	2	4	4	240	1	4	240
	Planejar manufatura macro	1	1	3	8	12	360	1	12	360
	Monitorar viabilidade	1	2	1	1	1	170	5	5	850
									55	3960
Projeto Detalhado										
	Atualizar plano do projeto	2	2	1	2	2	240	8	16	1920
	Formatar, decidir e avaliar SScs	3	1	5	16	20	700	1	20	700
	Desenvolver fornecedores	3	2	2	8	8	450	1	8	450
	Planejar fabricação e montagem	3	3	3	8	12	520	1	12	520
	Projetar recursos de fabricação	3	0	3	8	12	430	1	12	430
	Otimizar produto e processo	3	1	2	4	4	340	1	4	340
	Produzir documentos, manuais e embalagem	4	0	2	4	4	360	1	4	360
	Planejar fim de vida	3	2	1	4	4	330	1	4	330
	Testar e homologar	4	0	1	4	4	320	1	4	320
	Monitorar viabilidade	1	2	1	1	1	170	8	8	1360
									92	6730

Fonte: Elaborada pelo autor. Extraída do PDPadap.

Até aqui o PDPadap foi apresentado na sua forma básica de execução, a partir de simulação de dados pela forma sequencial. Outras situações podem ser inseridas no simulador, na busca de representar diversas situações.

6.3 VALIDAÇÃO DO MODELO

Para a validação do modelo, foi desenvolvido um protótipo do PDPadap, para execução via internet, em linguagem PHP¹⁹, com a utilização de um banco de dados MySQL²⁰, para armazenamento das informações.

A primeira validação é a própria execução dos dados sequenciais, apresentada anteriormente. Nesse caso, para instâncias diferentes, o PDPadap apresentou resultados distintos, com volume de atividades, custo e tempo de execução diversos de uma instância para outra.

Outra comparação verificada, antes do desenvolvimento do protótipo, foi a utilização de uma planilha BRCalc²¹, a qual apresentou resultados muito próximos aos apurados pelo protótipo. A escolha pela confecção de um aplicativo próprio, o PDPadap, ao invés da utilização da planilha dá-se pelo fato de o aplicativo possuir mais flexibilidade em relação a mudanças de cenários e aplicação de diferentes abordagens, além de poder agregar novas funcionalidades direcionadas mais diretamente ao desenvolvimento de produtos.

Na sequência de opções de validação é apresentada a opção de quebra da normalidade na evolução dos dados de entrada.

6.3.1. Inserção de dados não sequenciais nas simulações

Esta opção de inserção de valores de evolução diferenciados em intervalos de tempo definidos, dentro do simulador, busca demonstrar a capacidade do PDPadap em modificar-se de acordo com momentos críticos no ambiente de desenvolvimento de produtos. Esses momentos podem advir de causas negativas, como crises ou guerras, mas também

¹⁹ Linguagem de programação (software livre). Disponível em internet por <http://www.php.net>.

²⁰ Gerenciador de banco de dados (software livre). Disponível em internet por <http://www.mysql.com>.

²¹ Planilha de cálculo do BROffice (software livre). Disponível em internet por <http://www.broffice.org>.

de causas positivas, como explosão de crescimento e de consumo ou mesmo do surgimento de novos mercados ou novas tecnologias.

Através do monitoramento de viabilidade, que tem um conjunto de variáveis, entre elas custo, tempo e infraestrutura, com parâmetros que indicam os intervalos de valores aceitáveis em cada projeto. Quando os valores das variáveis extrapolam os parâmetros aceitos, o sistema propõe uma adequação à sequência do projeto, refazendo os testes, como já representado na figura 37.

Outra situação que dispara o sinalizador de mudanças e consequente avaliação de viabilidade é a variação expressiva de algum dos atributos do ambiente o que é obtido através da comparação de valores assumidos pelo atributo em um período definido. Os estados assumidos pelo sinalizador são apresentados no quadro 11.

Quadro 11 - Estados do sinalizador de mudanças.

Estado	Varição de atributo do ambiente	Significado
n0	Constante, não há variação	sinalizador desativado
n1	Varição normal positiva	sinalizador desativado
n2	Varição normal negativa	sinalizador desativado
s1	Varição brusca positiva	sinalizador ativado
s2	Varição brusca negativa	sinalizador ativado
s3	Instabilidade	sinalizador ativado

Fonte: Elaborado pelo autor.

O PDPadap continua oferecendo opções de adaptação do processo até que o sinalizador de mudanças seja ativado, através do reconhecimento da normalidade das variações dos atributos e do reconhecimento de viabilidade do processo.

Lançando mão do mesmo exemplo utilizado no tópico anterior, relativo ao mesmo “ambiente”, a figura 41 representa o novo resultado do simulador e o novo processo derivado da situação apresentada.

Figura 41 - Adaptações aos novos “ambientes”.

Inserção de novas situações

a) No agente mercado - Retração em “China1” por crise econômica. Retração na evolução do PIB do último ano.

Situação anterior - Ambiente 1

Semana	PIB per capita	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classe E	Qualidade	Aparência	Valor	Renda	qualidade	aparência	valor	DC1	DC2	DC3	
206	7.240,72	5,6150	4,7540	13,1160	39,3850	37,1300	7,6723	3,1255	8,1562	5	14,728,79	71,0250	10,6150	18,3600	(16)	10	13
207	7.246,87	5,6180	4,7528	13,1312	39,3820	37,1160	7,6815	3,1262	8,1705	5	14,743,52	71,0300	10,6180	18,3520	(16)	9	13
208	7.253,03	5,6210	4,7516	13,1464	39,3790	37,1020	7,6907	3,1268	8,1827	5	14,758,26	71,0350	10,6210	18,3440	(16)	8	13

Situação atual - Ambiente 1 atualizado

Semana	PIB per capita	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classe E	Qualidade	Aparência	Valor	Renda	qualidade	aparência	valor	DC1	DC2	DC3	
206	7.058,50	5,5250	4,7900	12,6600	39,4750	37,5500	7,4011	3,1068	7,7995	5	14,293,70	70,8750	10,5250	18,6000	(16)	8	9
207	7.064,50	5,5280	4,7888	12,6752	39,4720	37,5360	7,4100	3,1075	7,8112	5	14,308,00	70,8800	10,5280	18,5920	(16)	8	9
208	7.070,50	5,5310	4,7876	12,6904	39,4690	37,5220	7,4189	3,1081	7,8229	5	14,322,31	70,8850	10,5310	18,5840	(16)	8	8

b) No agente clientes - Melhoria na expectativa de compra de “técnico” por facilidades na obtenção de crédito no primeiro ano.

Situação anterior - Ambiente 1

Semana	PIB per capita	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classe E	Qualidade	Aparência	Valor	Renda	qualidade	aparência	valor	DC1	DC2	DC3	
3	6.095,68	5,0060	4,9976	10,0304	39,9940	39,9720	6,0144	3,0012	6,0180	5	12,024,01	70,0100	10,0060	19,9640	102	104	52
4	6.096,86	5,0090	4,9964	10,0456	39,9910	39,9580	6,0216	3,0018	6,0270	5	12,036,04	70,0150	10,0090	19,9760	101	104	52
5	6.104,04	5,0120	4,9952	10,0608	39,9880	39,9440	6,0289	3,0024	6,0361	5	12,048,07	70,0200	10,0120	19,9680	100	104	51

Situação atual - Ambiente 1 atualizado

Semana	PIB per capita	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classe E	Qualidade	Aparência	Valor	Renda	qualidade	aparência	valor	DC1	DC2	DC3	
3	6.095,68	5,0060	4,9976	10,0304	39,9940	39,9720	6,0144	3,0012	6,0180	5	12,192,77	69,9900	9,9900	20,0200	50	32	31
4	6.096,86	5,0090	4,9964	10,0456	39,9910	39,9580	6,0216	3,0018	6,0270	5	12,230,31	69,9650	9,9650	20,0300	49	32	31
5	6.104,04	5,0120	4,9952	10,0608	39,9880	39,9440	6,0289	3,0024	6,0361	5	12,388,63	69,9800	9,9800	20,0400	48	32	30

Relatório de adaptação

Simulação: Ambiente 1

Semana: 4

Projeto	Atividades	Tarefas	Horas	MO	Custo (\$)	Tempo execução (h)
Informacional	7	16	69	7670	201	
Conceitual	8	12	59	7860	128	
Detalhado	12	36	115	15990	256	
Totais	27	64	243	31520	585	

Simulação: Ambiente 1

Semana: 206

Projeto	Atividades	Tarefas	Horas	MO	Custo (\$)	Tempo execução (h)
Informacional	5	11	39	2820	63	
Conceitual	7	9	35	3960	55	
Detalhado	10	29	59	6730	92	
Totais	22	49	133	13510	210	

Simulação: Ambiente 1 - Situação atual

Semana: 4

Projeto	Atividade	Tarefas	Horas	MO	Custo (\$)	Tempo execução (h)
Informacional	7	14	69	7400	192	
Conceitual	9	16	59	8214	144	
Detalhado	14	38	115	16112	284	
Totais	30	68	243	31726	620	

Simulação: Ambiente 1 - Situação atual

Semana: 206

Projeto	Atividade	Tarefas	Horas	MO	Custo (\$)	Tempo execução (h)
Informacional	7	12	42	5433	68	
Conceitual	9	10	44	4830	59	
Detalhado	12	30	62	7200	97	
Totais	28	52	148	17463	224	

Fonte: Elaborada pelo autor. Extraída do PDPadap.

Os resultados demonstram que as variações no ambiente são percebidas no PDPadap. A mudança de cenário, nos casos acima, teve maior repercussão com a alteração no agente “mercado”.

6.3.2 Adaptação em tempo de execução do processo

Este teste tem por objetivo analisar a percepção, pelo sistema, da necessidade de adaptação já com o processo em andamento. Isso tende a ser preciso em situações que afetem de forma mais profunda o andamento e a viabilidade do processo, podendo, inclusive, pará-lo.

Dada uma mudança expressiva no agente *tecnologia*, a qual já foi absorvida pela concorrência, e que cria a necessidade de sua absorção, o PDPadap dispara o sinalizador, passando o seu estado para “s1”.

A figura 42 representa o resultado da adaptação do processo, em tempo de execução, a imputação das informações no simulador e a consequente atualização dos dados e do processo.

Figura 42 - Adaptações durante a execução do processo.

Relatório de adaptação

Mudança percebida: Alta valorização da tecnologia, por descoberta de novo material
Os três principais concorrentes, no mercado em questão, já absorveram a tecnologia
Etapa atual do Processo: Projeto Informacional, atividade "definir especificações-meta"
Sinalizador aciona necessidade de execução do ciclo adaptativo
O ciclo adaptativo propõe alterações a partir do Projeto Conceitual, atividade "Analisar SSCs"

Tecnologia		chip			
Semana	Qualidade	Aparência Valor			
1	6,0000	3,0000	6,0000		
2	6,0072	3,0000	6,6000		
3	6,0144	3,0006	7,2600		
4	6,0216	3,0012	7,9860		
5	6,0289	3,0018	8,7846		
6	6,0361	3,0024	9,6631		
7	6,0433	3,0030	10,6294		
8	6,0506	3,0036	11,6923		
9	6,0578	3,0042	12,8615		
10	6,0651	3,0048	14,1388		

Ambiente 1 - situação anterior																
Semana	PIB per capita	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classe E	Qualidade	Aparência	Valor	Renda	qualidade	aparência	valor	DC1	DC2	DC3
1	\$ 6.083,33	5,0000	5,0000	10,0000	40,0000	40,0000	6,0000	3,0000	6,0000	\$12.000,00	70,0000	10,0000	20,0000	104	104	52
2	\$ 6.088,50	5,0030	4,9988	10,0152	39,9970	39,9860	6,0072	3,0006	6,0090	\$12.012,00	70,0050	10,0030	19,9920	103	104	52
3	\$ 6.093,68	5,0060	4,9976	10,0304	39,9940	39,9720	6,0144	3,0012	6,0180	\$12.024,01	70,0100	10,0060	19,9840	102	104	52
4	\$ 6.098,86	5,0090	4,9964	10,0456	39,9910	39,9580	6,0216	3,0018	6,0270	\$12.036,04	70,0150	10,0090	19,9760	101	104	52

Ambiente 2 - situação atual																
Semana	PIB per capita	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classe E	Qualidade	Aparência	Valor	Renda	qualidade	aparência	valor	DC1	DC2	DC3
1	\$ 6.083,33	5,0000	5,0000	10,0000	40,0000	40,0000	6,0000	3,0000	6,0000	\$12.000,00	70,0000	10,0000	20,0000	32	28	28
2	\$ 6.088,50	5,0030	4,9988	10,0152	39,9970	39,9860	6,0072	3,0006	6,6000	\$12.096,00	69,9950	9,9950	20,0100	31	28	28
3	\$ 6.093,68	5,0060	4,9976	10,0304	39,9940	39,9720	6,0144	3,0012	7,2600	\$12.192,77	69,9900	9,9900	20,0200	30	28	27
4	\$ 6.098,86	5,0090	4,9964	10,0456	39,9910	39,9580	6,0216	3,0018	7,9860	\$12.290,31	69,9850	9,9850	20,0300	29	28	27

Projeto Conceitual	Tarefas	Ferramentas	Recursos	Horas MO	Tempo	Custo	Execução:Tempo	Total	Custo Total	
Analisar SSCs	1	2	5	16	20	630	2	40	1260	anterior
Analisar SSCs	1	2	5	24	30	790	2	60	1580	ATUAL

Projeto Detalhado	Tarefas	Ferramentas	Recursos	Horas MO	Tempo	Custo	Execução:Tempo	Total	Custo Total	
Formatar SSCs e documentação	3	1	5	16	20	700	2	40	1400	anterior
Decidir fazer ou comprar SSCs	3	4	8	8	10	750	4	40	3000	anterior
Avaliar SSCs e documentação	3	3	5	16	20	760	2	40	1520	anterior
Formatar SSCs e documentação	5	2	5	24	30	990	2	60	1980	ATUAL
Decidir fazer ou comprar SSCs	5	5	8	12	16	960	4	64	3840	ATUAL
Avaliar SSCs e documentação	5	4	5	24	30	1050	2	60	2100	ATUAL

Fonte: Elaborada pelo autor. Extraída do PDPadap.

Após o acionamento do sinalizador, o PDPadap recebe as informações de custo, disponibilidade, logística e infraestrutura necessários à sua implantação no processo. Executa as decisões descritas na figura 37, calcula a viabilidade e retorna as novas opções de processo, a partir do momento atual, e o responsável pelo projeto

considera a opção mais adequada e decide, no caso apresentado, pela continuação do processo.

Os resultados, representados nas linhas com a tarja “ATUAL”, fornecem a informação de mudança de valores nas atividades afetadas e, por consequência, em todo o projeto, ocorridas após a sinalização para a adaptação.

Dadas as oportunidades de validação do modelo, segue o próximo passo, que é avaliar o modelo como um todo.

6.4 AVALIAÇÃO DO MODELO

Neste tópico, é feita uma breve avaliação da funcionalidade e dos resultados do modelo apresentado.

O simulador multiagentes dispôs-se eficaz em reconhecer as variações de comportamento dos elementos que compõem o ambiente de entrada do PDP, com a capacidade da funcionalidade de combinar.

A figura 43 exhibe os gráficos de variação dos dados de entrada e do ambiente de acordo com exemplos do simulador multiagentes do PDPadap. Sua exibição, com o auxílio de gráficos, busca demonstrar a eficácia da representação dos elementos de entrada e sua variação ao longo de um período de tempo definido.

A figura representa que, na aplicação do PDPadap utilizando evolução de dados contínua, já houve a percepção da mudança do processo às diversas instâncias do ambiente.

Ao inserirem-se situações que podem ser consideradas críticas ao ambiente, foi possível a observação das conseqüentes mudanças no processo adaptativo. O PDP tende à estabilidade, mesmo com o passar do tempo, pois baseia-se em um modelo de referência definido de forma, presume-se, adequada às necessidades e à realidade da empresa.

Figura 43 - Simulação das informações de entrada e formação do ambiente.



Fonte: Elaborada pelo autor. Extraída e adaptada do PDPadap.

A figura 44 tem por objetivo representar as possibilidades de utilização e de viabilidade de um processo, em caso de necessidade, em algum momento e a partir do modelo específico adaptado a um projeto. É inserida, então, uma variação brusca no PIB, no Agente Mercado, a partir da semana 50, normalizando-se a partir da semana 200, que também é representada.

A figura representa, principalmente através dos gráficos, que há uma mudança (queda) do PIB no mercado, que reflete no aumento de custos e de tempo de trabalho ou execução do PDP, para que se ajuste à nova realidade.

A variação no PIB influencia outros atributos do mercado, como distribuição de renda e renda das classes, que por sua vez interferem na capacidade e na decisão de compra do cliente, por exemplo, e que demanda ao PDP que se adapte à nova situação, “puxado” pelas mudanças nas necessidades dos clientes.

Por fim, então, o PDPadap foi testado com a possibilidade de alteração do processo já em andamento, e as alterações foram percebidas pelo sistema.

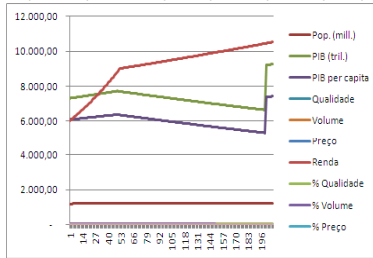
Em todos os testes aplicados, constatou-se que valores relevantes do PDP foram afetados, como custo e tempo do processo, pessoal envolvido e número de execuções de atividades e tarefas.

Dessa forma, é possível avaliar como positiva a aplicação de um modelo adaptativo ao processo de desenvolvimento de produtos, a partir dos dados aplicados. Com a combinação da evolução do sistema e da busca por informações mais profundas que alimentem o ambiente de entrada, é possível o enriquecimento de resultados no PDP.

Figura 44 - PDP adaptado à mudança do mercado.

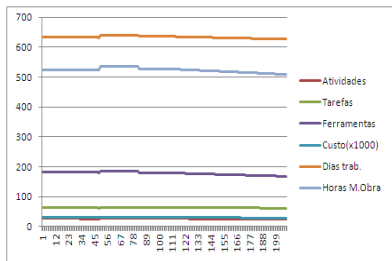
Nome	Mercado	Mk(Evol.)	Tecnologia	Tecn. (Evol. Cliente)	Cl.1 (Evol.)
Ambiente1	China1	China1	chip	chip	navegador técnico

Semana	Pop. (mill.)	PIB (tril.)	PIB per capita	Qualidade	Volume	Preço	Renda	% Qualidade	% Volume	% Preço	DC1	DC2	DC3
1	1.200,00	7.300,00	6.083,33	6	3	6	6000	55	35	10	12	12	8
2	1.200,23	7.308,42	6.089,18	6,0072	3,0000	6,6000	\$ 6.048,00	55,0320	34,9670	10,0010	12	11,993	7,995
3	1.200,46	7.316,86	6.095,04	6,0144	3,0006	6,6099	\$ 6.096,38	55,0640	34,9340	10,0020	12	11,986	7,99
4	1.200,69	7.325,30	6.100,89	6,0216	3,0012	6,6198	\$ 6.145,16	55,0960	34,9010	10,0030	12	11,979	7,985
...													
48	1.210,89	7.706,57	6.364,37	6,3479	3,0277	7,0711	\$ 8.725,62	56,5040	33,4490	10,0470	12	11,671	7,765
49	1.211,13	7.715,47	6.370,48	6,3555	3,0283	7,0817	\$ 8.795,42	56,5360	33,4160	10,0480	12	11,664	7,76
50	1.211,36	7.707,75	6.362,89	6,3632	3,0289	7,0923	\$ 8.865,79	56,5680	33,3830	10,0490	12	11,657	7,755
51	1.211,59	7.700,04	6.355,31	6,3708	3,0295	7,1030	\$ 8.936,71	56,6000	33,3500	10,0500	12	11,65	7,75
52	1.211,83	7.692,34	6.347,73	6,3784	3,0301	7,1136	\$ 9.008,21	56,6320	33,3170	10,0510	12	11,643	7,745
53	1.212,06	7.684,65	6.340,16	6,3861	3,0308	7,1243	\$ 9.017,22	56,6640	33,2840	10,0520	12	11,636	7,74
54	1.212,29	7.676,97	6.332,60	6,3938	3,0314	7,1350	\$ 9.026,23	56,6960	33,2510	10,0530	12	11,629	7,735
55	1.212,53	7.669,29	6.325,06	6,4014	3,0320	7,1457	\$ 9.035,26	56,7280	33,2180	10,0540	12	11,622	7,73
...													
205	1.248,01	9.236,13	7.400,70	7,6631	3,1243	8,9472	\$10.496,69	61,5280	28,2680	10,2040	8	10,572	6,98
206	1.248,25	9.246,79	7.407,82	7,6723	3,1249	8,9606	\$10.507,18	61,5600	28,2350	10,2050	8	10,565	6,975
207	1.248,49	9.257,46	7.414,94	7,6815	3,1255	8,9741	\$10.517,69	61,5920	28,2020	10,2060	8	10,558	6,97
208	1.248,73	9.268,14	7.422,07	7,6907	3,1262	8,9875	\$10.528,21	61,6240	28,1690	10,2070	8	10,551	6,965



PDPadap Situação2

Semana	Atividades	Tarefas	Ferramentas	Custo(x1000)	Dias trab.	Horas M.Obra
1	27	64	181	31,52	635	525
2	27	64	181	31,52	635	525
3	27	64	181	31,52	635	525
4	27	64	181	31,52	635	525
...						
48	26	64	181	31,52	635	525
49	26	62	179	30,88	632	523
50	28	65	185	32,2	640	536
51	28	65	185	32,2	640	536
52	28	65	185	32,2	640	536
53	28	65	185	32,2	640	536
54	28	65	185	32,2	640	536
55	28	65	185	32,2	640	536
...						
205	24,669231	61,66923	168,3461538	28,56946154	626,67692	509,3538462
206	24,646154	61,64615	168,2307692	28,54430769	626,58462	509,1692308
207	24,623077	61,62308	168,1153846	28,51915385	626,49231	508,9846154
208	24,6	61,6	168	28,494	626,4	508,8



Fonte: Elaborada pelo autor. Extraída e adaptada do PDPadap.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em desfecho ao exposto nos capítulos anteriores, segue a discussão sobre aspectos pertinentes ao encerramento deste trabalho. Busca-se considerar o atendimento ao proposto para o estudo, limitações encontradas e o que pode ser explorado a partir dele.

7.1 RESOLUÇÃO DAS PROPOSIÇÕES INTRODUTÓRIAS

As principais discussões relativas a este estudo dizem respeito à capacidade de aproximar o modelo de referência a um projeto específico ou a certa abordagem e sua capacidade de atualizar-se às mudanças dos elementos que formam o seu ambiente, primordialmente, os clientes.

7.1.1 Atendimento dos objetivos propostos

No objetivo geral, foi proposto *o desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à equipe de desenvolvimento de produtos para adaptar o PDP da empresa a um projeto específico.*

O desenvolvimento do PDPadap e sua aplicação a exemplos de situações representadas pelo simulador multiagentes buscou atingir esse objetivo, projetando tanto situações de continuidade, quanto de quebra de linearidade na evolução dos cenários representativos do ambiente de entrada do PDP e seus elementos: mercado, tecnologias e clientes.

Quanto aos objetivos específicos, através da modelagem do sistema, buscou-se solucionar as questões referentes a *aspectos de adaptação para os projetos, sistemática de adaptação e atendimento de necessidades emergentes em pontos específicos.*

O simulador multiagentes serviu para *representar a dinâmica de interação entre os elementos do ambiente do PDP*, além de possibilitar *a avaliação do modelo, pela simulação de mudanças de cenários.*

A árvore de decisões adaptativos foi utilizada para *conciliar e gerenciar conflitos e “balancear” o processo.*

O PDPadap constituiu-se da *ferramenta de adaptação (software especialista)* proposta.

7.1.2 Possibilidades de solução percebidas

A utilização de um sistema adaptativo propiciou, conforme exibido por este trabalho, uma percepção contínua das necessidades atualizadas de seus clientes, através da alteração da execução das atividades de atualização e controle, quanto ao seu posicionamento no processo e à sua atualização contínua pelo sistema.

No mesmo caminho, através do sistema adaptativo, buscou-se o aprimoramento do processo de adaptação do modelo, de modo contínuo, utilizando-se do monitoramento da viabilidade, através, do sistema, no sentido de informar e apoiar as decisões do gerente de projetos.

O ciclo adaptativo buscou agregar ao PDP adaptações com o processo em andamento, utilizando a adaptatividade como um método de solucionar conflitos e propiciar soluções de equilíbrio, viabilidade e continuidade em um projeto.

Tal funcionalidade, da mesma forma, permitiu que, dada uma circunstância impactante (positiva ou negativa), o modelo acene para um ciclo de adaptação, semelhante ao ciclo PDCA do *Kaizen*, possibilitando a solução para a nova situação, a partir de sua percepção, mesmo com o processo em andamento.

O modelo de referência já possui certas características de adaptação e, até mesmo, boas possibilidades de alimentação de um sistema adaptativo. Como é um processo de fluxo predominante de informações, com proposta de melhoria contínua, possibilita ao sistema adaptativo a entrada e a realimentação de informações de que ele necessita.

O modelo proposto neste trabalho possibilitou que essas informações sejam resgatadas em diversas situações, buscando uma maior efetividade na melhoria contínua, agregando-a de forma mais dinâmica.

7.1.3 Avanços agregados ao longo do processo

Apesar de possuir mecanismos que possibilitam a melhoria do processo, através de atividades de apoio e acompanhamento, o Modelo Unificado atualiza-se de forma reativa. A necessidade de mudança é percebida, e o modelo reage, aplicando nas próximas execuções a atualização necessária.

A adoção de um sistema multiagentes para a simulação dos dados de entrada do MU, na busca da representação da evolução dos seus elementos, de forma individual ou combinada, propiciou a prospecção

de cenários temporais do seu ambiente de entrada, com diversas possibilidades de combinação.

Tal funcionalidade proporcionou uma forma proativa de melhoria no processo. Além de possibilitar a evolução dos elementos de entrada através da utilização de agentes inteligentes, foi possível utilizar o simulador no sentido de inserir cenários que representem situações críticas de mudanças.

Essas inserções permitiram repassar à gerência de projetos a visualização das possibilidades de novas formatações ao processo, antes de sua ocorrência, ampliando no modelo a possibilidade de antecipar o seu planejamento, na mentalidade de diminuir os custos de alterações durante o processo, antecipando-as.

Outro recurso utilizado neste trabalho, que se mostrou útil e, por que não, inovador, a utilização de árvores de decisão adaptativas, na elaboração de regras para o processo. Agregou a ele a possibilidade de aplicação de conceitos de diversas abordagens reguladoras, utilizando o mesmo sistema adaptativo, tornando-o mais aberto a diversas possibilidades. Tais considerações podem ser aplicadas aos mesmos elementos simulados na entrada, através da alteração das regras propostas ao sistema.

Essa proposição deu-se graças à concepção de um sistema aberto, com interação contínua com seus usuários e com o ambiente, no qual ambos evoluem – ambiente e sistema – o que possibilita um acréscimo considerável ao seu processo de melhoria.

7.2 LIMITAÇÕES PERCEBIDAS

Apesar dos resultados positivos alcançados, alguns fatores processuais e de resultados foram encontradas no estudo.

A decisão pela confecção de um protótipo do sistema adaptativo, devido à limitação de recursos e de estrutura para a concepção de um sistema final e com uma interface mais amigável ao usuário foi um desses fatores. Isso também limitou o acesso de mais pessoas ao sistema, o que poderia ampliar sua validação.

A apresentação dos resultados, da mesma forma, poderia ser ampliada, a partir de uma confecção mais ampliada de um programa computacional especialista definitivo.

Uma forma mais ampla de utilização dos conhecimentos das áreas relacionadas, também limitada pelos recursos disponíveis, foi, do mesmo modo, percebida.

A solução para o que ainda pode ser agregado ao sistema é proposta como exercício para trabalhos futuros.

7.3 PROPOSTAS DE INVESTIGAÇÕES FUTURAS

A confecção de um protótipo de sistema abre diretamente a possibilidade da complementação do trabalho, através de um projeto, uma pesquisa, ou outro estudo que leve o trabalho a uma versão mais completa e amigável.

A utilização da mesma ideia de confecção de sistema adaptativo, a partir de cenários e simulações, pode ocorrer por meio de outras possibilidades de uso de mecanismos e abordagens de adaptação.

O maior envolvimento de conhecimentos das diversas áreas que acompanham o PDP é uma interessante proposição para o enriquecimento do modelo adaptativo.

A própria utilização da combinação de simulação de dados de entrada com um sistema aberto e dinâmico torna-se uma proposta interessante a ser investigada em outros campos de conhecimento.

A tendência de se pesquisar por sistemas de gestão do desenvolvimento de produtos ou mesmo de gerência de projetos possibilita o incentivo dessas ferramentas em locais em crescimento, aptos para a sua utilização, como é o caso do Brasil.

REFERÊNCIAS

ANJOS, P. L. **Construindo Comunidades Virtuais com Software Livre**. Relatório de Pesquisa GPIA/ESIN/UCPel, 2001.

AQUINO, P.; MATTAR, F. N. **A produção enxuta no Brasil - O caso Ford. II** SEMEAD, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, USP, 1997.

ANDREASEN, M. M.; HEIN, L. **Integrated Product Development**. New York: Springer-Verlag, 1987.

ASIMOW, M. **Introduction to design: fundamentals of engineering design**. Englewood: Prentice Hall, 1962.

BAUSCH, C. **Lean Product Development: Making Waste Transparent**. Thesis (Doctorate) – Massachusetts Institute of Technology; Cambridge. 2004.

BROWNING, T. **Value-Based Product Development: Refocusing Lean Liposuction**. Article. Martin Aeronautics Company, Fort Worth, TX, 2000.

BRUSILOVSKY, P.; PESIN L. **ISIS-Tutor: An adaptive hypertext learning environment**. JCKBSE'94, Japanese-CIS Symposium on knowledge-based software engineering, Pereslavl-Zalesski, Russia, pp.83-87, 1994.

BRUSILOVSKY, P. **Methods and Techniques of Adaptive Hypermedia**. User Modeling and User Adapted Interaction. v.6, n.2-3, pp.87-129. Special issue on adaptive hypertext and hypermedia, Amsterdam: Kluwer, 1996.

BRUSILOVSKY, P. **Efficient techniques for Adaptive Hypermedia**. In: NICHOLAS, C.; MAYFIELD, J. (Eds.). **Intelligent Hypertext: Advanced techniques for the World Wide Web**. p. 12-30. (Lecture Notes in Computer Science, v.1326). Berlin: Springer-Verlag, 1997.

BRUSILOVSKY, P. **A Study of User Model Based Link Annotation in Educational Hypermedia.** Journal of Universal Computer Science, Berlin, v.4, n.4, p.428-448, Apr. 1998.

BRUSILOVSKY, P. **Adaptive Hypermedia. User Modeling and User Adapted Interaction** v.11 n.1 pp.87-110. Amsterdam: Kluwer, 2001.

BRYMAN, A. **Research methods and organization studies.** Londres: Unwin Hyman, 1989.

BUSH, V. **As we may think.** The Atlantic Wire Magazine, Washington DC, 1945.

CAMINHADA NETTO, A. **Gestão da qualidade em projeto e desenvolvimento de produto: contribuição para a avaliação da eficácia.** Tese de doutorado. Departamento de Engenharia, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2006. 317 p.

CAMOLESI, A.; NETO, J. J. An adaptive model for specification of distributed systems. IX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, La Plata, Argentina, 6-10 de Outubro, 2003.

CARRO ONLINE, Revista eletrônica. **Em crise, Toyota luta pela sobrevivência.** 02 de outubro de 2009. Disponível em Internet por: [HTTP://www.carroonline.com.br](http://www.carroonline.com.br). Acesso em: outubro de 2009.

CASTRO, C. M. **A prática da pesquisa.** São Paulo: Mac-Grill, 1977.

CASTRO JUNIOR, A. A. **Tecnologia Adaptativa.** LTA/EPUSP. São Paulo, setembro de 2004. Coletânea. Disponível em Internet por: <http://www.pcs.usp.br>. Acesso em: setembro de 2007.

CHEVROLET, Portal. **Chevrolet do Brasil.** Disponível em Internet por: [HTTP://www.chevrolet.com.br](http://www.chevrolet.com.br). Acesso em: 17 de dezembro de 2009.

CHOO, C. W. **A organização do conhecimento: como as organizações usam a informação para criar significado, construir conhecimento e tomar decisões.** São Paulo: Senac, 2003.

COOPER, R. G.; EDGETT, S. J.; KLEINSCHMIDT, E. J. **Portfolio management for new products**. New York: Perseus Books, 1999.

COOPER, R. G.; EDGETT, S. J.; KLEINSCHMIDT, E. J. **OPTIMIZING THE STAGE-GATE® PROCESS What Best Practice Companies Are Doing - Part 1**. Working Paper No. 14 This article was published in Research Technology Management (Industrial Research Institute, Inc.) Volume 45, Number 5, 2002a

COOPER, R. G.; EDGETT, S. J.; KLEINSCHMIDT, E. J. **OPTIMIZING THE STAGE-GATE® PROCESS What Best Practice Companies Are Doing - Part 2**. Working Paper No. 15 This article was published in Research Technology Management (Industrial Research Institute, Inc.) Volume 45, Number 5, 2002b

COOPER, R. G. **Managing Technology Development Projects**, IEEE Engineering Management Review, Vol. 35, No. 1, First Quarter 2007, pg 67 – 76.

COOPER R. G.; EDGETT, S. J. **Maximizando a produtividade na inovação de produtos**, in: Research Technology Management, 1º. de março de 2008.

CRAWFORD, C. M. **New Product Management**. Burr Ridge: Irwin, 1997. 5. ed.

CRAWFORD, C. M.; BENEDETTO, C. A. **New products management**. 6. ed. Chicago: McGraw-Hill, 2000.

DAVENPORT, T.; PRUSAK, L. **Conhecimento empresarial**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

DE BRA, P.; CALVI, L. **Creating adaptative hyperdocuments for and on the web**. In: WEBNET – WORLD CONFERENCE OF THE WWW, INTERNET AND INTRANET. Charlottesville, 1997. Proceedings. Charlottesville: Association for the Advancement of Computing Education, 1997.

DESCHAMPS, Jean-Phillipe. **Produtos irresistíveis**. São Paulo: Makron Books, 1996.

ECKELS, J.; ROOZEMBURG, N. F. M.. **Product Design: Fundamentals and Methods**. John Wiley & Sons Ltd., ISBN 0-471-94351-7, 1995.

ENGEL, A.; BROWNING, T. R. **Designing Systems for Adaptability by Means of Architecture Options**. Received 7 June 2007; Accepted 28 September 2007, after one or more revisions Published online 25 February 2008 in Wiley InterScience.

ENGEL, J. F.; BLACKWELL, R. D.; MINIARD, P. W. **Comportamento do Consumidor**. 8a. Ed.São Paulo: LTC, 2000.

ENGEL, J. F.; BLACKWELL, R. D.; MINIARD, P. W. **Consumer behavior**, 10th ed. Fort Worth, Texas: The Dryden Press, 2005.

FRENCH, M. J. **Conceptual design for engineers**. 2nd ed. Berlin: Springer, 1985.

FERBER, J.; GASSER, L. **Intelligence artificielle distribuée**. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON EXPERT SYSTEMS & THEIR APPLICATIONS, 10., 1991, Avignon. Cours n. 9. France: [s.n], 1991.

FETTERMANN, D. **Desenvolvimento Lean. Apresentação de slides. Portal de Conhecimentos**. Disponível em Internet por: [HTTP://www.portaldeconhecimentos.com.br](http://www.portaldeconhecimentos.com.br). Acessado em agosto de 2008.

FORCELLINI, F. A. **Valor e Desperdício**. Apresentação de slides em aula. PPGEP/UFSC. Florianópolis: abril de 2008.

FUJIMOTO, T. **The evolution of a manufacturing system at Toyota**. Oxford University Press, New York, 1999.

GOMES, E. D. B. F.; BORELLI, F.; NAZARÉ, J. C. **Teoria Sócio-Técnica: resgatando o construto à luz da criticidade** REGES - Revista Eletrônica de Gestão. Picos, v. 2, n. 2, p. 44-55, mai./ago. 2009. Disponível em Internet por: [HTTP://www.ufpi.br/reges](http://www.ufpi.br/reges). Acesso em: 14 de novembro de 2009.

HALASZ, Frank G.; SCHWARTZ, Mayer. **The Dexter Hypertext Reference Model**. NIST Hypertext Standardization Workshop, Gaithersburg, MD, January 16-18, 1990.

HEILMANN, K. *et. al.* (1995) **Intelligent Agents: A Technology and Business Application Analysis. BA248D: Telecommunications and Distributed Processing**, <http://haas.berkeley.edu/~heilmann/agents/>, 1997.

HENDERSON, I. The 7Ws. **Taiichi Ohno's Categories of Waste 7Ws Elimination of waste**. Management training article. PHS Management Training © 2004. Page 1 of 5. Disponível em Internet por: <http://www.training-management.info>. Acesso em: 17 de novembro de 2009.

HERSTATT, C; STOCKSTROM, C; VERWORM, B; NAGAGIRA, A. **“Fuzzy Front End” Practices in Innovating Japanese Companies**. International Journal of Innovation and Technology Management. 3:43-60, 2006.

HISTORY CHANNEL, The. **O mundo sem Ninguém. Episódio-piloto**. Série de televisão. Assistido em 30 de junho de 2009.

HOPCROFT, J. E; ULLMAN, J. D; MOTWANI, R. **Introdução à Teoria de Autômatos, Linguagens e Computação**. 2ª. Edição. Rio de Janeiro: Campus, Rio de Janeiro, 2002.

HOLLAND, J.; MILLER, J. **Artificial Adaptive Agents in Economic Theory**. The American Economic Review (AER), 81 (2), 365-71, 1991.

HUBKA, V. **Principles of engineering design**. London: Butterworth Scientific, 1982.

HUSTAD, E. **Knowledge Networking in Global Organizations: the Transfer of Knowledge**. Tucson: SIGMIS, 2004.

JONASH, R. S.; SOMMERLATE, T. **O Valor da Inovação**. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

JUAN, Y; OU-YANG, C; LIN, J. **A process-oriented multi-agent system development approach to support the cooperation-activities of concurrent new product development.** Computers & Industrial Engineering, 2009, Vol.57(4), pp.1363-1376.

KARSAKLIAN, E. **Comportamento do Consumidor.** Porto Alegre: Atlas, 2000.

KAUFFMAN, S. A. **Origins of Order: self-organization and selection in evolution.** New York: Oxford University Press, 1993.

KAUFFMAN, S. A. **At Home in the Universe.** Oxford University Press, New York, 1995.

KENNEDY, M. N. **Product development for the lean enterprise.** Richmond, VA: Oaklea Press, 2003.

KOBSA, A. **Editorial.** In: User Modeling and User Adapted Interaction v.4 n.2 p.iii-v. Amsterdam: Kluwer, 1995.

KOBSA, A. **Generic User Modeling Systems.** In: User Modeling and User Adapted Interaction v.11 n.1 pp.49-63. Amsterdam: Kluwer, 2001.

KOCH, N. P. **The Munich Reference Model for Adaptive Hypermedia.** 2nd International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-based Systems. München, 2002.

KOTLER, P. **Administração de Marketing.** São Paulo: Atlas, 1998.

KOTLER, P.; JAIN, D. C.; MAESENCEE, S. **Marketing em Ação.** São Paulo: Campus, 2002.

KRAUSE, F. L.; KIND, C., VOIGTSBERGER, J. **Adaptive Modelling and Simulation of Product Development Processes.** Annals of International CIRP 2004 Design Seminar. May 16 – 18, 2004, Cairo, Egypt. Design in the Global Village. Volume 53, Issue 1, 2004, Pages 135-138.

KUMAR, N. **Marketing como Estratégia.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

LARMAN, C. **Utilizando UML e Padrões**. São Paulo: Bookman, 2007. 3a. ed.

LÉVÁRDY, M. H.; BROWNING, T. R. **Adaptive Test Process – an Integrated Modeling Approach for Test and Design Activities in the Product Development Process**. Proceedings of DETC'04. ASME 2004 Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference. Salt Lake City, Utah, September 28 - October 2, 2004.

LÉVÁRDY, M. H.; BROWNING, T. R. **Adaptive Test Process – Designing a Project Plan that Adapts to the State of a Project**. Copyright © 2005 by Viktor Lévárđy and Tyson Browning. Published and used by INCOSE with permission Rochester, NY, July 10-15.

LÓPEZ, F.; MÁRQUEZ A. **An architerture for autonomous normative agents**. In: Proceedings of the Fifth Mexican International Conference in Computer Science, 2004. p. 96-103.

LUHMANN, N. **Sistema social, esboço de uma teoria geral**. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1984.

LUHMANN, N. **A nova teoria dos sistemas**. Porto Alegre: Universidade/ UFRGS, Goethe-Institut/ICBA, 1997.

MAGLIO, P.; BARRETT, R. **Adaptive Communities and Web Places**. Proceedings of the 2nd Workshop on Adaptive Hypertext and Hypermedia. HYPERTEXT'98. Pittsburgh, June 20-24, 1998. Disponível em Internet por: http://www.contrib.andrew.cmu.edu/~plb/HT98_workshop/Maglio/Maglio.html. Acesso em: 14 de agosto de 2007.

MARRANGHELLO, N. **Redes de Petri: Conceitos e Aplicações**. São Paulo, 2005. Material de aula. Disponível em Internet por: <http://www.dcce.ibilce.unesp.br/~norian/cursos/mds/ApostilaRdP-CA.pdf>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2010.

MATTELART, Armand. **A Globalização da Comunicação**. Bauru: EDUSC, 2000.

MCMANUS, H. **Product Development Value Stream Analysis and Mapping Manual – PDVSM**. Lean Aerospace Initiative – Cambridge, 2003.

MIGUEL, C.; FLEURY, A.; MELLO, C.; NAKANO, D; TURRIONI, J.; HO, L.; MORABITO, R.; MARTINS, R.; PUREZA, V. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MITCHELL, T. **Machine Learning**. New York: MC Graw Hill, 1997.

MORAES, M. **Alguns aspectos de tratamento sintático de dependência de contexto em linguagem natural empregando tecnologia adaptativa**. Tese (doutorado) – Escola Politécnica de São Paulo/USP. 150 p. São Paulo. 2006.

MORGAN, J., LIKER, J. **The Toyota Product Development System – Integrating People, Process and Technology**. New York: Productive Press, New York, 2006.

MURMAN, E. M.; CUTCHER-gershenfeld, J.; ALLEN T. **Lean Enterprise Value: Insights Mit's Lean Aerospace Initiative (Hardcover - May 2002)**. New York: Polgrave, 2002.

NELSON, T.; Xanadu H. **Hypertext Note 10**. 1967. In: PROJECT XANADU. Xanadu archive page On-line. Disponível em Internet por: <http://xanadu.com/XUarchive>. Acesso em: 05 de outubro de 2003.

NETO, J. J. **Adaptive Rule-Driven Devices - General Formulation and Case Study**. Lecture Notes in Computer Science. Watson, B.W. and Wood, D. (Eds.): Implementation and Application of Automata 6th International Conference, CIAA 2001, Vol.2494, Pretoria, South Africa, July 23-25, Springer-Verlag, 2001, pp. 234-250.

NETO, J.J. **Autômatos em Engenharia de Computação – Uma Visão Unificada** Primera Semana de Ciencia y Tecnología de la Sociedad Chotana de Ciencias y la Red Mundial de Científicos Peruanos, Junio 22-27, Ciudad de Chota, Perú, 2003.

NETO, J. J. **Um Levantamento da Evolução da Adaptatividade e da Tecnologia Adaptativa.** WTA'2007, I Workshop de Tecnologia Adaptativa, realizado em São Paulo no dia 31 de janeiro de 2007. IEEE LATIN AMERICA TRANSACTIONS, VOL. 5, NO. 7, NOV. 2007.

OLIVEIRA, D. P. R. **Sistemas, Organização & Métodos.** São Paulo: Atlas, 2002.

ORTEGA, E. **Conceitos básicos de Engenharia Ecológica (EE) e sua importância para o Desenvolvimento Sustentável (DS).** Apresentação de slides. Salônica, Grécia, 21 de maio de 1998. Disponível em Internet por: [HTTP://www.unicamp.br/fea/ortega](http://www.unicamp.br/fea/ortega). Acesso em: 17 de janeiro de 2010.

OTTO, K. N.; WOOD, K. L.. **Product design: techniques in reverse engineering and new product development.** Upper Saddle River: Prentice Hall, 2000.

PAHL, G.; BEITZ, W.. **Engineering Design: a systematic approach.** Berlin: Springer-Verlag, 1988. 2nd Ed.

PALADINI, E. P. **Gestão Estratégica da Qualidade: Princípios, Métodos e Processos.** São Paulo: Atlas, 2008.

PALAZZO, L. A. M.; CASTILHO, J. M. V.; ROCHA COSTA, A., C. da: **Self-organization of Information Networks.** III Semana Acadêmica do CPGCC da UFRGS, agosto, 1998.

PALAZZO, L. A. M. **Modelos Proativos para Hiperfídia Adaptativa.** Tese de Doutorado. PGCC da UFRGS, janeiro de 2000.

PALAZZO, L. A. M. **Do hipertexto à Hiperfídia adaptativa.** Apresentação de slides. UCPel. Pelotas, 2001. Disponível em Internet por: [HTTP:// ia.ucpel.tche.br/~lpalazzo/Aulas/HA/HA-A02-Hipertextomidia.ppt](http://ia.ucpel.tche.br/~lpalazzo/Aulas/HA/HA-A02-Hipertextomidia.ppt). Acesso em: 07 de março de 2005.

PALAZZO, L. A. M.. **Sistemas de Hiperfídia Adaptativa.** Anais do XXII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, pp. 287-325. Florianópolis, 2002.

PEREIRA, R. O.. **GESTÃO DO CONHECIMENTO NA INDÚSTRIA – Uma proposta de avaliação da Gestão do Conhecimento para a indústria do setor moveleira da Região Metropolitana de Curitiba**. Dissertação de Mestrado. PPGEP/UFSC. Florianópolis, 2000.

PESSÔA, M. V. P.. **Proposta de um método para planejamento de desenvolvimento enxuto de produtos de engenharia**. Tese de Doutorado, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Aeronáutica e Mecânica, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2006.

PHAM, M. **Representativeness, Relevance, and the Use of Feelings in Decision Making**. Journal of Consumer Research. Vol. 25, september 1998.

PISTORI, H.; NETO, J. J. **AdapTree - Proposta de um Algoritmo para Indução de Árvores de Decisão Baseado em Técnicas Adaptativas**. Anais Conferência Latino Americana de Informática - CLEI 2002. Montevideo, Uruguai, Novembro, 2002.

PISTORI, H. Tecnologia Adaptativa em Engenharia de Computação: Estado da Arte e Aplicações. Tese de doutorado Escola Politécnica da USP. São Paulo, 2003. 174 p.

POHL, W. **Labo-Ur – Machine Learning for User Modeling**. In: Proceedings of the Seventh International Conference on Human-Computer Interaction. Amsterdam: Elsevier, 1997. pp.27-30.

PORTAL DE CONHECIMENTOS. Disponível em Internet por: [HTTP://www.portaldeconhecimentos.org.br](http://www.portaldeconhecimentos.org.br). Acesso em: 2007, 2008, 2009 e 1010.

PORTAL DO BANCO MUNDIAL. Disponível em internet por <http://www.worldbank.org>- Acesso em fevereiro de 2013.

PORTAL FEE (Fundação de Economia e Estatística do RS). Disponível em internet por: www.fee.tche.br. Acesso em – dezembro de 2011 e janeiro de 2013.

PORTAL FIESCNET. **Santa Catarina em Dados 2012**. Disponível em internet por <http://www.fiscnet.com.br> Acesso em dezembro de 2012 e janeiro de 2013.

PORTAL STAGE-GATE®. Disponível em Internet por: <HTTP://www.stage-gate.com>. Acesso em: janeiro de 2010.

RIVERO, S. **Um framework para simulação econômica baseada em um modelo de agente adaptativo antecipatório com racionalidade limitada**. Dissertação de mestrado. PPGCC/UFSC. Florianópolis, 1999.

ROCHA, R. L. A. **Um método de escolha automática de soluções usando tecnologia adaptativa** Tese de doutorado. EPUSP 2000.

ROOZEMBURG, N.; CROSS, N.. **Models of the design process: integrating across the disciplines**. In: International Conference on Engineering Design, ICED'91. ICED'91 procedures, pp. 186-193. Zurich, 1991.

ROTHER, M; SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar**. Lean Institute Brasil. Versão 1.3. São Paulo, 2003.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H.; SCALICE, R. K. **Gestão do Desenvolvimento de Produtos – Uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H.; SCALICE, R. K. **Planejamento do Projeto** (Capítulo 5). Slides de aula, 2008.

SALDANHA, J. A. V. **Desenvolvimento de Produto**. Slides de aula. PgEP. Centro Universitário de União da Vitória UNIUV. Agosto de 2009.

SCHMITZ, L. A. **Navegação Adaptativa: A Utilização de Redes Neurais Recorrentes como Ferramenta de Previsão**, 2004. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – UFSC, Florianópolis, SC.

SCHMITZ, L. A.; FORCELLINI, F. A. **A Estratégia Residual e a Gestão da Inovação**. III Congresso Brasileiro de Sistemas. Florianópolis, 2007.

SCHMITZ, L. A.; FORCELLINI, F. A. **A Estratégia Residual, a Gestão da Inovação e o Desenvolvimento de Produtos**. ANAIS DO 5º CONGRESSO LUSO-MOÇAMBICANO DE ENGENHARIA. ISBN: 978-972-8826-20-8. Maputo, Moçambique: Instituto de Engenharia e Gestão Industrial, 2008.

SCHMITZ, L. A.; GARCIA, M. A.; FORCELLINI, F. A.; SELIG, P. M.; POSSAMAI, O. **Uma proposta de gestão do conhecimento e adaptatividade aplicadas ao PDP**. IX Semana de Engenharia de Produção Sul-Americana (SEPROSUL). Piriápolis, Uruguai, 2009.

SCHUMPETER, J. **Teoria do desenvolvimento econômico**. 2ª. ed. São Paulo: Nova Cultural, 1985. (Os Economistas).

SHETH J. N.; MITTAL, B.; NEWMAN, B. I. **Comportamento do Cliente**. São Paulo: Atlas, 2001.

SIMÕES, R. **Marketing Básico**. São Paulo: Atlas, 1985.

SNELL, S. A.; BATEMAN, T. S. **Administração: Construindo Vantagem Competitiva**. São Paulo: Atlas. 1998.

STAFF, C. **HyperContext: Using Context in Adaptive Hypertext**. Malta, 1997. Disponível em Internet por: <http://www.cs.um.edu.mt/~cstaff/HCTBrazil97/HCT97.html>. Acesso em: 15 de março de 2005.

STEPHANIDIS, C. **Adaptive Techniques for Universal Access**. User Modeling and User Adapted Interaction v.11 n.1 pp.87-110. Amsterdam: Kluwer. 2001.

SUNDBO, J.; GALLOUJ, F. **Innovation in services**. SI4S Synthesis Paper (S2), 1998.

TAKEUCHI, Hirokata. **Beyond Knowledge Management: Lessons from Japan**. 1998. Disponível em Internet por: [HTTP://www.sveiby.com/articles](http://www.sveiby.com/articles). Acesso em: 07 de outubro de 2008.

ULBRICHT, V. R. **Ambientes Adaptativos: trilhando novos caminhos para a hipermídia**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2006.

ULLMAN, D. G.. **The Mechanical Design Process**. Singapore: McHill, 1992.

ULRICH, K.; EPPINGER, S. D.. **Product Design and Development**. McGraw Hill, 1995.

VASCONCELLOS, F. V. **Aprendizado inter-projetos**. São Paulo, 2003. Disponível em Internet por: <http://www.pvasconcellos.eti.br>. Acesso em: 10 de dezembro de 2008.

VASSILEVA, J. **A task-centered approach for user modelling in a hypermedia office documentation system**. User Modeling and User Adapted Interaction. v.6, n.2-3, pp.87-129. Special issue on adaptive hypertext and hypermedia, 1996.

WARD, A; SOBEK II, D; LIKER, J. **Toyota Principles of Set-Based Concurrent Engineering**. Sloan Management Review. Winter 1999. v40, p.67-83.

WARD, A. C. **Lean Product and Process Development**. Cambridge, Mass.: Lean Enterprise Institute, 2007.

WATSON, A.; VINEY, H; SCHOMAKER, P. **Consumer attitudes to utility products: a consumer behavior perspective**. Marketing Intelligence & planning. 20-7-2002. pg 394–404. Emerald, 2002.

WATZLAWICK, P.; KRIEG, P. **El Ojo del Observador: contribuciones al constructivismo**. Barcelona: Editorial Gedisa, 1994

WAZLAWICK, R. S. **Análise e Projeto de Sistemas de Informação Orientados a Objetos**. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

WIKIPEDIA Portal. Disponível em Internet por: <HTTP://www.wikipedia.org>. Acessos em: 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 e 2013.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1990.

WOMACK, J; JONES D. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas**. Rio de Janeiro: Campus, 2004, 6ª. Ed.

WU, H.; DE BRA, P. **Sufficient Conditions for Well-Behaved Adaptive Hypermedia Systems**. In: WEB INTELLIGENCE: RESEARCH AND DEVELOPMENT, ASIA-PACIFIC CONFERENCE, WI, 1, 2001, Maebashi City, Japan. Proceedings. Berlin: Springer-Verlag, 2001.

YOURDON, E. **Análise Estruturada Moderna**. Rio de Janeiro: Campus, 1990

YOUSSEF, M. A.. **Design for Manufacturability and Time to Market – Part 1: Theoretical Foundations**. International Journal of Operations & Production Management. V.14, N. 12, pp. 6-21. MCB University Press – 0144-3577, 1994.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

ALVES L. A. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos**. Slides de aula. Disponível em Internet por: [HTTP://www.fasc.com.br](http://www.fasc.com.br). Acesso em: 19 de janeiro de 2010.

ARMSTRONG, R., FREITAG, D., JOACHIMS, T., e MITCHELL, T. **WebWatcher: A learning apprentice for the World Wide Web**. AAAI Spring Symposium on Information Gathering from Distributed, Heterogeneous Environments. Pittsburgh, 1995. Disponível em Internet por: <http://www.isi.edu/sims/knoblock/sss95/mitchell.ps> 1995. Acesso em: 10 de janeiro de 2004.

BATTAGLIA, F.; PICCHI, F.; FERRO, J.R. **Desenvolvimento Lean de Produtos**. Resumo baseado nos trabalhos de Allen Ward. Lean Institute Brasil. 2009. Disponível em Internet por: <http://www.lean.org.br>. Acesso em: 15 de janeiro de 2010.

BAXTER, M. **Projeto do Produto: guia prático para o design de novos produtos**. São Paulo: Edgard Blücher, 1995.

BODEK, N. **How to do Kaizen: A new path to innovation - Empowering everyone to be a problem solver**. Vancouver, WA, US: PCS Press. ISBN 978-0-9712436-7-5, 2010.

CHURCHILL JR, G. A.; PETER, P. **Marketing: Criando Valor para o Cliente**. São Paulo: Saraiva, 2003.

COOPER, R. G.; SCOTT, J. E. **NPD PRACTICES: The Dark Side of Time and Time Metrics in Product Innovation**. Working Paper No. 16 This article was published in Research Technology Management (Industrial Research Institute, Inc.) Volume 45, Number 5, 2002c

COOPER R. G.; SCOTT E.; KLEINSCHMIDT E.; ELKO J. **Benchmarking Best NPD Pratices I**. Research Technology Management. Jan/Fev. v. 47 n. 1, p. 31-43, 2004a.

COOPER R. G.; SCOTT E.; KLEINSCHMIDT E.; ELKO J. **Benchmarking Best NPD Pratices II**. Research Technology Management. Mai/Jun. v. 47 n. 3, p. 50-59, 2004b.

COOPER R. G.; SCOTT E.; KLEINSCHMIDT E.; ELKO J. **Benchmarking Best NPD Practices III**. Research Technology Management. Nov/Dez. v. 47 n. 6, p. 43-55, 2004c.

COUGO, P. **Modelagem Conceitual e Projeto de Bancos de Dados**. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

CSILLAG, J. M. **Análise do valor**. São Paulo: Atlas, 1995, 4a. ed.

DRUCKER, P. **Inovação e espírito empreendedor: Prática e princípios**. São Paulo: Pioneira, 1986.

FERNANDES, V. T.. **Seminário Hipermissão Adaptativa: Tendências**. DCA/FEEC/UNICAMP, p. 2. Campinas, 1997.

FORD, D.; STERMAN, J. **Expert Knowledge Elicitation for Improving Mental and Formal Models**. System Dynamics Review, 14, 309-340, 1998.

Disponível em Internet por:
<http://jsterman.scripts.mit.edu/Publications.html>. Acesso em: 10 de dezembro de 2009.

FORRESTER, J. W. Industrial Dynamics. **The M.I.T. Press**, Cambridge, Massachusetts, 1961.

GOLDRATT, E. M. **What is this thing called Theory of Constraints a how should it be implemented**. [Croton-on-Hudson, NY]: North River Press, 1990.

GOLDSTEIN, M; ALMEIDA, H. **Crítica dos modelos integrativos de comportamento do consumidor**. Revista de Administração. v. 35 N. 1 p. 14-22, São Paulo, 2000.

LANG, J. C. **Managerial concerns in knowledge management**. Journal of KnowledgeManagement. V.5, N. 1, pp. 43-57, 2001

LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. **Sistemas de Informação**. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

MARQUES, J. S. **Reconhecimento de Padrões: métodos estatísticos e neuronais**. Lisboa: IST, 2005.

MINTZBERG, H.; AHLSTRAND, B.; LAMPEL, J. **Safári de Estratégia**. Porto Alegre: Bookman, 2000.

NETO, J. J.; BASSETO, B. A. **A Stochastic Musical Composer Based on Adaptive Algorithms**. Proceedings of the 6th Brazilian Symposium on Computer Music - SBC&M99, Rio de Janeiro, 1999.

NOVAES, A. G. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição: Estratégia, Operação e Aplicação**. 2ª. Edição. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

PAL, M; MATHER, P. M. **An assessment of the effectiveness of decision tree methods**. Remote Sensing of Environment 86, pp. 554–565, 2003.

QUESADA, G; SYAMIL, A; DOLL, W. **New Product Development Practices: The Case of the Automotive Industry**. Journal of Supply Chain Management. Summer 2006.

REPENNING, N.P. **Understanding fire fighting in new product development**. Journal of Product Innovation Management. New York, v. 18, n. 3, p. 285-300. 2001.

ROCHA, R. L. A. **Uma proposta de uso de tecnologia adaptativa para simulação de redes neurais em um dispositivo computacional**. In: IX Encuentro Chileno de Computación 2001, Punta Arenas: Universidad de Magallanes, v. CD-ROM, p. 1-9, 2001.

SCHMITZ FILHO, A. G.; PORTELA, L. O. C. **Jornalismo Esportivo na Copa de 1998: Uma Tentativa de Análise Crítica das Críticas**. Bagé: Editora da Universidade Regional da Campanha, 2001.

SOBEK, D. K.; WARD, A. C. **Principles from Toyota's Set-Based Concurrent Engineering Process**. In: ASME Design Engineering Technical Conferences and Computers in Engineering Conference, 1996.

STAIR, R. M. **Princípios de Sistemas de Informação – uma abordagem gerencial**. São Paulo: LTC, 2002.

TORI, R.; RECH, M. **Introdução a Multimídia e Hiperídia**. São Paulo: Acadêmia, 1995.

VIEIRA, C. A., FORCELLINI, F. A. **O Mapeamento do fluxo de valor aplicado ao processo de desenvolvimento de produtos**. In VI Congresso Brasileiro Gestão e Desenvolvimento de Produtos – Belo Horizonte, MG, Brasil, Anais, 2007.