RAI
Revista de Administração e Inovação

O IMPACTO DE TECNOLOGIAS SUSTENTADORAS E DE RUPTURA NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Celso Augusto Rimoli
Professor do Programa de Pós-Graduação em Administração – UNINOVE
Doutor em Administração – USP
E-mail: celso.rimoli@gmail.com [Brasil]

RESUMO

Este trabalho visa examinar os impactos de inovações e tecnologias sustentadoras e de ruptura no processo de desenvolvimento e produtos de empresas que atuam no Brasil. Segundo Clayton Christensen, inovações e tecnologias sustentadoras podem ser radicais ou incrementais, caras ou baratas, de *software* ou de *hardware*, de componentes ou arquiteturais e formadoras ou destruidoras de competências. Podem envolver grandes mudanças tecnológicas mas, por terem pequeno impacto organizacional, em geral são as grandes empresas que as conduzem e acabam apresentando ao mercado produtos que oferecem mais do que ele deseja ou quer, a preços elevados. Essas empresas podem ter problemas quando surge uma tecnologia de ruptura, que traz para o mercado uma proposição muito diferente das proporcionadas pelas tecnologias sustentadoras vigentes. São em geral aplicadas a produtos mais simples, menores, de desempenho inferior a curto prazo, mas freqüentemente mais convenientes para ao uso e mais baratos. Exemplos incluem o surgimento de tecnologia de transistores em relação à de válvulas a vácuo e sua aplicação em diversos setores, bem como as pequenas motocicletas 'fora de estrada' japonesas que se baseavam em tecnologias de ruptura em relação às das poderosas e tradicionais motocicletas 'sobre a estrada', de marca Harley Davidson e BMW. Para atingir o objetivo do trabalho, foram examinados dois processos de desenvolvimento de produtos essencialmente diferentes: o da Embraer e o da Natura, mediante a estratégia de estudo de casos. Inicialmente, foi realizada uma revisão conceitual envolvendo inovação e tecnologia, com ênfase nos tipos sustentadora e de ruptura, além de desenvolvimento de produtos. Em seguida, procedeu-se a ampla coleta de informações sobre as empresas, de natureza primária e secundária, complementada por consulta a executivos. Como resultados, são oferecidos *insights* que podem contribuir para a eficácia do processo de desenvolvimento de produtos, no âmbito que essa estratégia de pesquisa permite.

Palavras-chave: Inovação, Tecnologia, Produtos novos.

1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, a alta competitividade permeia a grande maioria dos setores industriais, pressionando as empresas com uma série de forças e tendências a obsolescer sua oferta de produtos, relacionadas a mudanças tecnológicas, de mercado e organizacionais (TIDD, BESSANT e PAVITT, 2001). Em meio a esse ambiente turbulento e competitivo, parece óbvio que uma gestão ineficaz conduza as empresas ao insucesso. O que não parece evidente é que o insucesso aconteça como conseqüência das melhores práticas de gestão utilizadas pelas empresas. Algumas vezes, aplicar corretamente os princípios consagrados de administração, ouvindo atentamente os clientes e atendendo aos desejos e necessidades por eles declarados pode ser fatal para as principais empresas de vários segmentos. De acordo com Christensen (2000), em determinadas circunstâncias, o correto é investir no desenvolvimento de produtos de desempenho inferior e que geram margens de lucro menores, relativos a segmentos pequenos. O autor analisou em detalhe inicialmente o setor de discos rígidos para computador e posteriormente insucessos de uma série de empresas antes tidas como modelos: IBM, Apple, Digital, Harley-Davidson, US Steel e Sears, para citar apenas alguns exemplos. Essas empresas perderam sua posição de liderança exatamente porque, além de terem estudado cuidadosamente as tendências de mercado e de sistematicamente investirem em inovações e tecnologias que prometiam os melhores retornos, ouviram seus clientes e lhes forneceram ótimos produtos, do modo como eles queriam. Isso ocorreu, segundo o autor, porque tais empresas não deram atenção a versões mais baratas, menos eficientes e mais simples de seus produtos. Elas não perceberam que as tecnologias subjacentes a tais produtos caracterizavam rupturas em relação às vigentes no mercado. A evolução e a dominância dessas tecnologias, tornaram os produtos líderes nesses segmentos obsoletos.

Considerando esse contexto e o argumento explicitado, este trabalho visa examinar os impactos das tecnologias sustentadoras e de ruptura no processo de desenvolvimento de produtos (PDP) de empresas que atuam no Brasil. Para maior riqueza de análise, foram escolhidas duas organizações com perfis bastante diferenciados no que concerne ao desenvolvimento de produtos: Embraer e Natura. O trabalho se desenvolve inicialmente .procedendo a uma revisão bibliográfica que aborda inovação e tecnologia, classifica-as em diversos tipos e se aprofunda na descrição de inovações e tecnologias sustentadoras e de ruptura. Em seguida são feitas algumas considerações sobre desenvolvimento de produtos e como os problemas e oportunidades trazidos pelas tecnologias sustentadoras e de ruptura afetam esse processo no nível conceitual. Na seqüência são examinados os possíveis impactos sustentadores ou de ruptura que diversas tecnologias emergentes poderiam trazer aos PDPs das duas organizações mencionadas, por meio da estratégia de pesquisa estudo de casos (YIN, 1989). Das seis fontes de coleta de evidências mencionadas pelo autor – entrevistas, artefatos físicos, observação participante, observação direta, documentação e registros em arquivos – foram utilizadas principalmente as três últimas, complementadas por consultas a executivos. Espera-se mediante este estudo obter *insights* e resultados que contribuam para a eficácia do processo de desenvolvimento de produtos, no âmbito que essa estratégia de pesquisa permite.

2 INOVAÇÃO E TECNOLOGIA: SUSTENTAÇÃO E RUPTURA

De acordo com Mariano (2004), a capacidade e a velocidade de geração e aplicação de inovações em produtos e serviços tem sido um dos principais elementos que forjam a competitividade de empresas, de setores e de países. O conceito de inovação migrou de uma

visão puramente técnica para o entendimento da inovação tecnológica como a aplicação de qualquer conhecimento que agregue valor ao desenvolvimento e à comercialização de produtos, serviços e organizações. Essa evolução é ilustrada no Quadro 1, a seguir.

AUTOR/INSTITUIÇÃO	CONCEITO
***Freeman Centre for Innovation*, Sussex University**	Janelas de oportunidade, que ocorrem na transição de uma era tecnológica para outra, estão associadas ao crescimento dos países.
Peter Senge	Empresas como entidades inovadoras, se preparadas para aprender.
James Utterback	Incapacidade de inovar pode causar insucesso nos negócios; ciclo de inovações de produto e processo.
Alfred Marshall	Operacionalização técnica e social de uma nova descoberta.
EIU – *Economist Intelligence Unit*	Criação de produto ou processo melhor, adicionando valor via melhoria técnica, novos materiais, preços competitivos, taxação, demografia, geopolítica, novas demandas, novos modos de explorar mercados atuais.
Giovanni Dosi	Pesquisa, descoberta, experimentação, desenvolvimento, imitação e adoção de novos produtos, processos e formas organizacionais. Força criativa de algumas organizações e destrutiva de outras.
Helena Lastres e José Carlos Ferraz	Inovações: *tecnológicas* – utilização do conhecimento sobre novas formas de produzir e comercializar bens e serviços; *organizacionais* – novos meios de organizar, além das anteriores, empresas e fornecedores.
Clayton Christensen	Inovações: *sustentadora* – diversos tipos, mantém o paradigma tecnológico; *de ruptura* – enseja grandes mudanças organizacionais e tecnológicas.

Quadro 1- Evolução do conceito de inovação
Fonte: adaptado de MARIANO (2004).

Tidd, Bessant e Pavitt (2001) reconhecem, além desses, outros tipos de inovação e relacionam o conceito com a mudança e sua administração. Este trabalho enfoca essa visão e aborda especificamente os conceitos expressos na última linha do Quadro 1, inovações sustentadoras e de ruptura. Christensen (2000), argumenta que as inovações tecnológicas sustentadoras podem ser radicais ou incrementais, caras ou baratas, de *software* ou de *hardware*, de componentes ou arquiteturais, formadoras ou destruidoras de competências. Podem envolver grandes mudanças tecnológicas, mas por terem pequeno impacto organizacional, em geral são as grandes empresas que as conduzem e acabam oferecendo produtos cujos benefícios vão além do que o mercado deseja ou quer, a preços elevados. Essas empresas podem ter problemas quando surge uma tecnologia de ruptura, que traz para o mercado uma proposição muito diferente das proporcionadas pelas tecnologias sustentadoras vigentes. São em geral aplicadas a produtos mais simples, menores, de desempenhos piores a curto prazo, mas freqüentemente mais convenientes para o uso e mais baratos. Exemplos incluem o surgimento da tecnologia de transistores em relação à de válvulas a vácuo e sua aplicação em diversos setores, bem como as pequenas motocicletas 'fora de estrada' japonesas, que se baseavam em tecnologias de ruptura em relação às das poderosas e tradicionais motocicletas ‘sobre a estrada’, de marca Harley Davidson e BMW.

Há algumas razões por que as empresas líderes não investem em tecnologias de ruptura. Em primeiro lugar, os produtos são mais simples e mais baratos, prometendo margens de lucro menores. Em segundo lugar, tecnologias de ruptura são inicialmente comercializadas em mercados emergentes ou em pequenos nichos. E em terceiro, os clientes mais lucrativos das empresas líderes não querem e/ou não podem utilizar produtos que têm por base uma

tecnologia de ruptura (CHRISTENSEN, 2000). Existe uma tendência dessas empresas de estritamente escutar o que dizem os consumidores; sem realmente identificar e compreender suas reais motivações de compra.

2.1 O DILEMA DO INOVADOR

Em seu livro, Christensen (2000) trata do dilema do inovador, que foi bem descrito em reportagem da revista Exame sobre o tema.

> O dilema é: quando uma empresa se torna grande, para manter a taxa de crescimento que o mercado financeiro ou os acionistas exigem, ela é cada vez menos capaz de entrar em mercados pequenos, porque esses mercados não oferecem a magnitude de receitas de que grandes empresas precisam para continuar crescendo a taxas constantes. Na verdade, as boas empresas percebem a chegada das tecnologias de ruptura. Mas não faz sentido para elas abraçar tais tecnologias até que seja tarde demais. Se elas não prestam atenção ao que dizem seus clientes, não tentam descobrir suas necessidades melhor que eles mesmos, a concorrência passará na frente muito rápido. Mas, no longo prazo, essa postura fará com que elas ignorem as rupturas (GUROVITZ, 1999, p. 94).

Em entrevista à Product Development Best Practices Report – PDBPR – Christensen (2005) afirma que, para uma empresa cuja estrutura de custos é projetada para competir nos mercados mais importantes, é muito difícil ser lucrativa nos mercados menores também.

Entretanto, o autor coloca que as empresas estabelecidas podem superar as barreiras relativas a como inovar diante do dilema colocado pelas tecnologias de ruptura. Essas empresas, quando confrontadas com tecnologias de ruptura, normalmente acham que têm diante de si um desafio tecnológico – como aperfeiçoar tais tecnologias a fim de servir aos mercados conhecidos. Em contraste, as empresas bem-sucedidas nesse tipo de tecnologia basicamente buscam ou criam mercados que valorizam as características de ruptura dos produtos, o que se constitui em um desafio de marketing. Assim, o que essas empresas precisam fazer basicamente é criar um contexto no qual a posição de mercado, a estrutura econômica e as capacitações de desenvolvimento de cada organização estejam altamente sintonizadas com as características e o poder dos clientes a quem atendem, e não apenas sintonizadas com o que eles dizem. Isso significa ir além de ouvir os clientes muito bem; é preciso identificar sua real necessidade; mesmo quando essa necessidade está latente neles, quando eles não conseguem verbalizá-la. Apenas adaptando suas estruturas e capacitações para esse tipo de desafio é que as empresas podem evitar a criação de barreiras para si próprias quando atuarem como inovadoras sustentadoras ou de ruptura. Assim, tais empresas deveriam abordar esses mercados, ainda que sejam pequenos hoje – pois eles poderão ser os grandes de amanhã.

O autor coloca ainda que o principal sinal de que uma mudança tecnológica de ruptura está em curso é o aparecimento de uma versão mais barata e mais simples de um produto, lançada por uma empresa nova que é rejeitada pela maioria dos consumidores, bem como pelos profissionais de marketing e finanças, por ser ineficiente e não ter atrativos. Eles chegam a essas conclusões ao compararem a tecnologia de ruptura com a dominante, respondendo corretamente à pergunta errada. E a pergunta correta é se a tecnologia de ruptura está em uma trajetória de aperfeiçoamento de modo a algum dia ser suficiente para oferecer o que o mercado demanda. Muitas vezes, as tecnologias de ruptura se desenvolvem em segmentos de mercado menos interessantes ou em mercados totalmente novos. Historicamente, as abordagens mais bem-sucedidas para comercializar tecnologias de rupturas têm sido encontrar um novo mercado que valorize a tecnologia de ruptura pelo que ela é. As

empresas precisam superar obstáculos poderosos quando encontram uma oportunidade que não se encaixa em sua maneira de ganhar dinheiro.

Uma maneira viável de resolver essa questão seria criar uma unidade de negócio totalmente independente da empresa principal, com estrutura de custos específica para desenvolver tecnologias de ruptura, mesmo que gerasse lucros modestos. Mas as empresas não deveriam, por causa disso, se desfazer de suas estruturas organizacionais e processos de tomada de decisão que tornaram seus produtos líderes apenas porque não funcionam diante de uma mudança tecnológica de ruptura. Afinal, a grande maioria dos desafios tecnológicos que enfrentarão vai requerer práticas administrativas testadas e confiáveis, pois serão sustentadoras. Os administradores apenas necessitam reconhecer que tais práticas não são adequadas a qualquer desafio.

Mesmo com todas essas considerações, persiste o problema de identificar, no momento adequado, se uma inovação é sustentadora ou de ruptura. Christensesn (2000) coloca que o critério é mercadológico, não tecnológico. As rupturas reconfiguram a cadeia produtiva, demandam outros fornecedores, voltam-se para consumidores diferentes, quase sempre oferecem margens de lucro inicialmente mais baixas e são em geral inferiores na dimensão técnica.

3 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS E A PRESENÇA DO DILEMA

De acordo com Walsh et al (1992), o desenvolvimento de produtos é o processo que permite transformar idéias técnicas, necessidades e oportunidades mercadológicas em um novo produto a ser lançado no mercado. Alguns elementos dessa definição – idéias técnicas, necessidades e oportunidades – são bastante relacionados à discussão precedente, uma vez que obviamente o que se busca com o processo de desenvolvimento de produtos é o sucesso sustentado. De fato, nas palavras de McGrath (1996), a única fonte sustentável de vantagem competitiva advém de um processo de desenvolvimento de produtos superior aos demais. Outros tipos de vantagens, oriundas de um projeto de excelência, de erros da concorrência ou de um golpe de sorte, tendem a ser temporárias por não poderem ser sistematicamente sustentadas. Já o desenvolvimento de produtos permite a sustentabilidade, ainda que exija amplo cuidado em todas suas fases. Neste trabalho, enfocam-se os impactos das tecnologias sustentadas e de ruptura, visando esse fim.

Na revisão que Rimoli (2001) realizou sobre modelos de desenvolvimento de produtos propostos por diversos autores, como Cooper (2000), Kotler (1998) e Hart (1995), entre outros, foram identificados alguns padrões e princípios interessantes nas diversas abordagens. Assim, mesmo sem ter sido uma análise exaustiva – dez processos foram examinados – todos os modelos traziam embutidas características que espelhavam o mesmo processo essencial, no qual as organizações trocam soluções em forma de produtos e serviços por recursos financeiros com os mercados aos quais servem, visando atender suas necessidades e problemas. O número de fases que compõem esse processo variou entre cinco e 13, sendo que cada uma compreendia um conjunto de atividades a ser executado e, ao término de cada fase havia uma avaliação para decidir se o processo deveria continuar, rumo ao lançamento no mercado, ou interrompido, pela verificação de sua inviabilidade. Os PDPs com menos fases contavam com mais atividades em cada uma delas e, opostamente, aqueles com mais fases compreendiam menos atividades. O número de fases pareceu variar nos modelos em função da complexidade dos produtos envolvidos. Por exemplo, os processos aplicados a produtos tecnologicamente mais densos tiveram seu desenvolvimento técnico

dividido em várias subfases, para dar atenção a aspectos específicos da fabricação e de testes. Adotou-se a estrutura conceitual proposta a partir dessa revisão, com sete fases, por ser considerada adequada aos objetivos deste estudo. As fases, descritas na primeira coluna do Quadro 2, são: geração de idéias, triagem, conceito e teste, desenvolvimento técnico, testes de mercado, lançamento e administração de produtos.

3.1 UMA POSSÍVEL SOLUÇÃO DO DILEMA NO ÂMBITO DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

De acordo com Ulwick (2002), a solução do dilema do inovador é enxergar a inovação de um modo diferente. Em vez de adotar a perspectiva da solução fornecida aos clientes atuais, protegendo os investimentos feitos nas tecnologias existentes, o autor recomenda buscar a perspectiva do processo subjacente que faz os clientes adquirirem determinados produtos e tecnologias. Exatamente porque os clientes percebem e julgam valor a partir de uma perspectiva de processo é que eles buscam soluções melhores uma após a outra, até que estejam completamente satisfeitos com o modo como executam esse processo. Como exemplo, são citadas as tecnologias relativas a mídias para armazenamento de músicas gravadas que, nos últimos 50 anos, evoluiu dos discos de vinil, passando pelos CDs até chegar ao sistema MP3. Cada uma dessas tecnologias foi de ruptura em relação à anterior, mas sustentadora em relação ao processo subjacente de armazenar músicas gravadas. Esse processo, estável e duradouro, evoluiu segundo uma série de soluções direcionadas à satisfação de problemas a ele associados. Em cada solução, os clientes têm obtido um conjunto claro de resultados ou de benefícios por eles desejados. O exemplo em pauta envolve benefícios como ‘acesso a um grande número de canções’ ‘reprodução sonora de qualidade’, ‘ouvir música sem distorção ao longo do tempo’, ‘resistência a danos durante uso normal’, ‘espaço de armazenamento mínimo’, etc.

Dessa maneira, ao longo do tempo, os avanços tecnológicos relativos ao armazenamento de música foram alcançando cada vez mais perfeitamente os resultados desejados, auxiliando a aperfeiçoar o processo de armazenar música gravada. Isso porque os clientes querem produtos para melhorar suas vidas e não se preocupam com questões tecnológicas, eles as consideram apenas meios para alcançar um fim. Em função disso, os profissionais que trabalham com desenvolvimento de produtos precisam entender o processo subjacente às soluções e aos produtos que estão tentando desenvolver e considerar o impacto que todas as soluções e tecnologias poderão ter nesse mesmo processo.

Atualmente é difícil encontrar uma empresa que não se esforce para ouvir o que os clientes têm a dizer. É uma pena que muitas delas os escutem de modo inadequado. O que geralmente ocorre é que os desenvolvedores de produtos perguntam aos clientes o que eles querem e/ou desejam tomando as respostas como soluções que são convertidas em produtos e serviços. As empresas então lançam tais produtos que acabam não sendo adquiridos pelos mesmos clientes. E isso as leva a pensar que os clientes não sabem o que querem. Da perspectiva apontada por Ulwick (2002), isso se confirma: os clientes em geral não são especialistas em tecnologias, raramente sabem quais são as melhores soluções técnicas para si mesmos em termos de produtos e serviços. Esse trabalho deve ser feito pela área de pesquisa e desenvolvimento (P&D) das empresas que ofertam produtos. P&D deve perguntar aos consumidores sobre os resultados (benefícios) que o novo produto ou serviço deve trazer a eles. Normalmente as respostas não são úteis, mas é preciso continuar especificando o questionamento até que se alcance um entendimento sobre os resultados pretendidos pelos

clientes, sobre quais benefícios eles buscam alcançar. O próximo passo nesse processo é hierarquizar os benefícios de acordo com a importância ou valor para os clientes, de modo a poder escolher quais devem ser atendidos prioritariamente. É importante lembrar que cada benefício deve ter uma métrica específica e adequada. Por exemplo, para o primeiro benefício listado anteriormente, a quantidade de canções ou o número de minutos de música podem ser adequados. Havendo cuidado para que o que está sendo medido e o que o que está sendo dito pelos clientes estejam bem-alinhados, podem-se obter métricas que conduzem à criação de valores previsíveis para eles.

O autor descobriu que a maior parte das empresas que pesquisou seus clientes procurou captar suas exigências no nível da solução existente, em vez de captar os resultados desejados relativos ao processo subjacente de aquisição de produtos descrito. A maioria das empresas solicita aos clientes que sugiram melhoramentos para as soluções existentes e, com isso, eles deixam de mencionar o processo subjacente e os resultados esperados. Essa conduta, além de conduzir apenas a melhorias incrementais, inibe as empresas de criar inovações, tecnologias e conceitos de ruptura.

4 DOIS PROCESSOS DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS MUITO DIFERENTES

Na seqüência são apresentadas as características gerais das organizações escolhidas para análise, Natura e Embraer, a partir de informações contidas no site das empresas, atinentes ao alcance do objetivo deste trabalho.

4.1 NATURA

É uma empresa de capital nacional e atua nas áreas de pesquisa, criação, desenvolvimento, distribuição e comercialização de cosméticos e produtos de higiene, perfumaria e saúde. Não produz princípios ativos, apenas prepara emulsões e misturas. Líder em seu mercado, tem como concorrentes principais a Avon, que como ela utiliza vendedoras que abordam diretamente os clientes (sistema de venda direta), e o Boticário, que distribui seus produtos através de uma rede franqueada de lojas de cosméticos. Há outros concorrentes estrangeiros como Loreal, Elida Gibbs, Johnson e Johnson. A Flora Medicinal, laboratório de fitoterápicos adquirido pela Natura em 1999, comercializa seus produtos em farmácias e drogarias brasileiras. A empresa realizou negócios no valor de cerca de R$ 1,4 bilhão em 2002, o que representou crescimento de 19,7% em relação a 2001 e tem filiais no Chile, Peru, Argentina e Bolívia; prepara-se atualmente para entrar no México. A Natura conta com cerca de 3000 colaboradores e comercializa seus produtos mediante venda direta ao consumidor, elemento central e parte da definição do negócio da empresa. A extensa rede de vendas compõe-se de cerca de 300 mil consultoras de beleza, que aconselham seus clientes e vendem seus produtos. Para dar suporte a essa rede, a empresa dispõe de uma central de atendimento telefônico – o Centro de Atendimento Natura – que processa cerca de 13 mil pedidos por dia. A Natura tem o maior centro de pesquisa e desenvolvimento de cosméticos do Brasil. Um intercâmbio sistemático com outros centros de excelência em todo o mundo mantém seus pesquisadores em contato permanente com os principais avanços nas áreas farmacêutica, química e bioquímica. De acordo com o folheto "Perfil Natura", a empresa aplica 4% de sua renda líquida nessa área, mantendo o ritmo de lançamento de um produto a cada dois dias. A capacidade de inovar se tornou uma exigência deste tipo de mercado consumidor e um

requisito para continuar no mercado. A Natura opera com cerca de 600 itens de estoque, organizados em linhas de produtos. Cada linha conta com vários produtos, como por exemplo a linha Homem de Natura, com 13 produtos. Além dos produtos de linha, regularmente a Natura cria produtos de apoio: são estojos concebidos para ocasiões especiais, ou outros motivos de venda que têm vida breve, servindo como alavanca de vendas e trazendo dinamismo às linhas de produtos. Durante os anos 1980, a Natura se transformou em um dos maiores complexos nacionais de produção e distribuição de cosméticos, competindo com marcas multinacionais de longa tradição no mercado brasileiro. Essa expansão foi alicerçada em três fundamentos: investimento em tecnologia, qualidade, e criação de novos produtos. Nesse processo, descrito no Quadro 2, a empresa segue a filosofia do funil de inovação (WHEELWRIGHT e CLARK, 1992), metodologia que procura evitar desperdícios e retrabalhos.

4.2 EMBRAER

A Embraer é a quarta maior fabricante de aeronaves comerciais do mundo, posição alcançada graças à excelência de seus produtos e à tecnologia de ponta no segmento aeronáutico. Fundada em 1969 como empresa estatal de capital misto, foi privatizada em 1994. Seus atuais controladores detêm 60% do capital votante, distribuído entre a Cia. Bozano e os fundos de pensão PREVI e SISTEL. Com mais de 30 anos de experiência em projeto, fabricação, comercialização e pós-venda, a empresa já entregou cerca de 5.500 aviões, que estão em operação em diversos pontos do globo. A Embraer tem uma base global de clientes e importantes parceiros de renome mundial, o que resulta em uma significativa participação no mercado. Em 1999, a Embraer formalizou uma aliança estratégica com o grupo formado pelas maiores empresas aeroespaciais européias - Dassault Aviation, EADS, Snecma e Thales, que adquiriram 20% do capital votante da empresa. A Embraer foi a maior exportadora brasileira entre os anos de 1999 e 2001, e a segunda maior empresa exportadora no ano de 2002. Atualmente emprega cerca de 12.940 funcionários (dados de dezembro de 2003), contribuindo para a geração de mais de 3.000 empregos indiretos. A empresa conta com parcerias de grandes fabricantes e fornecedores aeroespaciais do mundo, como por exemplo grupo suíço Liebherr International AG, para a criação da ELEB - Embraer Liebherr Equipamentos do Brasil S.A. para atuar nos segmentos de aviação comercial, de defesa e corporativo. No primeiro segmento, possui uma bem-estabelecida família de aviões regionais; no segundo, desempenha papel estratégico no sistema de defesa brasileiro, tendo fornecido mais de 50% da frota da força aérea brasileira, além de cerca de 20 forças aéreas no exterior; e quanto ao terceiro segmento, busca ativamente novas oportunidades de negócios.

4.3 OS PROCESSOS DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

No Quadro 2, a seguir, são resgatados pontos de comparação entre os processos de desenvolvimento de produtos analisados por Yu e Nascimento (2001) dessas duas empresas, de acordo com a estrutura conceitual elaborada por Rimoli (2001).

FASE	NATURA	EMBRAER
Geração de idéias. Idéias surgem a partir de diversos estímulos e necessidades internos e externos,	*Muitas idéias provêm de várias fontes, como clientes, consultoras e pesquisadores de universidades associados à empresa. Contam*	*Para gerar as primeiras idéias de produtos, procede-se a análises de variáveis ambientais, como economia e demografia, verificam-se as tendências*

relativos ao trabalho dos atores da RDP*.	*também com a Gerência de Conceito avançado, para produto processo e embalagem. O processo é informal e costuma haver uma concentração entre 10 e 15 pessoas.*	*de mercado nos segmentos atendidos e também buscam-se atualizações técnicas e de engenharia, mediante equipes específicas nessas três áreas.*
Triagem. Após reunir diversas idéias, estas serão selecionadas, no âmbito da RDP, segundo critérios baseados nos ciclos de vida** considerados, envolvendo mercado, inovação e tecnologia.	*Os Comitês de Negócio avaliam os projetos de produtos individualmente, e os Comitês de Inovação têm a responsabilidade de avaliar a criação de linhas estratégicas, como 'Homem', ou 'Mamãe-bebê'.*	*Ainda que a fase anterior gere muitas idéias de aeronaves, muito poucas são aproveitadas para o desenvolvimento de conceito em função da evolução da tecnologia, da demanda, da concorrência, etc.*
Conceito e teste. A partir das idéias selecionadas, elaborar e testar conceitos ao nível da RDP, segundo critérios de mercado, de inovação e de tecnologia.	*Novas possibilidades são chamadas de Tecnologia de Conceito Avançado, que pode referir-se a produto, processo e é de responsabilidade da respectiva gerência.*	*Em vários projetos, a avaliação se dá por meio de visitas a muitas empresas operadoras de aviação regional nos EUA e UE, para especificar suas necessidades e construir o conceito do produto. Antes de passar ao desenvolvimento técnico, é preciso assegurar a viabilidade econômica do projeto.*
Desenvolvimento técnico. Grandes investimentos são realizados para que os conceitos aprovados sejam desenvolvidos até chegar a um protótipo, que será testado segundo critérios técnicos pela RDP, no âmbito da gestão de ciclos de vida.	*Como a empresa se situa mais no final da cadeia produtiva, buscam-se tecnologias junto aos fornecedores. O depto. de patentes acompanha as tendências tecnológicas do setor. Os princípios ativos vêm incorporados nas essências que a empresa utiliza em misturas que resultam em seus produtos. Problemas nessa fase são em geral corrigidos por esforço tecnológico próprio.*	*Há uma busca de parceiros tecnológicos nessa fase, que compartilham os riscos do empreendimento envolvendo investimentos, tecnologias, materiais, máquinas, pessoal, etc. A empresa conta com o Programa de Estratégia Tecnológica para monitorar e adotar tecnologias que serão usadas no desenvolvimento técnico de produtos. Técnicas de engenharia simultânea são reunidas no DIP – Desenvolvimento Integrado de Produtos.*
Testes de mercado. Antes de o produto ir para o mercado, são realizados testes para estimar a viabilidade mercadológica e tecnológica, segundo critérios baseados nos três ciclos da gestão de ciclos de vida.	*São realizados testes qualitativos e de receptividade do mercado, pelo Time de Projeto.*	*Dada a natureza complexa e custosa da construção de aviões, procura-se ter evidências suficientes da viabilidade econômica do projeto de uma aeronave antes do desenvolvimento técnico dos protótipos na terceira fase do PDP.*
Lançamento. Apresentação do produto para o mercado e produção em série após obtenção de bons resultados na fase anterior, monitorados pela RDP.	*É considerado até seis meses após o a primeira colocação no mercado, ficando sob responsabilidade do Time de Projeto.*	*São executadas as providências para mostrar as aeronaves aos clientes, como por exemplo a realização de vôos iniciais de apresentação.*
Administração de produtos. Difusão e consolidação do produto no mercado, monitorada segundo critérios estabelecidos no âmbito da gestão de ciclos de vida.	*Quando o produto ultrapassa os seis meses de vida, passa aos os cuidados da área comercial.*	*Após um período de verificação, o produto passa à fase pós-lançamento, em que se acompanha o mercado para correções envolvendo eventuais diferenças entre o que foi planejado e o efetivamente executado, além da monitoração da evolução do mercado.*

Considera-se a manutenção, rejuvenescimento ou substituição de produtos.		

Quadro 2 - Comparação entre processos de desenvolvimento de produtos
*RDP: Rede de desenvolvimento de produtos composta geralmente por deptos internos (marketing, tecnologia, produção, finanças, etc.) e parceiros externos (fornecedores, clientes, etc.). Os componentes da rede variam conforme a organização.
** São três os ciclos: ciclo de vida do produto, da tecnologia e da inovação.
Fonte: elaborado pelo autor .

É importante ressaltar alguns pontos levantados por Yu e Nascimento (2001), relativos ao processo de desenvolvimento de produtos dessas duas empresas. O primeiro é que elas atuam em setores completamente diversos: a Embraer opera no mercado empresarial, cujos clientes são sofisticados e em número bem menor em comparação aos clientes da Natura, que são pessoas físicas. Em termos estratégicos, cada projeto de desenvolvimento da Embraer pode ocupar boa parte de seus recursos, tornando-se a empresa, até certo ponto, dependente de cada produto durante seu desenvolvimento. Isso já não ocorre com a Natura, uma vez que a empresa precisa produzir um grande número de lançamentos – no ano de 2002 foram 91 – para atender ao seu modelo de negócio.

4.4 AMEAÇAS DE RUPTURA

A própria natureza das inovações e tecnologias de ruptura dificulta a tentativa de identificar em quais condições elas poderiam surgir e afetar as empresas em estudo de maneira importante. Levando em conta essa limitação, recorreu-se ao Emerging Technologies Program (ET Program), da Wharton School, University of Pennsylvania. Esse programa identifica e estuda tecnologias que parecem adequadas ao propósito deste artigo, conforme mostra a definição de tecnologia emergente adotada como base de suas pesquisas: "*tecnologia emergente é uma inovação de base científica que possui o potencial de criar um novo setor ou transformar um setor existente*" Esse programa distingue tecnologias únicas, como por exemplo, fibras óticas, de sistemas tecnológicos, caracterizados pela confluência de várias tecnologias, como ocorre com a Internet e a nanotecnologia. Para os propósitos deste artigo, são examinados três sistemas tecnológicos emergentes, em função de sua aplicabilidade ser normalmente mais ampla do que a das tecnologias únicas. Tais sistemas envolvem a Internet, a nanotecnologia e a genômica. Assim, são apresentadas, no Quadro 3, uma caracterização sucinta desses sistemas tecnológicos e também uma avaliação de quais deles poderiam ter impactos sustentadores ou de ruptura sobre os PDPs da Natura e da Embraer. Vale ressaltar que os sistemas tecnológicos do Quadro 3 foram escolhidos segundo dois parâmetros: serem distintos entre si e possuírem grande potencial para modificar muitos setores industriais. Não se considerou crucial nessa escolha uma suposta pertinência ou proximidade maior dessas tecnologias com as empresas estudadas porque uma das características mais distintivas das rupturas causadas por tecnologias emergentes é seu caráter inesperado.

SISTEMAS TECNOLÓGICOS	CONTEXTO EMPRESARIAL
Internet. Sistema de tecnologias logicamente conectadas via endereço único,	*Conforme coloca Gurovitz (1999), nenhum sistema tecnológico tem tanta importância potencial quanto a Internet. Em alguns setores ela tem um impacto de tecnologia sustentadora, mas em outros pode caracterizar*

o Internet Protocol (IP), que compartilham os códigos de comunicação Transmission Control Protocol (TCP). Formam o conjunto mundial de redes de computadores interligadas e compartilham o maior manancial eletrônico de informações existente.	*rupturas. Assim, as vendas da Natura, atualmente realizadas por meio de consultoras de beleza, podem sofrer um grande impacto se produtos concorrentes forem comercializados pela Internet. Além disso, associada às tecnologias de telecomunicações e videoconferência, a Internet pode reduzir a demanda de viagens de negócios, mas apenas aquelas relativas às fases iniciais das negociações, pois as finais em geral exigem contatos pessoais com os clientes. Por um lado, as pessoas e as empresas poderão resolver alguns problemas relativos a outras pessoas e empresas geograficamente distantes sem a necessidade de efetuarem deslocamentos físicos e isso poderia afetar a fabricação de aeronaves pela Embraer. Por outro, o impacto mais importante dessas tecnologias parece ser relativo ao incremento da troca de informações, não necessariamente à diminuição das viagens.*
Nanotecnologia. Objetiva criar novos materiais e desenvolver novos produtos e processos manipulando átomos e moléculas, envolve tecnologias com base em química, física, biologia, engenharia de materiais e computação.	*As aplicações dessa área de estudo incluem: o aumento tremendo da capacidade de armazenamento e processamento de computadores; a criação de novos mecanismos, mais seguros e menos arriscados para a administração de medicamentos aos pacientes; a criação de materiais mais leves e resistentes do que metais e plásticos para utilização em edifícios, automóveis e aviões; e ainda, aplicações relativas à preservação ambiental (Silva, 2002). É razoável esperar que desenvolvimentos tecnológicos tragam impactos sustentadores e também de ruptura em produtos e processos para o PDP de ambas as empresas, em função das características apresentadas.*
Genômica. Área de estudo que compreende grupo de tecnologias dedicadas ao estudo os genes dos seres vivos – microorganismos, animais, plantas e humanos – e ao seqüenciamento de seus genomas.	*De aplicação mais direta nos setores de saúde e farmacêutico (bacteriologia, teste sanguíneo, tratamento de cânceres, testes genéticos e de identidade), também contempla a agricultura, pela manipulação genética de características de plantas, visando maior produtividade, resistência a pragas e produção de determinadas substâncias (www.genomics.nl, 2004). Este último tipo de aplicação pode trazer para a Natura impactos de ruptura, ligados a novas essências para perfumes e produtos de higiene pessoal, bem como sustentadores, relacionados ao processo produtivo, principalmente no que se refere aos estágios iniciais do PDP, desde a geração de idéias até o desenvolvimento técnico. Quanto à Embraer, não se visualiza impactos importantes oriundos dessa área.*

Quadro 3 - Impactos sustentadores ou de ruptura de tecnologias emergentes
Fonte: elaborado pelo auto com base em: NETHERLANDS GENOMICS INITIATIVE, 2004; SILVA, 2004.

5 CONCLUSÕES E ESTUDOS FUTUROS

Embraer e Natura desenvolvem suas atividades em áreas muito distintas: setor aeronáutico e setor de cosméticos. Suas diferenças principais residem na cadeia produtiva (concorrência e formas de competição, relações com os clientes e fornecedores etc.) e nas tecnologias de produtos e de processo. Além disso, as histórias das duas empresas são extremamente diferentes. No início, a Embraer era uma empresa estatal com cultura e competências muito fortes em engenharia. A privatização e o subseqüente sucesso dos produtos lançados têm trazido novos conceitos, técnicas e culturas gerenciais num ritmo acelerado. Já a Natura tem em sua origem uma cultura comercial e de varejo. Com o crescimento acelerado e a necessidade de concorrer com as multinacionais do setor, a empresa iniciou um processo de capacitação tecnológica nos últimos anos. Apesar dessas grandes diferenças, pode-se verificar que elas apresentam estruturas de desenvolvimento de produtos adequadas e coerentes com suas características e necessidades, o que certamente é uma das razões do sucesso que vêm obtendo.

Da mesma maneira como tem ocorrido em muitos setores industriais, tais empresas são líderes em seus segmentos, utilizam as melhores práticas de gestão e de marketing e se esmeram no relacionamento com seus clientes e demais públicos interessados. Com base na argumentação e na análise realizadas, é preciso que empresas como essas estejam atentas às ameaças que tecnologias de ruptura podem trazer ao seu desempenho. A inovações e tecnologias de ruptura, apesar da armadilha pressentida por alguns autores que se debruçaram sobre o assunto – como Christensen (2000), Ulwick (2002) e os pesquisadores do ET Program – ainda parecem atraentes. Executivos consultados relataram que reconhecem a lógica dos impactos que inovações e tecnologias de ruptura podem trazer mas, em realidade, nunca as presenciaram em ação, e apresentam os seguintes argumentos: a) é mais provável que essas rupturas tenham ocorrido quando os setores eram jovens, mas não atualmente; e b) se surgir uma inovação de ruptura, algo interessante e/ou ameaçador, assim que perceberem o fato, as empresas líderes podem se associar aos inovadores, adquirir tal tecnologia, ou mesmo a empresa toda.

Neste trabalho procurou-se atentar para o surgimento de inovações e tecnologias de ruptura e seus impactos junto ao PDP das duas empresas, verificou-se a dificuldade de detecção das mesmas e chegou aos resultados que seguem.

- O surgimento de tecnologias de ruptura é um evento de caráter mercadológico e não tecnológico, sendo esse um dos motivos pelos quais as empresas líderes em seus segmentos podem sofrer reveses sérios, pois elas geralmente optam por oferecer produtos mais sofisticados aos seus clientes, com base na tecnologia vigente.

- Uma das maneiras de abordar o problema das tecnologias de ruptura é adotar uma perspectiva de processo de satisfação de necessidades, procurando realmente compreender qual é o benefício desejado pelos clientes, em vez de incorporar diretamente suas sugestões.

- No caso específico das empresas analisadas, verificou-se que pode haver ocorrência de tecnologias de ruptura oriundas de tecnologias ou sistemas tecnológicos emergentes, como a Internet, a nanotecnologia e a genômica, que foram abordados neste trabalho.

O surgimento de tecnologias de ruptura parece ser, como Christensen (2000) indicou, eventos de ocorrência rara. O exame dos processos de desenvolvimento de produtos tão contrastantes como são os da Natura e da Embraer indica que, até o momento, a magnitude dos impactos negativos pode ser grande tanto em um caso quanto em outro. Assim, embora essas conclusões e comentários não possam ser generalizados para as demais empresas devido à metodologia empregada, este trabalho mostra que, apesar das diferenças apontadas nos PDPs estudados, não existe nada que torne as respectivas empresas nem mais e nem menos vulneráveis às rupturas.

Visando chegar a soluções de administração das tecnologias de ruptura de modo a evitar suas ameaças e aproveitar as oportunidades que elas ocultam, sugere-se a realização de estudos mais profundos nas seguintes linhas:

- estudar atentamente os movimentos de ruptura que já ocorreram e os danos que causaram às empresas líderes, suas dificuldades para se manterem no mercado, etc., de modo a conhecer como se dão esses movimentos mercadológicos; e

- monitorar as tecnologias e sistemas tecnológicos emergentes, a fim de se obter *insights* prospectivos a respeito do surgimento de inovações e tecnologias de ruptura em relação ao processo de desenvolvimento de produtos.

REFERÊNCIAS

CHRISTENSEN, C. M. *Harvard researcher says best practices can hurt you:* an interview with Clayton Christensen. Disponível em: <http://www.roundtable.com/PDBPR/ christensen.html>. Acesso em: 28 jun. 2005.

CHRISTENSEN, C. M. *The innovator's dilemma:* the revolutionary national bestseller that changed the way we do business**.** 2nd ed. New York: Harperbusiness, 2000. 286 p.

COOPER, R. G. *Product leadership:* creating and launching superior new products. New York: Perseus Books, 2000. 314 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE AERONÁUTICA - EMBRAER. *Consulta a home page.* Disponível em: <http://www.embraer.com.br>. Acesso em: 20 maio 2004.

GUROVITZ, H. Vítimas da excelência: por que o radar das melhores empresas falha diante da ameaça invisível das novas tecnologias. *Exame***,** São Paulo, v. 32, n. 11, p. 82-96, jun. 1999.

HART, S. Where we've been and where we're going in new product development research. In: BRUCE, M.; BIEMANS, W. G. (Orgs.). *Product development:* meeting the challenge of the design-marketing interface. Chichester: John Wiley & Sons, 1995.

KOTLER, P. *Administração de marketing:* análise, planejamento, implementação e controle. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1998.

MCGRATH, M. E. (Ed.). *Setting the PACE in product development*: a guide to product and cycle-time excellence. Burlington: Elsevier, 1996.

MARIANO, S. *Gestão da inovação:* uma abordagem integrada. Niterói: Universidade Federal Fluminense, 2004. (Relatório Técnico).

NATURA. *Consulta a home page.* Disponível em: <http://www.natura.net/port/index.asp>. Acesso em: 20 maio 2004.

NETHERLANDS GENOMICS INITIATIVE. *Consulta a home page.* Disponível em:<http://www.genomics.nl>. Acesso em: 29 jul. 2004.

RIMOLI, C. A. *O processo de desenvolvimento e administração de produtos*: um estudo de casos múltiplos em empresas brasileiras de ortopedia. 2001. 244 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

SILVA, C. G. *O que é nanotecnologia?* Disponível em: <http://www.comciencia.br/ reportagens/nanotecnologia/nano10.htm >. Acesso em: 29 jul. 2004

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. *Managing innovation*: integrating technological, market and organizational change. 2nd ed. Chichester: John Willey, 2001. 388 p.

ULWICK, A. W. Turn customer input into innovation. *Harvard Business Review*, New York, v. 80, n. 1, p. 91-97, Jan. 2002.

WALSH, V. et al. *Winning by design*: technology, product design and international competitiveness. Oxford: Basil Blackwell, 1992.

WHEELWRIGHT, S. C.; CLARK, K. B. *Revolutionizing product development:* quantum leaps in speed, efficiency and quality. New York: Free Press, 1992. 364 p.

YIN, R. K. *Case study research:* design and methods. Newbury Park: Sage, 1989. 165 p.

YU, A. S. O.; NASCIMENTO, P. T. Sistemas de gestão de desenvolvimento de produtos: Embraer versus Natura. In: SEMINÁRIO DO NPGTC-FEA, 2001, São Paulo. *Anais...* São Paulo: USP/FEA, 2001.

THE IMPACT OF SUSTAINING AND DISRUPTIVE TECHNOLOGIES ON THE PRODUCT DEVELOPMENT PROCESS

ABSTRACT

This paper examines the impact of innovations and sustaining and disruptive technologies in the development process of companies in Brazil. According to Clayton Christensen, innovations and sustaining technologies may be radical or incremental, expensive or cheap, software or hardware, components or architectural, and may form or destroy skills. They may involve huge technological changes, but, as they have little organizational impact, usually large companies carry them out and end up by presenting to the market products which offer more than it desires or requires, at high prices. These companies may have problems when there appears a disruptive technology, which brings to the market a proposal which is very different to those of the reigning sustaining technologies. They are in general applied to simpler, smaller products, which have an lower short-term performance, but which are frequently more convenient and cheaper. Examples include the appearance of transistor technology in relation to vacuum valves and their application in various sectors, and small off-road Japanese motorcycles, which are based on disruptive technology in relation to the powerful traditional on-road motorcycles such as Harley Davidsons and BMWs. Two development processes of essentially different products were examined: those of Embraer and those of Natura, through the strategy of case studies. Initially, a conceptual review was made on innovation and technology, emphasizing the sustaining and disruptive types, in addition to product development. Then a wider collection of primary and secondary information on the companies was made, which was complemented by consultations with executives. As a result, a number of insights are made which may contribute to the efficiency of the product development process to the extent which this research strategy allows.

Keywords: Inovation, Tecnology, New Products

_____

Data do recebimento do artigo: 14/09/2005

Data do aceite de publicação: 17/10/2005