

Universidade Federal do Rio de Janeiro

UMA PROPOSTA DE MODELO PARA O MAPEAMENTO DO PADRÃO EVOLUTIVO:
UMA FERRAMENTA DE SUPORTE AO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Fernando Câmara Labouriau

2013



UMA PROPOSTA DE MODELO PARA O MAPEAMENTO DO PADRÃO EVOLUTIVO:
UMA FERRAMENTA DE SUPORTE AO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Fernando Câmara Labouriau

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção.

Orientador: Ricardo Manfredi Naveiro

Rio de Janeiro
Outubro de 2013

UMA PROPOSTA DE MODELO PARA O MAPEAMENTO DO PADRÃO EVOLUTIVO:
UMA FERRAMENTA DE SUPORTE AO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Fernando Câmara Labouriau

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Examinada por:

Prof. Ricardo Manfredi Naveiro, D.Sc.

Prof. Francisco José de Castro Moura Duarte, D.Sc.

Prof.^a Carla Martins Cipolla, D.Sc.

Prof. Paulo Bastos Tigre, Ph.D.

Prof. Fernando Antônio Forcellini, D.Sc.

Prof. Marcello José Pio, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

OUTUBRO DE 2013

Labouriau, Fernando Câmara

Uma proposta de modelo para o mapeamento do padrão evolutivo: uma ferramenta de suporte ao desenvolvimento de produtos/ Fernando Câmara Labouriau. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2013.

XIV, 201 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Ricardo Manfredi Naveiro

Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Produção, 2013.

Referências Bibliográficas: p. 164-171.

1. Desenvolvimento de produtos. 2. Patentes. 3. Leis de evolução dos sistemas. I. Naveiro, Ricardo Manfredi. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Produção. III. Título.

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais, Leda e Ivan (*in memmorian*), a quem muito devo pela educação recebida, pelo estímulo ao estudo e à leitura, e principalmente, pelos exemplos profissionais de dedicação ao trabalho, de competência e de ética.

Dedico à minha querida esposa Margarida, companheira, fã exageradamente incondicional e incentivadora, pela paciência, confiança e tranquilidade transmitidas.

Dedico aos meus queridos filhos Flavia, Pedro e Miguel que sempre torceram pelo meu sucesso e que também sofreram com as horas “roubadas” pelo doutorado, assim como as minhas netinhas Alice e Olívia.

Dedico às minhas irmãs Gabriela e Luciana, pelo incentivo e pela ajuda ao trazerem alguns livros importantes para o trabalho, do exterior.

AGRADECIMENTOS

Muitos colegas do INPI acompanharam de perto o meu doutorado e me incentivaram durante todo o trajeto, porém gostaria de agradecer, em especial, à Sheila Monteiro Elias pelo empurrão inicial e pela sugestão do estudo de caso, ao Luiz Cláudio Dupim pela troca de ideias e pelas informações da sua dissertação, ao Walter Edgley de Oliveira pelo “help desk” em TI, ao Camilo Braga Gomes pelo auxílio técnico nas pesquisas sobre as correntes de Foucault e à Débora Shimba Carneiro pela paciência com o funcionário estudante.

Agradeço à colega veterana do Programa na Coppe, Cássia Figueiredo, pelas dicas durante o curso e as atividades do grupo de trabalho Gepro, e à colega Julie Salcedo pela ajuda com as inúmeras figuras da tese. Agradeço, também, à Rosa Maria Oliveira e à Beth Belloc pela ajuda na versão em inglês do Resumo.

Devo agradecer, também, às pessoas que possibilitaram minha visita à empresa Brudden e a obtenção de importantes informações para o estudo de caso: ao advogado Paulo Machado que intercedeu e intermediou os contatos iniciais, ao advogado Roger Pampana Nicolau pela organização e pelo acompanhamento durante toda a visita, e aos engenheiros Paulo Cesar Gonçalves e Takashi Nishimura pela recepção e pelo interesse no trabalho.

Agradeço ao professor Ricardo Naveiro pelas ideias, sugestões e direcionamentos durante todo o trabalho e, nos momentos mais difíceis de desânimo, pelo apoio dado e pela confiança transmitida.

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.)

UMA PROPOSTA DE MODELO PARA O MAPEAMENTO DO PADRÃO EVOLUTIVO:
UMA FERRAMENTA DE SUPORTE AO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Fernando Câmara Labouriau

Outubro/2013

Orientador: Ricardo Manfredi Naveiro

Programa: Engenharia de Produção

Este trabalho tem a sua origem na constatação de uma proteção sistemática da propriedade intelectual de produtos e tecnologias, empreendida por muitas empresas líderes em seus segmentos de negócios. Em muitos casos, percebem-se as áreas de interesse, os desenvolvimentos sequenciais e as trajetórias tecnológicas percorridas.

Por outro lado, o desenvolvimento de produtos se tornou uma atividade estratégica por sua relevância para a competitividade das empresas. Aqui, novamente, surge a propriedade intelectual em um papel mais proativo influenciando na seleção de projetos, na prospecção tecnológica ou na geração de conceitos dos produtos. Uma das metodologias mais empregadas nessas atividades é a TRIZ, uma teoria criada para promover a inventividade e prever a evolução dos sistemas técnicos.

É uma proposição do trabalho, portanto, combinar a perspectiva patentária e as ferramentas da TRIZ num modelo que permita estimar o grau de maturidade e mapear o padrão evolutivo dos produtos, favorecendo a prospecção tecnológica e a identificação de novas ideias e oportunidades, como suporte ao processo de desenvolvimento de produtos (PDP).

A partir de uma metodologia desenvolvida para orientar o processamento e a análise das informações levantadas no sistema de patentes, o modelo foi aplicado num estudo de caso onde se observou que as linhas de evolução derivadas das leis de evolução dos sistemas, da TRIZ, constituíam uma importante ferramenta analítica na identificação de tendências e direções para o desenvolvimento futuro dos produtos.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

A PROPOSED MODEL FOR THE EVOLUTIVE PATTERN MAPPING: AN
ASSISTING TOOL IN NEW PRODUCT DEVELOPMENT

Fernando Câmara Labouriau

October/2013

Advisor: Ricardo Manfredi Naveiro

Department: Production Engineering

This work has its origin in the observation of a systematic protection of intellectual property of products and technologies undertaken by many leading enterprises in their business segments. In many cases, the areas of interest, the sequential developments and the technological trajectories followed by firms can be clearly perceived.

On the other hand, product development has become a strategic activity for its relevance to the competitiveness of enterprises. Here again, the matter of intellectual property appears in a more proactive role thus influencing project selection, technology prospection or product concept generation. One of the methodologies most commonly employed in these activities is TRIZ, a theory built to promote inventiveness and to forecast the evolution of technical systems.

It is thus a proposition of this work to combine the patent perspective and TRIZ tools in a model to assess the degree of maturity and to map the pattern of evolution of products, favoring the technological prospection and the identification of new ideas and opportunities, in a process that supports new product development (NPD).

Using the methodology developed to guide the processing and the analysis of the information gathered from the patent system, the model was applied in a case study where it was noticed that the lines of evolution derived from TRIZ laws of system evolution were an important analytical tool in identifying trends and directions for future product development.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. ORIGEM DA PROPOSTA	2
1.2. TEMA	5
1.3. RELEVÂNCIA E BENEFÍCIOS	7
1.4. OBJETIVOS	10
1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO	14
2. METODOLOGIA DE PESQUISA	16
2.1. SELEÇÃO DO REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.2. A PESQUISA BIBLIOGRÁFICA	19
2.3. EXERCÍCIOS PARA AVALIAÇÃO DO ENFOQUE PROPOSTO	23
2.3.1. O papel estratégico do PDP e da propriedade intelectual (PI) em um teste com ferramentas da TRIZ	24
2.3.2. Usando a TRIZ e as informações das patentes para estudar a evolução tecnológica das latas de tinta	25
2.4. O ESTUDO DE CASO COMO MÉTODO DE APLICAÇÃO DO MODELO	26
2.5. LIMITAÇÕES E ABRANGÊNCIA DA PESQUISA	28
3. O PAPEL ESTRATÉGICO DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS E DA PROPRIEDADE INTELECTUAL	29
3.1. ESTRATÉGIA, INOVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS	29
3.1.1. As cinco forças competitivas ou o enfoque de posicionamento	31
3.1.2. A importância da apropriação sobre as invenções	33
3.1.3. O modelo das capacitações dinâmicas	35
3.1.4. Ciclo de vida dos produtos ou modelos em formato de curva S	38
3.2. O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS (PDP)	42
3.2.1. Introdução ao PDP	44
3.2.2. As interfaces do PDP com a estratégia e com a PI	51
4. SOBRE A PROPRIEDADE INTELECTUAL E, EM ESPECIAL, AS PATENTES	59
4.1. VISÃO HISTÓRICA DAS PATENTES	60
4.2. BREVE HISTÓRICO DAS PATENTES NO BRASIL	65

4.3. A DISCUSSÃO DO SISTEMA DE PATENTES COMO INCENTIVO À INOVAÇÃO	67
4.4. UTILIZAÇÃO DAS PATENTES NO BRASIL	72
4.5. A ESTRUTURA DAS PATENTES	78
5. A TEORIA DA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS INVENTIVOS (TRIZ)	83
5.1. A HISTÓRIA DA TRIZ	84
5.2. ESTRUTURA, CONCEITOS E FERRAMENTAS DA TRIZ	86
5.2.1. Análise campo-substância (campo-S)	88
5.2.2. A curva-S e as métricas para a análise da evolução dos sistemas	90
5.3. OS PADRÕES DE EVOLUÇÃO E O POTENCIAL ANALÍTICO DA TRIZ	95
5.3.1. As leis (ou padrões) de evolução dos sistemas tecnológicos	96
5.3.2. O uso estratégico e o potencial analítico da TRIZ	100
6. O MODELO PARA O MAPEAMENTO DO PADRÃO EVOLUTIVO	105
6.1. O MODELO CONCEITUAL PROPOSTO	105
6.2. A METODOLOGIA DE APLICAÇÃO	109
7. O ESTUDO DE CASO	114
7.1. O PLANEJAMENTO DO ESTUDO DE CASO	114
7.2. A ESCOLHA DA EMPRESA E DO PRODUTO PARA ANÁLISE	117
7.3. AS PESQUISAS DE INFORMAÇÕES E A ESTIMATIVA DA CURVA-S	121
7.3.1. Informações técnicas sobre bicicletas ergométricas	121
7.3.2. As pesquisas de patentes das bicicletas ergométricas	123
7.3.3. A estimativa da curva-S das bicicletas ergométricas	126
7.4. O PADRÃO EVOLUTIVO DAS BICICLETAS ERGOMÉTRICAS	128
7.4.1. O mapeamento evolutivo das bicicletas ergométricas	129
7.4.2. O mapeamento evolutivo do conjunto motriz	139
7.5. DISCUSSÃO DO ESTUDO DE CASO	152
8. CONCLUSÕES	159
8.1. DISCUSSÃO DO MODELO E DOS RESULTADOS DO TRABALHO	159
8.2. POSSIBILIDADES DE UTILIZAÇÃO E NOVOS CAMINHOS	162
REFERÊNCIAS	164

APÊNDICE A: Relação dos documentos relevantes obtidos nas pesquisas bibliográficas	172
APÊNDICE B: As linhas de evolução dos sistemas técnicos	178
APÊNDICE C: Patentes de equipamentos de ginástica da Brudden	179
APÊNDICE D: Fichas das patentes analisadas no estudo de caso	181
P1 (PI9100782-8)	182
P2 (PI9101176-0)	184
P3 (PI9103541-4)	186
P4 (PI0404082-1)	188
P5 (PI0504274-7)	190
P6 (PI0505720-5)	192
P7 (PI0605615-6)	194
P8 (PI0802724-2)	196
P9 (PI0503240-7)	198
ANEXO A: Patentes depositadas no Brasil, no período de 1998 a 2011	200
ANEXO B: Patentes concedidas no Brasil, no período de 1998 a 2011	201

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Um modelo interativo para projeto de pesquisa	16
Figura 2: O caminho da pesquisa	17
Figura 3: Maturidade tecnológica e o modelo da curva-S	39
Figura 4: Percentual de utilização da inovação pelas empresas	40
Figura 5: Velocidade de inovação e estágios de desenvolvimento	41
Figura 6: Estrutura para a estratégia de desenvolvimento	48
Figura 7: O processo de aquisição (desenvolvimento) de produtos	49
Figura 8: Modelo do processo de desenvolvimento de produtos (PDP)	50
Figura 9: O processo de planejamento do produto	52
Figura 10: Estratégia de proteção em torno de uma tecnologia central	57
Figura 11: Número de depósitos de residentes e não residentes, de 1990 a 2003	73
Figura 12: Distribuição dos depositantes de pedidos de patentes, de 1997 a 2003	73
Figura 13: Exemplo de modelagem campo-substância (campo-S)	89
Figura 14: A curva-S e as métricas para a análise da evolução de um sistema	92
Figura 15: Número de patentes de filtros para cafeteiras	93
Figura 16: Histogramas de patentes, tecnologias madura e em crescimento	94
Figura 17: A evolução na direção de maior flexibilidade	99
Figura 18: Linha de evolução da segmentação espacial e gráfico radar	101
Figura 19: O modelo conceitual para mapeamento do padrão evolutivo	106
Figura 20: Classificações mais frequentes das patentes da Brudden	119
Figura 21: O <i>Gymnasticon</i>	122
Figura 22: Uma bicicleta atual	122
Figura 23: A frenagem mecânica	123
Figura 24: A frenagem magnética	123
Figure 25: Histograma da A63B 22/06	126
Figura 26: Histograma da A63B 23/04	126

Figura 27: A bicicleta de P1	130
Figura 28: Patente WO2011053272	130
Figura 29: Bicicleta com movimento oscilatório (US7481746)	135
Figura 30: Controle da frenagem do WO2008002644	136
Figura 31: O potencial evolutivo das bicicletas analisadas	137
Figura 32: O conjunto motriz de P3	139
Figura 33: O ajuste do freio de P1	140
Figura 34: O ajuste do freio de P3	140
Figura 35: O sistema de frenagem magneto-reológico da CN201143359	141
Figura 36: Patente US2005075205	145
Figura 37: Patente CN201078444	145
Figura 38: Campos-S do freio de P1	149
Figura 39: Campos-S do freio de P3	149
Figura 40: O potencial evolutivo do conjunto motriz	150

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Buscas realizadas nas bases de dados Dialog em Maio de 2010	21
Tabela 2: Buscas realizadas nas bases de dados Dialog em 22/05/2012	22
Tabela 3: Buscas realizadas em bancos de teses	23
Tabela 4: Situações relevantes para diferentes métodos de pesquisa	27
Tabela 5: Áreas tecnológicas e exemplo de classificação	81
Tabela 6: Os níveis de inventividade das patentes, medidos por Altshuller	91
Tabela 7: As etapas de aplicação do modelo	108
Tabela 8: As empresas pré-selecionadas para o estudo de caso	117
Tabela 9: As patentes analisadas no estudo de caso	119
Tabela 10: Pesquisas nas bases de patentes	124
Tabela 11: Estatísticas obtidas da pesquisa com patentes	125
Tabela 12: Resultados e indicações do mapeamento do padrão evolutivo das bicicletas ergométricas	153
Tabela 13: Resultados e indicações do mapeamento do padrão evolutivo do conjunto motriz	154
Tabela 14: Oportunidades para desenvolvimento de produtos	156

RELAÇÃO DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

CPC	Cooperative patent classification
CUP	Convenção da União de Paris
DI	Desenho industrial
EPO	European Patent Office
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FFE	Fuzzy front-end
GATT	General Agreement on Tariffs and Trade (Acordo Geral de Tarifas e Comércio)
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
IPC	International patent classification
LPI	Lei da propriedade industrial
OMC	Organização Mundial do Comércio
OMPI	Organização Mundial da Propriedade Intelectual
PCT	Patent cooperation treaty
PDP	Processo de desenvolvimento de produtos
PI	Propriedade intelectual
TRIPs	Trade-related aspects of intellectual property rights (Acordo sobre Aspectos dos Direitos de Propriedade Intelectual Relacionados ao Comércio)
TRIZ	Teoria da solução de problemas inventivos
UPOV	Union Internationale pour la Protection des Obtentions Végétales (União Internacional para a Proteção de Obtenções Vegetais)
USPTO	United States Patent and Trade Office
WIPO	World Intellectual Property Organization

1 INTRODUÇÃO

A propriedade intelectual (PI), principalmente as patentes, tem assumido uma dimensão estratégica no desenvolvimento de produtos que vai bem além da usual proteção das tecnologias desenvolvidas, ou das características dos produtos projetados. O desenvolvimento de produtos, por sua vez, passou a se constituir numa atividade vital em função das mudanças que ocorreram nos ambientes de negócios nas duas últimas décadas, tornando o processo de desenvolvimento de produtos (PDP) uma disciplina crítica para as empresas.

Clausing e Fey (2004), por exemplo, apontam quatro processos como essenciais para a integração e o direcionamento das empresas no sentido de alcançarem a inovação e o sucesso financeiro: o da aquisição do produto (PDP), o da cadeia de suprimentos, o das vendas e o de marketing. O fracasso em qualquer um desses processos, segundo os autores, pode ser desastroso.

Ao analisarem os efeitos da “Nova Economia Mundial”, causados pela globalização, pela tecnologia avançada relacionada à informação e pelas parcerias de rede na organização industrial, Hayes et al. (2008) chamam a atenção para o fato do sucesso ser dependente de uma excelência operacional coerente e consistente com a estratégia de produção e de tecnologia. Kupfer (2010), de forma similar, analisa o impacto que as transformações ocorridas na primeira década do século 21 causaram nas empresas e em alguns setores industriais brasileiros, sugerindo estratégias e alternativas para a promoção da inovação.

Assim como a inovação tecnológica e o desenvolvimento de novos produtos se tornaram essenciais nas estratégias de negócios das empresas, as estratégias das empresas também passaram a ter uma maior influência nas escolhas e nas premissas desses desenvolvimentos. E é na fase inicial de planejamento dos projetos, na qual ocorre a interface com as estratégias de negócios, que é percebida a nova perspectiva dada pela propriedade intelectual, orientando o levantamento e a seleção de ideias para desenvolvimento e definindo as estratégias tecnológicas e as escolhas nos projetos dos produtos.

O uso proativo das informações do sistema de propriedade intelectual pode ser visto em algumas metodologias baseadas neste sistema, tais como para a seleção de projetos, o mapeamento da evolução tecnológica, a geração de conceitos de produtos, a otimização dos produtos, a inteligência competitiva, a coevolução das estratégias de

patentes e de produtos. E dentre estas metodologias, destaca-se a TRIZ,¹ uma teoria criada a partir da análise de milhares de patentes para incentivar a inovação e melhorar os projetos.

Como será apontado na seção seguinte, o patenteamento contínuo que muitas empresas fazem de seus produtos e inovações pode indicar não só uma relação entre as patentes e as estratégias de desenvolvimento e de proteção das empresas, mas também as direções de evolução dos produtos e dos seus mercados de colocação. É nesse contexto da importância assumida pelo desenvolvimento de novos produtos, mais especificamente pela geração de ideias, pela prospecção tecnológica e pela identificação das necessidades de mercado, que se insere o presente trabalho.

1.1. ORIGEM DA PROPOSTA

Este trabalho é motivado pela observação da proteção sistemática, no sistema de propriedade intelectual (PI), que muitas empresas fazem para os produtos e processos que resultam dos seus programas de desenvolvimento tecnológico e de inovação. Assim, independentemente do segmento tecnológico ou industrial, um estudioso ou pesquisador especializado em determinada área pode perceber a evolução dos projetos e a incorporação de novas tecnologias nas linhas de produtos dessas empresas, através dos pedidos de patentes que são continuamente depositados.

Em termos de estratégia de proteção legal, esse patenteamento contínuo pode representar uma barreira tecnológica ou uma “cerca de patentes” (*patent fence*, em inglês) para proteger tecnologias complexas ou uma invenção fundamental. Porter (1986) ilustra bem o efeito dessas barreiras em inibir legalmente a difusão de uma tecnologia patenteada, comparando uma indústria na qual a falta de inovação continuada levou a um declínio rápido da proteção de suas patentes, enquanto em outra indústria, com economias de escala na atividade de pesquisa, as barreiras de mobilidade foram mantidas altas pela criação contínua de novas tecnologias patenteadas.²

¹ O termo TRIZ representa o acrônimo para as palavras que em russo significam “Teoria da Solução de Problemas Inventivos”, uma teoria criada por Genrich S. Altshuller.

² De forma similar, as cercas de patentes são definidas por Germeraad (2010) como “as redes desenvolvidas com patentes afins para proteger patentes fundamentais por um período estendido de tempo” ou, segundo Cohen et al. (2000), “uma cerca de patente é o patenteamento de possíveis substitutos de uma invenção básica para barrar o acesso a esses substitutos por rivais” (traduções do autor).

Por outro lado, um pesquisador na área de propriedade intelectual é capaz de identificar tendências de desenvolvimento e de evolução tecnológica, em áreas específicas, através da atividade patentária medida pelo quantitativo das classificações especializadas, pela taxa de patenteamento, pelas redes de citações entre patentes, e por outras metodologias de extração e análise de informações.

Entretanto, o patenteamento contínuo não é encontrado apenas nos casos de invenções fundamentais ou iniciais, pois também é observado em indústrias maduras assim como em produtos há muito tempo existentes no mercado. O exemplo apresentado a seguir, que constou da apresentação do pré-projeto de seleção ao doutorado, refere-se a uma empresa estrangeira do setor automotivo da qual o autor, como examinador de patentes no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), analisou cerca de 10 pedidos de patentes, de um total de 26 pedidos analisados na sua divisão de exames, no período de Agosto de 2007 a Agosto de 2011.

Um exemplo de patenteamento contínuo e de direcionamento evolutivo

- Descrição e histórico
A empresa, de origem alemã, possui fábricas instaladas em 13 países, inclusive no Brasil, e produz espelhos retrovisores para veículos comerciais de grande porte, como ônibus e caminhões. Fundada em 1932 para fabricar espelhos comuns, iniciou a fabricação de espelhos retrovisores na década de 1970 passando a incorporar outra empresa do ramo e se especializando em injeção de plásticos, projeto, ergonomia e sistemas de câmeras (informações obtidas no sítio da empresa, em Outubro/2009).
- Total de depósitos de pedidos no Brasil: 9 pedidos de registro de Desenho Industrial, 1 pedido de patente de Modelo de Utilidade e 69 pedidos de Patente de Invenção (depósitos realizados entre os anos de 1997 e 2008).³
- Quantitativo de documentos de patente com prioridade DE (documentos originados da Alemanha): 131 documentos (informação obtida na base de patentes do Espacenet, ⁴em 30/04/2012).

³ Informação obtida no banco de dados interno do INPI, em Outubro/2009 e repetida em 30/04/2012 (a informação também pode ser obtida no sítio do INPI – www.inpi.gov.br). Normalmente, a empresa deposita os pedidos via PCT – sistema de depósito internacional da Organização Mundial da Propriedade Intelectual.

⁴ Base de patentes de acesso livre, do escritório europeu de patentes, disponível em: http://worldwide.espacenet.com/?locale=en_EP

- Análise retrospectiva das patentes da empresa:
 - Cerca de 70% dos pedidos depositados no Brasil referem-se a espelhos retrovisores externos envolvendo aspectos da estrutura do espelho, dos mecanismos de regulagem, da mecanização, e da fixação no veículo. (classificações B60R 1/06, B60R 1/062, B60R 1/07).⁵
 - No entanto, também foram depositados pedidos para os mais variados acessórios de espelhos, tais como montagem de câmeras (B60R 11/04), proteção ou prevenção de ferimentos nos ocupantes (B60R 21/00); ou para sistemas de segurança para veículos, associados a dispositivos de imagem ou sensores, como indicação de veículo ou emissão de sinais (B60Q 1/26), sistema de televisão em circuito fechado (H04N 7/18), comunicação entre estações móveis (H04B 3/60).
 - Uma comparação mais geral entre as patentes da empresa, incluindo as patentes mais antigas e não depositadas no país, mostra uma crescente complexidade nos projetos, tanto na parte dos mecanismos como na relacionada com os diversos acessórios óticos, de imagem e de sensoriamento incorporados.
- O estado da técnica do produto e os indícios de evolução na área:

No exame do mérito de pedidos como os deste exemplo, é possível de se encontrar um amplo espectro de documentos no estado da técnica,⁶ conforme a sua relevância: desde documentos bem similares à invenção, passando por precursores rudimentares do conceito inventivo, até aqueles minimamente relacionados com o pedido (alguns desses, entretanto, com conceitos inventivos representando alternativas tecnológicas interessantes e capazes de indicar outras direções de evolução).

Assim, o pesquisador em PI pode perceber o grau de maturidade, bem como a trajetória evolutiva, ao comparar um produto com o seu estado da técnica. No caso específico dos espelhos automotivos da empresa, observou-se que apesar de já existirem patentes anteriores de espelhos com câmeras, visores e outros sistemas de segurança, a empresa aproveitou os desenvolvimentos tecnológicos na área de imagem para incorporar novas características e facilidades em seus produtos.

⁵ Os sistemas de classificação de patentes são apresentados com mais detalhes no Capítulo 4.

⁶ “O estado da técnica é constituído por tudo aquilo tornado acessível ao público antes da data de depósito do pedido de patente, por descrição escrita ou oral, por uso ou qualquer outro meio, no Brasil ou no exterior [...]” – Art. 11, § 1º, da Lei nº 9279 (Lei da Propriedade Industrial).

Essa sofisticação dos produtos certamente foi suportada por um domínio das disciplinas técnicas relacionadas com os novos elementos, de modo a atender às necessidades do mercado em questões de segurança e aproveitar as oportunidades proporcionadas pela tecnologia digital.

Desta forma, o exemplo da proteção sistemática por patentes ressalta dois aspectos significativos: (1)- a possibilidade de existir estratégias empresariais buscando ideias no sistema de patentes e em novas tecnologias disponíveis para promover a evolução dos seus produtos e a proteção da propriedade intelectual resultante dessa evolução; (2)- a possibilidade de se identificar padrões evolutivos dos produtos através das informações disponíveis no sistema de patentes.

1.2. TEMA

Como tema da tese é colocado o papel que o sistema de patentes desempenha, e pode desempenhar de uma maneira ainda mais proativa, na geração de informações, ideias e conceitos para o desenvolvimento de produtos. Assim, o problema a ser resolvido se concentra na definição de metodologias e na elaboração de ferramentas que permitam a extração e a análise de informações para facilitar a prospecção tecnológica, a geração de ideias e a gestão de portfólios no processo de desenvolvimento de produtos.

O estudo do desenvolvimento de produtos tem tido diferentes enfoques nos últimos tempos. No âmbito do PDP, o enfoque tem sido mais interno às empresas no sentido de se alcançar o lançamento eficaz de novos produtos e contribuir para a capacidade competitiva (ROZENFELD et al., 2006). No âmbito do estudo dos processos de inovação e desenvolvimento tecnológico, e das estratégias competitivas, os sucessos ou fracassos de produtos têm sido analisados nas empresas e/ou no mercado para compreensão dos mecanismos internos e de posicionamento que resultaram nesses sucessos ou fracassos.⁷ De forma similar neste trabalho, com a combinação de elementos como as patentes e a interface estratégica do PDP, pretende-se contemplar tanto o enfoque interno quanto o externo.

Por outro lado, a PI, principalmente as patentes, tem sido usada muito além de proteger as invenções ou apenas prover informações sobre o estado da técnica em determinado ramo tecnológico. A montagem de bancos de dados abrangentes e o desenvolvimento de metodologias de extração de informações têm sido usados, por

⁷ Por exemplo, dentre muitos autores: Christensen (1997), Teece (2000), Tidd et al. (2008) e Hayes et al (2008).

exemplo, para: a seleção de projetos (LEE et al., 2007), o mapeamento da evolução tecnológica (ZHANG et al., 2007), a geração de conceitos de produtos (OTTO; WOOD, 2001), a otimização dos produtos (KOLLER, 1996), a inteligência competitiva (SCHUH; GRAWATSCH, 2003), a coevolução das estratégias de patentes e de produtos (SASAKI et al., 2001; GERMERAAD, 2010).

O tema se desdobra com a percepção de que o desenvolvimento de produtos se integra no âmbito das estratégias das empresas e por elas é fundamentalmente moldado. E é na fase de planejamento do processo de desenvolvimento de produtos (PDP) que acontece essa integração, quando se incorpora as visões de mercado e das possíveis tecnologias a serem empregadas. Também nessa fase, se compatibiliza as premissas estratégicas e as capacitações específicas da empresa com o processo de desenvolvimento, definindo-se as carteiras de projeto e as especificações de cada produto.

Desta forma, nas fases iniciais de desenvolvimento de novos produtos residem algumas das atividades que têm impacto fundamental e irreversível no resultado final alcançado. O chamado processo frontal, ou *fuzzy front-end* (FFE), incorpora as atividades de identificação das oportunidades para inovação, das necessidades de mercado, da seleção de ideias, da definição de conceitos e características dos produtos, da determinação da carteira de projetos e do portfólio de produtos, e das escolhas estratégicas entre projetos de manutenção ou projetos radicalmente novos.

O tema da tese se alinha com o projeto de pesquisa “Inovação da Indústria: o papel da atividade de desenvolvimento de produtos e processos”, coordenado pelo professor Ricardo M. Naveiro, da COPPE/UFRJ. Esse alinhamento se dá, de uma forma geral, com o objetivo do projeto em estudar a integração do desenvolvimento de produtos ao processo de inovação e, mais especificamente, com as práticas de desenvolvimento de produtos nas empresas, onde se pretende avaliar o papel que a perspectiva da PI pode, ou deve desempenhar, na geração de ideias para o portfólio de produtos.

Como disciplinas diretamente envolvidas com o tema da tese, destacam-se o processo de desenvolvimento de produtos (PDP), as estratégias de desenvolvimento tecnológico e de inovação, a propriedade intelectual (PI) e a teoria da solução de problemas inventivos (TRIZ).

O PDP pode ser entendido como uma metodologia que abrange desde as escolhas e definições pertinentes aos negócios das empresas até a colocação do produto no mercado, o acompanhamento da sua vida e a sua retirada de uso. Já as

estratégias de desenvolvimento fazem a conexão entre as estratégias da empresa e o PDP, enquanto a PI expressa o resultado dos principais desenvolvimentos técnicos, mas também pode fazer parte dessas estratégias alimentando o PDP. A TRIZ, por sua vez, constitui uma metodologia que vai bem além da solução de problemas inventivos, pois possui um alto poder analítico que serve como um instrumento para se olhar e se expressar as relações entre as outras disciplinas relacionadas.

1.3. RELEVÂNCIA E BENEFÍCIOS

A relevância do assunto da tese é ressaltada pelas implicações estratégicas, para as empresas, da inovação, do desenvolvimento de produtos e da propriedade intelectual, bem como pelas dificuldades enfrentadas pelas empresas nacionais em alguns desses aspectos, conforme algumas visões apresentadas nesta seção.

O relatório “World Intellectual Property Report – The Changing Face of Innovation” (2011), da WIPO,⁸ na sua Introdução, destaca quatro aspectos nos quais o processo de inovação evoluiu significativamente nas últimas décadas: (i) as firmas estão investindo pesadamente na criação de ativos intangíveis, num nível sem precedente histórico; (ii) o crescimento proporcionado pela inovação não é mais uma prerrogativa só dos países desenvolvidos; (iii) a invenção de novos produtos e processos é, de forma crescente, de natureza internacional, mais colaborativa e aberta; (iv) os mercados do conhecimento possuem um papel central nesse processo de inovação mais fluido.

Com base nesse cenário de mudança, percebido no ambiente da inovação, o relatório WIPO (2011) afirma que:

O papel da propriedade intelectual (PI) tem mudado, fundamentalmente. O maior foco no conhecimento, o surgimento de novos países inovadores e o desejo de proteger as inovações no exterior despertaram uma crescente demanda pela proteção da PI. A PI deixou de ser um assunto técnico de comunidades pequenas e especializadas para exercer um papel central nas estratégias das empresas e nas políticas de inovação (tradução do autor).

Tigre (2006) observa que “a inovação tecnológica constitui uma ferramenta essencial para aumentar a produtividade e a competitividade das organizações, assim

⁸ Sigla da World Intellectual Property Organization, ou Organização Mundial de Propriedade Intelectual (OMPI), uma agência especializada da ONU dedicada à promoção da propriedade intelectual como um meio para estimular a inovação e a criatividade (definição obtida em 22/07/2012 no sítio www.wipo.int/about-wipo).

como para impulsionar o desenvolvimento econômico de regiões e países”. Ao estudar as fontes de inovação na empresa, e mais especificamente o desenvolvimento tecnológico próprio, esse autor destaca que a “pesquisa empresarial visa principalmente ao desenvolvimento de novos produtos, ao aperfeiçoamento de produtos existentes, à melhoria dos processos produtivos e à introdução de inovações organizacionais” (TIGRE, 2006).

Outros autores, como Naveiro e Gouvinhas (2010), observam a ocorrência nos últimos anos de uma completa reestruturação produtiva do setor industrial, com inovações técnicas, organizacionais e mercadológicas sendo adotadas pelas empresas, mudando substancialmente uma atividade fundamental para a inovação, a de projeto de produto. Conforme argumentam os autores, a atividade de projeto de produtos pode contribuir de maneira significativa para o estabelecimento de novas estratégias de mercado, tornando as empresas cada vez mais competitivas.

Rozenfeld et al. (2006) destacam a importância estratégica do processo de desenvolvimento de produtos (PDP), por esse processo se situar na interface entre a empresa e o mercado, e por proporcionar o aumento da competitividade. E como elementos estratégicos do PDP são apontados os seguintes aspectos: a identificação das necessidades do mercado e dos clientes, a identificação das possibilidades tecnológicas e o desenvolvimento de produtos que atendam às expectativas de mercado, no tempo adequado e a custos competitivos.

De maneira similar, Altshuller (1984) aponta a necessidade de se conhecer o grau de maturidade de um determinado produto para se decidir qual é a melhor estratégia de desenvolvimento, a melhoria do produto existente ou a procura de soluções fundamentalmente novas para uma nova visão do produto?

No caso brasileiro, entretanto, a discussão sobre a inovação, o desenvolvimento tecnológico e de produtos, e as patentes, tem tomado outro rumo face à perda de competitividade das empresas nacionais, nos mercados interno e externo, que tornaram crítica a situação de algumas indústrias. Quase diariamente tem-se visto na mídia artigos e discussões sobre o comércio exterior e o esvaziamento tecnológico, assim como sobre o reduzido número de patentes de empresas nacionais como um indicador da pouca inovação.⁹

O baixo uso das patentes por empresas brasileiras também indica uma ausência de cultura patentária no país assim como uma infraestrutura historicamente deficiente,

⁹ Como ressaltado por Nicolsky (2011), Batista (2010), Simões (2010), Rigueti (2011), Souza (2011) e Oliveira e Oliveira (2011).

conforme mostrado em maiores detalhes no Capítulo 4. Isso tem resultado numa posição competitiva frágil, localmente e no exterior, e demonstrado um uso estratégico bem limitado da PI por nossas empresas.

Ainda com relação à discussão sobre a indústria e a economia brasileiras, Kupfer (2010) aponta os seguintes pontos resultantes das grandes transformações ocorridas na primeira década do século 21:¹⁰

- Heterogeneidade estrutural, tais como assimetrias, convivência do velho e do novo, do formal com o informal.
- A economia do conhecimento como estratégica para o adensamento, o enraizamento e a capacitação institucional.
- Potencial para a incorporação de inovações, conforme o setor:
 - Agronegócios: com capacitação científica e tecnológica;
 - Insumos básicos: sem *technology push*, porém capaz de eliminar a defasagem tecnológica pelo potencial das empresas;
 - Indústria mecânica: em situação intermediária, pois precisa de políticas bem feitas para usar o poder de compra das empresas;
 - Sistema produtivo “bens salários”: composto por setores tradicionais e com empresas mais frágeis que dependem da diferenciação e da imitação;
 - Sistema produtivo eletrônico: muito atrasado.
- O Brasil é visto como um caso de baixa inovação e, na relação entre a indústria e a inovação, a tendência é aumentar o hiato tecnológico porque a base científica tem se tornado cada vez mais crucial para o desenvolvimento.
- Sugestões para se pensar a relação entre inovação e indústria:
 - Acelerar a difusão de inovações no tecido produtivo, particularmente no setor bens salários que emprega a maior parte da mão de obra industrial e tem mais empresas em dificuldades;
 - Ter uma agenda da inovação para a nata das empresas brasileiras.

Com a inovação e o desenvolvimento tecnológico e de produtos assumindo um importante papel na sobrevivência e no crescimento das empresas, e no caso particular brasileiro, com a baixa competitividade observada e as dificuldades encontradas em alguns segmentos industriais, torna-se mais relevante a elaboração de metodologias que alimentem e otimizem esses processos de desenvolvimento.

¹⁰ Em palestra magna no XIII REPICT - Encontro da Rede de Propriedade Intelectual e Comercialização de Tecnologia do Rio de Janeiro -, realizado nos dias 1º e 2 de setembro de 2010.

Desta forma, as ideias, as tecnologias e os conceitos inventivos resultantes de uma metodologia que procura prever a evolução dos produtos, com base em informações do sistema de patentes, poderão contribuir de forma efetiva para as carteiras de projeto e o portfólio de novos produtos das empresas. Os benefícios dessa contribuição para alimentar os programas de desenvolvimento podem ser percebidos a partir dos diversos exemplos encontrados na literatura sobre grandes fracassos de produtos lançados no mercado, muitas vezes devido aos problemas nas definições iniciais dos seus projetos.

Tidd et al. (2008) apontam, entre outros, os casos do carro Edsel, da Ford, e do sistema de telefonia celular Iridium, da Motorola; e, de um modo geral, indicam um índice médio de fracassos no lançamento de produtos em torno de 38%.¹¹ Wheelwright e Clark (1992) fazem uma extensa análise comparativa dos sucessos e fracassos no desenvolvimento de projetos, listando algumas características dos casos problemáticos, tais como a existência de: objetivos múltiplos e ambíguos; foco nos clientes atuais e confusão sobre futuros clientes-alvo; visão limitada da Engenharia, privilegiando a elegância das soluções; falta de direcionamento.

1.4. OBJETIVOS

Maxwell (2005) ressalta que a “força da pesquisa qualitativa vem, basicamente, do seu enfoque indutivo, do seu foco em situações ou pessoas específicas, e da sua ênfase nas palavras e não nos números”. Esse autor, ao descrever os objetivos de uma pesquisa qualitativa ressalta, por exemplo, a abertura e a flexibilidade desse tipo de pesquisa para modificar o projeto e o foco do trabalho, incorporando novas descobertas e relações.¹² Alguns dos outros objetivos destacados e considerados relevantes para este trabalho são: o entendimento do processo que origina eventos e ações, e as explanações causais que procuram responder perguntas do tipo “*como x desempenha um papel em causar y*” ou “*qual é o processo que liga x e y*”.

Dessa forma, os objetivos da tese foram definidos considerando as características de uma pesquisa qualitativa e as condições de colocação da questão do projeto, tais condições decorrendo da percepção de uma realidade que é a da

¹¹ Índices variando entre 30% e 95%, com a média em torno de 38% (CRAWFORD; DI BENEDETTO, 1999 apud TIDD et al., 2008).

¹² A maneira como a TRIZ foi incorporada no trabalho e se tornou um dos seus principais elementos, como mostrado no Capítulo 2, ilustra bem o aspecto da flexibilidade apontado por Maxwell. Mais significativo ainda, foi a percepção das dificuldades envolvidas com o objetivo inicial de se relacionar as estratégias de desenvolvimento dos produtos com a proteção da PI adotada para esses produtos, resultando na definição de objetivos mais concretos e palpáveis, conforme estabelecido nesta seção.

contínua proteção de produtos e de tecnologias por patentes, e do direcionamento evolutivo capaz de ser obtido a partir dessas e de outras informações do sistema de patentes.

Assim, a observação da proteção por patentes em muitas empresas tem indicado estratégias de negócios nas quais a evolução dos projetos e a incorporação de novas tecnologias nas linhas de produtos desemboca na PI desses produtos. Por outro lado, a comparação com as patentes do estado da técnica do produto pode revelar trajetórias tecnológicas capazes de mostrar o histórico e os determinantes da evolução até o momento atual, enquanto algumas ferramentas da TRIZ, como as leis de evolução dos sistemas técnicos e as métricas da curva-S, são capazes de mostrar as alternativas para a evolução futura.

O objetivo geral é, portanto, o de desenvolver um modelo relacionando as fontes de informação do sistema de PI e as ferramentas da TRIZ para utilização na estimativa do grau de maturidade e no mapeamento do padrão evolutivo dos produtos.

Já com relação aos objetivos específicos da tese, são apontados os seguintes:

1. Desenvolver metodologias para a extração e a filtragem de informações do sistema de patentes de modo a mapear o padrão evolutivo de produtos, traçar trajetórias tecnológicas ou comparar diferentes tecnologias e produtos.
2. Fazer prospecção tecnológica e, no processo de desenvolvimento de produtos, auxiliar a gestão de portfólio e identificar novas tecnologias, ideias e oportunidades para novos produtos.
3. Aplicar o modelo e as metodologias desenvolvidas num estudo de caso para avaliação da estrutura analítica proposta e da viabilidade da sua aplicação.

Adicionalmente, a aplicação do modelo pode favorecer desdobramentos tais como o entendimento das trajetórias de capacitação das empresas, no passado, e o que será necessário no futuro para as evoluções previstas para os próximos produtos e tecnologias, assim como o acompanhamento das evoluções de empresas e de tecnologias concorrentes.

Discussão da originalidade do trabalho

O uso das informações do sistema de patentes tornou-se um elemento essencial para a inteligência competitiva e o monitoramento tecnológico, passando a representar uma importante fonte de ideias no desenvolvimento de produtos e na inovação a partir

das bases de dados disponíveis e das ferramentas de prospecção desenvolvidas. No Capítulo 3, Subseção 3.2.2 (As interfaces do PDP com a estratégia e com a PI), são citados alguns exemplos desse uso, encontrados em teses nacionais. Adicionalmente, foram encontradas teses especificamente baseadas na TRIZ para orientar o processo de desenvolvimento de produtos.

Por exemplo, Aguiar (2011) cita a TRIZ como uma das estruturas para auxílio na geração de alternativas de projeto de produtos;¹³ Carvalho (1999) propõe um modelo para a solução de problemas nas etapas iniciais do desenvolvimento de produtos baseado em métodos de criatividade, dentre os quais se destaca a TRIZ; Demarque (2005) fornece uma descrição abrangente da TRIZ e aplica as ferramentas da teoria em estudos de caso para melhorias em componentes e processos de produção na indústria automotiva; Kiatake (2004) propõe a TRIZ como uma alternativa metodológica no início dos projetos arquitetônicos como ferramenta de sistematização do problema, de busca de soluções e de identificação de ideias; Carvalho (2007) propõe uma metodologia para gerar ideias de novos produtos, usando os conceitos e ferramentas da TRIZ, com base na maximização do valor em termos mercadológicos.

Além desses, foram encontrados trabalhos mostrando metodologias diretamente voltadas para a definição das direções de evolução dos produtos, com base em ferramentas e conceitos da TRIZ, de modo a gerar ideias e a identificar oportunidades para desenvolvimento. Alguns desses trabalhos são indicados abaixo, cujos resumos se encontram na Subseção 5.3.2 (O uso estratégico e o potencial analítico da TRIZ):

- Tan (2005) utiliza os padrões de evolução para produzir ideias inovadoras e as ferramentas de solução de problemas da TRIZ para desenvolver os conceitos de projeto;
- Segundo Zlotin et al. (2011), os padrões de evolução podem ser utilizados para a avaliação do nível de avanço de uma dada tecnologia, para comparação com as suas concorrentes ou para identificação dos próximos passos evolutivos;
- Em Mann e Dewulf (2002), os padrões de evolução e o potencial evolutivo são considerados guias na determinação das oportunidades e dos limites de desenvolvimento de uma larga variedade de sistemas;
- Verhaegen et al. (2009) apresentam um algoritmo para identificar o potencial evolutivo e as possíveis melhorias em um produto, por meio da análise de patentes e da identificação de categorias de palavras;

¹³ A exemplo de outros autores como Otto e Wood (2001) e Ulrich e Eppinger (2011).

- Zhang et al. (2007) apresentam o mapeamento do potencial evolutivo de produtos usando uma análise histórica de patentes para identificar a evolução dos principais elementos e tecnologias do produto, e para definir as linhas de evolução mais relevantes a serem usadas no mapeamento;
- Fey e Rivin (1999) determinam os estágios já alcançados nas linhas de evolução a partir das trajetórias de desenvolvimento de determinadas características dos produtos, identificadas em patentes. A metodologia inclui o uso das leis de evolução dos sistemas para a previsão tecnológica e de outras ferramentas da TRIZ para a formulação e a solução de problemas.
- Fey e Rivin (2005) detalham mais essa metodologia no chamado processo *TecNav*, utilizando a curva-S e as leis de evolução para desenvolver produtos e tecnologias da próxima geração.

Os três primeiros trabalhos apresentam uma visão mais genérica e analítica das metodologias, não envolvendo a busca de informações no sistema de patentes. O trabalho de Verhaegen et al. (2009) propõe uma seleção computadorizada das linhas de evolução mais adequadas ao produto em análise, a partir da mineração de patentes e da identificação de categorias de palavras. De forma similar, Zhang et al. (2007) usam as informações das patentes para selecionar os elementos do produto e as linhas de evolução a serem utilizadas nas análises. Fey e Rivin (1999; 2005) utilizam as informações das patentes para identificar o estágio atual dos produtos nas linhas de evolução, e a curva-S e as leis de evolução para tomar decisões estratégicas de desenvolvimento.

Em comparação com a literatura encontrada, a metodologia e as ferramentas desenvolvidas neste trabalho visam não só ao mapeamento evolutivo, mas também à definição de estatísticas e de estimativas do grau de maturidade dos produtos e tecnologias. Com relação a algumas etapas da metodologia, a determinação das trajetórias de evolução de produtos é feita de forma similar à de alguns artigos mencionados acima, mas a definição das linhas de evolução a serem utilizadas e o mapeamento evolutivo seguem metodologias específicas deste trabalho. Adicionalmente, a perspectiva do estado da técnica das patentes é utilizada na discussão e na validação dos mapeamentos realizados, de modo a auxiliar nas escolhas de tecnologias e ideias para desenvolvimento.

1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho se inicia com a metodologia da pesquisa, no Capítulo 2, que pode ser descrita como o mapa do caminho percorrido desde a colocação da questão, do tema e dos objetivos, até a realização do estudo de caso, apresentado no Capítulo 7, e as conclusões. Aqui se destaca o aspecto interativo do trabalho, partindo do referencial teórico escolhido para a pesquisa bibliográfica, na qual se obteve indicações do uso estratégico das patentes e da TRIZ, passando por exercícios com informações do sistema de patentes e com a metodologia da TRIZ para avaliar o potencial analítico da ferramenta, e realimentando o referencial teórico de modo a definir o modelo proposto.

A revisão teórica do Capítulo 3 procura aprofundar os papéis estratégicos do desenvolvimento de produtos e da propriedade intelectual, focalizando as suas interfaces com a estratégia de negócios das empresas.

Em especial, são ressaltados alguns conceitos e visões que influenciaram o trabalho: o posicionamento da inovação e do desenvolvimento de produtos no centro das estratégias de negócios das empresas; o modelo das capacitações dinâmicas, um enfoque de estratégia bastante apropriado para as dinâmicas atuais da inovação, do desenvolvimento tecnológico e dos negócios; os conceitos de ciclo de vida dos produtos e de curva-S, introduzidos por alguns autores no estudo do processo de inovação; as interfaces do desenvolvimento de produtos com a estratégia das empresas e com a propriedade intelectual, na fase inicial do PDP, o chamado *fuzzy front-end* (FFE).

O Capítulo 4 trata da propriedade intelectual, mas principalmente das patentes. As seções sobre a visão histórica e as discussões sobre o sistema de patentes procuram mostrar o panorama controverso que sempre envolveu o assunto, enquanto a seção sobre a utilização no Brasil reflete as limitações do uso do sistema pelas empresas nacionais. Também se procura apresentar informações básicas sobre as patentes para subsidiar a metodologia empregada no levantamento de informações.

No Capítulo 5, é apresentada a TRIZ, uma teoria cujos conceitos e ferramentas servem de base para o modelo analítico proposto. Da história dramática do seu criador e dos fundamentos da chamada TRIZ clássica, já consolidada como uma metodologia para solução de problemas técnicos e geração de conceitos de projeto, o capítulo passa por uma visão geral da teoria e de algumas das suas principais ferramentas, e termina com os conceitos dos padrões de evolução e do potencial analítico que integram uma vertente estratégica, mais recente.

O Capítulo 6 apresenta o modelo de análise proposto, construído a partir das disciplinas que fundamentam o trabalho, a propriedade intelectual (PI), a teoria da solução dos problemas inventivos (TRIZ) e o processo de desenvolvimento de produtos (PDP). Sustentada por essas disciplinas como se fossem pilares, a metodologia para extração e análise de informações é apresentada através do detalhamento das suas etapas de aplicação.

Já o estudo de caso apresentado no Capítulo 7 se constitui num elemento essencial do trabalho, pela aplicação do modelo de análise num exercício de prospecção tecnológica e geração de ideias para o desenvolvimento de produtos. O capítulo se inicia com o planejamento e a escolha da empresa e do produto do estudo de caso, importantes etapas para o sucesso do trabalho. A seguir, as etapas da metodologia são desdobradas nas pesquisas de informações e na estimativa da curva-S, no mapeamento do padrão evolutivo do produto e na discussão e análise dos resultados.

O último capítulo, o Capítulo 8, conclui o trabalho fazendo uma discussão do modelo, dos resultados obtidos e das limitações do trabalho, para depois avançar outras possibilidades de utilização e os possíveis desdobramentos do trabalho.

2 METODOLOGIA DE PESQUISA

Neste capítulo, é apresentado o encaminhamento da pesquisa que se iniciou com a definição das disciplinas envolvidas no trabalho e passou por sucessivas pesquisas bibliográficas, análises da literatura e realização de exercícios práticos para teste de ideias e conceitos, até se chegar a uma proposta de modelo para o mapeamento do padrão evolutivo dos produtos. Ao final do capítulo, são indicados os principais aspectos que motivaram a escolha do método de estudo de caso para este trabalho, enquanto a descrição do modelo e o detalhamento do estudo de caso são apresentados no Capítulo 6.

A metodologia de pesquisa pode ser considerada como uma aproximação do modelo de pesquisa “interativo”, que é definido por Maxwell (2005) como um “contínuo processo que vai e volta entre os diferentes componentes do projeto, avaliando as implicações dos objetivos, teorias, questões da pesquisa, métodos e ameaças de validade de um [componente] para o outro” (tradução do autor) – ver a Figura 1.

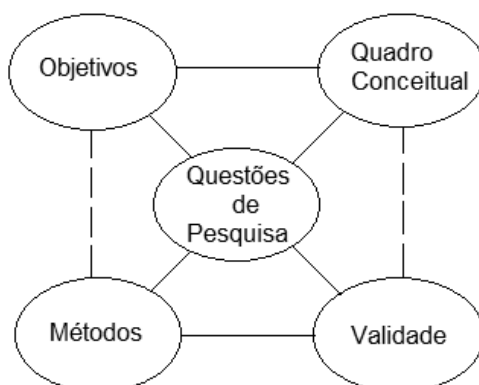


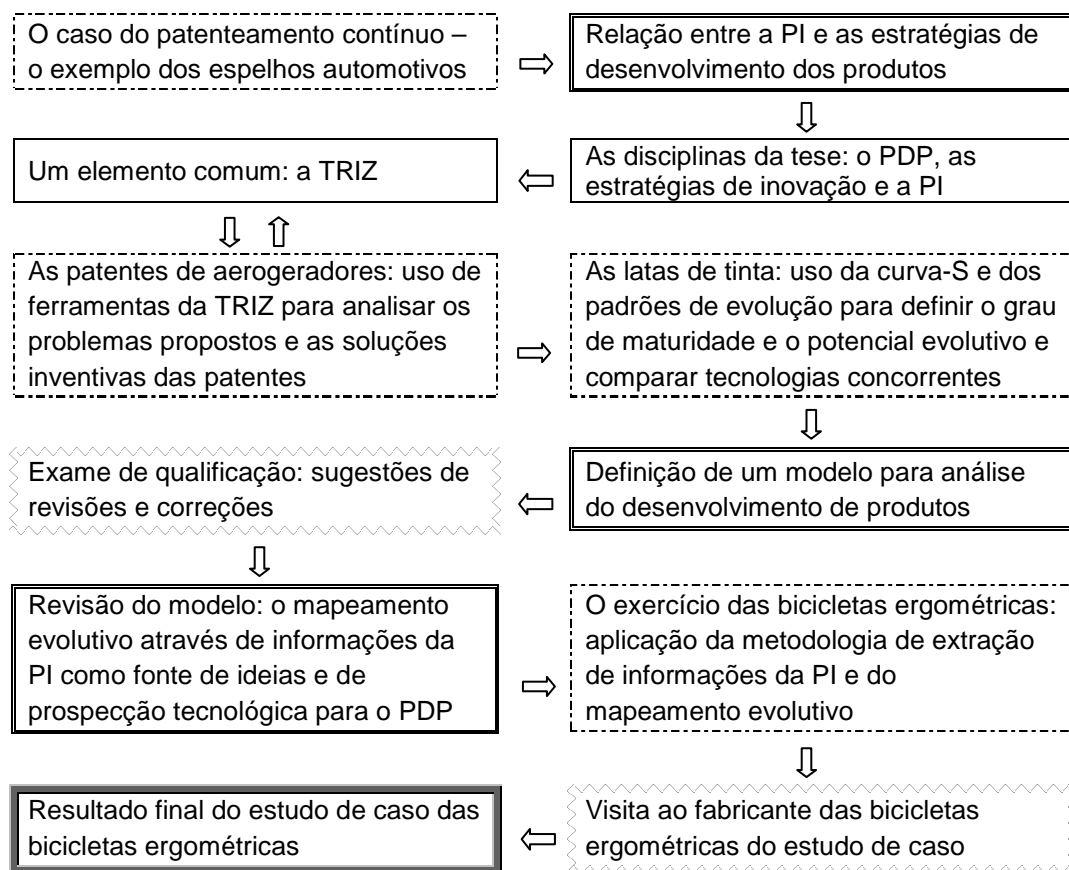
Figura 1 – Um modelo interativo para projeto de pesquisa
Fonte: Maxwell (2005)

No projeto deste trabalho, a questão de pesquisa trata da investigação sobre o uso da PI como fonte de informações para o desenvolvimento dos produtos; os objetivos estão voltados para definir as direções de evolução, gerando ideias e oportunidades de novos produtos; o quadro conceitual está voltado para a disciplina do PDP e a sua relação com as estratégias de desenvolvimento tecnológico e da inovação, e com a propriedade intelectual; o método é representado por uma estrutura analítica baseada na TRIZ; e a validade é obtida por exercícios exploratórios e pelo estudo de caso da tese.

A Seção 2.1 apresenta a seleção do referencial teórico com base nas disciplinas nomeadas no projeto e a Seção 2.2 apresenta os resultados das pesquisas efetuadas.

Já os exercícios descritos na Seção 2.3 foram usados, desde o início, como elementos articuladores da interação entre os componentes do projeto. Esses exercícios podem ser entendidos, também, como estudos do tipo piloto ou exploratório, conforme Maxwell (2005), “para testar ideias ou métodos e explorar as suas implicações, ou para desenvolver indutivamente uma teoria *fundamentada*”. Na Seção 2.4, o método do estudo de caso é descrito e comparado com outros métodos de pesquisa, para mostrar a sua adequação a esse trabalho, e na Seção 2.5, são definidas a abrangência e as limitações do trabalho.

A Figura 2 mostra o caminho da pesquisa envolvendo os exercícios com o sistema de patentes e a TRIZ, a colocação de hipóteses ou proposições, as pesquisas no referencial teórico, as etapas de revisão ou validação, até chegar-se ao resultado final do estudo de caso. Embora ilustrado de forma sequencial, realçando o aspecto temporal, o caminho da pesquisa teve muitas interações entre as suas etapas.



Legenda

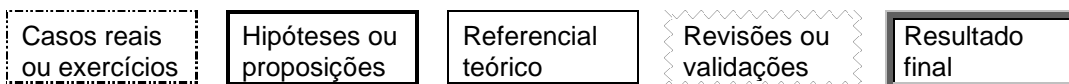


Figura 2 – O caminho da pesquisa

2.1. SELEÇÃO DO REFERENCIAL TEÓRICO

O desenvolvimento do referencial teórico, segundo Maxwell (2005), não deve apenas resumir um conjunto de publicações teóricas ou empíricas pelas seguintes razões:

- Ao estreitar a busca “na literatura”, ignoram-se outras fontes de informações, como a rede informal de pesquisadores na área de pesquisa e a própria experiência e as pesquisas exploratórias do autor. Assim, o uso da experiência deve fazer parte do processo de investigação como uma importante fonte de *insights*, hipóteses e verificações de validade.
- Ao se utilizar de uma estratégia para “cobrir o campo”, perde-se um foco mais específico naqueles estudos e teorias que são particularmente relevantes para a nossa pesquisa.
- Ao se considerar a revisão bibliográfica uma tarefa simplesmente descritiva, ignora-se o seu aspecto crítico e deixa-se de buscar caminhos alternativos.

O referencial teórico foi escolhido dentro do quadro conceitual desenvolvido ao longo do projeto, entendendo-se como quadro conceitual “o sistema que suporta e informa a pesquisa, sendo tal sistema composto por conceitos, pressupostos, expectativas, crenças e teorias” (MAXWELL, 2005). Segundo esse autor, o quadro conceitual pode ser construído com base em: (1) o próprio conhecimento empírico; (2) teorias e pesquisas existentes; (3) pesquisas próprias, do tipo piloto ou exploratórias; (4) experimentos mentais.

O paradigma que tem norteado o projeto, desde o início, é o estabelecido pelo PDP, uma disciplina que tem sido dominante para o desenvolvimento de produtos nos dias atuais. Os aspectos do desenvolvimento tecnológico, da inovação e da propriedade intelectual são intimamente ligados ao PDP e estão, todos, correlacionados entre si pelo problema da pesquisa. Já a TRIZ surgiu ao longo da pesquisa bibliográfica e foi incorporada, posteriormente, como área de interesse dessa pesquisa. Assim, tanto os conhecimentos empíricos quanto os teóricos embasaram a escolha do PDP e dos aspectos a ele relacionados, enquanto no caso da TRIZ, a escolha resultou das pesquisas bibliográfica e exploratória.

Mais especificamente com relação à preparação da pesquisa bibliográfica, a partir da questão de pesquisa e da hipótese em prova, Booth et al. (2008) recomendam “a pesquisa sistemática naquelas fontes cujos dados levarão ao teste da nossa hipótese, suportando-a ou, melhor, confrontando-nos para melhorá-la ou abandoná-la” (tradução do autor). Esses autores também chamam a atenção para a

importância das fontes e dos documentos servirem de evidência para nos auxiliar nas nossas respostas, e serem confiáveis.

Hart (2008) identifica os seguintes aspectos numa estratégia e num projeto de pesquisa acadêmica: formulação dos problemas de pesquisa e a sua tradução em projetos práticos; identificação de trabalhos relacionados ao assunto e definição de um foco; organização do trabalho em termos de prazos, dados e recursos; avaliação dos diferentes fundamentos metodológicos; considerações éticas e morais.

Hart (2008) também destaca a integração como um elemento chave no trabalho acadêmico, ao fazer a conexão entre ideias, teoria e experiência. Por outro lado, esse autor aponta que “a escolha de um assunto em particular, junto com a decisão de pesquisá-lo usando uma estratégia específica, ao invés de outra, e de apresentá-lo num certo estilo, são decisões de projeto baseadas numa visão da pesquisa assumida previamente”.

A Seção 2.2 apresenta as estratégias de busca e os resultados obtidos para cobrir os aspectos fundamentais do assunto da pesquisa. Além disso, foram feitas pesquisas na bibliografia de autores de referência do PDP, da gestão da inovação, da estratégia empresarial e dos documentos mais relevantes encontrados nas buscas. No campo da PI, além da literatura e do referencial teórico obtido no curso MBA – Analista de Políticas Públicas com ênfase em Inovação e Propriedade Intelectual,¹⁴ tem-se recebido automaticamente, desde 2005, artigos da área pela base de dados Science Direct.

2.2. A PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Ao destacar a importância da busca sistemática e da leitura crítica da literatura para a pesquisa acadêmica, e apontar os propósitos da revisão bibliográfica na pesquisa, Hart (2008) afirma que “são as ideias e o trabalho de outros que irão fornecer ao pesquisador a estrutura para o seu próprio trabalho; isso inclui pressupostos metodológicos, técnicas para coleta de dados, conceitos chave e estruturação da pesquisa numa tese acadêmica convencional”. Dessa forma, esse autor define a revisão bibliográfica como sendo:

A seleção dos documentos disponíveis (publicados e não publicados) sobre o assunto, que contêm informações, ideias, dados e evidências escritos sob um ponto de vista particular para atender a certos objetivos ou expressar certas visões sobre a natureza do assunto e

¹⁴ Curso realizado no Instituto de Economia, da UFRJ, de Março de 2005 a Outubro de 2006.

como ele deve ser investigado, e a avaliação efetiva desses documentos com relação à pesquisa que está sendo proposta.

As pesquisas bibliográficas em bases dados foram realizadas em diferentes etapas, conforme descrito nos itens seguintes:

1- Pesquisa no sistema de bases de dados Dialog

Trata-se de um provedor de informações científicas e de negócios com mais de 900 bases de dados divididas em grandes categorias de assunto, cobrindo todas as áreas tecnológicas e também englobando as mais variadas áreas de interesse, tais como negócios, governo, PI, medicina / fármacos, ciências humanas, etc.

As bases escolhidas para pesquisa foram:

- Inspec: cobre as áreas da Física, Engenharias Elétrica e Eletrônica, Computadores, Tecnologia da Informação para Negócios, Engenharias Mecânica e de Produção;
- Business & Industry: provê informações sobre empresas, indústrias, mercados e produtos;
- Business & Management Practices: contém informações sobre os processos e estratégias de gerenciamento dos negócios;
- Technology and Management (TEMA®): contém informações técnicas e científicas de literatura internacional e da Alemanha.

Nas páginas seguintes, a Tabela 1 mostra as buscas realizadas nos dias 25, 20 e 10/05/2010, e a Tabela 2 a realizada em 22/05/2012. As buscas da Tabela 1 utilizaram praticamente a mesma estratégia, com variações na filtragem final de palavras no título.¹⁵ Como os títulos de artigos nas bases de dados Dialog são revisados para aprimorar a definição do assunto dos artigos, a filtragem nos títulos de um grande volume de artigos (cerca de 10 000, nas buscas de 2010) foi capaz de fornecer um grupo limitado, mas relevante de documentos para a pesquisa. A segunda busca (de 2012) também repetiu a estratégia anterior, mas foi voltada especificamente para filtrar o termo “TRIZ”.

¹⁵ A Tabela 1 apresenta os resultados parciais apenas da busca de 25/05 junto com os resultados finais de cada filtragem; as observações após a Tabela 1 são válidas para as duas tabelas. Ressalta-se, também, a variação na quantidade de publicações de cada linha ou assunto nas tabelas, no período de dois anos ocorrido entre as buscas de 2010 e 2012 (12% no assunto propriedade intelectual, 6% em desenvolvimento de produtos e 17% em inovação e desenvolvimento tecnológico).

Tabela 1 – Buscas realizadas nas bases de dados Dialog em Maio de 2010

LINHA	PALAVRA, SENTENÇA OU COMBINAÇÃO	TOTAL
1	patent? ? or appropriat? or intellectual(w)property or IPR? ?	656103
	patent? ?	110000
	appropriat?	400897
	intellectual(w)property	206004
	IPR? ?	3515
2	product? ? (2n) (develop? or plan? or design?)	413074
	product? ?	2843006
	(develop? or plan? or design?)	8606454
3	innovation? ? or (technolog? (2n) develop?) or (technolog? (2n) aquisition) or (technolog? (2n) outsourc?)	304564
	innovation? ?	174503
	(technolog? (2n) develop?)	140216
	(technolog? (2n) aquisition)	3
	(technolog? (2n) outsourc?)	4226
	BUSCA EM 25/05/2010	
	Combinação das linhas “1”, “2” e “3”	10840 (ver “e”)
	Artigos contendo títulos com (product? ? and (strateg?))	111
	BUSCA EM 20/05/2010	
	Combinação das linhas “1”, “2” e “3” da busca de 20/05	9926 (ver “e”)
	Artigos contendo títulos com (product?? and patent? ? and design?)	5
	BUSCA EM 10/05/2010	
	Combinação das linhas “1”, “2” e “3” da busca de 10/05	9925 (ver “e”)
	Artigos contendo títulos com (product? ? and patent? ? and develop?)	12

Observações:

- O total correspondente a cada linha refere-se ao resultado da combinação de palavras conforme a sentença da linha, com os resultados parciais de cada palavra ou termo sendo apresentados abaixo de cada linha;
- Resultados das linhas “1”, “2” e “3” referem-se à busca efetuada em 25/05/2010;
- O operador “? ?” indica palavras no singular ou no plural; o operador “?” indica a palavra e as palavras derivadas com sufixos;
- O operador (w) indica as palavras na sequencia indicada e o operador (2n) indica de zero a dois termos entre as palavras, com as palavras em qualquer sequencia.
- A diferença entre esses resultados (10840, 9926 e 9925) deveu-se à diferença entre o truncamento “technolog?”, em 25/05, e “technology” nas outras buscas, e a menos termos de pesquisa na linha “3”, nas outras buscas, em relação à de 25/05.

Tabela 2 – Buscas realizadas nas bases de dados Dialog em 22/05/2012

LINHA	PALAVRA, SENTENÇA OU COMBINAÇÃO	TOTAL
1	patent? ? or appropriat? or intellectual(w)property or IPR? ?	735929
	patent? ?	122254
	appropriat?	465618
	intellectual(w)property	216095
	IPR? ?	3758
2	product? ? (2n) (develop? or plan? or design?)	438428
	product? ?	3219376
	(develop? or plan? or design?)	9789090
3	innovation? ? or (technolog? (2n) develop?) or (technolog? (2n) aquisition) or (technolog? (2n) outsourc?)	356933
	innovation? ?	213722
	(technolog? (2n) develop?)	156098
	(technolog? (2n) aquisition)	3
	(technolog? (2n) outsourc?)	4727
4	TRIZ	604
	Combinação das linhas “1”, “2”, “3” e “4”	34

A análise dos artigos foi iniciada listando-se todos os títulos dos artigos filtrados nas buscas e, em seguida, os resumos dos artigos considerados relevantes ao tema da pesquisa (em alguns casos, o provedor forneceu também o texto completo dos artigos). No caso das buscas da Tabela 1, foram listados dezoito artigos para obtenção *online* de resumos e textos completos. No caso da Tabela 2, foram obtidos e lidos os resumos de dez artigos. A relação completa dos documentos considerados relevantes é apresentada no Apêndice A.

2- Pesquisa no sítio do TRIZ – journal¹⁶

Pesquisa de artigos, realizadas em 24 e 30/04/2011, e 10/06/2011, utilizando as seguintes alternativas de palavras: “design AND strategy”, “product AND strategy” e “business AND strategy”. Encontrados dez artigos muito relevantes para o assunto da tese (ver Apêndice A).

¹⁶ Disponível em <http://www.triz-journal.com/>

3- Pesquisa na base de dados Science Direct

A pesquisa realizada em 17/05/2011 para o termo “TRIZ” nos campos de título, resumo e palavras chave encontrou 125 artigos, sendo seis artigos muito relevantes para o assunto da tese (ver Apêndice A).

4- Pesquisas em bancos de teses

A Tabela 3 apresenta as condições e os resultados de algumas buscas efetuadas em bancos de teses nacionais no período de 21 a 26/05/2012.

Tabela 3 – Buscas realizadas em bancos de teses

TERMO DE BUSCA (a)	UFRJ	USP	UFRGS	UFSC	BDTD
Desenvolvimento de produtos	130	69	55	81 (c)	---
Patentes	288	43	101	208	---
Desenvolvimento de produtos e patentes	3	1	---	14	32 (d)(e)

Observações:

- Buscas realizadas nos resumos, exceto quando indicado;
- BDTD – Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações;
- Busca em título, porque em resumo excedeu o limite de 1000 resultados;
- Busca com “desenvolvimento de produto” em assunto e “patentes ou propriedade intelectual” em resumo;
- Instituições com maiores resultados na BDTD: UFSCarlos (10) e USP (7)

Todos os títulos das teses encontradas foram lidos, além de diversos resumos disponíveis *online*, separando-se 16 obras para avaliação mais detalhada, conforme relação no Apêndice A, das quais algumas são discutidas nos capítulos seguintes deste trabalho.

2.3. EXERCÍCIOS PARA AVALIAÇÃO DO ENFOQUE PROPOSTO

Na Seção 1.1 foi apresentado um exemplo de patenteamento contínuo que motivou o início deste trabalho e que teve o objetivo de testar, num exercício real com informações do sistema de patentes, a possibilidade de se avaliar as estratégias de desenvolvimento de produtos a partir das informações desse sistema. Nesta seção, são apresentados dois outros exercícios realizados ao longo da pesquisa para testar e avaliar, de forma prática, aspectos conceituais e possibilidades de ideias e ferramentas que fazem parte da pesquisa. Esses exercícios resultaram num trabalho apresentado em Congresso e num artigo submetido a periódico.

2.3.1. O papel estratégico do PDP e da propriedade intelectual (PI) em um teste com ferramentas da TRIZ

Este exercício foi proposto após se ter uma visão geral do PDP ao longo da matéria Gestão Integrada do Desenvolvimento de Produtos Industriais e de se perceber indícios, nas buscas iniciais realizadas em 2010, dos papéis estratégicos desempenhados pela PI e pela TRIZ nos processos de inovação e desenvolvimento de produtos.

Em especial, destacou-se a fase de planejamento do PDP por desempenhar uma importante interface entre as estratégias de negócios e o desenvolvimento de produtos, quando se avalia o ambiente tecnológico e se estabelecem os objetivos mercadológicos das empresas. E é nesse ambiente que surgiram alguns trabalhos mostrando um papel mais proativo da PI no mapeamento tecnológico, na inteligência competitiva ou na coevolução das estratégias de desenvolvimento e de proteção patentária.

Como objeto do exercício foi escolhido o aerogerador, o principal componente da tecnologia eólica, trabalhando-se com o portfólio de patentes de um industrial alemão que havia surgido em trabalho anterior de prospecção tecnológica como um depositante muito agressivo nessa área.

Já com relação à TRIZ, foram escolhidas duas das ferramentas mais conhecidas da teoria que, combinadas, constituem numa poderosa metodologia para a solução de problemas ou a implantação de melhorias em projetos, a Matriz de Contradições e os 40 Princípios Inventivos (apresentados com mais detalhes no Capítulo 5).

A metodologia do exercício consistiu em: (a) elaboração do perfil das invenções do industrial, através do sistema de classificações de patentes, para se escolher uma amostra de dez patentes representando os tipos de invenções mais frequentes; (b) análise das informações contidas nas patentes para identificar os problemas a serem resolvidos em termos das contradições técnicas existentes na área; (c) emprego da Matriz de Contradições para identificar os Princípios Inventivos mais adequados a cada caso; (d) correlacionar os problemas indicados pelo inventor e as soluções inventivas encontradas para subsidiar as análises do exercício.

No final, o exercício confirmou o papel informativo das patentes sobre as principais premissas dos desenvolvimentos associados às invenções e permitiu a percepção de algumas estratégias de projeto e de negócio do inventor. Além disso, demonstrou as perspectivas promissoras da TRIZ como uma ferramenta analítica das estratégias de desenvolvimento de produtos.

2.3.2. Usando a TRIZ e as informações das patentes para estudar a evolução tecnológica das latas de tinta

A necessidade deste estudo de caso surgiu após a revisão bibliográfica do assunto da tese, quando foram levantados diversos trabalhos que apontavam para o potencial analítico e estratégico da TRIZ. A partir dessa constatação, colocou-se a questão da viabilidade do objeto da tese, ou seja, da possibilidade de se combinar informações da PI com ferramentas da TRIZ para se analisar as trajetórias de desenvolvimento e o potencial evolutivo dos produtos, ou se comparar o potencial evolutivo de diferentes tecnologias.

O estudo de caso faz uma breve introdução da TRIZ, uma teoria desenvolvida por Genrich Altshuller, e descreve as duas ferramentas da teoria utilizadas no trabalho: as métricas de análise da evolução dos sistemas técnicos para definir o grau de maturidade de um sistema na sua curva-S e os padrões de evolução dos sistemas técnicos.¹⁷

O produto de referência escolhido para estudo foi uma lata metálica de tinta, fabricada por uma empresa brasileira inovadora, um produto tecnologicamente simples, porém com alguns requisitos de segurança por se tratar de vasilhame qualificado para transporte de produtos perigosos. Os histogramas dos depósitos de patentes no USPTO,¹⁸ nas classes em que se insere o produto, mostraram que a tecnologia das latas metálicas se encontra num estágio maduro, segundo a métrica definida por Altshuller. Em uma situação oposta, encontra-se a tecnologia competidora dos vasilhames de plástico que ainda apresenta uma taxa crescente de depósitos de patentes.

Já os padrões de evolução, originalmente chamados por Altshuller (1984) de leis gerais da dialética ou leis do desenvolvimento dos sistemas técnicos, são baseados no axioma de que “a evolução de todos os sistemas técnicos é governada por leis objetivas” (Altshuller, 2002). Seguidores e pesquisadores que prosseguiram o trabalho de Altshuller definiram linhas ou tendências de evolução, mais específicas e com maior poder de previsão, que foram usadas no estudo de caso com o objetivo de representarem “dimensões” para decomposição e análise do produto.

Para cada uma das dez linhas escolhidas para análise da tecnologia das latas metálicas procurou-se definir o estágio atual do produto de referência, ou de seus equivalentes, buscando no sistema de patentes os primeiros projetos exemplares para

¹⁷ Sistema técnico pode ser definido como algo que realiza uma função (ALTSHULLER, 2002).

¹⁸ Sigla em inglês do escritório americano de patentes e marcas registradas.

se situar historicamente a tecnologia, assim como para visualizar as transições entre estágios.¹⁹ ²⁰ O resultado da análise foi representado num gráfico tipo radar para mostrar o potencial evolutivo nas dez linhas como sendo a diferença entre a área coberta pelos estágios atuais de cada linha e a periferia do gráfico, que representa o limite de evolução, ou seja, a “idealidade” do produto em questão.

A visão retrospectiva proporcionada pelas patentes permitiu definir o estágio atual das latas metálicas, na evolução para a idealidade, e também fazer uma comparação com a tecnologia dos vasilhames plásticos. O processo de decomposição e análise do produto foi útil para entendimento da estratégia de desenvolvimento da indústria de latas metálicas, prevendo projetos futuros e o potencial de produtos competidores. Finalmente, o estudo de caso demonstrou que a estrutura de análise proposta era viável de ser explorada e desenvolvida ao longo da tese.

2.4. O ESTUDO DE CASO COMO MÉTODO DE APLICAÇÃO DO MODELO

Assim como a motivação da pesquisa surgiu da observação de uma sistemática adotada por muitas empresas líderes (a contínua proteção de seus produtos por patentes), a sua consecução ou desdobramento deverá ocorrer de forma prática e real. Como será mostrado nesta seção, a abordagem do estudo de caso se apresenta como a mais apropriada, podendo ser combinada com outro tipo de abordagem.

Yin (2010) apresenta uma discussão sobre a escolha do método de pesquisa na área das ciências sociais, seja uma pesquisa com finalidade exploratória, descritiva ou explanatória. Entre os métodos normalmente empregados são citados: o do experimento, o do levantamento, o da análise de arquivos, o da pesquisa histórica e o do estudo de caso. Tal escolha se revela importante, não só pela necessidade de um rigor metodológico e de um cuidado com as ameaças à validade, mas também pelos pontos fortes e fracos de cada método considerado.

Para cada método, Yin (2010) coloca três condições para utilização, cuja relação com os métodos de pesquisa é mostrada na Tabela 4:

1. O tipo de questão da pesquisa: “quem?”, “o que?”, “onde?”, “como?” e “por quê?”
2. A extensão do controle que o investigador tem sobre os eventos comportamentais reais.
3. O grau de enfoque, se em eventos contemporâneos ou em eventos históricos.

¹⁹ Como, por exemplo, na linha referente à estrutura do material em que a tecnologia usual ainda está no primeiro estágio (homogêneo), mas já existe patente para lata de chapa compósita metal / plástico, um tipo de estrutura do segundo estágio (malha em 2D).

²⁰ De forma similar, porém bem mais limitada, foram feitas buscas de patentes de vasilhames plásticos para se verificar o potencial evolutivo da tecnologia.

Tabela 4 - Situações relevantes para diferentes métodos de pesquisa

Método	Questão	Eventos comportam.	Eventos contempor.
Experimento	Como, por quê?	Sim	Sim
Levantamento	Quem, o quê, onde,	Não	Sim
Análise de arquivos	quantos, quanto?	Não	Sim / não
Pesquisa histórica	Como, por quê?	Não	Não
Estudo de caso	Como, por quê?	Não	Sim

Fonte: Yin (2010)

Inicialmente, é discutida a questão da pesquisa para se responder à primeira condição, a partir do objetivo geral proposto na Seção 1.4 e reproduzido abaixo:

Desenvolver um modelo relacionando as fontes de informação do sistema de PI e as ferramentas da TRIZ para utilização na estimativa do grau de maturidade e no mapeamento do padrão evolutivo dos produtos.

Assim, a questão do trabalho se refere a “como utilizar as informações da PI e as ferramentas da TRIZ para estimar o grau de maturidade e fazer o mapeamento do padrão evolutivo dos produtos?”, tendo como base a proposição de que é possível estimar-se a maturidade dos produtos com as informações do sistema de PI e de que algumas ferramentas da TRIZ são úteis para a previsão da evolução de produtos. Como solução para essa questão, são propostos um modelo conceitual e uma metodologia de aplicação, apresentados e discutidos no Capítulo 6.

Com relação aos eventos comportamentais, não será necessário o seu controle pelo método a ser usado, pois o trabalho não tem as características de um experimento. Já a condição do grau de enfoque apresenta duas vertentes: o estudo retrospectivo das patentes como fonte de informações da maturidade dos produtos tem um viés histórico (com perguntas do tipo “quantos?” ou “quais?”), enquanto a prospecção tecnológica e o mapeamento evolutivo são, essencialmente, contemporâneos.

Desta forma, o método da pesquisa poderá ser o de um estudo de caso (explanatório) onde deverá ser feita uma análise de arquivos (descritiva) para o levantamento de informações para alimentar o modelo. Portanto, ao possuir as características relacionadas abaixo, por Yin (2010), o método do estudo de caso é considerado o mais apropriado para o desdobramento da pesquisa devido aos seguintes pontos:

- É uma investigação empírica profunda de um fenômeno contemporâneo, num contexto de vida real, em que os limites entre o fenômeno e o contexto não estão bem evidentes;
- É uma investigação onde existem muito mais variáveis de interesse do que pontos de dados, demandando múltiplas fontes de evidências para fazer uma convergência triangular dos dados, além de aproveitar a base teórica da pesquisa na orientação da coleta e da análise desses dados.²¹
- É um método abrangente que cobre os aspectos de projeto, de coleta de dados, de análise e de relato.

Yin (2010), entretanto, chama a atenção para a possibilidade da falta de rigor metodológico afetar a credibilidade de um estudo de caso quando se aceita evidências equivocadas ou se tem visões parciais influenciando na direção das observações e conclusões. Levando em consideração esse alerta, foi preparado o planejamento do estudo de caso apresentado, conforme a Seção 7.1 do Capítulo 7.

2.5. LIMITAÇÕES E ABRANGÊNCIA DA PESQUISA

O modelo proposto, entretanto, poderá apresentar algumas limitações ou dificuldades de implantação que devem ser levantadas e discutidas, tais como: (a) apesar da existência de um imenso acervo patentário, a sua proporção em relação a todo o conhecimento existente pode ser considerada pequena e as informações obtidas desse acervo podem não ser suficientes ou adequadas para análise; (b) no caso brasileiro, a baixa utilização de P&D no desenvolvimento de produtos e o pouco uso do sistema de patentes, pelas empresas nacionais, pode limitar a aplicação da estrutura de análise proposta apenas àquelas empresas que possuem políticas de investimento tecnológico e de proteção de PI.

O modelo se insere, também, mais no campo analítico e conceitual do que no campo instrumental. Embora o modelo considere uma metodologia detalhada para a sua aplicação em casos práticos, não fez parte do escopo do trabalho o desenvolvimento de metodologias de mineração de textos ou de ferramentas computacionais. Nas conclusões apresentadas no Capítulo 8, as limitações da pesquisa são revistas à luz dos resultados obtidos no trabalho, assim como são apresentadas sugestões para o seu desdobramento.

²¹ As fontes podem ser: documentação, registros de arquivos, entrevistas, observações diretas, observação do participante e artefatos físicos.

3 O PAPEL ESTRATÉGICO DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS E DA PROPRIEDADE INTELECTUAL

O desenvolvimento de produtos transformou-se numa dimensão competitiva vital para as empresas em função das mudanças políticas, comerciais e tecnológicas que ocorreram em escala global, tornando o Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) uma disciplina crítica para as empresas. Wheelwright e Clark (1992), por exemplo, iniciam o seu livro *Revolutionizing Product Development* afirmando que: “num ambiente competitivo que é global, intenso e dinâmico, o desenvolvimento de novos produtos e processos é, de forma crescente, um ponto focal de competição”.

Neste capítulo, são apresentadas na Seção 3.1 as visões de alguns autores sobre a crescente importância estratégica da inovação, do desenvolvimento de produtos e de novas tecnologias para as empresas, assim como sobre alguns conceitos que se pretende utilizar no trabalho. Na Seção 3.2, é feita uma apresentação geral da estrutura do processo de desenvolvimento de produtos (PDP), sob um viés mais estratégico, detendo-se, particularmente, sobre as fases iniciais do processo, algumas vezes chamadas de “processo frontal” ou *fuzzy front end*, aonde ocorrem as maiores interfaces da estratégia e da PI como o desenvolvimento de produtos.

3.1. ESTRATÉGIA, INOVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Hayes et al. (2008) tratam da construção da excelência operacional e de como elaborar uma estratégia de produção, relacionando-a com a estratégia competitiva da empresa. Ao trazer a definição da palavra *estratégia* do ambiente militar para o dos negócios, esses autores definem estratégia como “o estabelecimento de objetivos, a determinação de uma direção e o desenvolvimento e a implementação de planos, com a meta de ascender sobre o adversário”. Também é ressaltado que, para ser efetiva, a estratégia deve concentrar esforços e recursos em um número limitado de objetivos.

Assim, Hayes et al. (2008) identificam três níveis estratégicos nas empresas: o nível mais alto da estratégia corporativa com as decisões sobre a que tipos de indústria a empresa pertence e de quais mercados ela participa; o nível de cada unidade de negócio (UN), onde se pode ter uma estratégia própria para posicionar a empresa no setor do qual participa; e o nível das estratégias funcionais para sustentar as posições competitivas pretendidas pela empresa. Nesse terceiro nível se situam as estratégias da UN para as áreas de vendas, de produção, de finanças e de P&D, com o gerenciamento de projetos de novos produtos ou processos sendo colocado como uma atividade essencial da estratégia de produção.

Ao estudar a relação entre a inovação e a estratégia competitiva, Tigre (2006) define estratégia como sendo, a partir de Coombs et al (1992), “a seleção e implantação de um conjunto de objetivos com vistas a adaptar a empresa ao ambiente externo ou modificar esse ambiente para melhorar suas chances de sucesso”. Em sequência, o autor relaciona quatro enfoques ou conceitos de estratégia para estudar a relação entre os ambientes externo e interno das empresas:

- As cinco forças competitivas de Porter
- O enfoque baseado na teoria dos jogos
- O enfoque baseado em recursos
- As capacitações dinâmicas

Teece et al. (1997) colocam como questão fundamental do campo da gerência estratégica o conhecimento de “como as empresas alcançam e mantêm uma vantagem competitiva”, para iniciar uma discussão comparativa entre os quatro enfoques apresentados acima e destacar os principais aspectos do novo paradigma emergente, o das capacitações dinâmicas.

O conceito de estratégia baseado na teoria dos jogos é resumido por Tigre (2006) como se prendendo ao estudo do “movimento estratégico de uma empresa [que] visa influenciar o comportamento de outros agentes no mercado”. Teece et al. (1997) definem esse conceito como um enfoque de conflito estratégico que, tal como o enfoque das forças competitivas de Porter, procura focar nas imperfeições dos mercados de produtos, nas barreiras à entrada de competidores e na interação estratégica, de modo a lucrar com base em posições privilegiadas no mercado.

Por outro lado, no enfoque baseado em recursos, segundo Tigre (2006), as empresas priorizam a exploração de seus recursos específicos para a sustentação de suas estratégias, ao invés de se concentrarem na questão de posicionamento no mercado. Segundo Teece et al. (1997), a ênfase aqui é na eficiência ao nível da empresa para se ter custos significativamente mais baixos, ou produtos melhores, de modo que os lucros resultem de recursos específicos e raros da empresa, e não do seu posicionamento de mercado.

Os enfoques de Porter e das capacitações dinâmicas serão discutidos com mais detalhes nas subseções seguintes, dado o destaque e a significância desses conceitos para o estudo do processo da inovação. Também será apresentado o trabalho de

Teece (1986) que trouxe grande impacto para o estudo do aspecto estratégico da inovação, precedendo o surgimento da literatura sobre capacitações.²²

3.1.1. As cinco forças competitivas ou o enfoque de posicionamento

Segundo Porter (1986), “a essência da formulação de uma estratégia competitiva é relacionar uma companhia ao seu meio ambiente”. Para suportar essa visão, Porter apresenta um modelo para identificar as características básicas das indústrias,²³ o modelo das cinco forças que dirigem a concorrência: fornecedores, compradores, entrantes potenciais, produtos substitutos e concorrentes/rivalidade na indústria. Para enfrentar com sucesso essas cinco forças competitivas e obter retornos financeiros maiores, Porter (1986) indica três estratégias genéricas, a liderança no custo total, a diferenciação e o enfoque.

Tidd et al. (2008), ao estudarem as estratégias para a inovação, destacam como escolas mais influentes a racionalista e a incrementalista. A primeira, cujo principal protagonista é Igor Ansoff, foi influenciada pela experiência militar e é baseada na ação racional para avaliar, determinar e agir. Michael Porter, segundo aqueles autores, se insere nessa escola e a sua abordagem das “cinco forças” é capaz de situar as atividades tecnológicas das empresas num contexto mais amplo da indústria.

Já a escola incrementalista, de Henry Mintzberg, considera que a empresa tem um conhecimento muito imperfeito de seu cenário e deve “adaptar sua estratégia em face de nova informação e conhecimento, que ela deve conscientemente buscar obter” (TIDD et al., 2008).

Ainda com relação à questão tecnológica no modelo de Porter, Tidd et al. (2008) ressaltam o fato de que “a escolha de estratégia de produto [dentre as estratégias genéricas] tem implicações óbvias e diretas para a escolha de estratégia tecnológica, principalmente para prioridades de desenvolvimento de produto e processo”. Os autores destacam, também, o aspecto de posicionamento da estratégia inovadora da empresa como resultado da análise das forças, pelo efeito da rivalidade competitiva em incentivar a inovação e pelo fato da tecnologia conferir à empresa uma competência distintiva em relação à concorrência.

²² Segundo Pisano (2006), o artigo de Teece (1986) teve uma profunda influência nos campos da inovação e da estratégia, provocando um processo de convergência entre esses dois campos.

²³ O termo *indústria* aqui significando o meio ambiente onde a empresa compete.

Ao estudar as implicações estratégicas da evolução da indústria, Porter (1986) emprega duas metodologias, a do conceito do ciclo de vida de produto e a do processo evolutivo. No caso do ciclo de vida,²⁴ o autor faz prognósticos sobre estratégia, concorrência e desempenho para diversas competências e dimensões de competição das empresas ao longo das fases de evolução.²⁵ Já a metodologia do processo evolutivo cobre quatorze processos evolutivos típicos nas indústrias, entre os quais se incluem as inovações no produto, no marketing e no processo.

A inovação tecnológica, em especial, é considerada por Porter (1986) uma fonte importante de mudança estrutural. No caso de um produto novo, ele pode ampliar o mercado ou destacar a diferenciação do produto. Um produto novo introduzido rapidamente no mercado pode resultar, também, em barreiras de mobilidade (para as outras empresas) com novos métodos de fabricação e de distribuição, ou com custos mais altos de marketing.

O modelo de Porter, entretanto, é criticado por ter algumas limitações. Tigre (2006) aponta o fato das forças competitivas focarem, basicamente, o ambiente externo e apenas a força da rivalidade tratar da análise interna da empresa, ao comparar as suas forças e fraquezas com as de seus concorrentes.

Tidd et al. (2008) consideram que no modelo de Porter o poder da mudança tecnológica é subestimado na transformação estrutural da indústria, assim como a capacidade dos administradores é superestimada em desenvolver estratégias de inovação. Ou seja, segundo esses autores, Porter “subestima a importância de trajetórias tecnológicas e de competências organizacionais específicas das empresas para explorá-las”.

Embora Porter (1986) tenha destacado a importância da inovação tecnológica, como visto anteriormente, a crítica de Tidd et al. (2008) pode estar mais relacionada com alguns dos seguintes aspectos do modelo de Porter: (a) de existirem diversos outros fatores de análise que podem amenizar a questão tecnológica; (b) do papel da tecnologia ser visto mais como afetando a indústria como um todo do que a competitividade das empresas; (c) de não considerar ou prever as mudanças mais recentes no ambiente competitivo.

²⁴ O conceito de ciclo de vida é apresentado em detalhes na Subseção 3.1.4. O conceito divide as diferentes fases de evolução em: introdução ou nascimento, crescimento, maturidade e declínio (ver Figura 3).

²⁵ Os prognósticos sendo referenciados em trabalhos de diversos outros autores e as dimensões de competição envolvendo elementos tais como compradores, produto/mudança no produto, marketing, fabricação/distribuição, P&D, etc.

3.1.2. A importância da apropriação sobre as inovações

Teece (1986) procurou estudar as relações entre as estratégias empresariais, a propriedade intelectual e as políticas públicas para entender as razões do sucesso ou do fracasso das empresas inovadoras, considerando que em muitos casos os vencedores com a introdução de uma inovação no mercado eram os imitadores ou os concorrentes da empresa pioneira do desenvolvimento da inovação. Nesse trabalho, o autor definiu um modelo com três conceitos para a análise dos fatores determinantes de sucesso: o do regime de apropriação, o dos ativos complementares e o do paradigma de projeto dominante.

O regime de apropriação apontado por Teece se referiu à natureza da tecnologia envolvida – se era relativa a produto, a processo, a conhecimento tácito ou a conhecimento codificado -, e à eficácia do sistema legal de proteção à PI. Foram chamados de ativos complementares todos os demais passos, além do desenvolvimento da tecnologia básica, necessários à introdução de uma inovação no mercado – tais como marketing, fabricação, distribuição, serviços de pós-venda, etc. Já o paradigma de projeto dominante estava relacionado com a consolidação de um padrão técnico de uma nova tecnologia ou inovação.

Analisando as situações de regime forte e de regime fraco de apropriação, combinadas com diferentes possibilidades dos outros dois conceitos, e à luz de muitos exemplos de empresas e indústrias, Teece concluiu que o determinante da distribuição dos ganhos da inovação está mais relacionado com a estrutura das empresas do que com a estrutura dos mercados. Em particular, foi destacada a importância estratégica das fronteiras das empresas que devem estar acopladas, ou coerentes, com políticas públicas voltadas para o desenvolvimento de ativos complementares.

Pisano (2006) faz uma análise retrospectiva das contribuições do artigo de Teece (1986) nos campos da estratégia e da inovação, passados vinte anos após a sua publicação, e mostra que embora muitas ideias continuem válidas, alguns aspectos no ambiente das empresas mudaram. O autor destaca, em especial, o fato de que no artigo de Teece o regime de apropriação era considerado exógeno e as estratégias das empresas se voltavam para o posicionamento em ativos complementares, mais adequado ao regime vigente.

No momento mais atual, Pisano (2006) comenta que os regimes de apropriação são influenciados pelo comportamento e pelas estratégias das firmas, e os ativos complementares são considerados como dados. Como exemplos de regimes de apropriação que nem sempre são rígidos, ou apresentem forte proteção à PI, o autor

cita os casos do *software* aberto e do compartilhamento estratégico da propriedade intelectual pelas empresas.

Pisano (2006) conclui seu artigo colocando algumas questões para futura exploração na área da gerência estratégica, entre as quais se destacam: como as empresas podem moldar um regime de apropriação a seu favor? Quais são os mecanismos para se moldar um regime de apropriação? Quais são os arranjos institucionais alternativos?

Segundo Dosi et al. (2006), uma das principais contribuições do artigo de Teece (1986) foi a de “construir uma taxonomia de estratégias e de formas organizacionais, mapeando-as em características como bases de conhecimento, tecnologias de produção e mercados específicos em que as empresas inovadoras/imitadoras operam”. Tendo como pano de fundo o referido artigo, Dosi et al. (2006) fazem uma discussão crítica do papel e das consequências dos vários meios de apropriação, principalmente da PI, como forma de incentivo da inovação tecnológica.

Teece (2006) faz reflexões sobre a estrutura proposta no seu artigo de 1986, procurando identificar e rever os seus fundamentos teóricos e reconhecer as contribuições de outros autores que se seguiram. Além disso, procura relacionar o tema do artigo com outras literaturas de gerência estratégica, como a gerência baseada em recursos e a das capacitações dinâmicas, e também reconhece que o artigo poderia ser estendido e melhorado em uma série de áreas, as quais são discutidas resumidamente pelo autor. Algumas dessas reflexões são as seguintes:

1. A hipótese do artigo era de que a apropriação com o sucesso da inovação não dependia tanto da posição de mercado do inovador, mas da sua estrutura de ativos complementares, das decisões sobre o momento adequado para lançamento da inovação e das estruturas contratuais para acesso aos ativos complementares que faltavam.
2. O objetivo do artigo era explicar como “as escolhas gerenciais, a natureza do conhecimento, a proteção da PI e a estrutura de ativos da empresa impactam a habilidade de negócios da empresa em capturar lucros a partir da inovação” (TEECE, 2006).
3. Um dos achados do artigo foi que a imitação é função tanto das restrições legais da PI, quanto da reprodutibilidade da tecnologia, que depende em parte, por sua vez, se o conhecimento é tácito ou codificado.
4. Outro aspecto revelado é sobre a explicação de “como a proteção da propriedade intelectual de um inovador deveria impactar as decisões

estratégicas” e, além disso, de que “o portfólio da PI de uma empresa não pode ser gerenciado independentemente da sua estratégia de negócio, e que a formulação da estratégia de negócio requer a apreciação dos aspectos da PI”.

3.1.3. O modelo das capacitações dinâmicas

Tidd et al. (2008) discutem a abordagem estratégica das empresas, com relação à inovação, destacando: (a) o conhecimento específico da empresa como fator fundamental para o sucesso competitivo; (b) a estratégia corporativa que deve ser, essencialmente, inovadora para acumular estes conhecimentos específicos; (c) as características complexas e de contínua mutação dos cenários de inovação estratégica, com incertezas sobre os desenvolvimentos tecnológicos (presentes e futuros), ameaças competitivas e demandas de mercado; (d) a necessidade das estruturas e dos processos internos equilibrarem exigências potencialmente conflitantes.

Estes autores adotam e discutem em detalhes os três elementos da estratégia de inovação para a empresa, propostos por Teece e Pisano (1994): posição atual, em termos de ativos de propriedade tecnológica e intelectual, de cadastro de clientes e de relacionamento com fornecedores; caminhos tecnológicos, com referência às alternativas estratégicas disponíveis para a empresa e à atratividade das oportunidades que se apresentam; e processos organizacionais, vistos como o jeito como as coisas são feitas, as rotinas da empresa.

Tidd et al. (2008) também discutem a abordagem das capacitações dinâmicas, proposta por Teece e Pisano (1994) para integrar as várias dimensões da estratégia de inovação na estratégia corporativa, considerando a importância do caráter mutável (e complexo) do ambiente e da aprendizagem corporativa contínua, própria e alheia, para lidar com a complexidade e a mudança.

De forma similar ao enfoque baseado em recursos, o modelo das capacitações dinâmicas é colocado na classe de enfoques que buscam vantagens competitivas a partir de ganhos de eficiência no nível das empresas. Assim, o modelo se insere num contexto de rápidas mudanças tecnológicas no ambiente competitivo onde:

Vencedores no mercado global têm sido as empresas que demonstraram capacidade de resposta oportuna e inovação de produtos rápida e flexível, acoplada com uma capacitação gerencial para coordenar e reorientar efetivamente as competências internas e externas (TEECE et al., 1997, tradução do autor).

Ainda segundo Teece et al. (1997), o enfoque das capacitações dinâmicas compreende “identificar as dimensões das capacitações específicas da empresa que podem ser fontes de vantagens e explicar como a combinação de competências e recursos pode ser desenvolvida, implementada e protegida”. Para facilitar o entendimento do arcabouço teórico, esses autores definem diversos termos do modelo, tais como os seguintes:

- Capacitações dinâmicas
Referem-se às habilidades da empresa para integrar, construir e reconfigurar competências internas e externas para se adequar aos ambientes em constante mutação, com o termo “capacitação” enfatizando o papel da gerência estratégica e o termo “dinâmico” dando conta do caráter mutável do ambiente competitivo.
- Competência e competência básica
Competência é algo que a empresa faz de forma distintiva ou particularmente boa. As competências internas e externas que são difíceis de serem imitadas são capazes de suportar e valorizar produtos e serviços da empresa.
As competências básicas (*core competences*, em inglês) estão relacionadas ao cerne ou aos negócios fundamentais da empresa. Quanto mais uma competência básica da empresa for qualificada em relação às competências da concorrência, mais distintiva será essa competência.
- Recursos
São ativos específicos da empresa, difíceis de serem imitados.
- Processos
Processos (ou rotinas) gerenciais e organizacionais referem-se ao modo de operar na empresa, o “jeito como as coisas são feitas”.
- Posição
Refere-se à posição atual da empresa em campos específicos, ou com relação aos seus dons específicos, como tecnologia, propriedade intelectual, ativos complementares, base de clientes e relacionamentos com fornecedores.
- Caminhos
São as alternativas estratégicas da empresa, com as suas possibilidades de lucros (ou não) e os seus condicionamentos a dependências de caminho.
O desenvolvimento de competências, por exemplo, é condicionado e influenciado pelas escolhas do passado e pelo caminho de desenvolvimento seguido pela empresa, esse caminho não só mostrando as alternativas que estão disponíveis hoje como também definindo os limites do elenco de

alternativas que estará disponível no futuro. A dependência de caminho fica bem clara, também, na questão tecnológica com o efeito da demanda de mercado, pois quanto mais a tecnologia é usada, mais ela se torna atraente.

Uma observação sobre os termos “caminho” e “trajetória”

Teece et al. (1997) usam, preferencialmente, o termo caminho (no original, *path*), em comparação com o termo trajetória, embora com conotação semelhante. Nesse caso, pode-se supor que o termo caminho estaria mais relacionado com a situação ou a estratégia específica de uma empresa, diferenciando-se da conotação mais abrangente do termo trajetória, como no caso de trajetória tecnológica. Dosi et al. (2006), por exemplo, associam a noção de trajetórias tecnológicas com o progressivo aproveitamento das oportunidades tecnológicas subjacentes a cada paradigma tecnológico.²⁶

Teece et al. (1997) também discutem os quatro enfoques analíticos de estratégia competitiva, comparando suas características mais marcantes e observando que eles são complementares em alguns aspectos e competitivos em outros. Os enfoques das forças competitivas e do conflito estratégico buscam a lucratividade através da confrontação com os concorrentes. Já os enfoques das capacitações dinâmicas e o de recursos buscam a vantagem competitiva a partir de rotinas internas de alto rendimento, dentro da empresa.

Assim, segundo o modelo das capacitações dinâmicas, a vantagem competitiva das empresas decorre da orquestração de três elementos ou pilares da estratégia: processos gerenciais e organizacionais, posições em ativos, e caminhos, com os processos sendo moldados pelas posições em ativos e pelos caminhos disponíveis.

Desta forma, as capacitações dinâmicas podem ser definidas como “a[s] habilidade[s] para perceber e agarrar novas oportunidades, e para reconfigurar e proteger ativos de conhecimento, competências, ativos complementares e tecnologias de modo a alcançar uma vantagem competitiva sustentável” (TEECE, 2000). Essas capacitações são necessárias às empresas modernas para criar riqueza num mundo mais competitivo, segundo o autor, a partir do desenvolvimento, da posse e da orquestração dos seus ativos intangíveis, tais como o conhecimento, as competências e a PI.

²⁶ No presente trabalho, entretanto, o termo trajetória é preferencialmente usado, independente da conotação ou abrangência.

3.1.4. Ciclo de vida dos produtos ou modelos em formato de curva S

Modelos que representam um processo de evolução como uma curva S têm sido utilizados há bastante tempo, tanto para o estudo da difusão de tecnologias quanto para a análise do ciclo de vida de produtos, embora nem sempre esses processos sigam o formato do modelo ou nem sempre seja possível identificar um ciclo de vida face à rapidez de substituição de produtos e tecnologias. Esses modelos são apresentados aqui devido ao seu papel neste trabalho, pela combinação da curva S com outras ferramentas da TRIZ na busca retrospectiva de informações e na definição do potencial evolutivo de tecnologias e produtos.

Nieto et al. (1998) fazem um estudo comparativo entre os diferentes modelos analíticos que apresentam os seus resultados em formato de curva S, destacando a utilidade do modelo da curva-S propriamente dito como uma ferramenta de análise estratégica e fazendo um estudo de caso para a análise da evolução tecnológica de componentes de processadores de sinais digitais.

Os três modelos básicos relacionados pelos autores são:

1. Modelos de difusão

Referem-se aos estudos da difusão da inovação na sociedade, realizados nos campos da economia industrial, do marketing e da estratégia para avaliar a velocidade de difusão das tecnologias em diferentes setores e identificar os fatores subjacentes a essa difusão.

2. Modelos de ciclo de vida

São utilizados para representar a evolução de indústrias, de produtos e de tecnologias tendo como base o padrão de evolução encontrado nos estudos do ciclo biológico.

3. Modelo da curva-S

Propõe o estudo do ciclo de vida das tecnologias através de uma curva S “que relaciona o esforço despendido no desenvolvimento de uma tecnologia com os resultados que são obtidos” (NIETO et al., 1998). A Figura 3 mostra um exemplo de curva-S.

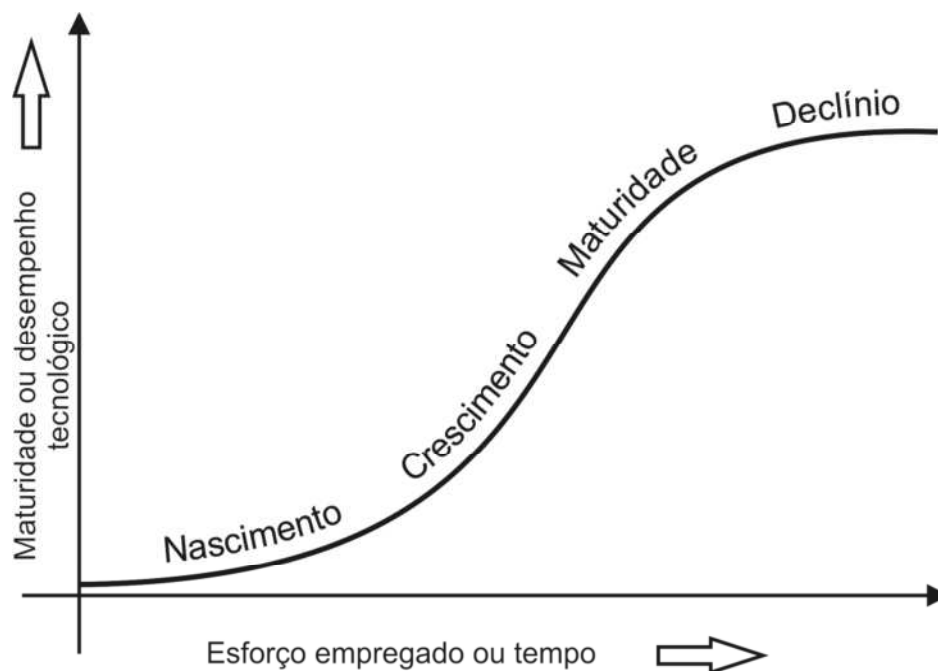


Figura 3 - Maturidade tecnológica e o modelo da curva-S

Fonte: Nieto et al. (1998)

Tigre (2006) discute o processo de difusão tecnológica citando Mansfield (1961) como um dos pioneiros do estudo desse processo ao representar a evolução temporal da adoção de uma tecnologia por uma função logística de crescimento, em formato de “S”, também chamada de Lei de Pearl.²⁷ Assim, a difusão se dá de acordo com um modelo em que “a velocidade de crescimento do número de empresas que adotam uma nova tecnologia depende do número de empresas que já assimilaram a tecnologia e do número de empresas com potencial de utilizarem, mas que ainda não o fizeram” (TIGRE, 2006).

Mansfield (1961) inicia o seu artigo sobre os fatores determinantes da propagação de uma nova técnica, de uma empresa para outra, com as seguintes perguntas: “A partir do momento da introdução de uma inovação por uma empresa, quanto tempo levará para que outros na indústria passem a usá-la?” e “Que fatores determinam quão rapidamente esses [outros] seguirão?”

Esse autor estudou a propagação de doze inovações em quatro tipos de indústrias, em períodos que vão do ano de 1890 até 1960, e concluiu que a difusão de

²⁷ Segundo Carvalho (2007), a curva-S foi inicialmente proposta pelo matemático Pierre F. Verhulst, em 1838, para estudar o crescimento da população. Já Nieto (1998) indica Kuznets (1930) e Griliches (1957) como precursores das analogias da evolução e da difusão tecnológicas com a curva S, o primeiro com relação à mudança tecnológica e o segundo com um estudo sobre a difusão do milho híbrido na agricultura dos EUA.

uma nova técnica é um processo geralmente lento e que a taxa de imitação varia amplamente.²⁸ A Figura 4 ilustra a difusão de algumas dessas inovações.

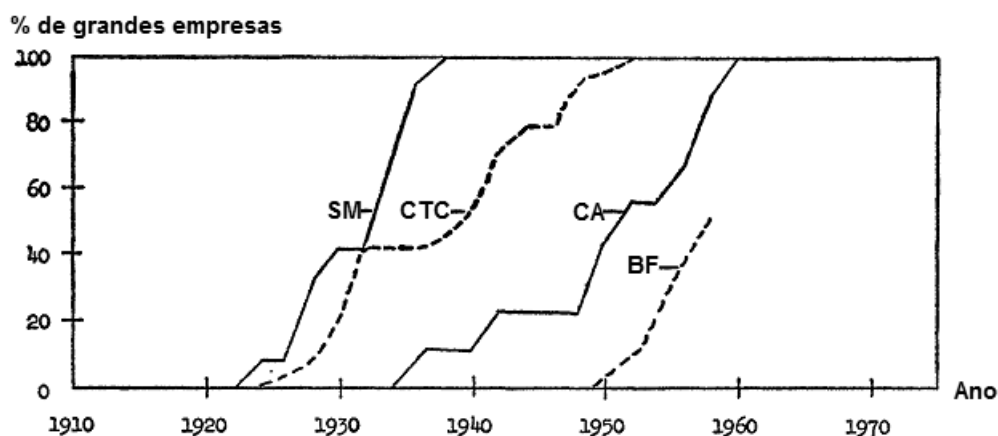


Figura 4 - Percentual de utilização da inovação pelas empresas²⁹
Fonte: Mansfield (1961)

Com o modelo determinístico construído com os dados empíricos, Mansfield (1961) propôs que “o crescimento ao longo do tempo do número de empresas que introduziram uma inovação deve obedecer a uma função logística que tem o formato de uma curva de crescimento em “S”, frequentemente encontrada na biologia e nas ciências sociais”. Outra evidência comprovada no estudo foi a de que as inovações mais lucrativas e aquelas que requerem menores investimentos são as que têm maiores taxas de imitação.

Como mencionado na Subseção 3.1.1, Porter (1986) utiliza o conceito do ciclo de vida, com base em Kotler (1972) e Polli e Cook (1969), para estudar o crescimento da indústria associado ao processo de inovação e difusão de um novo produto. Entretanto, o próprio autor registra algumas críticas ao modelo, dentre as quais destacam-se a da duração dos estágios variar demasiadamente de indústria para indústria e a da dificuldade de se determinar o estágio em que se encontra determinada indústria.

Já Hayes et al. (2008) citam Abernathy e Utterback (1978) para apontar o surgimento do modelo de inovação do ciclo de vida do produto, onde os picos em inovações de produto e de processo acontecem em diferentes fases. Embora Hayes et al. (2008) façam algumas ressalvas a esse modelo, em vista do ambiente competitivo

²⁸ A maior parte do desenvolvimento das inovações ficou a cargo dos fornecedores dos equipamentos e as patentes não impediram o processo de imitação (MANSFIELD, 1961).

²⁹ Legenda da figura: SM – laminiação contínua de tiras largas; CTC – controle de tráfico centralizado; CA – recozimento contínuo; BF – enchimento rápido de garrafas.

atual, é interessante observar-se o modelo desses autores pelas suas implicações com o estudo das estratégias de inovação e com as métricas das curvas-S, decorrentes dos trabalhos de Altshuller com patentes.

Em Utterback e Abernathy (1975), são apresentados os resultados de um estudo empírico que consideram as hipóteses de haver uma relação entre estratégia competitiva e inovação, e uma relação entre as características do processo produtivo e da inovação. Como consequência das hipóteses comprovadas no estudo, os autores afirmam “a existência de relações fortes e importantes entre a aptidão da empresa para inovar, sua estratégia competitiva e a posição dos seus recursos de produção”.

Esses autores ilustram as relações entre os estágios de desenvolvimento de produtos e de processos com a inovação, num modelo de três estágios de desenvolvimento em que a velocidade ou taxa de inovação é mostrada no eixo vertical e os estágios de desenvolvimento no eixo horizontal (ver a Figura 5). Os estágios identificados por Utterback e Abernathy (1975) são os seguintes:

- Estágio I: processo descoordenado, estratégia de maximizar o desempenho do produto;
- Estágio II: evolução no processo, estratégia de maximizar vendas;
- Estágio III: processo sistêmico e intensivo em capital, estratégia de minimização de custos.

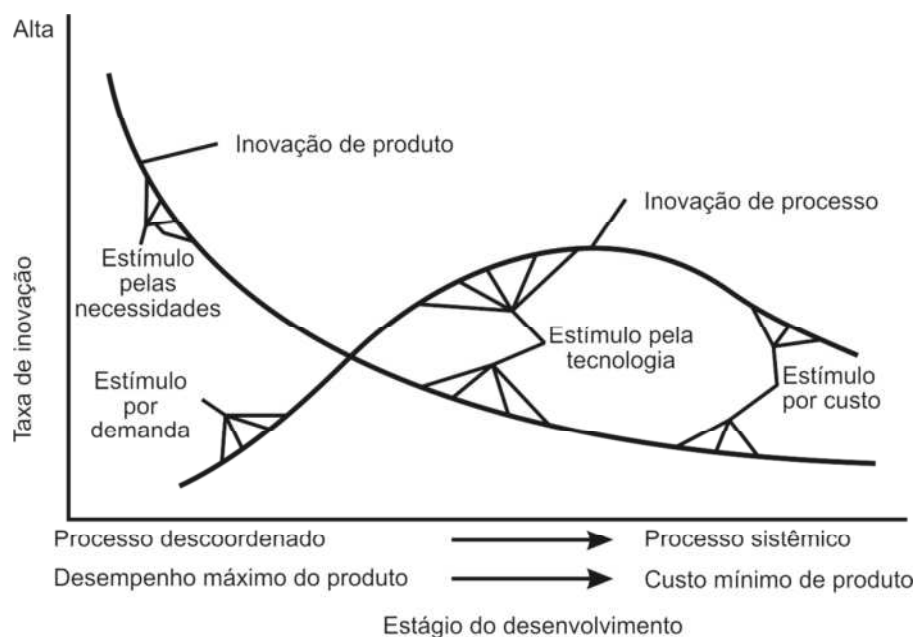


Figura 5 - Velocidade de inovação e estágios de desenvolvimento
Fonte: Utterback e Abernathy (1975)

3.2. O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS (PDP)

Nesta seção, o PDP é apresentado sob um viés mais estratégico, com a Subseção 3.2.1 fazendo um histórico e dando uma visão geral do processo de desenvolvimento de produtos, e a Subseção 3.2.2 focalizando mais detalhadamente as interfaces do PDP com as estratégias de negócios das empresas e com a PI, como as fases iniciais do processo relacionadas com o seu planejamento.

Desenvolver produtos é definir as especificações de projeto de um produto e do seu processo de fabricação para atender às necessidades de mercado, por meio de um conjunto de atividades que levam em conta as possibilidades e as restrições tecnológicas e consideram as estratégias da empresa (ROZENFELD et al., 2006). De forma similar, Ulrich e Eppinger (2011) definem desenvolvimento de produto como “o conjunto de atividades que se iniciam com a percepção de uma oportunidade de mercado e terminam com a produção, venda e entrega de um produto”. Ou segundo Otto e Wood (2001), o PDP “é o conjunto completo de atividades requeridas para levar um novo conceito à situação de disponibilidade para o mercado”.

Outro aspecto ressaltado na literatura é o fato do PDP ser um “processo”. Back et al. (2008) destacam o fato do desenvolvimento de produtos ser um processo de transformação e geração de informações, realizado por uma equipe multidisciplinar e constituído por uma série de fases passíveis de serem realizadas simultaneamente. Rozenfeld et al. (2006) também apontam como relevantes os aspectos do PDP ser um processo e de ter um fluxo de informações. Como um processo de negócio, esses autores enfatizam a importância da integração de todas as atividades, desde o planejamento estratégico da empresa até a retirada do produto do mercado.

O planejamento estratégico, por sua vez, fornece as informações que subsidiam o PDP em todo o processo, mas principalmente nas fases iniciais quando ocorre a definição do produto em termos de estratégias tecnológicas e estratégias de produto, essas últimas representadas por linhas de produto, segmentos de mercado a atender, canais de distribuição e características dos produtos (ROZENFELD et al., 2006).

Wheelwright e Clark (1992), por exemplo, ao compararem projetos de sucesso com projetos problemáticos destacam a importância de o desenvolvimento estar baseado, desde o início, em estratégias da organização bem definidas para a sua linha de produtos. Esses autores ainda ressaltam que um dos maiores benefícios percebidos com o sucesso no desenvolvimento é a renovação e a transformação por que passa toda a organização.

A estratégia tecnológica, segundo Wheelwright e Clark (1992), é entendida como um guia da empresa para a aquisição, o desenvolvimento e a aplicação da tecnologia para se alcançar uma vantagem competitiva, a estratégia compreendendo:

- i. Um foco em suas capacitações técnicas que lhe proporcionarão o diferencial competitivo em relação aos seus concorrentes;
- ii. A definição das suas fontes de tecnologia: através do desenvolvimento interno (investimento em pessoal, instalações, etc.), através de aquisições ou então pela integração dessas fontes;
- iii. O momento e a frequência adequados para a implementação dos novos produtos e suas tecnologias.

O desenvolvimento tecnológico e a P&D, entretanto, são processos distintos em comparação com o desenvolvimento de produtos devido aos diferentes tipos de incertezas, custos e prazos envolvidos em cada processo. Desta forma, a maioria dos autores preconiza a adoção de tecnologias bem testadas e maduras nos projetos de produtos, embora também destaquem a importância desses processos de desenvolvimento estarem bem articulados entre si (WHEELWRIGHT; CLARK, 1992; ROZENFELD et al., 2006; OTTO; WOOD, 2001; ULRICH; EPPINGER, 2011).

Apesar de ser caracterizado como um processo de negócios da empresa, o PDP possui especificidades como as destacadas por Rozenfeld et al. (2006): tem um alto nível de incerteza nos resultados; as decisões de maior impacto e as mais irreversíveis são as do início do processo; as atividades básicas são cíclicas e iterativas, do tipo projetar - construir - testar - otimizar; lida com e produz um alto volume de informações, envolvendo diversas fontes; possui alta complexidade e multiplicidade de requisitos.

A questão do impacto e da irreversibilidade das decisões de início de projeto é enfatizada na literatura: Back et al. (2008) estimam em 70% o comprometimento do custo do produto até se concluir a fase de projeto detalhado; já Rozenfeld et al. (2006) estimam que 85% do custo final do produto é definido na fase de projeto; e em ambas referências é indicado que os custos de mudança se elevam dez vezes a cada fase ultrapassada do projeto. Paralelamente a essas avaliações, Wheelwright e Clark (1992) apontam a falta de envolvimento da gerência na fase inicial dos projetos, quando poderia ter uma influência efetiva no resultado final, como uma das principais causas observadas nos fracassos.

A fim de se alcançar uma consistência nos resultados obtidos com os produtos desenvolvidos, é destacada a importância da estratégia de desenvolvimento como um elemento de estruturação, integração e sintonização entre os atores do processo. A estratégia de desenvolvimento provê tanto a gestão operacional quanto a gestão estratégica do PDP, fornecendo visões de curto e de longo prazo, essa última permitindo a “identificação e o desenvolvimento das capacidades críticas para que a empresa possa continuar tendo um desenvolvimento eficaz no futuro” (ROZENFELD et al., 2006).

O desenvolvimento de produtos, entretanto, apresenta uma série de dificuldades, e também de oportunidades, para as equipes de desenvolvimento, conforme observado por Ulrich e Eppinger (2011):

- Dificuldades

Algumas características que dificultam o processo são: as concessões de projeto para definir os pontos mais importantes a serem privilegiados;³⁰ a dinâmica da mudança tecnológica; os milhares de detalhes a serem decididos ao longo do processo, muitos com influência significativa no resultado final; a urgência para se tomar decisões rápidas, mesmo não tendo informações suficientes; o peso econômico do investimento para obter-se um resultado atrativo e viável.

- Oportunidades

As dificuldades também podem ser encaradas como desafios e, de certa forma, servem de atrativos para as equipes de desenvolvimento, pois permitem o exercício da criatividade, satisfazem necessidades sociais e individuais, congregam pessoas com conhecimentos e talentos bem diversos, podendo concentrar uma energia coletiva para a criação do novo produto.

3.2.1. Introdução ao PDP

Back et al. (2008) ressaltam o grande número de metodologias criadas para orientar o projeto de produtos, usualmente classificadas como descritivas e prescritivas. Com base na evolução histórica dessas metodologias, desenvolvidas a partir da década de 1960 quando se passou a dar maior atenção ao tema, os autores indicam duas linhas principais de pensamento:

³⁰ Concessões ou conflitos de interesse são os chamados *trade-offs*, em inglês. Um dos principais fundamentos da TRIZ é exatamente o de eliminar, ou no mínimo minimizar esses tipos de conflitos ou contradições nos projetos.

- a) A de que o projeto deve ser elaborado considerando certas características do produto, como custo, fabricação, confiabilidade, meio ambiente, etc., gerando os chamados “projetos para X”;
- b) A de que o processo de desenvolvimento tem características de multidisciplinaridade, de se referir a produtos com ciclo de vida, de necessitar uma integração das equipes e de desenvolver atividades simultâneas, gerando metodologias como as do projeto para o ciclo de vida do produto, da engenharia simultânea, do desenvolvimento integrado do produto, etc.

Um dos primeiros modelos apontados foi o do ciclo de “produção – consumo”, de Asimov, descritivo, com sete fases executadas de forma linear, desde a identificação da necessidade até o planejamento da retirada do produto. Equivalente a esse modelo é o da engenharia tradicional ou sequencial, apontado por Rozenfeld et al. (2006), em que o fluxo de informações e atividades percorre uma sequencia de áreas especializadas estanques e autossuficientes. Diversas críticas foram feitas aos modelos sequenciais, tais como (BACK et al., 2008; ROZENFELD et al., 2006):

- Não serem adequados às características do contexto industrial;
- O controle do processo ser feito por revisões formais ao final de cada fase;
- Não definirem uma clara integração entre os conhecimentos necessários ao desenvolvimento de produtos;
- Não prescreverem meios formais de transferência de informações entre as fases do desenvolvimento;
- Não serem capazes de identificar e realizar as necessárias alterações de projeto em tempo adequado;
- Tratarem as áreas de pesquisa e de desenvolvimento de produtos de forma isolada e não integradas com as estratégias de negócio.

Já Cunha (2008) observa que essas metodologias iniciais referiam-se, basicamente, ao projeto de novos produtos e eram centradas em determinadas áreas de conhecimento dominadas pelos seus autores – engenharia mecânica, design, marketing, por exemplo. Assim, além do aspecto sequencial da realização das tarefas, havia uma característica de estanqueidade entre as etapas do processo devido à falta de interação com profissionais de outras áreas.

Roozenburg e Cross (1991) apontam o processo de convergência que resultou no *modelo consensual* e que teve a influência marcante das práticas de engenharia

além, discutindo em seguida a posterior divisão entre as metodologias de projeto de engenharia e as de arquitetura / desenho industrial. O modelo consensual coloca o processo de projeto de engenharia como uma sequência recomendada de atividades, agrupadas nas fases da definição da tarefa, do projeto conceitual, do projeto preliminar e do projeto detalhado, intercaladas por marcos intermediários de resultados.

Esses autores destacam como um aspecto fundamental do modelo consensual a maneira como os problemas de projeto de engenharia são encarados, onde as máquinas e os produtos são definidos como sistemas técnicos que transformam energia, material e informação; o funcionamento dos sistemas técnicos é governado por princípios físicos e pode ser descrito pelas leis físicas; e o objetivo do projeto de engenharia é otimizar o desempenho físico desejado para o sistema através da definição da sua geometria e dos seus materiais.

Aqui, é interessante observar a proximidade da terminologia e dos conceitos do modelo consensual de projeto de engenharia com os da TRIZ, que caracteriza sistema técnico como algo que realiza uma função e é constituído, minimamente, por duas substâncias, um campo e uma interação, ou que ressalta a importância do entendimento e da aplicação das leis físicas para a solução de problemas inventivos.

Roozenburg e Cross (1991) também apontam como deveria ser estruturado o desenvolvimento de projetos: numa dimensão vertical correspondente às fases do ciclo de vida do produto (do estudo de viabilidade até a retirada do mercado) e numa dimensão horizontal que consiste no processo de solução de problemas (definição do problema, busca de soluções, simulações e avaliações, e escolha da solução). Os autores ressaltam que a divergência entre as metodologias de projeto de engenharia e as de arquitetura / desenho industrial surge do fato de que as primeiras enfatizaram, basicamente, a dimensão vertical, também linear, sequencial e prescritiva, enquanto as metodologias de arquitetura / desenho industrial voltaram-se para a dimensão horizontal, interativas, cognitivas e mais descritivas.

As dificuldades das metodologias sequenciais de projeto de produtos não eram tão críticas numa época de produção em massa e de longos ciclos de vida dos produtos. Entretanto, com o acirramento da competição e a necessidade de se obter vantagens em qualidade, tempo e custo nos projetos, começaram a surgir diversas técnicas para melhorar a eficiência nos trabalhos de engenharia, resultando nas chamadas metodologias de desenvolvimento integrado. Entre essas técnicas destacam-se o conceito de projeto para o ciclo de vida do produto, também chamado

de “consumidor a consumidor” por integrar todos os requisitos e restrições do ciclo de vida no desenvolvimento, e o conceito da engenharia simultânea.

Segundo Cunha (2008), a engenharia simultânea foi dominante na década de 1980, focando na aproximação entre projeto e fabricação e na ênfase dada ao trabalho interfuncional, enquanto o desenvolvimento integrado dos anos 90 procurou resolver os problemas de complexidade da criação de novos produtos devido às pressões de mercado por inovações e prazos reduzidos de lançamento de produtos.

A engenharia simultânea parte do reconhecimento do efeito que as decisões tomadas nas fases iniciais do projeto do produto têm sobre a fabricação, a qualidade, os custos e outros aspectos da vida do produto (BACK et al., 2008). Assim, esses autores consideram “a engenharia simultânea uma metodologia integrada de trabalho que, por seus princípios, procura dar suporte ao desenvolvimento de ferramentas para melhorar a prática de desenvolvimento do produto”. Os princípios que suportam a filosofia e a prática dessa metodologia referem-se ao tratamento simultâneo de restrições de projeto e fabricação, ao compartilhamento de conhecimentos, às considerações do ciclo de vida do produto e sobre as preferências dos consumidores, e à ênfase nos aspectos de qualidade, custo e tempo para o mercado.

Cunha (2008) também ressalta dois tipos de elementos na engenharia simultânea: o de natureza metodológica, quanto à organização das tarefas de desenvolvimento do produto, propondo o paralelismo ou concorrência temporal para aproximar mais o projeto do produto das questões da produção e, conseqüentemente, reduzindo problemas e prazos; e o de natureza tecnológica, com o surgimento de técnicas de gestão de projetos para lidar com a complexidade do paralelismo temporal, e com a utilização da tecnologia da informação para suportar o planejamento e controle do projeto, além da comunicação entre os componentes da equipe.

Um passo significativo nas abordagens de gerenciamento foi o de se considerar o projeto de produtos como um processo de negócio no qual se relacionam atividades aparentemente distantes e se insere o desenvolvimento de produtos no planejamento estratégico das empresas. Entre os conceitos que fizeram essa aproximação entre o projeto de produtos e as estratégias de negócios pode-se apontar a abordagem dos “portões” e o “funil de desenvolvimento”.

Os portões ou *stage gates*, de Robert Cooper, referem-se a um processo de inovação dividido em estágios de desenvolvimento, em que cada estágio é precedido por uma etapa de avaliação. Os estágios estão relacionados com as fases de desenvolvimento de um produto, desde a geração da ideia até o lançamento, e são

realizados por equipes multifuncionais. Já os portões desempenham um duplo papel, tratam da qualidade do resultado alcançado no estágio e, mais importante, são momentos de decisão sobre a prioridade do projeto ou até sobre a sua sobrevivência (COOPER, 2000).

O funil de desenvolvimento está associado ao enfoque proposto por Wheelwright e Clark (1992) para o desenvolvimento de produtos, conforme ilustrado na Figura 6, com uma estrutura para a estratégia de desenvolvimento onde as estratégias tecnológica e de produto/mercado moldam todo o processo de desenvolvimento, e onde a fase inicial de planejamento do processo é representada por um funil que direciona e seleciona as ideias. Essa estrutura mostra que, a partir das avaliações e previsões tecnológicas, e de mercado, são definidos os objetivos de desenvolvimento e o plano agregado de projeto como pontos focais para integração das estratégias tecnológicas e de produto/mercado.

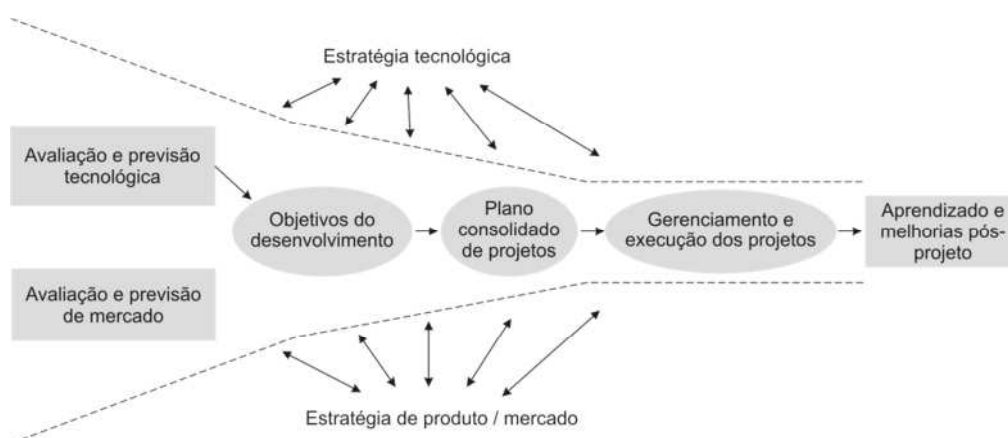


Figura 6 - Estrutura para a estratégia de desenvolvimento
Fonte: Wheelwright e Clark, 1992

De forma similar, ao discutirem a concepção da ideia de produto, Back et al. (2008) levam em consideração a perspectiva comercial como um estímulo ao processo de inovação “na forma de necessidades e requisitos identificados” e a perspectiva tecnológica como um impulso ao processo de inovação reconhecendo “[as] tecnologias disponíveis, [a] obsolescência tecnológica dos produtos atuais da empresa ou [os] produtos concorrentes inovadores”.

Entretanto, a abordagem do funil de desenvolvimento, também chamada de modelo da inovação fechada, passou a ser considerada inadequada ao final do século 20, devido a fatores como a mobilidade dos trabalhadores do conhecimento e a disponibilidade de capital para financiar novas empresas capazes de comercializar as

ideias geradas nos grandes laboratórios corporativos (CHESBROUGH, 2003). Esse autor propõe o modelo da inovação aberta (*open innovation model*, em inglês), em que as empresas podem comercializar suas próprias ideias e as de outros, assim como descobrir novos caminhos de comercialização para os seus próprios desenvolvimentos, fora dos seus negócios atuais.

Assim, o modelo da inovação aberta transformou o funil de desenvolvimento estanque, de Wheelwright e Clark (1992), num funil de contorno poroso em que as inovações podem fluir mais facilmente entre a empresa e o seu ambiente. Isso não invalida, entretanto, a abordagem do funil de desenvolvimento, porque as estratégias tecnológicas e de produto/mercado, e as correspondentes avaliações tecnológicas e de mercado, podem levar em consideração as novas características do ambiente da inovação.

Por outro lado, uma estrutura mais abrangente e integrada para o desenvolvimento de produtos é proposta por Clausing e Fey (2004). O chamado processo de aquisição (desenvolvimento) de produtos, ilustrado na Figura 7, coloca o PDP num contexto mais amplo e promove uma integração mais efetiva entre os desenvolvimentos tecnológico e de produtos, através da etapa da Inovação Efetiva.

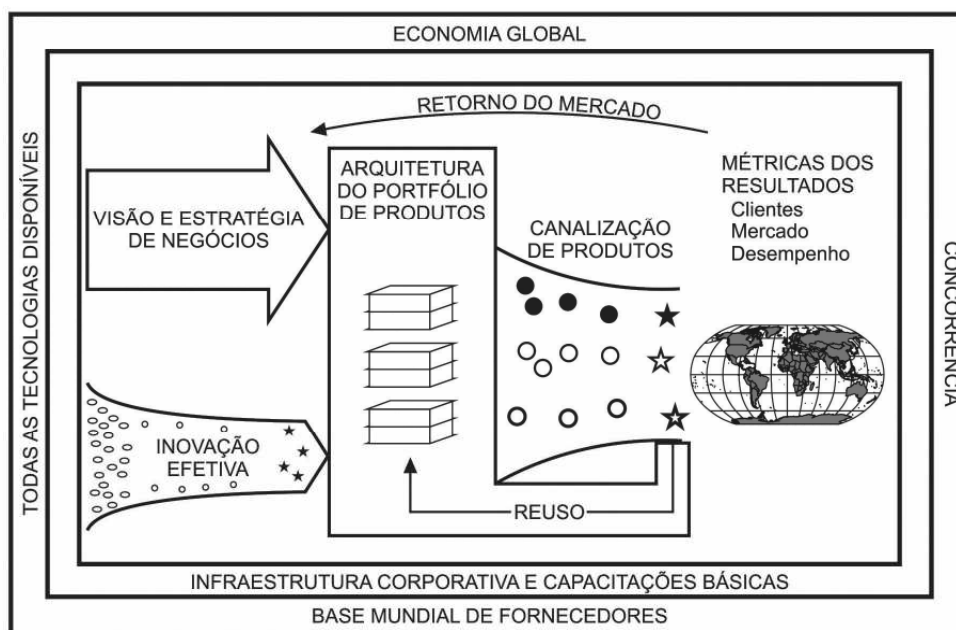


Figura 7 – O processo de aquisição (desenvolvimento) de produtos
 Fonte: adaptado de Clausing e Fey (2004)

Segundo os autores, a Inovação Efetiva proporciona novos conceitos de produto para os diferentes níveis do sistema, incorporando a questão da confiabilidade e

trazendo benefícios significativos para a relação desempenho/custo. O processo, nessa etapa, se dá através dos seguintes passos: definição da estratégia tecnológica, geração de conceito, seleção do conceito, desenvolvimento robusto, avaliação da maturidade da tecnologia (tecnologia pronta para uso) e transferência da tecnologia.

Ao discutirem o contexto aonde se dá a Inovação Efetiva, Clausing e Fey (2004) ressaltam três atividades interativas críticas que se situam na interface estratégica do processo de desenvolvimento de produtos.³¹ Essas atividades se referem às questões das necessidades latentes insatisfeitas, que proporcionam os maiores retornos para a inovação; de quais integrações tecnológicas são importantes, entre os diferentes níveis do sistema (produto); e de quais são os segmentos de mercado importantes.

A evolução das diversas metodologias de desenvolvimento de produtos desde a era do desenvolvimento sequencial dos projetos de engenharia até as abordagens de desenvolvimento integrado resultou na definição de modelos de referência que pudessem servir como um padrão do processo de desenvolvimento de produtos (PDP). A Figura 8 ilustra um desses modelos de referência. Modelos similares podem ser encontrados em outros autores, alguns mostrando a superposição de atividades das diferentes disciplinas ao longo do processo, como o de Romano (2003), rerepresentado em Back et al. (2008), e o de Ulrich e Eppinger (2011).



Figura 8 – Modelo do processo de desenvolvimento de produtos (PDP)

Fonte: Rozenfeld et al. (2006) – obtido em: www.pdp.org.br.

O desenvolvimento integrado de produtos é considerado um processo consoante com as estratégias de negócios e de produtos, de tal modo que os desenvolvimentos

³¹ Interface apresentada, mais adiante no trabalho, como *fuzzy front-end* (FFE), e que se situa na metade esquerda da Figura 7.

tecnológico e de produtos estejam inseridos nessas estratégias e sejam capazes de suportar a capacidade competitiva das empresas. O processo é decomposto em macrofases, fases, atividades e tarefas realizadas por equipes multifuncionais, havendo superposição de atividades e sistemáticas de comunicação e troca de informações. Os modelos de referência permitem a visualização de todo o processo, indicando a sequência das etapas com suas entradas, mecanismos e controles (BACK et al., 2008; ROZENFELD et al., 2006).

3.2.2. As interfaces do PDP com a estratégia e com a PI

As fases iniciais do desenvolvimento de produtos têm sido foco de interesse dos estudiosos do PDP pelas suas implicações com o sucesso ou o fracasso dos produtos ao final do processo. Essas fases são muitas vezes chamadas de “processo frontal” ou *fuzzy front-end* (FFE), embora haja uma divergência na literatura sobre a definição e a abrangência dessa terminologia, como documentado por Buss (2008).

Segundo Buss (2008), o FFE pode ser estruturado com as seguintes atividades:

- Planejamento estratégico: envolvendo os três níveis de estratégia da empresa (corporativo, de inovação ou negócios e de produto), é essencial para as atividades e decisões do início de desenvolvimento.
- Análise do mercado: considerada por alguns autores como a principal fonte para se identificar oportunidades de inovação, envolve a obtenção de informações dos consumidores, da concorrência e do ambiente da empresa.
- Identificação e análise de oportunidades: as oportunidades representam perspectivas de crescimento de mercado e ganhos de competitividade, e como colocado pelo modelo das capacitações dinâmicas, a capacidade de perceber e agarrar oportunidades é um fator crucial para as empresas nos dias atuais.
- Desenvolvimento e avaliação do conceito: para muitos autores, esse é o último e o mais relevante estágio do FFE para o sucesso dos produtos, pois é aonde se define o conjunto de especificações que vão nortear o desenvolvimento.

Especificamente sobre o planejamento estratégico dos produtos, o modelo do PDP na Figura 8 mostra essa macrofase como uma atividade de constante atualização e revisão do portfólio de produtos, intimamente relacionada com os planos estratégicos de negócios da empresa. Nessa fase, procura-se obter informações tecnológicas e de mercado, e gerar cenários e análises para que as informações coletadas se tornem numa vantagem competitiva no desenvolvimento de novos

produtos. Assim, a empresa pode incorporar no processo as estratégias de produto, de mercado e tecnológicas da empresa (ROZENFELD et al., 2006).

As estratégias de produto são definidas por esses autores como sendo as linhas de produto, os segmentos de mercado atendidos pela empresa, os canais de distribuição e as características dos produtos a serem priorizadas para se competir no mercado. As estratégias tecnológicas são vistas como o foco da tecnologia central do produto, as fontes para aquisição de tecnologia e o momento adequado para a introdução das inovações tecnológicas.

No modelo apresentado por Ulrich e Eppinger (2011), a fase do planejamento é definida como se iniciando com a estratégia corporativa, com a avaliação dos desenvolvimentos tecnológicos e dos objetivos de mercado; passa pela avaliação e seleção de ideias e pelo planejamento dos recursos; e se completa com a determinação da carteira de projetos de produtos a serem desenvolvidos, para apoiar a estratégia geral de negócios da empresa, e com a declaração da missão de cada projeto. A Figura 9 ilustra a sequência de etapas dessa fase, com o funil de identificação de oportunidades representando uma das principais interfaces entre as estratégias empresariais e o PDP para perceber e canalizar novas ideias de projeto.

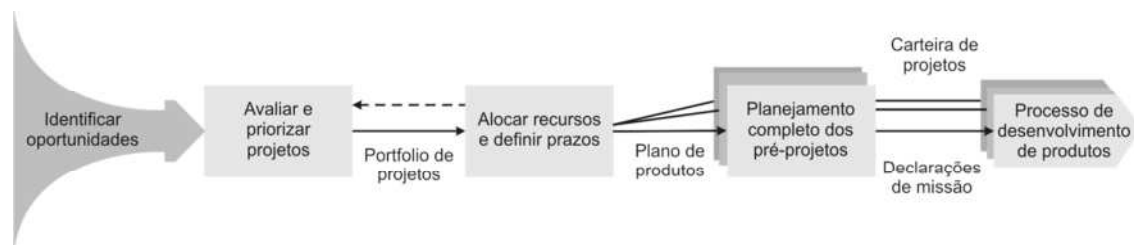


Figura 9 - O processo de planejamento do produto
Fonte: Ulrich e Eppinger (2011)

Otto e Wood (2001) colocam o FFE como um conjunto completo de atividades preliminares para decidir quais produtos devem ser desenvolvidos, com que tecnologias e para quais mercados, levando em consideração a estratégia corporativa. O FFE envolve também decisões sobre alianças de negócios, tendências de mercado e a estrutura do portfólio de produtos a serem oferecidos pela empresa.

Segundo Back et al. (2008), o planejamento de produtos procura definir o que será desenvolvido em função das estratégias da empresa, consistindo, na prática, “em atividades, métodos e ferramentas, devidamente sistematizados, destinados a auxiliar a equipe de desenvolvimento na busca de informações sobre os valores dos atributos

tecnológicos e de mercado para caracterizar ideias de produtos”. E a ideia do produto é associada à percepção de uma oportunidade para que o produto contenha, em essência, benefícios que resultem numa vantagem competitiva de mercado.

Uma das metodologias mais importantes para a obtenção e a análise das informações do mercado é a chamada *inteligência competitiva*, um processo sistemático de coleta, tratamento, análise e disseminação da informação sobre atividades dos concorrentes, tecnologias e tendências gerais dos negócios, visando subsidiar a tomada de decisão e atingir as metas estratégicas da empresa.

E uma atividade mais específica desse processo é o monitoramento tecnológico, também chamado de vigilância ou inteligência tecnológica. Nessa atividade, busca-se dar suporte ao processo de decisão nas questões tecnológicas e da gerência estratégica, a partir do conhecimento de aspectos tecnológicos, oportunidades e ameaças presentes no ambiente da empresa, tal conhecimento sendo obtido pela coleta, análise e disseminação de informações relevantes (SAVIOZ, 2002, apud SCHU E GRAWATSCH, 2003). Ou segundo Back et al, 2008, a vigilância tecnológica procura “identificar produtos e processos emergentes [que] podem oferecer ameaças ou vantagens mercadológicas, e novos usos para tecnologias atuais ou em desenvolvimento”.

Schuh e Grawatsch (2003) argumentam que todas as empresas orientadas pela tecnologia deviam focar logo nas tecnologias mais promissoras e de alto potencial, para assegurar uma base tecnológica sólida e sustentável que seja capaz de atender aos requisitos de um mercado em constante mutação. O artigo desses autores apresenta a inteligência tecnológica baseada na TRIZ como um método que auxilia os gerentes de tecnologia a identificar tecnologias alternativas competidoras, prevendo a sua evolução e determinando o seu potencial. O método, que incorpora a ferramenta da TRIZ sobre tendências da evolução tecnológica e outras ferramentas relacionadas à TRIZ, possui os seguintes quatro estágios:

1. Definição do ambiente de interesse (super e subsistemas) e suas possíveis tecnologias alternativas;
2. Identificação dos principais parâmetros e funções relevantes para o sucesso dos sistemas;
3. Antecipação do futuro dos diferentes sistemas e estimativa dos seus potenciais;
4. Apresentação dos resultados num mapa tecnológico (*roadmap*).

A identificação e a análise de oportunidades de novos produtos ou novos negócios são essenciais para a sobrevivência das empresas. Segundo Ulrich e Eppinger (2011), “no contexto do desenvolvimento de produtos, uma oportunidade significa uma ideia para um novo produto [...] uma hipótese sobre como se poderia criar valor”. Esses autores ressaltam a incerteza e os riscos que estão associados com uma ideia em fase embrionária, tanto no aspecto tecnológico quanto no de mercado, e indicam um processo para geração, filtragem, desenvolvimento e seleção das oportunidades mais excepcionais.

Ao apresentarem a TRIZ como uma ferramenta para se perceber oportunidades tecnológicas desconsideradas no PDP, Fey e Rivin (2005) destacam como pilares do processo de desenvolvimento a *identificação de uma necessidade* e o *desenvolvimento do conceito*. Especificamente sobre o primeiro pilar, apresentam a seguinte questão chave: “Qual é a próxima tecnologia vencedora [capaz de] satisfazer a necessidade potencial ou percebida de mercado?” Os autores colocam a identificação de oportunidades, junto com a pesquisa de mercado, como os elementos essenciais do processo para se definir uma estratégia tecnológica.

O conceito de um produto, segundo Ulrich e Eppinger (2011), “é uma descrição aproximada da tecnologia, dos princípios de trabalho e da forma do produto”. Esses autores chamam a atenção para o fato do desenvolvimento do conceito ser a fase com maior demanda de funções da empresa, devido a numerosas atividades relacionadas entre si que, embora possam ser planejadas de forma sequencial, são realizadas em ciclos ou interações de refinamento. Fey e Rivin (2005) também observam que na fase de geração de conceitos são tomadas as decisões mais importantes envolvendo aspectos comerciais, de engenharia e de produção, do problema.

O desenvolvimento e a avaliação do conceito do produto, no modelo de referência mostrado na Figura 8, estão localizados na fase do Projeto Informacional. São definidos nessa fase o problema de projeto, ou seja, o escopo do produto, o ciclo de vida do produto, os clientes de cada fase do ciclo de vida e os requisitos desses clientes, e as especificações desejadas para o produto (ROZENFELD et al., 2006).

Fey e Rivin (2005) reforçam a ideia de que um novo produto é originário de um novo conceito e apontam a TRIZ como uma das ferramentas para o desenvolvimento de conceitos de novos produtos, tecnologias e processos de fabricação. Esses autores argumentam sobre a necessidade de metodologias que melhorem o processo de geração de conceitos, apontando vícios como o método da *tentativa e erro*, onde aleatoriamente são produzidas, testadas e descartadas inúmeras ideias, e o fenômeno

da *inércia psicológica*, que direciona e limita o campo de busca de soluções devido a fatores culturais e pessoais.

De forma similar, Otto e Wood (2001) comentam o fato da geração de conceito ser uma das atividades com mais brilho e reconhecimento nos projetos de engenharia devido aos aspectos de criatividade e de habilidade artística envolvidos. Entretanto, eles enfatizam a importância de se ter métodos para direcionar essas habilidades e evitar algumas armadilhas usuais em projetos, como o viés das soluções pré-concebidas, típico do início de projetos, e a geração de ideias no “vácuo” da experiência da equipe de projeto.

Citada na literatura como uma das principais fontes de informação para a inteligência competitiva e o monitoramento tecnológico, as patentes desempenham diferentes papéis ao longo do PDP. Assim, nas fases de identificação de oportunidades e, principalmente, na geração de conceitos, as tecnologias e os aspectos construtivos patenteados por outros, ou pela própria empresa, podem ser aproveitados numa trajetória de evolução técnica.³² Também diversas estratégias de desenvolvimento de produtos e de tecnologias utilizando as patentes podem ser empregadas, como as “cercas de patentes”, o “contorno às patentes” (*inventing around*, em inglês), a coevolução técnica e patentária, e outras.

Devido às poderosas ferramentas de pesquisa existentes, ou possíveis de serem desenvolvidas, e às diversas bases de dados disponíveis na rede de computadores, o uso de informações das patentes tem se tornado essencial na inteligência competitiva e no monitoramento tecnológico.

Rocco (2010), por exemplo, fez levantamentos e análises de informações técnicas para subsidiar melhorias num projeto, a partir das patentes, utilizando *softwares* específicos de tratamento de informação e de análises bibliométricas e de conteúdo. De Martino (2009) desenvolveu uma ferramenta de mineração de dados em publicações, teses e patentes. Martins (2008) fez trabalho similar, específico para a base de patentes do escritório americano (USPTO), dedicado a algumas áreas da indústria de petróleo. Milanez (2011) desenvolveu uma metodologia para recuperação e tratamento de informações de patentes, obtidas em bases de dados, para as áreas de nanotecnologia e nanocelulose. Caputo (2006) apresentou um levantamento de ferramentas de mineração de dados, fazendo um estudo de caso voltado para a área de petróleo na base de patentes do INPI (Instituto Nacional da Propriedade Industrial).

³² Evidentemente, nessas fases e durante todo o projeto, as empresas devem estar atentas para não infringirem os direitos de terceiros, o que em termos legais é chamado de contrafação.

Zhang et al. (2007) ressaltam que “numa economia movida pelo conhecimento, o uso efetivo das informações das patentes contribui para o sucesso de qualquer empresa, pois as coleções de patentes são fontes inigualáveis de informações legais, técnicas e orientadas para negócios”.

Já com relação ao desenvolvimento, Sasaki et al (2001) procuram demonstrar que as estratégias de patentes e de produto “coevoluem”, influenciando uma à outra através das escolhas tecnológicas. Segundo esses autores, a vida de um produto depende de como as estratégias de produto e de patentes se adaptam ao ambiente como, por exemplo, o mercado e o sistema de patentes. A seleção ou retenção de um produto pelo mercado, ou seja, a resposta do mercado, define como a estratégia do produto irá evoluir.

Germeraad (2010) apresenta as conclusões de um estudo com mais de cem empresas mostrando que a estrutura dos portfolios bem sucedidos de patentes está intimamente ligada a estratégias de inovação específicas. O autor utilizou o modelo *Games of Innovation*, de Miller e Floricel (2004), que identifica onze tipos de estratégias de inovação a partir da intersecção de duas características setoriais, o *tempo em que se produz um protótipo de um novo produto/serviço* e o *tempo em que o produto/serviço chega ao mercado*. Para cada tipo de estratégia de inovação, foram registradas as graduações assumidas por sete atributos do portfólio de patentes, levando a um resultado ideal de estratégias patentárias para cada um dos setores industriais.

Teece (2000) destaca como os mais importantes fatores ambientais que condicionam a apropriação dos benefícios econômicos da inovação, os seguintes:

- (i) - a eficácia dos mecanismos legais de proteção (patentes, *copyright*, marcas e segredos comerciais);
- (ii) - a natureza da tecnologia (de produto, de processo, conhecimento tácito e conhecimento codificado).

A estratégia de proteção de uma tecnologia central, ou básica, deve visar não só a inovação em si, mas obter patentes complementares para as evoluções da tecnologia, para os processos de fabricação e para o desenho industrial, além de complementar a proteção com o segredo industrial, quando viável. Ver Figura 10.

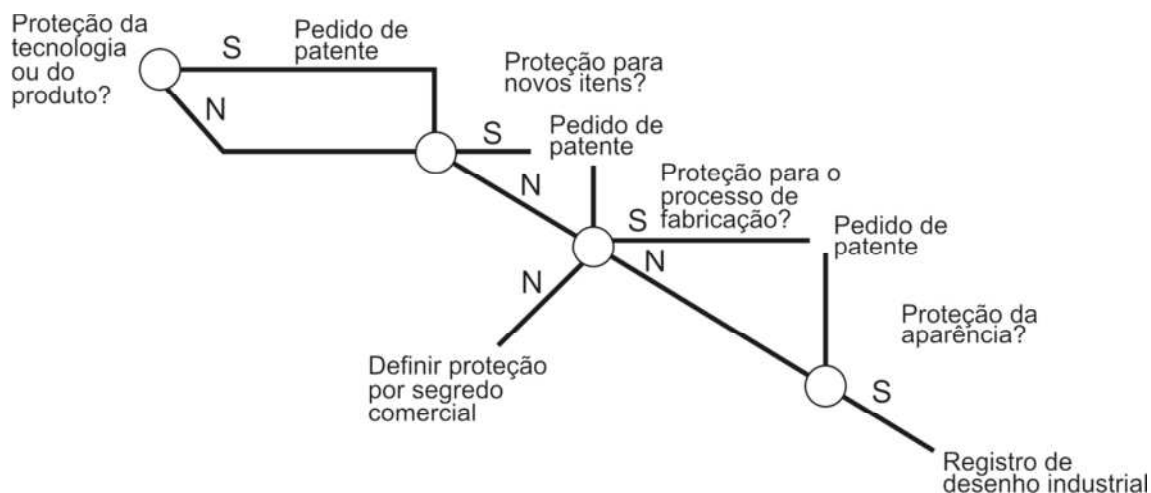


Figura 10 – Estratégia de proteção em torno de uma tecnologia central

Fonte: Tecce, 2000

Um exemplo citado pelo autor é o caso de um produto novo ter um conceito promissor, mas o seu projeto ser ruim. Se o produto estiver protegido por patentes num regime forte de proteção, ou se a sua tecnologia é simplesmente difícil de ser copiada, poderá haver tempo de se corrigir o projeto antes do produto ser copiado. Teece (2000) não deixa de ressaltar, entretanto, que em geral os regimes de proteção são fracos, a proteção por PI é limitada e difusa, ou significa, apenas, pequenas ilhas num vasto oceano de conhecimento.

Tendo como foco a efetividade de proteção da inovação, Gallié e Legros (2012) estudaram diferentes mecanismos de proteção utilizados por empresas inovadoras francesas, no período de 2001 a 2004. Tais mecanismos foram divididos entre *legais* – patentes, desenho industrial, marcas registradas e copyright -, e *não legais* – segredo industrial, complexidade de projeto e primazia no mercado (vantagem de *lead-time*). Os autores mostram que a escolha do mecanismo de proteção depende de variáveis relacionadas com o tipo de inovação, o setor de mercado, as características da empresa e as suas políticas de recursos humanos. Desta forma, a propensão para o uso de uma ou outra categoria será diferente, embora seja comum as empresas usarem mecanismos da mesma categoria, de forma complementar.

No mesmo campo da importância da integração das estratégias de proteção, Wheelwright e Clark (1992) apontam como um dos aspectos críticos da estratégia tecnológica a integração dos caminhos tecnológicos do produto e do processo de fabricação (o outro aspecto é o da separação entre invenção de tecnologia e aplicação de tecnologia, já comentado no início desta seção). Os autores argumentam que essa integração entre uma tecnologia de produto própria e protegida, e uma tecnologia de

processo superior que outras empresas não possam utilizar (pelo menos, não facilmente), representa um potencial para se alcançar vantagens competitivas. Em outras palavras, a integração de tecnologias protegidas de produto e de processo ajuda a garantir que somente a empresa consiga fazer o produto.

Considerando a relevância da PI como um dos ativos valiosos decorrente do desenvolvimento de produtos, Ulrich e Eppinger (2011) apresentam um plano de proteção no âmbito do PDP cobrindo as modalidades das patentes, das marcas registradas, dos segredos comerciais e do *copyright*. O plano vai desde a formulação de uma estratégia de proteção até o depósito da patente ou o registro de outro direito de PI, passando pelos levantamentos iniciais de informações e a definição das características a serem protegidas e dos inventores envolvidos.

Nesse processo, destacam-se duas recomendações interessantes sobre a estratégia de proteção dos produtos: a primeira trata do momento de depósito, que deve ser antes de acontecer a apresentação pública da invenção, porém o mais tarde possível para que o inventor adquira o máximo de conhecimento sobre a invenção e a sua comercialização; a segunda sugere que o relatório faça referência a qualquer invenção que esteja relacionada com a invenção sendo reivindicada, não importando quão abrangente seja esta referência, de modo que o assunto descrito passe a se constituir estado da técnica e não possa ser patenteado por outros.

4 SOBRE A PROPRIEDADE INTELECTUAL E, EM ESPECIAL, AS PATENTES

Neste capítulo, é feita uma introdução inicial do sistema de propriedade intelectual, a nível internacional, indicando os diversos direitos de PI existentes e alguns dos principais acordos internacionais da área. Em seguida, são apresentados os seguintes aspectos envolvendo as patentes: a sua história no Mundo, em geral; um breve histórico das patentes no Brasil; a discussão sobre a sua validade como incentivo à inovação; a sua utilização no Brasil; e a sua estrutura.³³

Segundo definição da WIPO, os direitos da propriedade intelectual (PI) são direitos concedidos a indivíduos ou organizações sobre trabalhos criativos, tais como: invenções, literatura, trabalhos artísticos e símbolos, nomes, imagens e desenhos usados no comércio. Eles proporcionam ao criador o direito de impedir o uso não autorizado da sua propriedade, por um período limitado de tempo. A PI pode ser categorizada em propriedade industrial e em propriedade artística e literária, a primeira referindo-se às inovações de carácter funcional ou comercial, e a segunda às criações culturais (WIPO, 2002). Ou segundo Cardozo (2010):

A Propriedade Intelectual tem como objeto as criações geradas pela atividade intelectual aplicadas nos campos científico, tecnológico, literário e artístico, e [tem] como escopo o reconhecimento das criações, bem como a proteção dos possíveis resultados econômicos do trabalho intelectual, procurando alcançar tais objetivos com a utilização de mecanismos legais e institucionais.

A propriedade industrial inclui as patentes, as marcas, os desenhos industriais, as indicações geográficas e os segredos comerciais. A propriedade artística e literária refere-se ao direito autoral (*copyright*) sobre trabalhos originais literários, científicos e artísticos. Como os programas de computador (*software*) são escritos e codificados, eles são considerados expressões literárias e protegidos por direito autoral. Além dessas categorias de proteção, surgiram sistemas *sui generis* de PI tais como os dos circuitos integrados de computador, dos direitos de variedade de plantas e da proteção de base de dados, para proteger outras formas de criação não previstas nos modos convencionais (WIPO, 2002).

Além disso, os países desenvolvidos têm procurado aprimorar e estender o nível de proteção em áreas críticas, com alto valor econômico e mais sujeitas à cópia, imitação ou pirataria generalizada, e, adicionalmente como no caso dos EUA, proteger

³³ Algumas partes deste capítulo são baseadas em Labouriau (2007).

áreas ou matérias até então excluídas de proteção, como os métodos de negócios e os conhecimentos científicos, ou até estender o regime das patentes para o *software*.³⁴

Como uma legislação de PI é específica e válida somente no país aonde ela é promulgada, e com a disseminação dos conceitos da propriedade industrial e intelectual pelas nações no final do século 18 e durante o século 19, foram necessários acordos internacionais como a Convenção da União de Paris (1883), para propriedade industrial, e a Convenção de Direitos Autorais de Berna (1886), para regulamentar os princípios básicos dos direitos de PI entre os países.

Atualmente, o principal acordo existente sobre PI é o chamado Acordo de TRIPs, estabelecido na Organização Mundial de Comércio de forma bem mais abrangente e reguladora que as convenções anteriores.³⁵ Além disso, o Acordo de TRIPs permite a imposição de sanções comerciais aos países infratores nos casos de disputas relacionadas com a concorrência desleal e a PI.

Entretanto, existem cerca de vinte e quatro (24) pactos internacionais sobre PI, a maioria sob os auspícios da OMPI. Além das convenções de Paris e Berna (ainda válidas), e de TRIPs, são considerados chaves o Tratado de Budapeste (sobre a regulamentação do depósito de micro-organismos), o PCT (depósito internacional de patentes) e o UPOV (proteção das variedades de plantas).

Dentre esses, destaca-se o tratado PCT como um acordo de racionalização e cooperação internacional no campo das patentes, possuindo atualmente 146 países associados. O tratado envolve o depósito, a busca e o exame de pedidos de patentes e a disseminação da informação técnica contida. Entretanto, o PCT não concede patentes “globais ou internacionais”, pois a tarefa e a responsabilidade de concessão de patentes é dos escritórios nacionais e regionais.

4.1. VISÃO HISTÓRICA DAS PATENTES

Aristóteles, em *Política*, no quarto século AC, condenou uma proposta do arquiteto Hippodamus, de Mileto, de um sistema de recompensas para as pessoas que descobrissem ou criassem algo vantajoso para a sociedade. A crítica do filósofo

³⁴ Maskus (2000) identifica as áreas mais críticas como o “Complexo das Patentes” (áreas farmacêutica, de biotecnologia e de variedade de plantas), o “Complexo dos Direitos Autorais” (áreas de gravações para entretenimento, de *software* e de transmissões de Internet), o “Complexo das Marcas”, as Indicações Geográficas e os Segredos Comerciais.

³⁵ TRIPs é a sigla inglesa para Aspectos dos Direitos de Propriedade Intelectual Relacionados ao Comércio.

era baseada na possibilidade de que um sistema de recompensas a indivíduos enfraquecesse a sociedade (MERGES, 1992).

As origens do sistema de propriedade intelectual, entretanto, remontam aos privilégios concedidos pelos soberanos no período da Idade Média, conforme diversos exemplos de monopólios comerciais e fabris encontrados em citações da literatura (por exemplo, Di Blasi et al., 1997; Malatova, 2006; Cardozo, 2010; Merges, 1992). Esse último cita os seguintes casos:

- No século 12, em Jerusalém, exclusividade para o tingimento de tecidos;
- Em 1236, em Bordeaux, privilégio para a fabricação de tecidos;
- Em 1331, na Inglaterra, concessão não exclusiva para exportar tecidos de lã;
- Em Veneza, no início do século 14, concessão de monopólio para a fabricação de moinhos de milho;
- Em Florença, em 1421, concessão para o invento do arquiteto Brunellesco sobre uma barca com guindaste para transportar mármore.

Em 1474, foi promulgada na República de Veneza uma lei regulando a concessão de monopólios, considerada historicamente como a primeira lei de patentes conhecida, que tornou os privilégios concedidos independentes da vontade e dos interesses dos soberanos. Segundo Malavota (2006), a lei sistematizava o processo de concessão estabelecendo objetivamente as funções das patentes, o prazo e o local de aplicação, e os demais requisitos a serem cumpridos pelos interessados.

Já Cardozo (2010) identifica quatro fases no processo de evolução das patentes:

1. A fase dos privilégios concedidos pelos soberanos, do século 15 ao 18

Inicialmente, os privilégios referiam-se a qualquer tipo de direito de exploração, no comércio, nos serviços ou nas artes dos ofícios, e dependiam apenas da vontade dos soberanos, sem qualquer norma para concessão.

Com o tempo, passou-se a ter mais privilégios para as invenções e, na Inglaterra, a crescente tensão em função da concessão arbitrária a qualquer tipo de monopólio levou à promulgação do Estatuto dos Monopólios, em 1623. A partir desse momento, só poderiam ser concedidos monopólios para as invenções, e mesmo assim se respeitadas determinadas condições (CARDOZO, 2010). Segundo esse autor, os governantes perceberam as vantagens proporcionadas pelas invenções e inovações e passaram a

conceder privilégios também a estrangeiros para incentivar a introdução de novas tecnologias ou indústrias em seus territórios.

2. A consolidação dos sistemas nacionais de patentes, do século 18 até 1883

Nesse período, ocorreram mudanças importantes como a ascensão da burguesia, a concentração de poder real em detrimento dos senhores feudais, as unificações da Itália e da Alemanha, o processo de urbanização, a Revolução Industrial, a independência americana e a Revolução Francesa.

Assim, foram definidas as leis nacionais de diversos países estabelecendo as condições objetivas para as concessões, tendo como referência o Estatuto dos Monopólios, independentemente da vontade dos seus soberanos. Algumas datas dessas leis são as seguintes: EUA, 1790; França, 1791; Holanda, 1809; Áustria, 1810; Rússia, 1812; e assim por diante, para diversos países europeus e alguns da América Latina (o Brasil foi o quarto país no mundo a ter uma lei de patentes, com a vinda de Dom João VI em 1809).

As legislações, entretanto, eram totalmente voltadas para incentivar as atividades produtivas internas, inclusive concedendo patentes a inventos já conhecidos em outros países para promover a sua introdução na sociedade local. As legislações também eram bem favoráveis aos nacionais e totalmente discriminatórias com os estrangeiros, tanto em relação às patentes como aos outros direitos de PI. Cardozo (2010), WIPO (2002) e Chang (2004) citam vários exemplos dessas preferências e discriminações.³⁶

3. A evolução do sistema internacional de patentes, a partir de 1883

Após o estabelecimento das legislações nacionais e a utilização do sistema para incentivar a internalização de tecnologias e o desenvolvimento interno dos países concedentes, o sistema passou a evoluir externamente em função do incremento nos transportes, nas comunicações e, principalmente, no comércio internacional. Um incidente ocorrido por ocasião da feira internacional de Viena, em 1873, quando empresas americanas se recusaram a participar devido à falta de proteção para seus produtos, suscitou diversas iniciativas diplomáticas que culminaram numa convenção internacional em Paris, no ano de 1883.

³⁶ O título do livro de Chang (2001), "Chutando a escada", é uma clara alusão às práticas iniciais em propriedade intelectual, feitas por países que hoje são altamente industrializados e defendem a harmonização e o endurecimento da legislação de PI, mas na época copiavam de outros e procuravam beneficiar ao máximo os seus nacionais – o autor sugere que após "subirem a escada", esses países a derrubaram para que outros também não subissem.

O acordo conhecido como Convenção da União de Paris (CUP), firmado por apenas onze países, inclusive o Brasil, criou mecanismos que facilitavam a obtenção de direitos de propriedade industrial – patentes de invenção, modelos de utilidade, desenhos industriais, marcas registradas, indicações de procedência e repressão à concorrência desleal -, nos países signatários. Atualmente, o acordo da CUP é administrado pela OMPI e congrega 185 países. Segundo Cardozo (2010), a partir da CUP o sistema:

“[E]voluiu na direção de um sistema internacional cada vez mais integrado e homogêneo, e que passou a contar, cada vez mais com a participação de organizações multilaterais. (...) Como consequência da internacionalização das normas de patentes, a liberdade que no passado os Estados dispunham para utilizá-las como instrumento de política econômica ficou reduzida”.

4. A fase dos acordos multilaterais e dos acordos bilaterais

Essa fase cobre as duas últimas décadas até os dias atuais, onde se tem estabelecido novas regras e novos procedimentos, em função de acordos multilaterais e bilaterais, que partiram das normas internacionais vigentes e ampliaram várias prescrições para reforçar os direitos da PI. Assim, ainda na fase anterior, a partir da década de 1980, cresceram nos EUA a preocupação e o interesse com o nível de proteção da PI em outros países, envolvendo áreas do governo, do congresso, da indústria e da própria academia.

As discussões ao final da década de 1980 no âmbito do GATT (acrônimo do equivalente, em inglês, para Acordo Geral de Tarifas e Comércio), posteriormente transformado na Organização Mundial do Comércio (OMC), ampliaram o seu escopo para incluir a matéria relativa à propriedade intelectual, já que as ações articuladas pelos países desenvolvidos na Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI) não surtiram os efeitos esperados. Desta forma, a organização de arbitragem do comércio internacional teria melhores condições de supervisionar o cumprimento dos direitos da PI num momento de crescente reprodução não autorizada da PI, e de falta de proteção efetiva em vários países (DI BLASI et al., 1997).

Maskus (1997) assinala que a expansão da globalização e a proliferação dos meios baratos de cópia tornaram claras a fragilidade do sistema internacional de proteção da PI e a necessidade de novas normas de proteção. Portanto, a mudança que ocorreu ao longo dos anos de 1990, nesse sistema, foi no sentido de se ter padrões mínimos mais rigorosos e maior ênfase na não

discriminação. No caso dos países em desenvolvimento, o autor observa ter havido muitos casos de adoção unilateral de legislações mais rigorosas devido a pressões externas, mas também à percepção da sua importância para a atração de investimentos e tecnologia.

Com a crescente pressão dos EUA, a partir de 1988, o Acordo de TRIPs foi fechado em 1994 tendo os seguintes pontos principais: tratamento nacional para os estrangeiros, ou seja, introdução do tratamento de nação mais favorecida na área de PI; proibição de se excluir determinadas áreas tecnológicas da proteção; tempo mínimo de vinte anos para duração das patentes; maior restrição às licenças compulsórias; reversão do ônus da prova para o infrator nos casos de violação de patentes de processos; obrigatoriedade de proteção de novas variedades de plantas, seja por patentes ou por proteção de cultivares (MASKUS, 1997; CHANG, 2001).

O fato de TRIPS estabelecer padrões mínimos de proteção provocou implicações importantes para os países em desenvolvimento e para as nações menos favorecidas, conforme ressaltado por Cardozo (2010). Além de limitar as legislações nacionais nas suas políticas de desenvolvimento em aspectos como prazos mínimos e obrigatoriedade de concessões em todos os campos técnicos, os padrões mínimos de TRIPS serviram de plataforma para se elevar ainda mais os direitos de PI nos acordos bilaterais ou tratados de livre comércio (conhecidos como *Free trade agreements*, ou FTAs, são celebrados principalmente pelos EUA).

Tais acordos bilaterais, ao elevarem os padrões de proteção da PI vigente nas relações comerciais entre os EUA e um outro país, acima dos patamares mínimos definidos por TRIPS, acaba elevando a proteção da PI nas relações comerciais desse país com todos os outros signatários de TRIPS em função do princípio da nação mais favorecida. Por isso, os acordos bilaterais têm sido chamados de TRIPS-plus, pois “implicam compromissos que vão além daqueles patamares mínimos exigidos pelo acordo TRIPS, que restringem ou anulam suas flexibilidades ou ainda fixam padrões ou disciplinam questões não abordadas pelo TRIPS” (BASSO, 2005).

4.2. BREVE HISTÓRICO DAS PATENTES NO BRASIL

Considerando a Inglaterra como primeiro país a ter uma lei de PI, com o Estatuto dos Monopólios, o Brasil foi o quarto país no mundo a ter proteção para os direitos do inventor (CERQUEIRA, 1982).³⁷ O Alvará de 1809, editado pelo Príncipe Regente, veio no bojo das medidas de autonomia industrial e comercial proporcionadas à colônia pela mudança da Corte portuguesa para o Brasil no início do século 19. O Alvará, no seu parágrafo VI tal como reproduzido abaixo, regulamentou a concessão de privilégios patentários definindo os requisitos (ter novidade e ser aprovado num exame prévio de veracidade), o prazo de concessão (14 anos), e as obrigações do privilegiado (fabricação do produto).³⁸

Sendo muito conveniente que os inventores e introdutores de alguma nova máquina e invenção nas artes gozem do privilégio exclusivo, além do direito que possam ter ao favor pecuniário, que sou servido estabelecer em benefício da indústria e das artes, ordeno que todas as pessoas que estiverem neste caso apresentem o plano de seu novo invento à Real Junta do Comércio; e que esta, reconhecendo-lhe a verdade e fundamento dele, lhes conceda o privilégio exclusivo por quatorze anos, ficando obrigadas a fabricá-lo depois, para que, no fim desse prazo, toda a Nação goze do fruto dessa invenção. Ordeno, outrossim, que se faça uma exata revisão dos que se acham atualmente concedidos, fazendo-se público na forma acima determinada e revogando-se todas as que por falsa alegação ou sem bem fundadas razões obtiveram semelhantes concessões.

A Constituição do Império, promulgada em 1824, proclamou o princípio da propriedade do inventor e definiu a necessidade de uma legislação específica para as patentes, resultando na Lei de 28 de agosto de 1830. Apesar do pioneirismo do Alvará de 1809, e da lei de 1830 que consolidou os direitos de propriedade dos inventores, a sua existência não resultou na produção de invenções e em desenvolvimento, muito provavelmente devido à ausência de uma capacitação técnica local e de um ambiente institucional favorável. Segundo Cerqueira (1982), nos primeiros cinco anos de vigência da lei foi concedida apenas uma patente, e após vinte anos de vigência chegou-se ao total de cinco patentes concedidas.

³⁷ Cerqueira registra, entretanto, que muitos autores estrangeiros desconhecem o Alvará de 1809 e indicam como primeira legislação a de 1830, promulgada após a independência do Brasil.

³⁸ O parágrafo VI, do Alvará de 1809, pode ser obtido em Malavota (2006), Cardozo (2010) e Di Blasi et al. (1997).

Ao final do século 19, a lei de 1830 era considerada atrasada e imperfeita, principalmente devido ao início da industrialização no país, aos avanços nas legislações de outros países e às discussões internacionais que culminaram na Convenção da União de Paris (CUP), de 1883. As leis que se seguiram foram a de 1882, que trouxe algumas modificações importantes nos direitos dos inventores e nas formalidades do pedido, e a de 1923, que criou o primeiro órgão oficial com o encargo dos serviços de patentes de invenção e de marcas de indústria e comércio (CERQUEIRA, 1982; MALAVOTA, 2006).

A Constituição de 1937 e o advento dos novos Códigos de Processo Civil, Penal e de Processo Penal, somados à inadequação e aos erros do decreto de 1923, e às necessidades de uma industrialização intensa e do desenvolvimento do comércio, tornavam premente a revisão da legislação da PI (CERQUEIRA, 1982). O novo código, promulgado em 1945, vigorou durante quase três décadas, até ser substituído por um novo código durante o regime militar de 1964.

Segundo Malavota (2006), as propostas de desenvolvimento nas décadas de 1950 e 1960 envolviam uma corrente mais nacionalista, que defendia a estatização de setores estratégicos e a proteção às empresas nacionais, e se opunha ao livre fluxo de capitais entre o Brasil e o exterior, e uma corrente que era favorável ao estímulo do ingresso de capitais externos e resistia à atuação empresarial do Estado.

Na questão patentária, a visão desenvolvimentista percebia aspectos favoráveis de incentivo à inovação e ao investimento estrangeiro, e de acesso à informação tecnológica, e aspectos negativos de uma reserva de mercado para as empresas estrangeiras devido ao atraso das empresas nacionais, além dos custos e da obsolescência das tecnologias licenciadas. Já os defensores do capital externo defendiam o fortalecimento da PI e a desburocratização da proteção patentária de modo a se beneficiarem de sua superioridade tecnológica na competição com as empresas nacionais.

Ao final, prevaleceu a corrente nacionalista e o Código de Propriedade Industrial (CPI) de 1971 se destacava pelos seguintes pontos: prazo de duração da patente relativamente mais curto (quinze anos a partir do depósito), maior rigor na aferição da novidade, obrigatoriedade de exploração local (não admitia a substituição por importação), manutenção da não concessão aos produtos alimentícios, farmacêuticos e químicos, e aumento da restrição aos respectivos processos de obtenção (só possível para os processos de produtos químicos).

A Lei nº 9279, de 14 de maio de 1996 (LPI)³⁹

Durante a década de 80, cresceram as pressões dos EUA contra a exclusão dos produtos farmacêuticos, químicos e alimentícios da concessão de patentes no Brasil, chegando a ponto da aplicação de sanções comerciais em 1988. Com a eleição de Fernando Collor, em 1990, e o seu comprometimento em elaborar uma nova legislação de PI que incluísse a proteção dos produtos farmacêuticos, iniciou-se um período de intensos debates que resultou na Lei de Propriedade Industrial (LPI), em 1996.

Os principais pontos em discussão, refletindo as discussões no âmbito internacional, se referiam às patentes de seres vivos e de produtos farmacêuticos, ao aumento do prazo de proteção das patentes, à permissão para a importação paralela,⁴⁰ ao *pipeline*⁴¹ e ao prazo de entrada em vigor da nova legislação. A polarização no Congresso se dava entre um projeto mais restritivo à proteção patentária e com salvaguardas para a indústria nacional e outro projeto favorável a itens como o *pipeline* e a proteção aos micro-organismos.

No final, o projeto que prevaleceu foi o mais abrangente em relação à proteção da propriedade industrial, não só atendendo as prescrições do acordo de TRIPS, mas até superando-as como no caso das patentes *pipeline*. Na visão de Di Blasi et al. (1997), entretanto, a lei nº 9279 inseria o Brasil na era globalizada, com uma legislação harmonizada com as legislações dos países mais adiantados, refletindo “a necessidade do país se adaptar à nova realidade econômica internacional, confirmando sua maturidade política e visando diminuir, assim, o desnível tecnológico entre o Brasil e os países desenvolvidos”.

4.3. A DISCUSSÃO DO SISTEMA DE PATENTES COMO INCENTIVO À INOVAÇÃO

O Estatuto dos Monopólios não representou apenas a proscrição dos monopólios reais ou a pedra fundamental das legislações patentárias atuais. Segundo North e Thomas (1993), este Estatuto se insere entre as muitas mudanças institucionais ocorridas na Inglaterra ao longo do século 17 que proporcionaram um

³⁹ Parcialmente baseado em Di Blasi et al. (1997).

⁴⁰ Refere-se à importação de produto genuíno de outro licenciado, mesmo que o fabricante detenha a sua patente no país.

⁴¹ Aceitação de depósito de pedido de patente para produtos químicos, farmacêuticos e alimentícios, dentro do prazo de um ano contado da publicação da nova lei, desde que não tenha sido colocado no mercado (uma espécie de moratória para produtos que já não atendessem ao requisito da novidade).

ambiente favorável ao crescimento econômico. Como um dos exemplos de mudança é citado a perda de poder das guildas,⁴² o que permitiu a mobilidade da mão de obra e a inovação nas atividades econômicas.

Outros autores também registram este momento como uma transição importante entre o período medieval e a era industrial que estava por surgir. Mansfield (1968) comenta o efeito positivo das patentes para a disseminação de informações e o progresso técnico, em comparação com as guildas medievais e os seus segredos de processos.

Miller e Davis (1990) discutem o papel do legislativo e das cortes de lei comum (*common law*), na Inglaterra, para barrar os abusos reais à concessão irrestrita de monopólios. Dessa forma, com base na tradição da lei comum inglesa contra os monopólios, começou-se a desenvolver uma teoria de incentivo às patentes, ao considerar que “a concessão de um privilégio exclusivo a uma pessoa com um talento valioso poderia resultar em benefícios para a sociedade se este privilégio encorajasse a pessoa a exercer sua competência no país”.

Já North e Thomas (1993) argumentam, com base numa análise histórica dos últimos séculos, que o desenvolvimento do mundo ocidental originou-se de arranjos institucionais e de direitos de propriedade que incentivaram os indivíduos em atividades econômicas lucrativas.⁴³ Segundo os autores, “a verdadeira fonte do crescimento econômico moderno não foi a Revolução Industrial, mas sim a elevação da taxa de retorno particular que resultou no desenvolvimento de novas técnicas e na sua aplicação aos processos produtivos”.

Esses autores usam alguns exemplos históricos para ilustrar os atrasos provocados pela falta de instituições sólidas de direitos de propriedade, como os casos do cronômetro marítimo de precisão (atraso na invenção devido à inexistência de um sistema de patentes), dos piratas marítimos (falta de meios de garantia dos direitos de propriedade, ou seja, falta de *enforcement*) e dos pastores de ovelha da Mesta, na Espanha, que tinham passagem livre pelas propriedades e causavam danos à agricultura (situação decorrente dos altos custos de transação para regulamentar o

⁴² Associações de artesões que tinham o monopólio em determinadas áreas por concessão da Coroa, monopólios que não se referiam a invenções, mas a mercados (MILLER; DAVIS, 1990).

⁴³ Atividades que aproximavam a *taxa de retorno particular* (ganho líquido do indivíduo com a atividade) da *taxa de retorno social* (ganho líquido da sociedade com a mesma atividade, ou ganho líquido do indivíduo somado à externalidade líquida causada pela atividade).

direito de propriedade e dos interesses particulares da Coroa espanhola em manter o benefício aos pastores).⁴⁴

No plano jurídico, Miller e Davis (1990) discutem as duas teorias utilizadas na sustentação do sistema de patentes nos EUA: a teoria da barganha e a teoria dos direitos naturais. A teoria da barganha parte da premissa de que as pessoas são encorajadas a produzir invenções se houver uma recompensa como incentivo. Segundo os autores, essa teoria é sustentada pela Constituição Americana (pelo menos parcialmente), assim como pelo sistema de empreendedorismo livre.

A teoria dos direitos naturais considera que a produção intelectual é, por direito, propriedade de quem a criou e, portanto, o inventor não tem obrigação de revelar nada de sua invenção, tendo todo o direito de obter compensações por isto. Esta teoria também é sustentada pela Constituição Americana, pelo menos parcialmente, ao mencionar os “direitos” do inventor e a promoção do avanço da ciência e das artes (através da revelação da invenção).

Para Mansfield (1968), a legislação patentária é um importante e forte incentivo para o inventor individual realizar trabalhos que produzam invenções. Além dessa justificativa, as patentes também incentivam as empresas a investirem em desenvolvimento adicional, em plantas-piloto e no lançamento comercial do produto. O autor também registra como um terceiro benefício da legislação patentária, a disseminação da informação contida na patente para facilitar a realização de outras invenções.

O sistema de patentes, no entanto, não é apenas objeto de comentários favoráveis e de justificativas para a sua manutenção, mas tem sido combatido, questionado e criticado desde os seus primórdios. A discussão envolve tanto a perspectiva social quanto a econômica.

Merges (1992), refletindo sobre a crítica de Aristóteles a um sistema de incentivos de inovações, observa que esse tipo de controvérsia resultaria da tensão criada por um sistema no qual os benefícios *sociais*, via progresso tecnológico, são obtidos através de recompensas *particulares*. Entretanto, Adam Smith (1776:1985) já havia esclarecido esse ponto ao observar que faz parte da natureza humana o estímulo à especialização e ao ganho com o excedente da produção individual, gerando uma riqueza universal que se estende até as camadas mais baixas do povo.

⁴⁴ Na descrição dos exemplos percebem-se algumas analogias implícitas com a discussão atual sobre as violações da PI, como os casos da pirataria (falta de *enforcement*) e da “carona” ou “*free-rider*” (aproveitamento oportunista de projetos ou da propriedade de outros).

Assim, a controvérsia do sistema de patentes estaria mais relacionada com o fato de se conceder um monopólio privado para se promover o bem comum.

De forma similar, no caso brasileiro, Barbosa (2006) discute o aspecto jurídico das patentes definindo uma patente “como um direito, conferido pelo Estado, que assegura a seu titular a exclusividade da exploração de uma tecnologia”. Esse autor, entretanto, observa a existência de um paradoxo entre a proteção à propriedade intelectual e outros fundamentos constitucionais como os valores sociais do trabalho e da livre iniciativa (Art. 1º, inciso IV, da CF) e a livre concorrência (Art. 170, inciso IV, da CF). Ainda segundo o autor, tal paradoxo, assim como algumas tensões constitucionais relacionadas à propriedade intelectual (PI), devem ser balanceadas na formulação da lei ordinária e no exame do mérito de tal direito levando em conta os interesses contrastantes.

Já em Barbosa (2009), o mesmo autor discute o sistema de direitos exclusivos das patentes como sendo um instrumento de poder sobre o mercado que é entregue à empresa privada para se alcançar fins públicos, a inovação, por meio de incentivos privados, ou seja, por meio dos ganhos gerados pela inovação. Para justificar constitucionalmente os sistemas de PI existem os requisitos da *novidade* (a necessidade da criação tecnológica ser nova) e da *atividade inventiva*, uma contribuição que represente um salto inventivo discernível. Segundo o autor, a natureza jurídico-constitucional da atividade inventiva representa “um mandato de ponderação (...) entre a contribuição social do invento para o qual se pretende proteção e a recompensa atribuída pelo Estado para inovação, através do direito de exclusiva”.

Um das principais críticas ao sistema de patentes tem sido o poder de monopólio proporcionado às grandes corporações. Merges (1992) registra um sentimento anti-patente e anti-truste nas décadas de 1920 e 1930, nos EUA, diminuído durante a Segunda Guerra Mundial, mas existente até a década de 70. Miller e Davis (1990) mostram também a existência de críticas ao governo americano por falhar na barganha entre as grandes corporações e os cidadãos, e a resposta dos adeptos dos direitos naturais com base na Constituição americana.

No mesmo sentido, Mansfield (1968) registra as distorções apontadas por muitos economistas, tais como: posições monopolísticas criadas mesmo após o término da patente; criação de cartéis com o licenciamento cruzado de patentes entre as empresas; uso extensivo pelas empresas de um sistema concebido para incentivar o inventor individual, apesar de existirem diversos outros meios das empresas

protegerem as suas invenções; concessão de patentes às empresas contratadas para realizar pesquisas financiadas pelo governo (americano).

Uma crítica mais recente é quanto ao avanço da proteção patentária sobre áreas básicas da Ciência, cujos conhecimentos sempre foram produzidos por pesquisas financiadas com o dinheiro público. Nelson (2004) lança um alerta para a possibilidade de erosão do conhecimento científico comum e os consequentes atrasos nos desenvolvimentos científico e tecnológico.

Outra perspectiva interessante de avaliação é aquela voltada para as empresas e os segmentos industriais usuários do sistema patentário, de modo a verificar sua efetividade, suas estratégias de proteção e de apropriação do conhecimento, e a relação entre o tipo de indústria e a proteção patentária como fator de incentivo à inovação.

Em estudo realizado com cem empresas americanas, de doze ramos industriais diferentes, para avaliar os efeitos da proteção patentária sobre o desenvolvimento e a comercialização de inovações, Mansfield (1986) verificou que apenas na indústria farmacêutica, e um pouco menos na indústria química, a proteção patentária tinha importância para incentivar a inovação. Por outro lado, embora as empresas das indústrias de metais primários, equipamentos elétricos, instrumentação, equipamentos de escritório, automobilística, borracha e têxteis não considerassem as patentes como essenciais à inovação, essas empresas preferiam não depender só da proteção dos segredos industriais, patenteando sempre que possível.

Cohen et al. (2000) acharam resultados similares em levantamento feito com 1478 laboratórios de P&D do setor manufatureiro, observando que o segredo industrial e a rapidez de lançamento de produtos ao mercado eram mais enfatizados que a proteção patentária. No caso de patenteamento, além da proteção da inovação, os principais objetivos das empresas eram a comercialização das patentes, o seu licenciamento, a prevenção de patentes similares da concorrência, o uso das patentes em negociações entre firmas e a prevenção de processos judiciais.

Dosi et al. (2006) apresentam uma avaliação crítica de evidências teóricas e empíricas sobre o papel e os resultados proporcionados pelos diferentes tipos de apropriação, especialmente a PI, como incentivadores da inovação tecnológica. Inicialmente, os autores questionam a argumentação sobre a “falha de mercado” na qual se propõe uma relação positiva entre a inovação e a intensidade da proteção da PI para se produzir conhecimento para a sociedade, o qual, se não houvesse o incentivo do monopólio legal não seria produzido. Segundo os autores, tal

argumentação ignora aspectos importantes do conhecimento tecnológico, assim como de instituições que não são do mercado, mas que participam do processo de inovação.

Quanto à relação entre inovação e intensidade de proteção da PI, Dosi et al. (2006) mostram evidências que sugerem a falta de impacto positivo da PI sobre a inovação e indicam que os padrões de inovação em indústrias ou tecnologias específicas são motivados, primariamente, pelas oportunidades associadas com cada tipo de indústria ou com cada paradigma tecnológico. Assim, a capacidade das empresas em aproveitar essas oportunidades depende, parcialmente, das estratégias identificadas por Teece (1986), e parcialmente, de capacitações idiossincráticas incorporadas nas empresas.

4.4. UTILIZAÇÃO DAS PATENTES NO BRASIL

A discussão do baixo nível de competitividade tecnológica do país, não só em relação ao panorama mundial, mas também comparativamente à própria produção científica, passa pelo uso do sistema patentário pelas empresas brasileiras, como ressaltado por diversos analistas. Nessa seção, são apresentados alguns estudos e dados referentes ao patenteamento no país para subsidiar uma discussão ao final da seção sobre a proteção do conhecimento tecnológico desenvolvido e o uso estratégico das patentes.

Dupim (2005) apresenta o histórico dos depósitos de pedidos de patentes por residentes e não residentes (patentes de invenção e de modelo de utilidade),⁴⁵ no período de 1990 a 2003, mostrando um acentuado crescimento dos depósitos dos não residentes a partir de 1993, conforme indicado na Figura 11. Esse autor também apresenta o perfil dos depositantes entre 1997 e 2003, onde o número de depósitos de residentes pessoa jurídica (empresa) é bem menor, menos de um terço do número de depósitos de residentes pessoa física, conforme indicado na Figura 12.⁴⁶

⁴⁵ Ver definições de patentes de invenção e modelo de utilidade na Seção 4.5.

⁴⁶ Deve-se observar que nem sempre o depósito em nome de uma pessoa física indica um pedido de inventor independente, podendo ocorrer uma estratégia de negócio do empresário, nesses casos, através da proteção em nome da pessoa física.

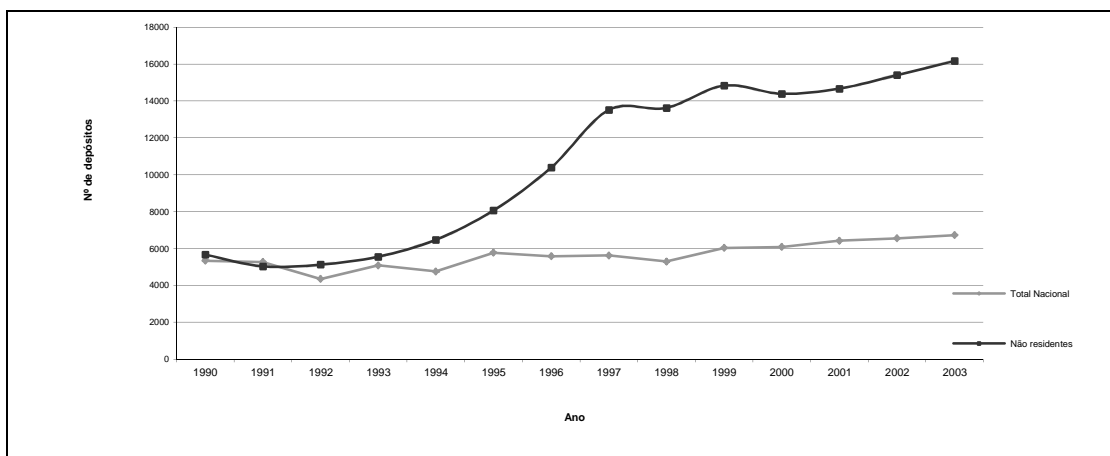


Figura 11 – Número de depósitos de residentes e não residentes, de 1990 a 2003
 Fonte: Dupim (2005), com base em dados do INPI organizados pelo autor

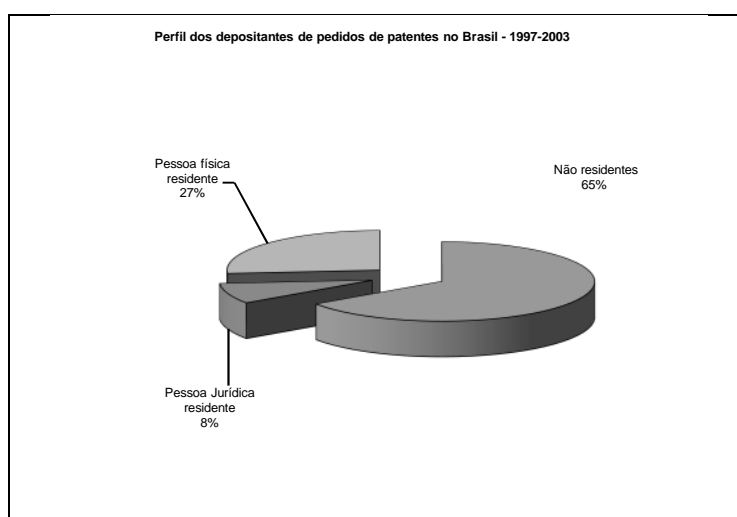


Figura 12 - Distribuição dos depositantes de pedidos de patentes, de 1997 a 2003
 Fonte: Dupim (2005), com dados do INPI e da FAPESP

Zucoloto (2009) apresenta um trabalho similar, porém mais detalhado, para estudar os impactos da lei nº 9279/96, Lei de Propriedade Industrial (LPI), a partir dos dados de depósitos de patentes de invenção e de modelo de utilidade, e de registros de desenho industrial, efetuados no INPI entre 1991 e 2004. No estudo, foram contempladas diversas categorias de informações, tais como: titulares brasileiros e estrangeiros, pessoas física e jurídica, filiais de multinacionais e setores industriais. Embora a inclusão dos desenhos industriais (DI) represente uma distorção nos resultados e nas análises, já que os DI tratam apenas de aspectos estéticos e não

possuem conteúdo tecnológico, podem ser destacadas as seguintes informações e conclusões desse trabalho:⁴⁷

- Os números de depósitos e de registros de estrangeiros coincidem com os números de depósitos de patentes por não residentes da Figura 11, indicando que não é significativo o registro de DI por estrangeiros;
- Já os números totais de depósitos e registros por brasileiros, em Zucoloto (2009), são bem maiores que os correspondentes na Figura 11, indicando o peso dos registros de DI – em números aproximados, os dados de registros seriam, por exemplo: em 1994, cerca de 1000 registros ou 20% a mais; em 2002, cerca de 3000 registros, ou 46% a mais do que o total de pedidos de patentes por brasileiros;
- A autora credita a LPI como a maior responsável para o aumento dos depósitos e registros a partir de 1996, com os de estrangeiros crescendo mais entre 1996 e 1998 (18,7% ao ano) e os de brasileiros crescendo mais entre 1999 e 2004 (11% ao ano);
- Com relação somente aos depósitos e registros de brasileiros, as pessoas físicas foram responsáveis por 68% da média entre 1991 e 2005;
- Essa baixa participação de pessoas jurídicas brasileiras no sistema de PI é associada a uma fragilidade do sistema de inovação brasileiro, comparando os dados obtidos com resultados e conclusões semelhantes alcançados por Albuquerque (1999 apud ZUCOLOTO, 2009).

O INPI também apresenta os resultados de estudos sobre o perfil dos depositantes nacionais de pedidos de patentes cujas informações e conclusões podem auxiliar na análise da proteção patentária no país.⁴⁸

1- INPI (2006): Maiores depositantes de patentes BR, de 1999 a 2003

O trabalho apresenta um levantamento dos 50 maiores depositantes de patentes no Brasil com prioridade brasileira, nesse período, feito com o objetivo de identificar os

⁴⁷ A autora justifica a decisão de incluir os desenhos industriais citando Barbosa (2003) para quem o desenho industrial é uma proteção patentária porque não é uma criação puramente estética, sem aplicação a produto industrial, passível de proteção por direito autoral, mas “uma obra de arte aplicada com a qualificação de poder servir de tipo de fabricação industrial, [estando] no domínio do desenho industrial” (BARBOSA, 2003, apud ZUCOLOTO, 2009).

⁴⁸ Os dois estudos seguintes podem ser encontrados no endereço do Instituto, <http://www.inpi.gov.br>, em Publicações. As informações do terceiro item podem ser obtidas em: <http://www.inpi.gov.br/portal/artigo/estatisticas>.

principais clientes nacionais do INPI e avaliar o desempenho de suas estratégias de proteção. Destacam-se, em particular, as seguintes informações e conclusões:

- A lista de depositantes inclui grandes empresas como Petrobrás, Arno, Multibrás, Semeato, Vale do Rio Doce, Embraco, Dana; instituições de ensino e pesquisa como Unicamp (a primeira em depósitos, no período pesquisado), UFMG, USP, Embrapa, FIOCRUZ; agências de fomento como a FAPESP, CNPq; e diversas pessoas físicas;
- O grupo formado por universidades, instituições de pesquisa e agências de fomento representa 30% do total levantado;
- Do total de 33277 pedidos com prioridade brasileira, levantados no período, 51% referiam-se a patentes de invenção e 49% referiam-se a patentes de modelo de utilidade;
- Os depositantes do tipo pessoa física nem sempre representam inventores independentes, pois podem estar vinculados a empresas conforme uma determinada estratégia de proteção ou de negócio (excluir as patentes do ativo, evitar o monitoramento por parte dos concorrentes, reduzir taxas);
- Observou-se um aumento expressivo de depósitos pelas universidades e uma mudança do perfil de atuação de algumas empresas, no período analisado, enquanto outras mantinham um comportamento mais estável.

2- INPI (2011): Principais titulares de pedidos de patente no Brasil, com prioridade brasileira, depositados no período de 2004 a 2008

Estudo similar ao anterior, também com 50 maiores depositantes, porém cobrindo o período entre 2004 e 2008. No estudo, pôde-se observar os seguintes pontos:

- O total de pedidos encontrados foi de 39710, distribuídos entre 65% patentes de invenção e 35% patentes de modelo de utilidade;
- No topo da relação, houve uma inversão entre a Unicamp e a Petrobrás, essa agora em primeiro lugar. Além disso, entre os dois estudos houve um aumento na participação das faculdades, de 8 para 13, sendo que no segundo estudo (2004 – 2008) quatro universidades estão entre os dez maiores depositantes.
- O grupo formado por universidades, instituições de pesquisa e agências de fomento passou a representar 38% do total levantado.

3- Informações sobre depósitos e concessões de patentes no período de 1998 a 2011

Os Anexos A e B apresentam os dados disponíveis no sítio do INPI sobre os depósitos e as concessões de patentes, respectivamente, entre 1998 e 2011, indicando as modalidades de proteção e a procedência dos depositantes (basicamente, divididos entre residentes e não residentes no país). Sobre as essas informações, são feitas as seguintes observações:

- Os números de depósitos no Anexo A são superiores aos indicados para os anos correspondentes na Figura 11, principalmente no caso dos não residentes. Isto se deve a uma revisão de dados e de metodologia como, por exemplo, na computação dos pedidos via PCT no ano de entrada na fase nacional, e não no ano de depósito no PCT.
- No período considerado, a proporção média de depósitos de residentes, em relação ao total de depósitos, foi de 31,4% (com desvio padrão de 3,64%), com os anos de 2010 e 2011 apresentando valores bem abaixo da média.
- De forma similar, a proporção média de concessões para residentes, em relação ao total de concessões, foi de 19,5% (com desvio padrão de 2,38%).
- O crescimento médio de depósitos de residentes foi de 153,1 pedidos/ano e o de não residentes foi de 790,2 pedidos/ano (considerando a regressão linear aplicada aos totais de depósitos, no período e nos casos considerados).

Outro trabalho, de FERREIRA et al. (2009), apresenta os resultados de uma pesquisa em uma amostra de empresas afiliadas à Associação Nacional de Pesquisa Industrial (ANPEI) para avaliar o grau de utilização dos documentos de patente como fonte de informação tecnológica, e o grau de utilização das patentes como um instrumento competitivo articulado com a estratégia das empresas, definindo os fatores de motivação e de inibição para cada caso.

Embora as conclusões do trabalho destes autores estejam mais voltadas para o papel dos fatores de motivação e de inibição do uso das patentes, a comparação do grau de utilização como fonte informacional, com o grau de utilização estratégica das patentes, mostra uma utilização estratégica menor, principalmente nas pequenas e médias empresas. Como fatores mais motivadores, destacam-se a obtenção de monopólios temporários, como instrumento competitivo, e o maior conhecimento sobre tecnologias patenteadas, como fonte de informação tecnológica. Como fatores mais

inibidores, o (longo) tempo de processamento no INPI, para instrumento competitivo, e a falta de cultura do uso da informação patenteada.

Discussão sobre os dados de proteção patentária no Brasil

Dupim (2005) aponta a consolidação da OMC, a partir de 1993-1994, a assinatura do acordo de TRIPS em 1994 e a promulgação da LPI, em 1996, como as principais causas do crescimento dos depósitos de não residentes (estrangeiros) no país. Já Zucoloto (2009) também aponta a nova lei de propriedade industrial (LPI) como responsável pelo crescimento dos depósitos de estrangeiros entre 1996 e 1998, e pelo crescimento dos depósitos de brasileiros entre 1999 e 2004. Sobre essa questão, podem ser feitos os seguintes comentários:

- Não há dúvida de que a nova legislação de PI e a pressão no âmbito da OMC para a harmonização das legislações dos países tiveram influência no aumento de depósitos estrangeiros sabendo-se, inclusive, que as pressões vinham desde a década de 1980 e que a nova lei começou a ser discutida no Congresso no ano de 1990, no início do governo Collor;
- A LPI de 1996, entretanto, começou a ser válida apenas um ano após a sua promulgação, a não ser para os produtos e processos não patenteados pela lei anterior (fármacos, produtos químicos e alimentos) em que a vigência seria imediata.
- O aumento dos depósitos de brasileiros a partir de 1999, constatado por Zucoloto (2009), deve ser relativizado considerando o peso representado pelos registros de desenhos industriais (DIs) nesses depósitos e o crescimento bem menor mostrado apenas pelos depósitos de patentes por residentes, seja na Figura 11 ou nos dados do Anexo A;
- Por outro lado, observa-se na Figura 11 que os depósitos de não residentes, no mesmo patamar dos depósitos de residentes no início da década de 90 (cerca de 6000), começam a decolar em 1993, estabilizam no ano de 1998, mas continuam a crescer mais lentamente a partir de então. De forma similar, os dados revisados do INPI, do Anexo A, apresentam um crescimento bem mais acentuado dos depósitos de não residentes no período 1998 – 2011.
- Também deve ser considerada como explicação para a subida dos depósitos de não residentes, já a partir de 1993, portanto ainda com base na lei antiga, a abertura comercial iniciada no governo Collor. Essa abertura pode ter

incentivado os depósitos de pedidos com vistas à colocação de produtos no mercado brasileiro, embora seja evidente que o salto maior foi entre 1996 e 1997, com a entrada dos depósitos das matérias cuja proteção não era prevista anteriormente, além dos depósitos *pipeline* que nem seriam mais passíveis de proteção.

Outro ponto interessante para discussão refere-se ao uso da proteção patentária por brasileiros. Dupim (2005) apresenta uma proporção bem menor de pessoas jurídicas (8%) em relação às pessoas físicas (27%) para o período 1997 – 2003. Zucoloto (2009) também apresenta um resultado similar para o período entre 1991 e 2005 (68% de pessoas físicas).

Por outro lado, os estudos disponibilizados pelo INPI mostram o crescimento de universidades e instituições de pesquisa na busca de proteção por patentes, um provável resultado dos incentivos proporcionados pela Lei da Inovação (Lei nº 10973, de 2004). Esses estudos também mostram que algumas grandes empresas nacionais aparecem entre os maiores depositantes, mas o mesmo acontece com algumas pessoas físicas.⁴⁹ Além disso, a proporção de depósitos e de concessões, em relação ao total de depósitos e concessões, de residentes e de não residentes, também indica uma taxa maior de abandono, perdas de prazo e/ou indeferimento, para os residentes.

Já o trabalho de Ferreira et al. (2009) chama a atenção para dois tipos de utilização das patentes pelas maiores empresas inovadoras brasileiras: como fonte de informação tecnológica e como um instrumento estratégico, o primeiro tipo sendo mais usual do que segundo. Essa constatação sobre a baixa utilização estratégica das patentes pelas empresas não deixa de estar coerente com os baixos quantitativos de depósitos, tendo como um dos principais fatores para essa situação a demora no exame dos pedidos em função da baixa capacidade do órgão responsável (INPI).

4.5. A ESTRUTURA DAS PATENTES

Nesta seção, são apresentados definições, conceitos e alguns elementos da estrutura de um documento de patente que serão úteis na construção do modelo de análise e na realização do estudo de caso. Não se pretende, entretanto, aprofundar a

⁴⁹ Em muitos casos, essas pessoas podem ser empresários nacionais. Não foi possível, entretanto, obter-se dados indicativos sobre as empresas nacionais em geral, a partir da discriminação dos totais de depósitos de residentes por pessoa física e por empresas.

apresentação de um assunto que é complexo e bem abrangente, principalmente nas suas vertentes técnica, legal e administrativa.

Definições, conceitos e condições para a concessão de uma patente

As patentes podem ser patentes de invenção e patentes de modelo de utilidade. Antes de definir o que é uma patente propriamente dita, Abrantes (2011) procura definir o que é uma *invenção* e o que é um *modelo de utilidade*. Assim, a invenção é definida por esse autor por meio de várias citações, algumas delas resumidas abaixo:

- A invenção é caracterizada, na sua origem, como uma criação intelectual resultante da atividade inventiva do espírito humano; é classificada como uma criação de ordem técnica, pelo seu modo de realização; e constitui um meio de satisfazer às exigências e necessidades práticas do homem, pelas suas finalidades;
- Invenção é o resultado de uma ação deliberada para criar algo que atenda a uma finalidade específica, [...] algo inexistente ou que apresente novidade comparativamente ao que já é conhecido;
- A invenção pode ser entendida como o bem incorpóreo, resultado de atividade inventiva, o qual define algo, enquadrado nos diversos campos da técnica, anteriormente não conhecido e utilizado;
- Na definição legal, uma invenção é dotada de atividade inventiva quando não decorre de maneira evidente ou óbvia do estado da técnica, para um técnico no assunto (Art. 13, da LPI); em alguns países, é comumente associada a um passo inventivo.

Já o modelo de utilidade não é considerado uma invenção, apenas um invento (ABRANTES, 2011; BARBOSA, 2006). Ele é uma criação mais simples que se situa numa posição intermediária entre as invenções e os modelos (desenhos) industriais. O modelo de utilidade não revela uma nova função, mas apenas uma melhor função. Ele se refere sempre a um objeto, partindo de modelos conhecidos, porém apresentando nova forma ou disposição que resulte em melhoria funcional no seu uso ou na sua fabricação, envolvendo um ato inventivo (conforme o Art. 9º, da LPI). O modelo de utilidade será considerado como dotado de ato inventivo sempre que, para um técnico no assunto, não decorrer de maneira comum ou vulgar do estado da técnica (Art. 14, da LPI).

Dado o seu menor nível de inventividade, mais voltado para aperfeiçoamentos de objetos físicos que lhes aumentem a utilidade, os modelos de utilidade são úteis para países com menor dinâmica inovadora, como o nosso (BARBOSA, 2009). Mesmo países como a Alemanha e o Japão utilizam essa forma de proteção em suas políticas industriais, embora atualmente o modelo de utilidade seja apenas passível de registro nesses países (sem exame técnico substantivo).

O que é uma patente? Segundo Abrantes (2011), “a patente é um título de propriedade temporário outorgado pelo Estado, por força de Lei, ao depositante de um pedido, para que este exclua terceiros, sem sua prévia autorização, de atos relativos à matéria protegida, tais como fabricação, comercialização, importação, uso, venda, etc”. A WIPO (OMPI) apresenta definição similar (WIPO, 2002), assim como diversos autores. Para Barbosa (2006), por exemplo, uma patente é um direito, conferido pelo Estado, que assegura a seu titular a exclusividade da exploração de uma tecnologia.

As seguintes condições são necessárias para a concessão de uma patente, de forma a assegurar o direito de exclusividade (BARBOSA, 2006):

- a. Novidade: a tecnologia não deve ter sido tornada pública, de modo a ser reproduzida por um técnico no assunto que dela tivesse tido conhecimento;
- b. Atividade inventiva (patente de invenção): que a invenção não decorra de maneira óbvia, do estado da técnica, para um técnico no assunto;
Ato inventivo (patente de modelo de utilidade): que o modelo não decorra de maneira comum ou vulgar do estado da técnica, para um técnico no assunto;
- c. Utilidade industrial: a tecnologia deve ser capaz de emprego numa atividade econômica;
- d. Possibilidade de reprodução (ou suficiência descritiva): como contrapartida ao privilégio concedido, o inventor deve descrever o seu invento de forma suficiente para torná-lo reproduzível por outros.

Sistemas de classificação de patentes

Os sistemas de classificação de patentes têm a finalidade de prover os meios para uma identificação e uma recuperação precisas das informações contidas nos documentos, essenciais para o funcionamento adequado do sistema de patentes. O principal sistema é o da classificação internacional de patentes (siglas IC ou IPC, em inglês), da OMPI, usado pela maioria dos escritórios de patentes no mundo.

O sistema internacional de classificação de patentes (IPC) foi estabelecido pelo Tratado de Estrasburgo, em 1971, para constituir um sistema hierárquico de símbolos de classificação das patentes de acordo com as diferentes áreas tecnológicas às quais elas pertencem. A IPC divide a tecnologia em oito seções, com aproximadamente 70.000 subdivisões, representadas por uma simbologia alfanumérica (ver relação das áreas e um exemplo de classificação na Tabela 5).

Cada documento de patente é classificado com um ou mais símbolos da IPC, uma tarefa realizada anualmente pelos escritórios nacionais ou regionais em mais de um milhão de documentos de patentes. O sistema é constantemente revisado e atualizado, sendo publicado em inglês e francês, além de possuir tradutores na página da internet para tcheco, holandês, estoniano, alemão, japonês, coreano, polonês, português (do Brasil) e espanhol.⁵⁰

Tabela 5 - Áreas tecnológicas e exemplo de classificação

SEÇÃO	ÁREA	EXEMPLO
A	Necessidades humanas	A - Seção A01 - Classe A01B - Subclasse A01B 1/ -Grupo Principal A01B 1/24 – Subgrupo Classificação Final A01B 1/00 ou A01B 1/24
B	Operações de processamento; transporte	
C	Química e metalurgia	
D	Têxteis e papel	
E	Construções fixas	
F	Engenharia mecânica, iluminação,	
G	Física	
H	Eletricidade	

Fonte: INPI (2006)

Por outro lado, grandes escritórios como o americano (USPTO), o europeu (EPO) e o japonês desenvolveram os seus próprios sistemas, esses dois últimos tendo como base o IPC. Num movimento mais recente, os escritórios americano e europeu lançaram em Janeiro de 2013 um novo sistema, bem mais abrangente, o chamado Cooperative Patent Classification (CPC), com cerca de 250 000 subdivisões.⁵¹

⁵⁰ Informações disponíveis em: <http://www.wipo.int/classifications/ipc/en/general/preface.html>.

⁵¹ Também é interessante ressaltar que estudiosos da TRIZ criaram um sistema para a classificação automática, sob o ponto de vista da TRIZ, que substitui a classificação tradicional por área tecnológica por uma classificação pelos princípios inventivos utilizados para resolver as contradições encontradas nas patentes (CONG; TONG, 2008).

A estrutura do documento de patente

A estrutura de um documento de patente pode variar na sequência em que as informações são apresentadas, de acordo com cada escritório de patentes, mas não varia com respeito ao seu conteúdo, em essência. Os componentes do documento de patente são:⁵²

- Página inicial ou de informação bibliográfica: contém dados da patente como título, número, inventor, depositante, representante, datas de depósito e de publicação, dados da prioridade, classificação, resumo, referências citadas e nome do examinador do pedido (em alguns escritórios, como o USPTO);
- Relatório descritivo:
 - define o campo da invenção, qual o estado da técnica e os problemas existentes que a invenção se propõe a resolver, fazendo referência a outras patentes e à literatura do campo;
 - indica as vantagens e os objetivos da invenção;
 - contém uma breve descrição dos desenhos;
 - descreve a invenção de modo claro, preciso e suficiente para que a invenção possa ser reproduzida por um técnico no assunto, indicando o modo preferencial de execução e apresentando resultados de testes realizados, se existirem;
 - indica a utilização industrial da invenção;
- Reivindicações: baseadas no relatório descritivo, as reivindicações explicitam as características inventivas, em relação ao estado da técnica, para as quais se deseja obter a proteção legal;
- Desenhos: apresentam os detalhes da invenção e identificam os elementos descritos no relatório, através de sinais de referência, para ilustrar a invenção;
- Resumo: sumário da invenção com a indicação do seu campo, do problema técnico a ser resolvido e das principais características da invenção.

⁵² Ver também os documentos WIPO (2010) e WIPO (2012), que apresentam a estrutura dos documentos WO, referentes aos depósitos via PCT, orientando sobre as técnicas de pesquisa nos bancos de patentes, fornecendo os endereços de acesso dos principais escritórios de patentes e dando diversas orientações para a obtenção de informações no sistema de patentes.

5 A TEORIA DA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS INVENTIVOS (TRIZ)

O que é a teoria da solução inventiva de problemas, ou seja, o que é a TRIZ? Criada por Genrich Saulovich Altshuller logo após a 2ª Guerra Mundial, ao perceber uma recorrência das soluções inventivas em milhares de patentes, essa teoria provocou algumas circunstâncias dramáticas na vida de Altshuller que transformaram o seu fundador numa figura mítica e a TRIZ numa espécie de “religião” para muitos dos seus seguidores.

Altshuller questionou a visão tradicional da arte da invenção, baseada na diligência ou em habilidades inatas do inventor, na qual muitas variantes ou alternativas de solução são testadas e descartadas como tentativas “vazias”. Ele também apontou o fenômeno da *inércia psicológica* representado pela propensão das pessoas dirigirem sua busca de alternativas de solução para problemas nas áreas mais conhecidas ou próximas de suas especialidades. Seguindo nessa abordagem, Altshuller (1984) indica algumas necessidades que podem ser consideradas como as principais motivadoras da TRIZ:

Uma necessidade de novos métodos de gerenciamento do processo criativo capazes de reduzir radicalmente o número de tentativas “vazias”. Também é necessária uma nova organização do processo criativo que permitisse a aplicação efetiva dos novos métodos. E isso requer uma teoria baseada cientificamente para a solução de tarefas inventivas, capaz de ser implementada na rotina do trabalho (tradução do autor).

Segundo Mazur (1996), Altshuller analisou mais de 200 000 patentes para definir princípios fundamentais de inventividade e de solução de problemas que não fossem limitados por contradições ou compromissos de projeto. Ou conforme observado por Carvalho (1999), os métodos da TRIZ são baseados em heurísticas derivadas da análise de problemas técnicos bem resolvidos, como revelado pelas patentes. Também de acordo com Nakagawa (2001):

[A] essência da TRIZ [é] o reconhecimento de que os sistemas técnicos evoluem na direção do ideal pela superação das contradições, na maior parte com um aumento mínimo de recursos. A TRIZ usa a dialética para entender o problema como um sistema, visualizar a solução ideal e resolver as contradições (tradução do autor).

Já Terninko et al. (1998) apontam três premissas sobre as quais a teoria é construída: (1) o projeto ideal é um objetivo; (2) as contradições ajudam a resolver problemas; (3) o processo inovador pode ser estruturado sistematicamente. Como as patentes inovadoras normalmente apresentam soluções para as contradições, essas soluções representam, muitas vezes, pontos identificáveis que se repetem ao longo de linhas de evolução, de tal maneira que a teoria da TRIZ considera que padrões específicos da evolução dos projetos podem ser seguidos para resolver problemas.

Esses padrões de evolução foram originalmente denominados por Altshuller (1984) como *leis gerais da dialética*, ou *leis do desenvolvimento dos sistemas técnicos*, consideradas pelo autor como uma tecnologia efetiva para a solução de problemas inventivos. Segundo Terninko et al. (1998), os dois principais aspectos dos padrões achados na evolução dos projetos são: (1) as regularidades na evolução; (2) os princípios usados nas soluções inovadoras.

Neste capítulo é apresentada uma história resumida da TRIZ, na Seção 5.1, focando principalmente os trabalhos pioneiros de Altshuller e de seus colaboradores que estabeleceram os fundamentos da TRIZ clássica. Na Seção 5.2, são mostradas algumas visões mais recentes sobre a estruturação, a conceituação e o ferramental de uma teoria que foi concebida de forma fragmentada, no seu início. Na Seção 5.3, são apresentados os padrões de evolução baseados nas leis de evolução dos sistemas técnicos, propostas originalmente por Altshuller, e feita uma discussão do potencial analítico da teoria.

O capítulo, portanto, procura se concentrar nos conceitos e ferramentas da TRIZ mais voltados para a análise estratégica e a prospecção tecnológica, não pretendendo cobrir integralmente uma teoria que continua sendo desenvolvida por suas correntes de seguidores.

5.1. A HISTÓRIA DA TRIZ⁵³

Nascido em 1926, em Tashkent, na antiga União Soviética, atualmente capital do Uzbequistão, Altshuller foi um inventor precoce que recebeu o seu primeiro certificado de autor com 16 anos. Tendo se alistado na Marinha Soviética na 2ª Guerra Mundial, desenvolveu em 1946 um método de abandono de submarino sem uso de equipamento de mergulho que lhe valeu a oportunidade de trabalhar como analista de invenções da Marinha, no Mar Cáspio. A partir daí, Altshuller anteviu a possibilidade de

⁵³ Baseado em Terninko et al. (1998) e num texto de Leonid Lerner, disponível em Altshuller (2002).

criar uma teoria que se tornasse uma ciência da invenção, estabelecendo as fundações da TRIZ com base na análise de milhares de patentes.⁵⁴

Em dezembro de 1948, junto com seu antigo colega de escola Rafael Shapiro, Altshuller escreveu uma carta pessoal a Stalin apontando as deficiências dos processos inventivos na União Soviética e propondo uma teoria para aumentar a inventividade dos engenheiros do país. Entretanto, tal iniciativa se mostrou desastrosa, com os dois amigos sendo presos, interrogados e torturados por um ano, sob a acusação de serem inventores que procuravam prejudicar o país, e sentenciados a 25 anos de prisão na região do Círculo Ártico.

Altshuller não só conseguiu sobreviver nos campos e prisões por onde passou, como também aproveitou para se educar, continuar a desenvolver a TRIZ e a inventar. Num campo de concentração com muitos cientistas e intelectuais presos, chegava a ter de 12 a 14 horas de aula no que ele chamava de “Universidade de um aluno”. Nas minas de carvão de Varkuta, utilizava e refinava a TRIZ para resolver várias situações técnicas de emergência. Finalmente, com a morte de Stalin em outubro de 1952, Altshuller foi solto cerca de um ano e meio mais tarde.

Em 1956, Altshuller publicou o seu primeiro artigo junto com Shapiro sobre a psicologia da criatividade inventiva, um assunto que fascinava os autores por não aceitarem a crença usual de que as invenções eram frutos do acaso ou de muitas tentativas e erros. Com o pseudônimo de H. Altov, para sobreviver, Altshuller escreveu muitas histórias de ficção científica usando conceitos da TRIZ e suas ideias inventivas. Em 1961, publicou o primeiro livro, *Como aprender a inventar*, ensinando como qualquer pessoa poderia se tornar inventiva.

O primeiro seminário sobre a metodologia das invenções ocorreu em 1968, na Geórgia, e em 1969 foi publicado o livro *Algoritmo da invenção*, com os 40 princípios inventivos e o primeiro algoritmo para resolver problemas complexos. Através de seminários, grupos de estudos e escolas da TRIZ em grandes fábricas, a teoria se expandiu apesar da resistência inicial do governo soviético à disseminação das ideias de um intelectual judeu. Em 1985, Altshuller já tinha escrito 14 livros e centenas de artigos sobre o que atualmente é chamado de “TRIZ clássica”.

Ainda na década de 1970, algumas traduções de livros e artigos de Altshuller circularam na Alemanha e Polônia, mas foi com o colapso da União Soviética, no início

⁵⁴ As patentes eram muito raras no país, enquanto os certificados de invenção representavam um reconhecimento do inventor, com a invenção em si pertencendo ao Estado Soviético. Por outro lado, o formato conciso e simplificado dos certificados na exposição das invenções facilitou sobremaneira o trabalho de Altshuller na análise de milhares de documentos.

da década de 1990, que o processo de difusão para o Ocidente se intensificou devido à facilidade de viagens e até a emigração de especialistas da TRIZ. A partir daí, o ensino da teoria foi adaptado à cultura ocidental, programas de computador foram desenvolvidos para facilitar o seu uso, a própria teoria foi ampliada e integrada com outras metodologias como *Six Sigma*, QFD, DFMA e outras.

5.2. ESTRUTURA, CONCEITOS E FERRAMENTAS DA TRIZ

Mann (2007) apresenta uma visão da TRIZ como sendo a combinação de uma filosofia em busca da excelência, um método completo para a definição e a solução de problemas, e uma série de ferramentas de fácil aprendizado e aplicação.

A filosofia é composta pelos cinco elementos-chave indicados abaixo:

- Idealidade

De acordo com Altshuller (1984), "o sistema ideal é [alcançado] quando não há sistema, mas suas funções são preservadas e executadas". Ou, como afirmado em Altshuller (2002): "A **Lei da Idealidade** declara que qualquer sistema técnico, ao longo de sua vida, tende a se tornar mais confiável, simples, eficaz - *mais ideal*".

Na definição dos estudiosos da TRIZ, a idealidade pode ser expressa pela razão entre os benefícios percebidos e os custos (inclusive os danos causados), de um sistema. Uma ferramenta associada à idealidade é o Resultado Ideal Final (RIF ou IFR, em inglês), utilizada para resolver problemas ou desenvolver produtos partindo da situação ideal e retornando até se alcançar uma solução viável.

- Recursos

Um recurso é qualquer aspecto de um sistema que não esteja sendo usado no seu potencial máximo. Com esse conceito, a TRIZ procura enfatizar ao máximo a utilização de tudo o que faz parte de um sistema, ou do seu meio ambiente.

- Funcionalidade

Baseada em trabalhos pioneiros como a Engenharia de Valor e a Análise Funcional e de Atributos (em inglês, *Function and Attribute Analysis* – FAA), o mapeamento de funções na TRIZ procura dar ênfase tanto nas relações positivas (funções úteis), quanto nas negativas (funções danosas), entre os componentes de um sistema e, mais importante, "no uso da análise de funções como um meio de identificação de contradições, em efetivas, excessivas e danosas relações dentro e em volta do sistema" (MANN, 2007).

Outras ferramentas da TRIZ podem ser associadas com a análise funcional para a formulação de problemas, como a Análise de campos-S na modelagem de problemas tecnológicos (*S-Fields analysis*, em inglês, também chamada de Análise campo-substância) e as Normas Inventivas (*inventive standards*) para o uso de rotas genéricas de solução de problemas, que podem ser adaptadas para cada problema em particular (MANN, 2007).⁵⁵ Os campos-S serão descritos mais adiante, nesta seção.

- **Contradições**

As contradições são soluções de compromisso ou concessões assumidas nos projetos, podendo ser *técnicas* quando a melhoria em um parâmetro ou característica do projeto é obtida em detrimento de outro parâmetro, ou *físicas* quando estados opostos devem estar presentes em um produto (estar quente e estar frio, por exemplo). Essas últimas são inerentes apenas aos problemas inventivos do mais alto nível, portanto sua eliminação deve ser buscada na solução desses problemas (ALTSHULLER, 1984).

A Matriz de Contradições é uma das principais ferramentas da TRIZ, utilizada para confrontar os parâmetros que melhoram com os que pioram, indicando os Princípios Inventivos mais apropriados para a solução das contradições técnicas. Já as contradições físicas podem ser resolvidas pelos Princípios de Separação representados por quatro diferentes estratégias para se descobrir quando cada um dos dois estados opostos é necessário ou desejado – são os princípios de separação no espaço, separação no tempo, separação na condição (do sistema ou do ambiente) e separação pela transição para um sistema alternativo. A definição do tipo de estratégia que resulta na separação da necessidade dos estados facilita a identificação dos princípios inventivos que podem ser utilizados nessa separação e, portanto, na solução da contradição.

- **As dimensões de espaço, tempo e interface**

De acordo com Mann (2007), pensar no sistema em termos de espaço, tempo e interface, mudando a perspectiva sobre os problemas, pode proporcionar muitos pontos de vista possíveis, como nos casos de aproximar-se (*zoom in*) e afastar-se (*zoom out*) do objeto ou problema em questão (espaço), das mudanças temporais (tempo) e de se perceber a relação entre as diferentes partes do sistema (interface). Essas dimensões também são consideradas na ferramenta

⁵⁵ Segundo esse autor, o grupo inicial de 76 normas tem sido acrescido de novas normas em decorrência de alguns tipos de problemas de campos-S não terem sido resolvidos pelo grupo inicial.

da TRIZ Operador de Sistema para uma busca sistemática de possíveis soluções para os problemas (CARVALHO, 2007).

Além das ferramentas apresentadas em conjunto com os elementos chaves da filosofia da TRIZ, acima, a teoria possui outras ferramentas importantes tais como a Curva-S (apresentada mais adiante, nesta seção), os Padrões de Evolução Tecnológica (Seção 5.3), o Algoritmo ARIZ para a solução de problemas complexos, a aplicação de efeitos e fenômenos físicos na solução de problemas inventivos, a modelagem pelas “pequenas pessoas perspicazes” e o Operador DTC (dimensão, tempo e custo).

Para Fey e Rivin (2005), uma premissa básica da TRIZ é de que “a evolução dos sistemas tecnológicos não é aleatória, mas [sim] é governada por certas leis”. O conhecimento dessas leis não só antecipa os próximos passos do desenvolvimento tecnológico, mas também torna mais eficaz o projeto de novos sistemas. Dessa forma, a TRIZ contemporânea é vista por esses autores tanto como uma teoria da evolução tecnológica, quanto uma metodologia de desenvolvimento. Ela é dividida em dois subsistemas derivados das leis de evolução, o conjunto de métodos para desenvolver projetos conceituais de sistemas e o conjunto de ferramentas para identificar e desenvolver as tecnologias da próxima geração.

Kiatake (2004) e Carvalho (1999) apresentam uma estruturação da TRIZ clássica dividida em três partes relacionadas, conforme os objetivos de cada técnica e os tipos de problemas a serem resolvidos pelas técnicas, com os problemas sendo divididos entre problemas de reengenharia, ou miniproblemas, e problemas de inovação, ou maxiproblemas:

- (a) Leis baseadas nos principais conceitos da teoria e também nos padrões de evolução;
- (b) Métodos para a formulação de problemas;
- (c) Métodos para a solução de problemas.

5.2.1 Análise campo-substância (campo-S)

Essa análise é apontada por Altshuller (1984) como uma ferramenta que facilita a superação das contradições físicas nos sistemas técnicos, porque a própria modelagem do problema com a ferramenta “permite uma imagem mental completa do caminho para a solução”. Assim, o autor introduz o conceito de campo-S como sendo

o sistema técnico mínimo formado por duas substâncias e um campo, com o campo produzindo uma interação mútua entre as substâncias.⁵⁶

A definição de campo na TRIZ, entretanto, é bem mais abrangente do que os campos definidos pela Física (campo gravitacional, campo eletromagnético e campos nucleares de interação fraca ou forte), permitindo a identificação das interações presentes com mais facilidade. Altshuller (1984) e Fey e Rivin (2005) indicam os diversos campos da Mecânica, da Química, da Eletricidade, das Ciências Térmicas e do Magnetismo como os campos técnicos ou de engenharia a serem considerados pela TRIZ.

A Figura 13 ilustra a modelagem de um campo-S típico, conforme o exemplo de Clausing (2001), com a representação funcional de um sistema alimentador de papel compreendido por uma folha de papel S_1 , um alimentador S_2 e um campo F (gravidade mais mola).

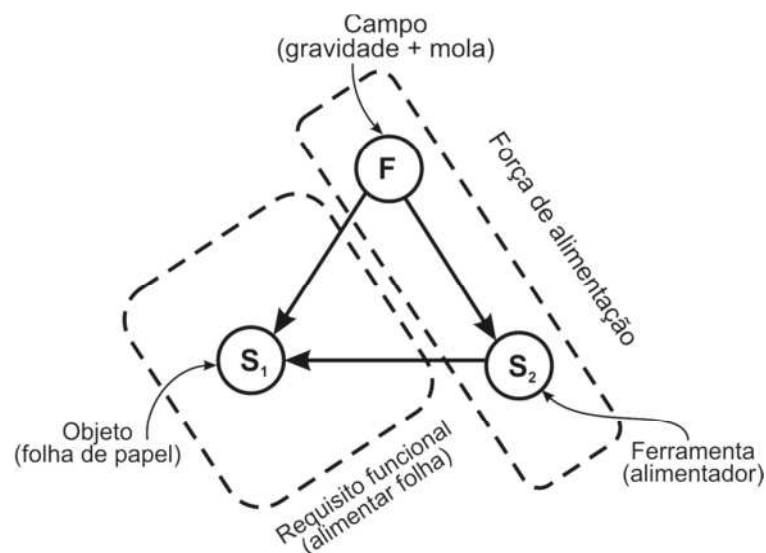


Figura 13 – Exemplo de modelagem campo-substância (campo-S)

Fonte: adaptado de Clausing (2001)

Segundo Terninko et al. (1998), existem quatro modelos básicos de campo-S: (1)- sistema incompleto; (2)- sistema completo eficiente; (3)- sistema completo ineficiente; (4)- sistema completo prejudicial. No primeiro caso, o sistema deve ser completado; no terceiro, deve ser melhorado para criar-se o efeito desejado; no quarto, deve-se eliminar o efeito negativo. Esses autores apresentam os seguintes passos para a construção do modelo campo-S:

⁵⁶ Segundo Terninko et al. (1998), a definição dessa trílogia representativa de um sistema técnico mínimo vem dos trabalhos iniciais do matemático Ouspensky (1949).

1. Identificar os elementos.
2. Construir o modelo, avaliando sua integridade e efetividade, e identificando os elementos que faltam até que o modelo fique completo.
3. Utilizar as Normas Inventivas para identificar possíveis soluções.
4. Desenvolver o conceito da solução com base em outras ferramentas inventivas.

Já Fey e Rivin (2005) relacionam os seguintes modelos típicos de campo-S: incompleto, completo, duplo, em cadeia e os de detecção ou medição. Nessa tipologia, o modelo duplo e o modelo em cadeia são considerados os modelos mais complexos, podendo evoluir para os chamados campos intensificados e proporcionar benefícios tais como: melhor controlabilidade dos campos, aumento da flexibilidade dos elementos ou adaptação da frequência de atuação do campo às frequências naturais do objeto ou da ferramenta.

Esta evolução está relacionada com a lei da evolução na direção do aumento no uso de campos, que pode ser resumida conforme expresso por Altshuller (1984) – ver também o padrão de nº 7, na Subseção 5.3.1:

Os sistemas sem campo-S lutam para se tornar sistemas campo-S e, nesses sistemas, o desenvolvimento é dirigido por transições de campos mecânicos para eletromagnéticos; por aumentos no grau de dispersão de substâncias, no número das ligações entre elementos e na capacidade de resposta do sistema (tradução do autor).

5.2.2 A curva-S e as métricas para a análise da evolução dos sistemas

Na Subseção 3.1.4 foram apresentados alguns dos estudos iniciais associando o processo de difusão de novas tecnologias a uma função logística com formato em “S” que, posteriormente, passou a representar diversos tipos de evolução de produtos ou tecnologias, tais como: ciclo de vida, evolução de parâmetros técnicos, etc. Altshuller também aproveitou o conceito da curva-S para associar os resultados das suas análises com milhares de patentes, e mostrar as relações entre as patentes e o ciclo de vida dos produtos relacionados a essas patentes.

No seu estudo inicial com 200 000 patentes, Altshuller dividiu as invenções em cinco níveis de inventividade, conforme indicado na Tabela 6 com as frequências de cada nível (baseado em Terninko et al., 1998).

Tabela 6 – Os níveis de inventividade das patentes, medidos por Altshuller

NÍVEL	DESCRIÇÃO	%
1	Soluções convencionais por métodos bem conhecidos	32
2	Pequenas invenções dentro de um paradigma	45
3	Invenções significativas dentro da tecnologia conhecida	18
4	Invenções fora da tecnologia conhecida, baseadas em Ciência	4
5	Descobertas de vulto ou novidades científicas	<1

Do grupo inicialmente avaliado, Altshuller selecionou 40 000 patentes nos níveis 2, 3 e 4 para um estudo mais detalhado, abandonando as invenções do nível 1 por não representarem invenções reais e as do nível 5 porque implicavam no entendimento de novos fenômenos e numa amostragem muito reduzida para se reconhecer analogias entre as invenções. A ciência da invenção de Altshuller, inspirada por esse estudo, identificou 40 princípios usados para resolver as contradições técnicas de forma consistente e concluiu que 95% dos problemas inventivos, em qualquer campo técnico, já foram resolvidos num outro campo técnico (TERNINKO et al., 1998).

A observação da repetibilidade de soluções entre diferentes campos técnicos reforça a ênfase e o interesse de Altshuller na discussão sobre a inércia psicológica, um bloqueio enfrentado por engenheiros e cientistas na busca de soluções fora dos seus campos de conhecimento. Ao acreditar que o potencial criativo dos inventores poderia ser aumentado disponibilizando uma grande variedade de conhecimento técnico e científico, Altshuller desenvolveu metodologias, ferramentas e bancos de informações voltados para esse objetivo.

Por outro lado, ao falar sobre a “estratégia da invenção”, Altshuller (1984) observa que “a vida de um sistema tecnológico pode ser representada no formato de uma curva-S para mostrar como as principais características de um sistema mudam ao longo do tempo (potência, produtividade, velocidade, quantidade produzida, etc.)”. Desta forma, a Figura 14A representa esquematicamente a curva de vida para definir um sistema desde a sua infância até a maturidade, com uma fase inicial de desenvolvimento lento terminando no ponto ‘ α ’, uma fase de desenvolvimento rápido terminando no ponto ‘ β ’, outra fase de desenvolvimento lento terminando em ‘ γ ’ e uma fase final de declínio.⁵⁷

⁵⁷ Altshuller (1984) aponta duas variantes para a fase de declínio, a degradação para um sistema com desempenho inferior ou a estagnação no nível atual.

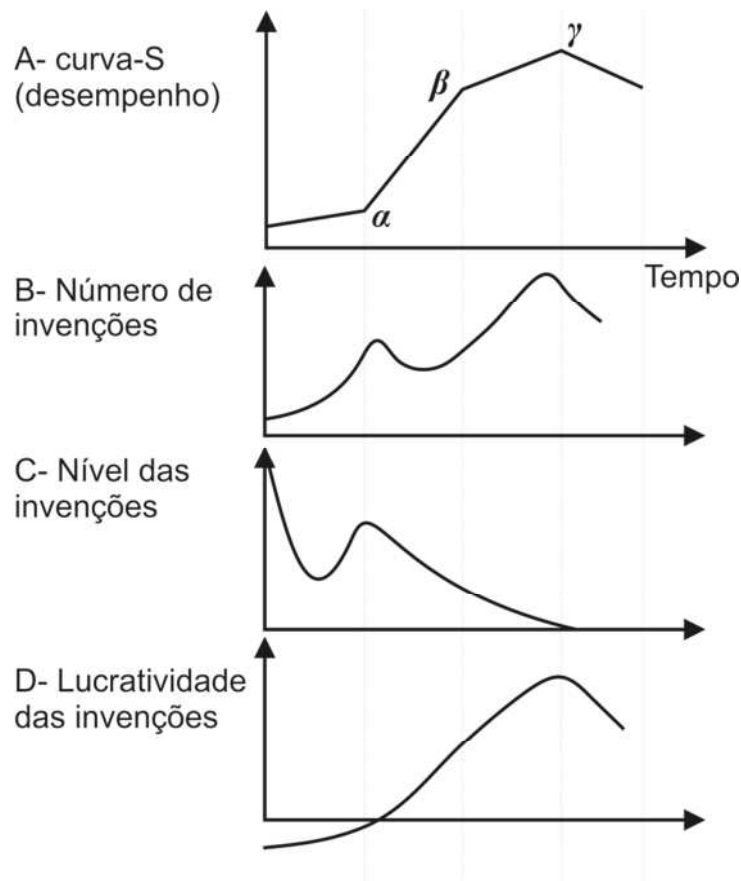


Figura 14 – A curva-S e as métricas para a análise da evolução de um sistema
 Fonte: Altshuller (1984)

Como as informações para se levantar uma curva-S de desempenho não estão necessariamente disponíveis, Altshuller correlacionou outras atividades inventivas com a curva-S para determinar aonde um determinado produto se posiciona ao longo da sua curva-S evolucionária. São as métricas do número de invenções (Figura 14B), do nível de invenções (Figura 14C) e da lucratividade das invenções (Figura 14D).

Nos seus estudos com patentes, Altshuller percebeu que no início da vida de um novo produto ou sistema, as invenções são poucas, mas muito criativas e não lucrativas. E adicionalmente, descobriu que as curvas nas Figuras 14B, 14C e 14D apresentavam picos e inflexões que correspondiam aos pontos ' α ', ' β ' e ' γ ' da Figura 14A, demonstrando como a quantidade, a qualidade e a lucratividade das invenções se correlacionavam com as diferentes fases de desenvolvimento do produto ou sistema (ALTSULLER, 1984; FEY; RIVIN, 1999; MANN, 1999).

Fey e Rivin (2005) retomam os resultados dos trabalhos de Altshuller com a curva-S, ao apresentarem a metodologia *TecNav* (resumida na Subseção 5.3.2). Especificamente sobre a métrica Número de Invenções, os autores destacam a

ocorrência do primeiro pico de invenções no começo da expansão do novo sistema e do segundo pico como uma tentativa (infrutífera, na maioria das vezes) para estender a vida do sistema em relação a novos sistemas. Sobre a métrica Nível das Invenções é comentado que, logo no início, são necessárias invenções de alto nível para criar a base do sistema, com o pico posterior acontecendo para sustentar a fase de crescimento rápido e resolver os problemas de fabricação e de mercado.

Entretanto, Fey e Rivin (2005) ressaltam que na vida real tais métricas não são bem definidas, nem facilmente correlacionáveis com a curva-S.⁵⁸ Citando um trabalho de desenvolvimento de uma cafeteira, quando foram analisadas patentes americanas, japonesas e europeias, os autores apresentam um gráfico bastante irregular obtido a partir do número de patentes de filtros para cafeteiras, reproduzido na Figura 15.

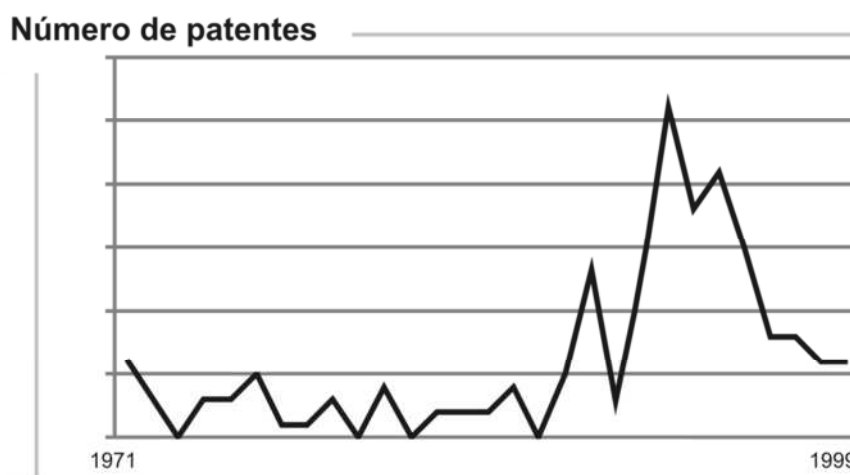


Figura 15 – Número de patentes de filtros para cafeteira
Fonte: adaptado de Fey e Rivin (2005)

Embora se reconheça que a correlação observada por Altshuller tenha suas limitações, não só pela variabilidade de informações envolvendo as patentes, mas também devido aos diversos outros fatores que influenciam o desenvolvimento dos sistemas, a (limitada) experiência obtida com a metodologia deste trabalho tem sido positiva.

A Figura 16, por exemplo, compara os históricos de depósitos de patentes de uma tecnologia madura, à esquerda, e de uma tecnologia competidora mais moderna, à direita, referente ao exercício das latas metálicas descrito na Subseção 2.3.2. No

⁵⁸ O mesmo ponto é indicado em trabalhos tais como os de Clausing e Fey (2004) e de Carvalho (2007).

primeiro caso, se o gráfico não reproduz exatamente a Figura 14B, dela se aproxima razoavelmente.⁵⁹ Acredita-se que as escolhas de apenas uma base de patentes, como referência, e dos parâmetros de pesquisa mais apropriados ao produto em análise possam evitar a ocorrência de “lixo” nas informações, resultando num perfil mais nítido da distribuição das invenções ao longo do tempo.⁶⁰

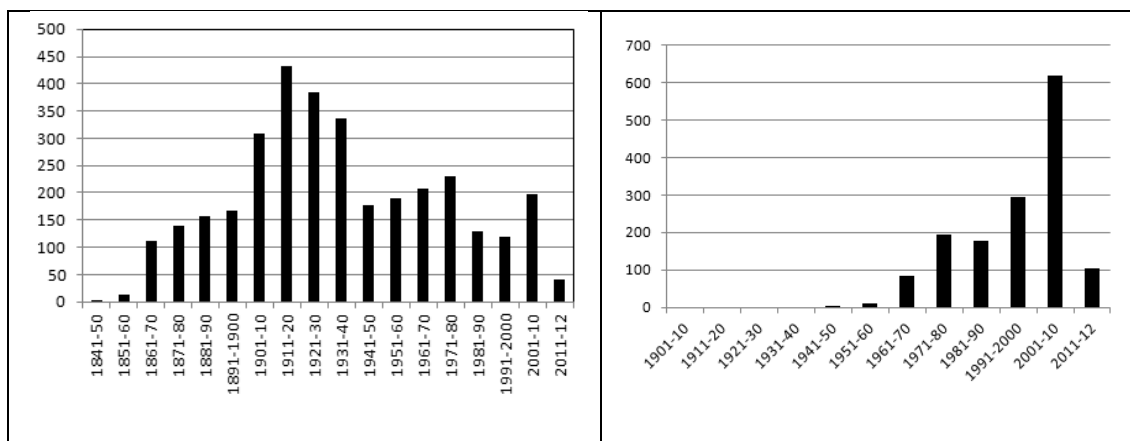


Figura 16 – Histogramas de patentes, tecnologias madura e em crescimento
 Fonte: o autor

Assim, a partir de uma análise da curva-S, duas questões podem ser colocadas sobre o produto ou a tecnologia em pauta: a primeira se refere a quais modificações são necessárias para o produto ou a tecnologia progredirem nas suas curvas-S, e a segunda a quais novos produtos ou tecnologias são potencialmente capazes de substituir os anteriores, com as suas próprias curvas-S? Como será visto na seção seguinte, uma ferramenta útil na busca dessas respostas pode ser encontrada nos padrões de evolução da TRIZ, que constituirão a base do modelo usado neste trabalho.

⁵⁹ Deve ser observado que o parâmetro de pesquisa foi o que mais se aproximava do produto da tecnologia madura, porém, certamente não englobava todas as invenções sobre o produto.

⁶⁰ De forma similar, Fey e Rivin (2005) definem uma metodologia para levantar os gráficos do Número de Invenções e do Nível de Invenções, assim como indicam regras práticas para selecionar as patentes para análise.

5.3. OS PADRÕES DE EVOLUÇÃO E O POTENCIAL ANALÍTICO DA TRIZ

As leis do desenvolvimento dos sistemas técnicos foram identificadas no trabalho aprofundado que Altshuller realizou com o sistema de patentes e, no seu conjunto, podem compor um programa para a solução dos problemas inventivos.

Fey e Rivin (1999; 2005) dão uma interpretação interessante para essas leis: “as leis de evolução refletem interações significativas, estáveis e reproduzíveis entre os elementos dos sistemas tecnológicos e entre os sistemas e os seus ambientes no processo de evolução”. Eles também ressaltam que:

As leis da evolução tecnológica do sistema servem como “equações maleáveis” para descrever a “curva da vida” do sistema no espaço evolutivo. Se a configuração do sistema atual é dada, então as configurações dos próximos estágios de desenvolvimento podem ser “calculadas” com segurança usando o conjunto dessas leis (FEY; RIVIN, 2005, tradução do autor).

Verhaegen et al. (2009) observam, entretanto, que as leis do desenvolvimento dos sistemas são hipóteses, na verdade, e segundo uma proposição de Savransky (2000 apud VERHAEGEN et al., 2009) devem ser chamadas de tendências porque foram obtidas pela indução dos padrões observados nas patentes, sem que houvesse uma prova formal desses padrões. Segundo Verhaegen et al. (2009), a maior parte da literatura se refere a essas hipóteses como leis, e às linhas de evolução como tendências.

Carvalho (2007) segue a mesma linha de raciocínio, apontando o fato das leis de evolução terem sido “obtidas por indução ou abdução e não a partir de lógica formal”, preferindo considerá-las como heurísticas. Além disso, aponta trabalhos em que pesquisas patentárias mostraram exemplos e contraexemplos da validade das leis, concluindo que elas nem sempre podem ser consideradas como válidas.

Entretanto, esse aspecto da validade das leis de evolução, ou não, pode ser relativizado, tanto a partir da interpretação de Fey e Rivin (2005) sobre a possibilidade das leis de evolução serem temporariamente transgredidas (ao contrário das leis da natureza), quanto das exceções apontadas por Mann (2007) sobre os casos da lei do desenvolvimento não uniforme (quando um elemento do sistema pode regredir para o sistema evoluir) e os casos das anomalias de mercado, das pressões econômicas ou dos interesses políticos que podem influir no processo de evolução.

Fey e Rivin (1999) também comentam que as leis estão mais relacionadas com uma direção geral das futuras transformações do sistema, e que um estudo mais

específico ou mais detalhado dessas transformações é possibilitado pelas linhas de evolução dos sistemas tecnológicos. De forma similar, Zhang et al. (2007) e Verhaegen et al. (2009) consideram que um padrão (ou lei) pode englobar várias linhas de evolução que são mais específicas e têm mais poder de previsão. Mann (2007) também trabalha com 37 tendências (ou linhas) de evolução derivadas das leis originais da TRIZ, divididas nas dimensões de espaço, tempo e interface.

Já Clausing e Fey (2004) consideram uma lei de evolução como a bússola que indica uma direção geral para desenvolvimento das tecnologias e dos produtos da próxima geração, enquanto as linhas de evolução a ela relacionadas apontam um caminho particular ao longo da direção, no cenário tecnológico. Dessa forma, as linhas de evolução não são independentes e constituem um sistema que reforça significativamente o poder de previsão da lei à qual estão associadas. Segundo esses autores, esse entrelaçamento de leis e linhas de evolução no desenvolvimento de qualquer tecnologia funciona como uma “tabela periódica para a tecnologia”, numa analogia com a Tabela Periódica dos Elementos Químicos.

Para efeito deste trabalho, preferiu-se usar os termos leis ou padrões para o aspecto mais genérico ou conceitual da evolução dos sistemas, e usar o termo linhas de evolução para as subdivisões ou os detalhamentos mais específicos obtidos a partir das leis – nesse sentido, o termo linhas seria equivalente a tendências (*trends*, em inglês), como empregado por Savransky (2000 apud VERHAEGEN et al., 2009), Mann (2007) e Verhaegen et al. (2009).⁶¹

Segundo Mann (2007), as linhas de evolução foram identificadas no processo de análise de milhares de patentes e são consistentes com o conceito da idealidade, considerado um propulsor da evolução tecnológica desde os estudos iniciais da TRIZ. Esse autor enfatiza que as linhas de evolução podem desempenhar dois papéis relevantes no campo técnico, o de ferramenta estratégica para a previsão da evolução dos sistemas e o de ferramenta de solução de problemas.

5.3.1. As leis (ou padrões) de evolução dos sistemas tecnológicos

Originalmente, Altshuller (1984) dividiu as oito leis de desenvolvimento dos sistemas técnicos em três grupos: “estáticas”, “cinemáticas” e “dinâmicas”. As

⁶¹ Já Carvalho (2007), ao fazer uma detalhada revisão da literatura sobre as leis de evolução, padroniza a terminologia como Tendências de Evolução, independentemente do nível de detalhamento das coleções de tendências. Esse autor aponta, inclusive, a publicação de oito padrões evolutivos (não coincidentes com as leis iniciais) por Altshuller et al. (1989 apud CARVALHO, 2007).

definições desses grupos, conforme Altshuller (1984) e as observações adicionais de Verhaegen (2009) são as seguintes:

- **Estáticas:**
Referem-se às leis que determinam o início da vida do sistema técnico, definindo as partes que o sistema deve conter, a periodicidade da sua operação, os seus requisitos de coordenação e como essas partes conduzem energia através do sistema.
- **Cinemáticas:**
São aquelas que governam o desenvolvimento dos sistemas técnicos independentemente dos fatores técnicos e físicos que condicionam esse desenvolvimento. Tratam da evolução no sentido da idealidade, do desenvolvimento desigual das partes do sistema e da evolução do sistema para um nível superior.
- **Dinâmicas:**
Refletem o desenvolvimento dos sistemas sob o efeito dos fatores técnicos e físicos, ou seja, de condições específicas do sistema, tais como a diminuição de escala dos órgãos de trabalho ou o aumento do uso de campos (como o eletromagnético, por exemplo).

A relação de leis ou padrões de evolução dos sistemas tecnológicos, escolhida como referência neste trabalho, foi a proposta por Terninko et al. (1998), equivalente com os oito padrões evolutivos de Altshuller et al. (1989 apud CARVALHO, 2007). Entretanto, sempre que for necessário ou relevante, serão feitas referências às leis iniciais propostas por Altshuller (1984) que não constem da relação indicada abaixo.

1. Evolução em estágios ou de acordo com a curva-S

Esse padrão reflete os estudos de Altshuller com as curvas-S, obtidas a partir da análise da maturidade dos produtos e de suas patentes, para definir aspectos tais como a posição atual de um produto ou tecnologia e a ocorrência de mudanças tecnológicas. Essas mudanças são ilustradas por Terninko et al. (1998) como uma sucessão de curvas-S, e por Fey e Rivin (2005) como uma nova curva, do produto ou da tecnologia da geração seguinte, que se inicia na fase madura do produto ou da tecnologia da geração anterior.

Esse padrão também poderia ser relacionado, por aproximação, com a lei original da transição para um supersistema, quando o sistema esgota suas possibilidades de desenvolvimento e o processo passa a ocorrer num nível superior, no qual o

sistema em questão está inserido. Segundo Altshuller (1984), “um sistema técnico irá desenvolver-se quaisquer que sejam as suas limitações, porém de outra forma (talvez irreconhecível, passando a fazer parte de um supersistema)”.

2. Evolução na direção de maior idealidade

A evolução dos sistemas técnicos se dá na direção do aumento do grau de idealidade, de acordo com esse conceito fundamental da TRIZ, conforme apontado no início da Seção 5.2. A evolução de inúmeros produtos encontrados no nosso dia a dia ilustra bem esse padrão, assim como a decadência de diversos outros produtos ou tecnologias.

3. Desenvolvimento não uniforme de elementos do sistema

Como cada elemento pode ter a sua curva-S particular, os elementos de um sistema podem evoluir de maneira diferente e atingir o seu limite de desenvolvimento em tempos diferentes, gerando elos fracos ou conflitos no conjunto. E quanto mais complexo for o sistema, mais não uniforme será a evolução de suas partes.

Como consequência desse padrão, o entendimento da interação de todos os componentes que influenciam o desempenho do sistema é apontado por Terninko et al. (1998) como um elemento chave de projeto, pois a percepção das áreas que estão prejudicando o desempenho deve motivar a equipe de projeto para formular e solucionar os problemas nessas áreas.

4. Dinamização ou evolução na direção de maior dinamismo e controlabilidade

Refere-se à transição dos sistemas com estruturas rígidas para sistemas com estruturas mais flexíveis, de sistemas estáticos para sistemas móveis ou modificáveis. A Figura 17 mostra um exemplo da linha de evolução do *aumento da flexibilidade*, sob esse padrão: se o estágio atual de um sistema é o de *muitas articulações*, os estágios evolutivos seriam *elastômero*, *gás* e *campo*, podendo cada estágio futuro induzir novas ideias para desenvolvimento (TAN, 2005).

Fey e Rivin (2005) citam diferentes linhas de evolução da dinamização, tais como: variações nas linhas de evolução de aumento da flexibilidade; evolução pelo aumento da adaptabilidade com o uso de materiais inteligentes; evolução pelo uso dos efeitos da não linearidade.

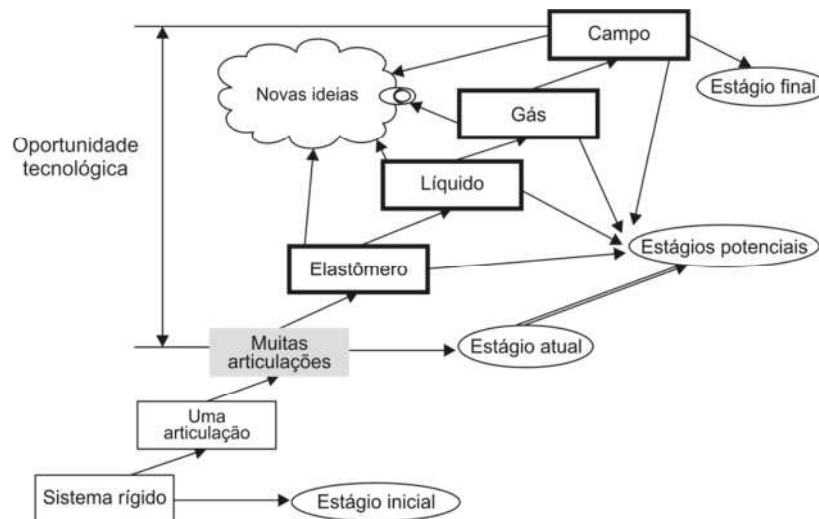


Figura 17 - A evolução na direção de maior flexibilidade
 Fonte: Tan (2005)

5. Ciclo de multiplicação ou aumento de complexidade, seguido de simplificação
 Trata da evolução pela adição de elementos ou funções que podem resultar em novos sistemas, homogêneos ou heterogêneos, seguida de uma posterior rejeição dos elementos em excesso, de volta para um mono sistema a fim de iniciar um novo ciclo.⁶² Ver na Figura 18, na subseção seguinte, a linha de evolução da *segmentação espacial*, derivada desse padrão.
6. Sincronização e dessincronização, ou simetrismo e assimetrismo
 Essa é a terceira lei estática de Altshuller (1984), também chamada de lei da harmonização de ritmos entre as partes do sistema. Ela especifica que os sistemas evoluem variando o modo de combinação de seus elementos para melhorar o desempenho e compensar os efeitos indesejáveis. Alguns exemplos: coordenação de movimentos periódicos ou anulação desses movimentos, quando indesejáveis; uso da ressonância.
7. Evolução na direção do nível micro e aumento no uso de campos
 Os sistemas tecnológicos tendem a evoluir de macro sistemas para micro sistemas, fazendo-se a transição de um macro sistema para um micro sistema com o uso de diferentes tipos de campos de energia, de modo a se alcançar um melhor desempenho ou controle.

 Segundo Altshuller (1984), o sistema pode ser reestruturado alterando os seus órgãos de trabalho de nível macro, chamados de “ferros”, para o nível micro, com o trabalho sendo realizado por moléculas, átomos, íons, elétrons, etc., sem perder

⁶² Já Fey e Rivin (2005) relacionam as características desse padrão como sendo da lei da transição para sistemas de nível superior.

as suas funções. O crescente emprego dos campos-S, conforme a lei original de Altshuller sobre a evolução na direção do aumento no uso de campos (ver a Subseção 5.2.1), tem sido o grande promotor da evolução na direção do nível micro.

8. Automação ou diminuição do envolvimento humano

Esse padrão pode ser considerado como uma consequência do padrão anterior, de modo que “os sistemas se desenvolvam e passem a realizar as funções repetitivas, permitindo que as pessoas se concentrem no trabalho intelectual” (TERNINKO et al., 1998).

Uma comparação com a relação original de Altshuller (1984) permite observar-se que:

- Os padrões da idealidade, do desenvolvimento não uniforme, da sincronização e dessincronização correspondem com as leis originais de número ‘4’, ‘5’ e ‘3’, respectivamente.
- O padrão da evolução na direção do nível micro e aumento no uso de campos é uma fusão das leis originais de números ‘7’ e ‘8’.
- A lei da transição para um supersistema, a lei de número ‘6’ de Altshuller (1984), pode ter inspirado os padrões da evolução em estágios e do ciclo de multiplicação ou aumento de complexidade, dependendo da interpretação que se possa ter da lei original e dos citados padrões.
- As leis originais de Altshuller (1984) para as quais não se encontrou equivalência com os padrões relacionados são a lei da integridade de um sistema (a lei de número ‘1’) e a lei da condutividade de energia no sistema (a lei de número ‘2’).

5.3.2. O uso estratégico e o potencial analítico da TRIZ

Nesta subseção são apresentados, inicialmente, dois conceitos associados aos padrões de evolução, o do *limite evolutivo* e o do *potencial evolutivo*, que junto com os padrões representam poderosas ferramentas analíticas e estratégicas da TRIZ. Em seguida, são discutidas algumas visões sobre o uso estratégico e o potencial analítico da teoria nos processos de desenvolvimento tecnológico e de produtos.

O *potencial evolutivo* é definido como a diferença entre o estágio atual e o estágio final na linha de evolução, esse último representando o *limite evolutivo* do sistema. Assim, um sistema pode ser comparado com as linhas genéricas da TRIZ, sendo posicionado nos estágios apropriados ao seu nível tecnológico para identificar os estágios ainda não explorados e definir o potencial evolutivo do sistema (MANN, 2007).

A Figura 18 mostra a linha de evolução da segmentação espacial e o potencial evolutivo nessa linha de um sistema que se encontra no estágio 3, e um gráfico radar ilustrando o estágio atual dessa e de diversas outras linhas de evolução do sistema, na área escura, com o potencial de evolução do sistema sendo representado pela diferença entre a área escura e a periferia do gráfico.

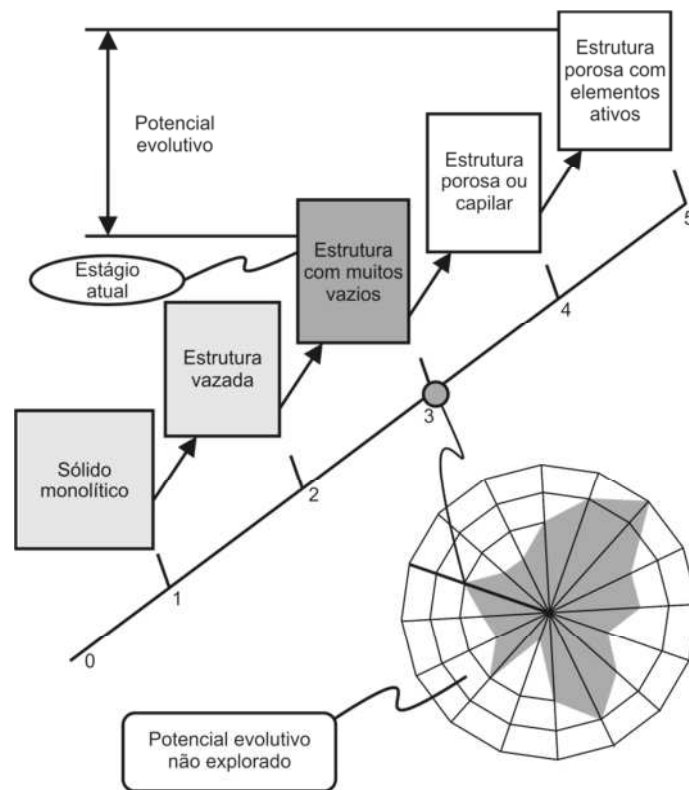


Figura 18 - Linha de evolução da segmentação espacial e gráfico radar
Fonte: Zhang *et al.* (2007)

Mann e Dewulf (2002) utilizam alguns estudos de caso com foco no projeto e na evolução de sistemas, tanto técnicos como de negócios, para demonstrar a importância estratégica do conceito do potencial evolutivo. Segundo os autores, os padrões de evolução e o potencial evolutivo servem de guias na determinação das oportunidades e dos limites de desenvolvimento de uma larga variedade de sistemas.

Esse conceito, por exemplo, pode indicar as áreas de projeto com potencial máximo de geração de valor de modo a direcionar os investimentos das empresas.

Clausing (2001) destaca a utilidade da TRIZ na solução e, mais ainda, na prevenção de problemas, porém observa que o principal papel da teoria deveria ser desempenhado no desenvolvimento de novas tecnologias. De fato, o autor considera o desenvolvimento tecnológico como uma aplicação crítica para a TRIZ argumentando que essa teoria se constitui numa poderosa ferramenta para as fases iniciais do desenvolvimento: as da estratégia tecnológica e a da geração de conceito.

Fey e Rivin (1999) apontam o desenvolvimento de novos produtos e processos como armas poderosas na batalha competitiva, e introduzem uma metodologia baseada na TRIZ para direcionar esse desenvolvimento, denominada *evolução guiada da tecnologia*. A metodologia consiste na análise da evolução de um sistema por meio da sua curva-S, na aplicação dos padrões e das linhas de evolução para prever alterações funcionais e estruturais no sistema (*road mapping*), na formulação dos problemas de engenharia a serem resolvidos para se alcançar os objetivos previstos de evolução, da etapa anterior, e na solução dos problemas utilizando as ferramentas de análise e solução da TRIZ.

Já em Fey e Rivin (2005), a metodologia de desenvolvimento desses autores é apresentada como “um processo abrangente de desenvolvimento conceitual de produtos e tecnologias da próxima geração, baseado nas leis e linhas de evolução dos sistemas tecnológicos e análises de negócios”. O chamado processo *TechNav* é um detalhamento da *evolução guiada da tecnologia* e é constituído por quatro fases:

1. Análise da evolução passada e presente do sistema: com base na curva-S, a partir das informações das patentes e da literatura técnica, conforme apresentado na Subseção 5.2.2.
2. Determinação das inovações de alto potencial: usando as leis e linhas de evolução da TRIZ, procura-se identificar as direções estratégicas da evolução tecnológica.
3. Desenvolvimento do conceito: a transição para o estágio seguinte na linha de evolução é alcançada ao se resolver os conflitos no sistema e os problemas de projeto conceitual.
4. Seleção do conceito e planejamento da tecnologia: os melhores conceitos são testados e implementados, após as necessárias avaliações técnicas e econômicas.

De forma similar, ao introduzirem o conceito da Inovação Efetiva, Clausing e Fey (2004) argumentam sobre a questão do sucesso das invenções no mercado, dividindo-as em três categorias: invenções fundadoras, por criarem novas indústrias tal o seu impacto no mercado; invenções de crescimento, por constituírem uma imensidão de inovações menores que sustentam a indústria; e as invenções ou patentes de biblioteca, que não se tornaram inovações e, portanto, não têm valor estratégico algum. No mesmo contexto da Inovação Efetiva, os autores apontam as necessidades latentes de mercado como um elemento determinante para as inovações fundadoras.

Assim, ao também apresentarem o processo TechNav, esses autores ressaltam que a metodologia da TRIZ é bem apropriada para direcionar as escolhas das estratégias tecnológicas que podem satisfazer as necessidades latentes e até resultar em inovações fundadoras, enquanto metodologias tradicionais de pesquisa de mercado ou de previsão tecnológica são mais adequadas para as inovações incrementais ou de crescimento (CLAUSING; FEY, 2004).

Zhang et al. (2007) descrevem a TRIZ como uma metodologia poderosa que tem sido usada para o desenvolvimento de novos produtos com base em padrões e linhas de evolução dos sistemas técnicos, obtidos pela análise de milhares de documentos de patentes. Os autores se utilizam desses padrões e linhas de evolução tecnológica para identificar o potencial evolutivo de um sistema técnico de modo a facilitar as decisões estratégicas no desenvolvimento de produtos. O artigo apresenta, inicialmente, um método de pesquisa do potencial evolutivo, depois a construção do diagrama do potencial evolutivo e, em seguida, o processo sequencial de mapeamento do potencial evolutivo baseado na análise de patentes.

De forma similar, Tan (2005) propõe um modelo de desenvolvimento de produtos para uso em um ambiente de tecnologias digitais, utilizando os padrões e as linhas de evolução para produzir ideias inovadoras e as ferramentas de solução de problemas da TRIZ para desenvolver os conceitos de projeto. Segundo esse autor, os padrões e as linhas da TRIZ possibilitam prever a evolução tecnológica, e as ferramentas como os princípios inventivos e de separação, as normas inventivas e os efeitos físicos podem ser incorporadas num programa CAI (*computer-aided innovation*) para auxiliar os projetistas na solução dos problemas técnicos relacionados com as ideias selecionadas para desenvolvimento.

Zlotin et al. (2011) introduzem a metodologia da evolução dirigida (*Directed Evolution*[®] - DE), voltada para a construção de uma vantagem competitiva sólida por meio da administração efetiva da evolução de vários sistemas, pelo uso dos padrões

evolutivos em tecnologias, mercados, negócios, sistemas sociais, etc. Segundo os autores, os padrões de evolução podem ser utilizados para a avaliação do nível de avanço de uma dada tecnologia, e para comparação com as suas concorrentes e/ou identificação dos próximos passos evolutivos. Dessa forma, “os processos da evolução dirigida se utilizam dos inúmeros padrões e linhas de evolução com o objetivo de identificar os possíveis cenários, analisando-os e selecionando os mais promissores para, então, planejar o processo de implantação”.

Verhaegen *et al.* (2009) desenvolveram um algoritmo para identificar, de forma confiável, o potencial evolutivo e as possíveis melhorias em um produto. O algoritmo obtém informações de propriedades do produto, que podem ser relacionadas às tendências de evolução, por meio da análise de patentes e da identificação de categorias de palavras. Como as tendências e os seus estágios de evolução são básicos para se descobrir ou avaliar o potencial evolutivo do produto, a incorporação do algoritmo na fase de especificação do projeto do produto poderá auxiliar o engenheiro de projeto nas atividades de especificação do problema e de definição dos requisitos do produto.

Carvalho (2007) apresenta uma metodologia para gerar ideias originais para novos produtos, a Ideatriz, combinando a TRIZ e o critério da maximização de valor para dar uma perspectiva mercadológica à criatividade alcançada. Assim, o conceito de valor é utilizado para evitar a falta dessa perspectiva, o que é comum acontecer com metodologias baseadas nas tendências de evolução e, por consequência, nas patentes. A Ideatriz é composta pelas fases de identificação do produto a ser ouvido, de aplicação de heurísticas para aumentar o valor, de formulação e solução das contradições e de avaliação de resultados.

Na parte inicial deste capítulo pôde-se acompanhar a concepção de uma metodologia, a TRIZ, voltada para a solução de problemas inventivos a partir de leis, conceitos e ferramentas derivados da análise de milhares de patentes por Genrich Altshuller e seus colaboradores. Mais recentemente, entretanto, outros autores têm chamado atenção para o potencial estratégico proporcionado pela TRIZ, propondo metodologias para o desenvolvimento de produtos e a prospecção tecnológica. É essa perspectiva estratégica atual que fundamenta o modelo e a metodologia propostos, no capítulo seguinte, para o mapeamento do padrão evolutivo dos produtos.

6 O MODELO PARA O MAPEAMENTO DO PADRÃO EVOLUTIVO

Neste capítulo, é feita a consolidação dos principais conceitos e ferramentas apresentados ao longo do trabalho, definindo um modelo para orientar a obtenção e a análise de informações do sistema de patentes que possibilitem o mapeamento do padrão evolutivo, como suporte ao processo de desenvolvimento de produtos. Em seguida, é apresentada a metodologia que detalha as etapas de desdobramento do modelo, capaz de ser utilizado em diferentes situações conforme as perspectivas de análise indicadas na Seção 6.1. O estudo de caso descrito no Capítulo 7 servirá como um exemplo da aplicação do modelo em uma dessas situações.

6.1. O MODELO CONCEITUAL PROPOSTO

Ao longo do trabalho foram discutidos três aspectos do desenvolvimento de produtos que se consideram fundamentais e que constituem os pilares do modelo proposto. O primeiro se refere à dimensão estratégica do PDP, o segundo ao papel mais proativo da propriedade intelectual (PI) nas estratégias e no direcionamento dos projetos, e o terceiro a uma teoria utilizada inicialmente para a solução dos problemas técnicos, a TRIZ, mas que tem sido ampliada e direcionada para aplicações nos campos dos negócios e das estratégias tecnológicas.

Especificamente no caso do PDP, para o qual estão voltados os resultados do mapeamento evolutivo dos produtos, destacam-se o papel das ideias de novos produtos para a conquista da vantagem competitiva e a sobrevivência das empresas, a importância da carteira de projetos e da gestão do portfólio de produtos para a estratégia geral dos negócios, e a crescente utilização da prospecção tecnológica na identificação das próximas tecnologias vencedoras no mercado.

No aspecto da propriedade intelectual, o sistema de patentes é uma importante fonte de informações para novos produtos, mas também é útil para identificar trajetórias tecnológicas e linhas de desenvolvimento promissoras. Já os conceitos e as ferramentas da TRIZ permitem a avaliação da maturidade e da velocidade de desenvolvimento de produtos e tecnologias, a previsão de tendências e potenciais evolutivos, a identificação dos princípios inventivos utilizados e a tomada de decisões estratégicas com relação ao desenvolvimento.

A Figura 19 ilustra o modelo proposto, com os três pilares interagindo com a metodologia para extração e análise de informações, no processo de mapeamento do padrão evolutivo. Assim, enquanto o fluxo de informações passa do conjunto de

informações do sistema de PI e de outras informações de suporte, para a filtragem pelos conceitos e pelas ferramentas da TRIZ, até chegar à alimentação do PDP, os três aspectos ou pilares interagem com a metodologia para orientar o processamento e a análise das informações levantadas.

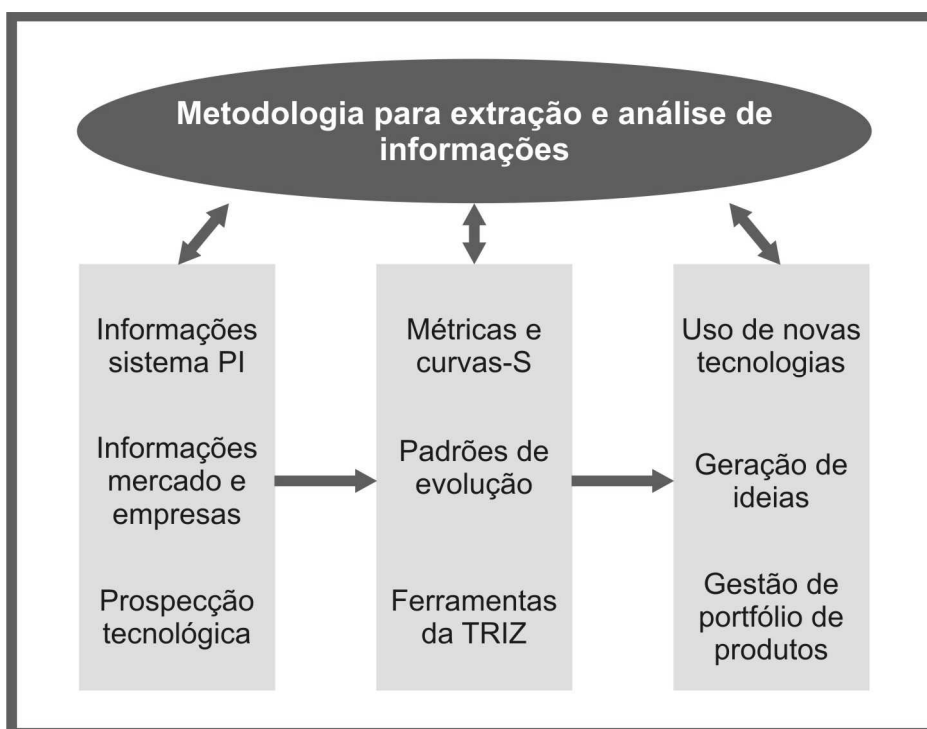


Figura 19 – O modelo conceitual para mapeamento do padrão evolutivo

A delimitação do universo de informações a serem pesquisadas dependerá do tipo de produto, da tecnologia e da empresa envolvida, assim como da abrangência da análise, se está concentrada num objeto ou tecnologia específicos, ou se está voltada para diferentes tipos de produtos e para comparações com empresas concorrentes e tecnologias alternativas (definição da perspectiva de análise).

A utilização do modelo, portanto, poderá estar voltada para diferentes situações: o objeto de estudo ser um produto, uma família de produtos ou uma tecnologia; ter como referência um ou mais produtos comercializados por uma determinada empresa, ou utilizar-se de um produto genérico de mercado; outra possibilidade é a combinação de produtos representativos de determinado segmento industrial para fazer-se um mapeamento setorial.

Em qualquer situação, o modelo deverá proporcionar uma estimativa do grau de maturidade com base no conceito das curvas-S. No caso da referência baseada numa

empresa, pode-se fazer a retrospectiva do padrão evolutivo do objeto até o momento atual, fazer comparações com o estado da técnica e com concorrentes, e indicar as possíveis direções para desenvolvimento. No caso de uma referência genérica, o padrão evolutivo e as direções para evolução serão os do produto típico do estado da técnica.

A Tabela 7, seguinte, mostra as etapas de aplicação do modelo indicando as principais atividades a serem detalhadas pela metodologia nos três pilares do modelo, as Informações de PI, a TRIZ e o PDP. A partir da definição do objeto de estudo e da perspectiva pretendida para a análise, são levantadas as informações iniciais na etapa de Preparação e definidos os critérios de busca de patentes na etapa de Pesquisa. Nessa etapa, é aplicada a Métrica do Número de Invenções para subsidiar a estimativa do grau de maturidade do objeto de estudo, assim como também podem ser utilizadas outras ferramentas da TRIZ para estudo das informações das patentes.

A seleção das linhas de evolução para o mapeamento evolutivo utiliza uma heurística desenvolvida neste trabalho, para uso no modelo, a partir da coleção de linhas ou tendências de evolução definidas por Mann (2007). Na coleção desse autor, cada linha é representada por estágios que indicam, normalmente, a evolução do sistema no sentido da esquerda para a direita. Adicionalmente, em cada linha são indicados exemplos de produtos que podem ser avaliados, são apontados as vantagens e os benefícios obtidos nas passagens entre os estágios e são dadas outras orientações para o enquadramento dos produtos.

O mapeamento pode ser voltado apenas para o objeto de análise, ou ter esse objeto como referência para uma análise comparativa com outros objetos de modo a permitir diferentes perspectivas, como as das trajetórias de desenvolvimento ou das tendências de evolução. Assim, o gráfico radar com os resultados do mapeamento permitirá as análises comparativas com as patentes do estado da técnica, a discussão do potencial evolutivo do objeto e a identificação de novas tecnologias e ideias para desenvolvimento.

TABELA 7 – As etapas de aplicação do modelo

ETAPAS	SISTEMA DE INFORMAÇÕES	TRIZ	PDP
PREPARAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> - Levantamento de informações básicas sobre o objeto, as empresas e as tecnologias envolvidas - Levantamento da(s) carteira(s) de patentes da(s) empresa(s) 		<ul style="list-style-type: none"> - Definição do objeto de estudo - Definição da perspectiva de análise
PESQUISA	<ul style="list-style-type: none"> - Definição dos parâmetros de pesquisa - Definição dos bancos de dados - Levantamento das frequências de classificação - Busca de patentes cf. os parâmetros 	<ul style="list-style-type: none"> - Métrica do Número de Invenções - Identificação de Princípios Inventivos e uso de outras ferramentas da TRIZ 	<p style="text-align: center;"><u>Análises</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Estimativas do grau de maturidade
MAPEAMENTO EVOLUTIVO	<ul style="list-style-type: none"> - Definição das características do produto - Estudo das patentes do produto 	<ul style="list-style-type: none"> - Seleção das linhas de evolução - Mapeamento do padrão evolutivo <ul style="list-style-type: none"> - Comparativo entre produtos ou com o estado da técnica - Preparação de gráficos radar 	<ul style="list-style-type: none"> - Comparação do mapeamento evolutivo do produto com as patentes do estado da técnica - Discussão do potencial evolutivo
ANÁLISE	<ul style="list-style-type: none"> - Novas buscas de patentes 		<ul style="list-style-type: none"> - Identificação de novas tecnologias, oportunidades para novos produtos e/ou alternativas para desenvolvimento

6.2. A METODOLOGIA DE APLICAÇÃO

As etapas de aplicação do modelo, indicadas na Tabela 7, são detalhadas abaixo:

1. Levantamento preliminar de informações sobre o objeto de estudo
Referem-se a informações tais como: funções e aplicações do produto, principais elementos e suas características construtivas, tecnologias e processos de fabricação utilizados, tecnologias incorporadas no produto, principais fabricantes, normas, regulamentações e implicações com o meio ambiente.

No caso do produto estar referenciado a uma empresa, também deverão ser obtidas informações gerais sobre a empresa e sobre a sua carteira de patentes.
2. Definição dos parâmetros de pesquisa relacionados com o objeto
Referem-se à definição dos bancos de dados a serem utilizados, das classificações do sistema de patentes e das palavras-chave mais adequadas ao produto em questão (como auxílio à identificação das classificações mais relevantes ao objeto, considerar o item 3.a, abaixo).
3. Levantamentos estatísticos no sistema de patentes
 - a. Frequências de classificações para o tipo de produto ou para a empresa
Como visto na Seção 4.5, os sistemas de classificação de patentes cobrem aspectos funcionais e técnicos bem detalhados, em todas as áreas tecnológicas, servindo como ponto de partida para as pesquisas e como meio de preparação das análises subsequentes. A distribuição de frequência é uma importante ferramenta para identificar as classificações mais relevantes a serem usada na pesquisa.⁶³
 - b. Histogramas das patentes com base nos parâmetros de pesquisa
Preferencialmente, feitos a partir das patentes depositadas no escritório de patentes americano, considerado como referência pelo volume de depósitos e pelo interesse por proteção no mercado dos EUA. Podem ser montados utilizando as classificações e/ou palavras-chave mais relevantes, na pesquisa avançada da base de dados do Espacenet,⁶⁴ anotando-se a contagem de documentos US em determinados períodos de tempo (por exemplo, de 10 em 10 anos).

⁶³ Algumas ferramentas de busca como o Derwent e o Epoque fornecem diretamente essas frequências (sistemas de propriedade da empresa Thomson Reuters e do escritório europeu de patentes/EPO, respectivamente).

⁶⁴ Disponível em: http://worldwide.espacenet.com/?locale=en_EP

4. Definição da estratégia de pesquisa envolvendo bases de dados e ferramentas de busca mais apropriadas à análise em questão:

- a. Busca na base de dados nacional (INPI) pelo tipo de produto (ou por suas características principais), só para a empresa e, depois, em geral.

Essa busca permite a observação da evolução do produto da empresa desde as primeiras patentes depositadas (se possível, correlacionando com os modelos inicialmente fabricados). A busca geral (sem definir a empresa) permite o conhecimento sobre outros atores no mercado.

- b. Busca na base de dados nacional (INPI) pela empresa e por alguns dos seus concorrentes.

Outras patentes da empresa dão uma visão geral do seu portfólio de patentes, além de descobrir patentes que também estão relacionadas ao objeto de estudo. Já as patentes dos concorrentes e dos produtos concorrentes dão indicações do ambiente competitivo e de possíveis ameaças à empresa.

- c. Busca em bases internacionais pelo tipo de produto (ou por suas características principais), só para a empresa e, depois, em geral.

Essa busca permite situar a empresa no cenário internacional, em relação à proteção das suas tecnologias. A busca deve ser padronizada num tipo de base e, se a empresa tiver uma boa representatividade internacional, a busca realizada no INPI (itens 'a' e 'b') pode ser refeita para se verificar os documentos equivalentes como WO, US ou EP.⁶⁵

Já a busca geral dará um panorama histórico, assim como do momento atual da tecnologia e das possíveis tendências de evolução.

5. Tratamento das informações obtidas das patentes

As patentes encontradas nas pesquisas deverão ser agrupadas nas seguintes categorias:

- A. Patentes da empresa de referência, para as linhas de produto, em geral, e para o produto em questão.

- B. Patentes representativas da evolução do produto (ou de suas características básicas), desde os primeiros modelos até o estado da técnica atual (patentes de qualquer empresa, qualquer origem).

⁶⁵ WO, US e EP são as siglas iniciais dos documentos de patente no sistema PCT, no escritório americano de patentes (USPTO) e no escritório europeu (EPO), respectivamente.

- C. Patentes de concorrentes da empresa de referência e/ou de produtos concorrentes do produto em questão.

6. Seleção das linhas de evolução

A seleção das linhas de evolução que possam representar dimensões relevantes para a análise do produto é uma atividade crítica no processo de mapeamento do padrão evolutivo. Alguns autores desenvolveram algoritmos para fazer essa seleção em bancos de dados de patentes, tais como:

- Verhaegen et al. (2009) utilizam a mineração de dados e a categorização de palavras para identificar adjetivos representativos das características dos produtos, relacionando-os a padrões de evolução específicos;
- Zhang et al. (2007) fazem o mapeamento do potencial evolutivo usando as pesquisas em patentes para selecionar os principais elementos do produto e as suas linhas de evolução mais apropriadas.

Já a metodologia deste trabalho considera a heurística descrita a seguir para a seleção das linhas do mapeamento evolutivo, tendo como base as 37 linhas ou tendências de evolução descritas por Mann (2007):

- a. Relacionar todas as linhas de evolução numa tabela com colunas, para assinalar as linhas escolhidas para o produto completo e os seus principais subconjuntos, se for o caso (a relação completa das linhas, separadas nas dimensões espaço, tempo e interface, está no Apêndice B);
- b. Selecionar os desenhos representativos do produto em análise, a partir das patentes de referência;
- c. Utilizar a coleção de linhas de evolução, de Mann (2007), como um guia na comparação das características físicas e operacionais do produto com os exemplos de evolução e as razões dos avanços nas linhas (potenciais benefícios alcançados nas passagens de estágio), indicados pelo autor.
- d. As linhas sem identificação com o produto são descartadas, enquanto aquelas que representam dimensões ou características úteis para a análise do produto são consideradas, ilustrando-se o conjunto de linhas com os seus estágios de evolução.
- e. O procedimento pode ser repetido para os subconjuntos do produto, se necessário.

7. Mapeamento do padrão evolutivo

O objeto de análise ou referência deve ser avaliado para a definição do seu estágio de evolução em cada linha selecionada, de acordo com o critério definido no item 6c (comparação das características físicas e operacionais do produto com os exemplos de evolução e as razões dos avanços nas linhas).

Produtos de diferentes patentes, da empresa, de concorrentes ou representativos do estado da técnica também podem ser posicionados nas linhas de evolução, para avaliações comparativas. Gráficos radar podem ser plotados para ilustrar os estágios de evolução encontrados nas diferentes situações.

8. Realização de análises

As informações e estatísticas levantadas no sistema de patentes e o mapeamento do padrão evolutivo de produtos permitem as seguintes análises:

a. Estimativas do grau de maturidade do produto

A curva-S pode ser estimada com base em algumas das métricas propostas por Altshuller, como visto na Seção 5.2 e Figura 14. Assim, os histogramas obtidos a partir das patentes podem ser relacionados com a métrica do Número de Invenções, da Figura 14B, como utilizado neste trabalho, ou com a métrica do Nível das Invenções,⁶⁶ da Figura 14C, para dar uma indicação da evolução da curva-S do objeto.

O grau de maturidade do produto e o de produtos/tecnologias concorrentes poderão dar indicações das possibilidades do desenvolvimento futuro de cada alternativa e influir nas escolhas dos portfólios dos projetos.

b. Discussão do potencial e do mapeamento evolutivo

A visualização do potencial evolutivo no gráfico radar com os resultados do mapeamento evolutivo do produto em análise, mostrando o estágio atual e o limite evolutivo em cada linha, poderá identificar as linhas mais promissoras e com maior viabilidade para desenvolvimento. E a discussão do mapeamento evolutivo nas linhas escolhidas para análise, traçando a trajetória tecnológica do produto ou comparando o estágio atual do produto com documentos referenciais do estado da técnica, poderá corroborar o potencial evolutivo identificado.

⁶⁶ Existem metodologias para se estudar as relações de dependência entre as patentes que podem produzir resultados capazes de indicar a relevância ou o nível das invenções, como, por exemplo, a da rede de citações entre patentes de uma classificação.

Os resultados do mapeamento evolutivo poderão subsidiar o portfólio de projetos e o processo de desenvolvimento com ideias para novos produtos ou indicações de tecnologias promissoras a serem aproveitadas. Além disso, a comparação entre as capacitações utilizadas no passado e as direções para futura evolução poderá apontar necessidades e gargalos a serem resolvidos.

7 O ESTUDO DE CASO

Como visto na Seção 2.4, o estudo de caso seria um método de pesquisa bem apropriado para se exercitar a demonstração do modelo através das informações das patentes de um produto e de uma empresa reais. Inicialmente, é apresentado o planejamento na Seção 7.1, com a discussão dos principais componentes do projeto de pesquisa, onde se destacam os aspectos das unidades de análise ou casos, da comparação da teoria de suporte do trabalho com uma teoria rival e da qualidade.

Na Seção 7.2 é mostrado o processo de seleção da empresa e do produto para análise, apresentando-se os critérios utilizados, as alternativas consideradas e um histórico da empresa escolhida. O estudo de caso propriamente dito é iniciado na Seção 7.3 com o levantamento de informações técnicas sobre o produto, com as pesquisas de patentes e as estatísticas obtidas e com a estimativa da curva-S do produto.

A Seção 7.4 apresenta o mapeamento do padrão evolutivo das bicicletas dividido em duas etapas. Na Subseção 7.4.1 é feito o mapeamento do produto em si, tendo como referência a primeira patente depositada pela empresa (P1), de forma a comparar a evolução das demais patentes de bicicletas da empresa (P2 a P8) com a patente de referência. Já na Subseção 7.4.2 é feito o mapeamento do conjunto motriz das bicicletas tendo a patente P3 como referência, para comparação com projetos de destaque encontrados em patentes do estado da técnica (ET). A discussão dos resultados do estudo de caso é apresentada na Seção 7.5.

7.1. O PLANEJAMENTO DO ESTUDO DE CASO

O projeto da pesquisa, segundo Yin (2010), “é a sequência lógica que conecta os dados empíricos às questões de pesquisa iniciais do estudo e, finalmente, às suas conclusões”. Um dos aspectos críticos do projeto é a escolha dos casos para estudo, o que será discutido em maiores detalhes nessa seção e na seguinte. De uma maneira geral, Yin (2010) relaciona os seguintes componentes de um projeto de pesquisa:

1. As questões de estudo: no presente trabalho, a principal questão se refere a como estimar a maturidade e prever a evolução dos produtos, a partir das informações da PI e das metodologias da TRIZ.
2. As proposições
Têm a finalidade de dar foco a alguns aspectos do escopo ou tema do trabalho, apontando o que deve ser estudado. Assim, podem ser colocadas as seguintes proposições no projeto:

- a. A de que é possível de se estimar a maturidade dos produtos e das tecnologias com as informações do sistema de PI.
 - b. A combinação de informações do sistema de PI com as metodologias da TRIZ podem ser úteis para a prospecção tecnológica e a previsão da evolução dos produtos, gerando ideias para desenvolvimento.
3. As unidades de análise (ou os casos)

Trata-se de aspecto fundamental do projeto, cuja definição está intimamente ligada com a precisão das questões e proposições colocadas no trabalho. Devem ser consideradas as alternativas que possibilitem o levantamento de dados e o esclarecimento das questões da pesquisa, conforme discutido com mais detalhes na Seção 7.2.
 4. A vinculação dos dados às proposições

Através do exame, da categorização, da tabulação, dos testes ou das recombinações das evidências, a análise dos dados permite chegar-se às conclusões do trabalho empírico.
 5. Critérios de interpretação

Além das análises estatísticas usualmente empregadas, Yin (2010) sugere a definição de teorias rivais para que possam ser incluídas no projeto e possam ser confrontadas com a teoria subjacente ao trabalho.

Esse autor destaca o papel da teoria em que se baseia o estudo, bem como o de uma teoria rival, ou seja, de uma explicação diferente para o que está sendo estudado. Esses dois aspectos, o da teoria e o da teoria rival, serão bastante úteis na explicitação dos cinco componentes do projeto de pesquisa de modo que esse se torne um mapa para a realização do estudo.

Assim, ao se fazer a generalização do estudo de caso para a teoria, Yin (2010) aponta a importância da generalização analítica na qual se usa a teoria como um padrão para se comparar com os resultados empíricos obtidos. Os resultados serão mais poderosos se mais de um caso apoiar a teoria e, além disso, não apoiarem uma possível teoria rival alternativa. A teoria, no presente caso, refere-se à possibilidade do uso de informações do sistema de PI e de ferramentas da TRIZ para suportar o PDP com informações, ideias e tecnologias para o desenvolvimento de produtos.

Como visto na Subseção 5.3.2, já foram desenvolvidas várias metodologias para a geração de ideias e alternativas tecnológicas para novos produtos, com base na TRIZ e, mais especificamente, no mapeamento evolutivo. Algumas dessas

metodologias, entretanto, não se baseiam nas informações do sistema de PI como, por exemplo, no trabalho de Carvalho (2007). Esse trabalho chama atenção para o “viés inventivo” que influencia o processo de geração de ideias utilizando as técnicas da TRIZ, que são originadas do estudo de patentes e, conseqüentemente, desconsideram os aspectos de mercado. Assim, uma possível teoria rival seria uma que negasse o viés inventivo como uma perspectiva útil para alimentar o desenvolvimento de novos produtos.

Outro aspecto destacado por Yin (2010) é sobre a necessidade dos projetos de pesquisa tratarem da questão da qualidade do projeto. Para isso, esse autor apresenta quatro tipos de teste para avaliar a questão, sendo os testes relacionados com várias táticas a serem usadas, conforme o tipo de teste e a fase da pesquisa em andamento.

Os quatro testes indicados são:

- Validade do constructo: identificar as medidas operacionais corretas para os conceitos sendo estudados.
- Validade interna: estabelecer a relação causal pela qual se acredita que determinadas condições levem a outras condições, diferenciadas das relações espúrias.
- Validade externa: definir o domínio para o qual as descobertas do estudo podem ser generalizadas.
- Confiabilidade: demonstrar que as operações do estudo podem ser repetidas, com os mesmos resultados.

O teste da validade interna foi considerado como o mais apropriado ao estudo de caso deste trabalho, primeiramente pelo fato da “validade [ser] uma preocupação dos estudos de caso explanatórios, quando o investigador tenta explicar como e por que o evento x levou ao evento y ” (YIN, 2010). Segundo o autor, se um terceiro fator, z , for o causador de y , e não a relação causal entre x e y , houve falha no projeto de pesquisa ao lidar com as ameaças à validade interna. Outro ponto importante se refere às inferências sobre os eventos que não podem ser observados diretamente: as inferências estão corretas? As explicações e possibilidades rivais foram consideradas? As evidências são convergentes ou incontestáveis?

A aferição da qualidade do estudo de caso do trabalho foi definida da seguinte forma: (1)- após a aplicação do modelo de mapeamento evolutivo das bicicletas ergométricas, a partir das informações disponíveis nas patentes da empresa de referência, as conclusões e observações extraídas do mapeamento foram discutidas e

reavaliadas em visita à empresa; (2)- os resultados foram confrontados com a teoria rival, apontada acima, embasando a discussão do estudo de caso feita na Seção 7.5.

7.2. A ESCOLHA DA EMPRESA E DO PRODUTO PARA ANÁLISE

Inicialmente, foram colocadas algumas premissas com base nos objetivos da tese e também na experiência adquirida nos exercícios preparatórios do trabalho, vistos na Seção 1.1 e na Seção 2.3. Primeira, o produto (ou linha de produtos) e a empresa a serem escolhidos deveriam ser nacionais, tanto para se observar o uso da PI por nossas empresas quanto para assegurar que os desenvolvimentos sejam locais. Segunda, a empresa deveria ter um bom portfólio de patentes, distribuído ao longo do tempo e incluindo o objeto da análise. Terceira, a empresa deveria ser um fabricante de produtos, preferencialmente não muito diversificado, ou de grande porte, para facilitar o foco do trabalho.

Como ponto de partida, foram utilizados os relatórios INPI (2006) - Maiores depositantes de pedidos de patentes BR 1999 – 2003 e INPI (2011) - Principais titulares de pedidos de patente no Brasil, com prioridade brasileira, depositados no período de 2004 a 2008. Além desses, foi considerada a sugestão de uma colega do INPI sobre uma empresa pertencente à sua área de trabalho. Assim, foram pré-selecionadas algumas empresas para um levantamento preliminar de informações e a identificação de possíveis objetos para análise. A Tabela 8 apresenta um resumo dessas informações.

Tabela 8 – As empresas pré-selecionadas para o estudo de caso

EMPRESA	PRODUTOS	PORTE ^(a)	PATENTES ^(b)
Embraco	Equips. de refrigeração; compressores	G	238 ^(c)
Semeato	Máquinas agrícolas	G	288
Jacto	Máquinas e implementos agrícolas	M	262
Brudden	Máquinas agrícolas e de jardinagem; equipamentos de ginástica	P	94

Observações:

- (a)- Porte estimado a partir da escala de atuação, do número de fábricas e de funcionários;
- (b)- Quantitativo de patentes obtido no sítio do INPI entre Setembro e Outubro/2012;
- (c)- Até o ano de 2006, quando passaram a ser depositadas em nome da controladora.

Algumas das etapas da metodologia detalhada na Seção 6.2 foram aplicadas às empresas pré-selecionadas, mesmo que parcialmente. Elas se referiram a

levantamentos de informações sobre as empresas, seus principais produtos e tecnologias, e à definição de alguns parâmetros de pesquisa e frequências de classificações dos seus produtos. Um breve resumo das informações coletadas é apresentado a seguir.

A Embraco é um líder global em compressores herméticos, com instalações de pesquisa e produção em quatro continentes, pertencendo atualmente a um grupo estrangeiro (Whirlpool), com uma produção anual de 30 milhões de compressores. Foram identificadas três classificações de patentes representativas dos produtos e analisadas algumas patentes para se avaliar a sua utilização no estudo de caso.

A Semeato foi fundada na década de 60 para fabricar peças de reposição de maquinário agrícola importado, tendo aproveitado o crescimento da agricultura no país para desenvolver máquinas e implementos com tecnologia avançada, capazes de aumentar a produtividade do ramo. As duas principais classificações encontradas tratam de plantio, semeadura e fertilizantes, e de arados e implementos agrícolas. A extensa carteira de patentes é composta por cerca de 60% de modelos de utilidade.

A Jacto foi fundada pelo imigrante japonês Shunji Nishimura em 1948, no município de Pompéia/SP, para fabricar máquinas e implementos agrícolas. Sua linha atual é composta por pulverizadores, adubadoras, colhedoras e tecnologia de agricultura de precisão. Além da área agrícola, a empresa possui uma subsidiária especializada na produção de peças plásticas e fabrica carros de serviço elétricos.

A Brudden também é localizada em Pompéia/SP, tendo sido fundada em 1980 para fabricar equipamentos agrícolas e de jardinagem. A partir de 1988, a Brudden entrou no ramo de equipamentos de ginástica através da marca *Movement*. O portfólio com 94 patentes, indicado na Tabela 8, engloba todos os segmentos da empresa e é constituído por patentes em nome da empresa e em nome de Takashi Nishimura, um dos filhos de Shunji Nishimura e atual controlador da empresa.

A escolha da empresa foi direcionada para a empresa de menor porte, a Brudden, pela perspectiva de maior facilidade de acesso, em comparação com as empresas de maior porte como a Embraco e a Semeato. A pouca familiaridade do autor com equipamentos agrícolas e compressores de refrigeração, além da complexidade desses produtos, também influenciaram na escolha. A Figura 20 apresenta a distribuição das classificações IPC mais frequentes para 44 patentes encontradas na base Derwent para patentes em nome da Brudden.

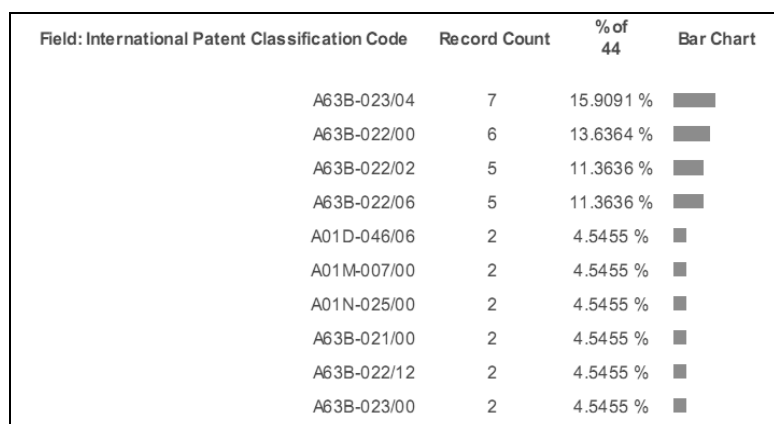


Figura 20 – Classificações mais frequentes das patentes da Brudden⁶⁷

Assim, a linha de equipamentos de ginástica da Brudden atendia às premissas colocadas e apresentava produtos com bom potencial de análise, com uma carteira com cerca de 40 patentes. Entre as alternativas das esteiras ou das bicicletas ergométricas, acabou sendo selecionada a das bicicletas ergométricas por abranger um período maior entre as patentes mais antiga e mais recente, e pelo interesse na avaliação da tecnologia da frenagem magnética. A Tabela 9 relaciona as patentes relacionadas com bicicletas ergométricas.⁶⁸

Tabela 9 – As patentes analisadas no estudo de caso

ITEM	NÚMERO	TÍTULO
P1	PI9100782-8	Bicicleta ergométrica com freio magnético
P2	PI9101176-0	Freio magnético para bicicleta ergométrica
P3	PI9103541-4	Disposições introduzidas em freio eletromagnético para bicicleta ergométrica
P4	PI0404082-1	Sistema de controle de carga para bicicletas de academias de ginástica
P5	PI0504274-7	Sistema para aquisição de dados de exercício físico e sua decodificação em sinais de comando de operação de um aparelho de ginástica
P6	PI0505720-5	Bicicleta ergométrica para academias embarcadas
P7	PI0605615-6	Freio para aparelho de ginástica movido a pedais
P8	PI0802724-2	Bicicleta ergométrica suspensa em parede
P9	PI0503240-7	Volante de inércia para equipamento de ginástica

⁶⁷ A subclasse A63B refere-se a equipamentos de ginástica, a A01D à colheita de café, a A01M a pulverizadores e a A01N à aplicação de biocidas e repelentes.

⁶⁸ A identificação P1, P2, ..., P9, da Tabela 9, é empregada no restante do trabalho para identificar as patentes das bicicletas da Brudden. O Apêndice C apresenta uma relação das patentes na linha de equipamentos de ginástica e o Apêndice D as fichas com informações das patentes da Tabela 9.

O trevo de três folhas - a história da Jacto e da Brudden⁶⁹

O modesto negócio fundado pelo imigrante japonês Shunji Nishimura em 1948, representado pelas Máquinas Agrícolas Jacto, atua hoje em mais de 108 países dos cinco continentes. Essa empresa, assim como empresas coligadas ou fundadas por descendentes de Nishimura, tem como símbolo o trevo de três folhas, o brasão que durante cinco séculos tem representado a perseverança da família desde o tempo das batalhas que devastavam as suas plantações, no Japão feudal.

Shunji Nishimura chegou ao Brasil em 1932 com 21 anos de idade, formado como técnico mecânico. Trabalhou na colheita de café, em Botucatu/SP, e como copeiro numa mansão, em Petrópolis/RJ; estudou um ano no curso primário do Colégio Adventista Brasileiro, em São Paulo (até o dinheiro acabar); trabalhou como torneiro e soldador; abriu uma oficina, junto com amigos, onde se fabricava latas para acondicionar o chá preto produzido na região de Registro/SP; em fevereiro de 1939, pegou um trem em São Paulo, na direção oeste, e desembarcou no final da linha na cidade de Pompéia/SP (próximo a Marília, rica região cafeeira da época).

Em Pompéia, alugou uma casa e afixou na frente uma tabuleta: “Conserta-se Tudo”. Consertava bacias, transformava latas de óleo lubrificante em baldes e canecas, inventou um alambique para destilar mentol, consertava máquinas agrícolas e caminhões, e adaptava motores a gasolina para gasogênio, entre outras coisas. Assim, nessa pequena oficina começava a história da Jacto, uma empresa que é um dos orgulhos da cidade, com mais de 3000 funcionários. O outro orgulho é a atual Escola Senai “Shunji Nishimura”, uma escola de agricultura de precisão fundada e administrada durante muitos anos pelo Sr. Nishimura, até ser incorporada ao sistema Senai.

Já a Brudden, foi fundada para produzir equipamentos agrícolas e de jardinagem que favorecessem a integração do homem no campo, com inovações em design e funcionalidade. Sua linha atual, nessa área, inclui os segmentos doméstico, agrícola, hortícola, de jardinagem, parques e bosques, comercial, da saúde pública e da limpeza urbana, com fabricação própria e representação de outros fabricantes.

Com a criação da Movement, 1988, a empresa entrava no ramo *fitness* motivada pela demanda de equipamentos de ginástica, de maneira similar ao que ocorria no mercado norte americano. Começando com estações de musculação e de remo seco, lançou, em seguida, a primeira bicicleta ergométrica com resistência magnética do

⁶⁹ Baseado em informações obtidas em visitas realizadas na Brudden, na Jacto e no Museu Shunji Nishimura, em 11/03/2013, e nas seguintes páginas da rede de computadores: <http://www.jacto.com.br/>, <http://www.brudden.com.br/> e <http://www.movement.com.br/>.

Brasil. Comercialmente, montou uma rede nacional de revenda e de assistência técnica, além de treinamentos internos e externos. Em 1995, foram introduzidas as esteiras e, em 1999, foi inaugurado o novo parque fabril com 53 000m². As linhas de produtos foram ampliadas, com *spinnings*, elípticos e estações de musculação, atendendo aos públicos residencial e profissional, assim como ao mercado externo.⁷⁰

7.3. AS PESQUISAS DE INFORMAÇÕES E A ESTIMATIVA DA CURVA-S

A pesquisa inicial de informações que resultou na seleção da empresa e do produto para o estudo de caso prosseguiu, procurando-se obter informações técnicas adicionais sobre o produto em questão e fazendo-se as buscas no sistema de patentes para suportar as análises do trabalho. A Subseção 7.3.1 apresenta algumas informações técnicas úteis e a Subseção 7.3.2 mostra os parâmetros das pesquisas nas bases de patentes e os resultados que levaram à estimativa da curva-S das bicicletas ergométricas.

7.3.1. Informações técnicas sobre bicicletas ergométricas

De acordo com a Wikipedia, os equipamentos com uma construção semelhante à de uma bicicleta comum, com selim, pedais, rodas dentadas e correntes (ou polias e correias), porém usados para exercícios em vez de para transporte, são chamados de bicicletas estacionárias ou bicicletas de exercício. Já as bicicletas ergométricas são definidas como bicicletas estacionárias com um ergômetro para medir o trabalho realizado pelo usuário.⁷¹

No Brasil, entretanto, todos os tipos de bicicletas estacionárias são chamadas de ergométricas, uma generalização de nomenclatura que não deixa de ter implicações neste estudo de caso, como será visto adiante. A Figura 21, datada de 1798, ilustra um precursor das bicicletas ergométricas, o *Gymnasticon* inventado por Lowndes, enquanto a Figura 22 ilustra uma bicicleta ergométrica atual (ver página seguinte).

⁷⁰ Especificamente quanto à comercialização das bicicletas e das esteiras ergométricas, as quantidades são de 210 000 e 224 000, respectivamente, até Maio de 2013.

⁷¹ Informações obtidas em: https://en.wikipedia.org/wiki/Stationary_bicycle.

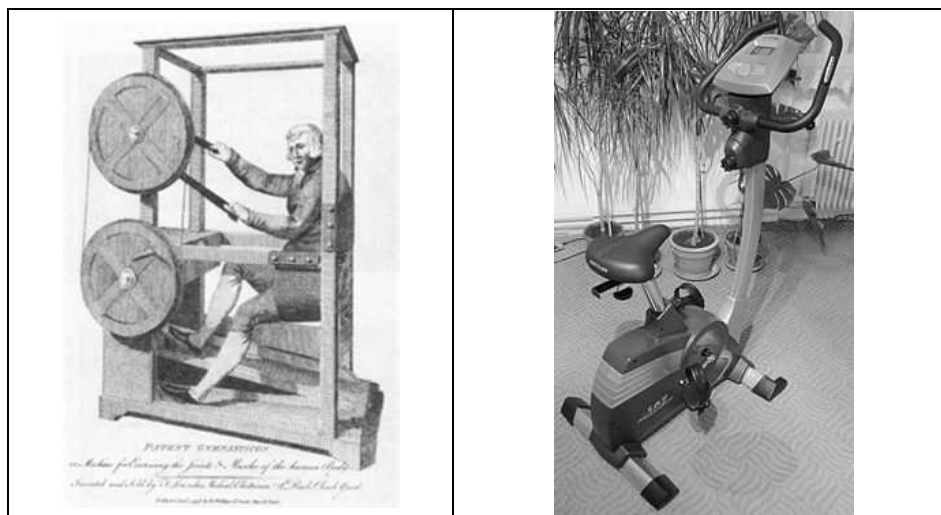


Figura 21 – O Gymnasticon⁷² Figura 22 – Uma bicicleta atual

A função do exercício é proporcionada pela frenagem sobre o elemento acionado pelos pedais, normalmente um volante de inércia (ou uma polia) como o item 23 da Figura 23. Os três principais sistemas de frenagem são o mecânico, o elétrico e o magnético, entretanto, além das variações encontradas para esses sistemas outros tipos de frenagem também são empregados (por exemplo, hidráulica ou pneumática).

A frenagem mecânica é obtida por atrito ou pelo tensionamento de uma correia sobre o volante; a elétrica ocorre pelo uso de um alternador para converter a energia mecânica em elétrica e dissipá-la numa carga resistiva. A magnética é obtida pela regulagem de um campo magnético B capaz de atravessar o volante em rotação e de gerar correntes *eddy* (ou de Foucault) no volante condutor elétrico, na direção \hat{u}_t , tais correntes provocando um campo magnético de oposição à rotação do volante com força F_m (ver Figura 24).

A força de frenagem magnética é proporcional à velocidade de rotação e ao campo magnético⁷³ e, em todos os sistemas, há dissipação de calor, com a escolha do sistema dependendo de fatores como conveniência, custo e precisão. A transmissão de movimento dos pedais para o elemento de frenagem é feita pelas usuais rodas dentadas e correntes, ou por polias e correias, com o volante de inércia sendo utilizado para manter a rotação e conservar energia nas posições de menor tração nos pedais, fazendo o papel da massa do ciclista nas bicicletas comuns.

⁷² Fonte - <https://en.wikipedia.org/wiki/Gymnasticon>.

⁷³ Outras referências teóricas sobre a frenagem magnética podem ser encontradas em Hribar (2008), Wouterse (1991) e Qian e Kachroo (1997).

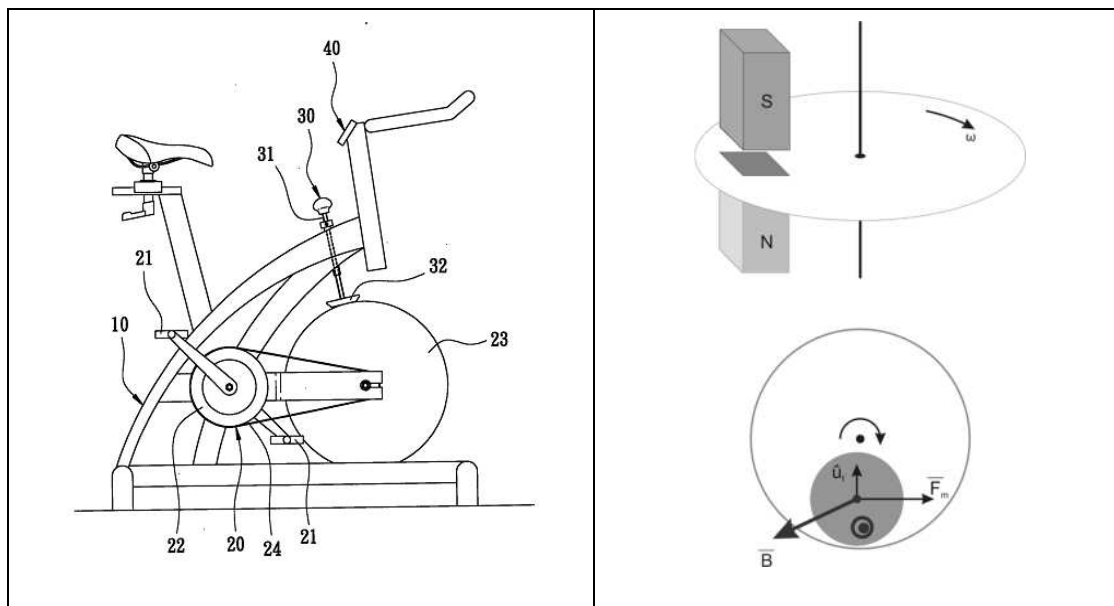


Figura 23 – A frenagem mecânica
 Fonte: CN102198315

Figura 24 – A frenagem magnética
 Fonte: ver Nota 74

7.3.2. As pesquisas de patentes das bicicletas ergométricas

As principais classificações IPC de patentes relacionadas com as bicicletas ergométricas são as seguintes.

- A63B 22/00: aparelhos de ginástica especialmente adaptados para condicionar o sistema cardiovascular, para treinar a agilidade ou a coordenação dos movimentos
 - ___ 22/06: com movimento cíclico giratório
 - ___ 22/08: para as pernas
- A63B 23/00: aparelhos de ginástica especialmente adaptados para determinadas partes do corpo
 - ___ 23/035: para os membros, i.e., membros superiores ou inferiores, por exemplo, ao mesmo tempo
 - ___ 23/04: para os membros inferiores

Para efeito de preparação dos histogramas da evolução dos depósitos de patentes, no USPTO, e de se ter uma indicação do esforço de desenvolvimento em bicicletas ergométricas e equipamentos similares, foram utilizadas as classificações A63B 22/06 e A63B 23/04. Já com relação às buscas realizadas nas bases de

⁷⁴ http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/_elecmagnet/faraday/foucault/foucault.html

patentes, foram utilizadas as classificações A63B 22/06 e A63B 22/08 porque se considerou que essas classificações eram mais específicas para as bicicletas ergométricas, enquanto a A63B 23/04 era mais voltada para os exercícios dos membros inferiores em geral.

A Tabela 10 apresenta os parâmetros de pesquisa (classificações e combinações de palavras) e os resultados obtidos nas bases de patentes (quantidades de documentos encontrados em cada pesquisa).

Tabela 10 – Pesquisas nas bases de patentes

PESQ	CLASSIFIC	COMBINAÇÕES DE PALAVRAS	RESULTADO
1	A63B22/06 (4466 docs.) Base Epodoc	A- load/force/charge/resistance/brake B- control+/adjust+/set+/regulat+/chang+ C- remote/distance/distant/wireless A x B x C	969 1383 146 42
2	IDEM	A- control+/adjust+/set+/regulat+ B- fitness/gym/health club A x B	1301 166 66
3	IDEM	A- wall 3d (mount+/support+/fix)	4
4	IDEM	A- load/damper/resistance/brake B- pneumatic/air/gas/pressur+ A 3d B	803 156 8
5	A63B22/08 (3481 docs.) Base Epodoc	A- load/damper/charge/resistance/brake B- control+/adjust+/set+/regulat+/chang+ A x B	616 1218 435
6	A63B22/06 Base Derwent	A- load/damper/charge/resistance/brake B- control+/adjust+/set+/regulat+/chang+ A x B	516
Simbologia			
+	Truncamento da palavra		
/	OU		
x	E		
3d	Proximidade de três palavras		

Observações sobre a Tabela 10:

1. Epodoc é uma base de propriedade do escritório europeu de patentes (EPO) e Derwent é uma base de propriedade da empresa Thomson Reuters;
2. As pesquisas '1' a '4' foram realizadas para investigar algumas características específicas encontradas nas patentes da Brudden, enquanto as '5' e '6' são mais gerais, focando a frenagem e o seu ajuste ou controle;
3. Datas das pesquisas: '1' a '4' em 19/11/12; '5' em 26/11/12; '6' em 08/12/12 e refeita em 06/05/13 (resultado da tabela);
4. As patentes analisadas no estudo de caso foram as das pesquisas '1' a '5'.

A combinação das pesquisas '1' a '5', da Tabela 10, resultou num grupo de cerca de 460 documentos de patentes que, durante o processo de análise e levantamento de estatísticas, foi reduzido para 350 documentos (devido a duplicidades, documentos não pertinentes ou incompreensíveis). Desses, foram analisados mais detalhadamente cerca de 200 documentos como representantes do estado da técnica das bicicletas ergométricas, classificando-se os tipos de invenções e os tipos de freios envolvidos conforme mostrado na Tabela 11. Essa tabela também apresenta a distribuição dos países de origem das invenções do total de 350 documentos separados (ver também as observações abaixo da tabela).

Tabela 11 – Estatísticas obtidas da pesquisa com patentes¹

Tipos de invenções (%)		Tipos de freios (%)		Países (quantidades)	
Freios	53 (48)	Magnético	35 (46)	China	116 (34)
Transmissão	9 (12)	Eletromagn.	11 (9)	EUA	64 (6)
Estrutura	10 (11)	Elétrico	22 (24)	Formosa	41 (7)
Simulação	13 (15)	Mecânico	26 (13)	Alemanha	30 (1)
Controle	15 (13)	Outros	6 (7)	Japão	28 (5)
				Coréia do Sul	27 (24)
				Outros	44 (5)

Observações sobre a Tabela 11:

1. Os valores entre parêntesis referem-se às estatísticas das patentes mais recentes, publicadas entre 2008 e 2012;
2. Mais de um tipo de invenção pode ter sido considerado em cada patente, dependendo da relevância dos elementos envolvidos no conceito inventivo;

3. O tipo Estrutura se refere a aspectos estruturais, de regulagens ou de ergonomia, ou a disposições construtivas especiais;
4. O tipo Simulação se refere a simulações ou a interações com programas de entretenimento e vídeo games;
5. O tipo Controle se refere a invenções com ênfase no controle de sistemas de frenagem ou de simulação;
6. A origem das invenções se refere ao país da prioridade, normalmente o país do inventor, e não ao país de depósito da patente (as patentes de Formosa, por exemplo, foram identificadas em depósitos nos EUA, em sua maioria).

7.3.3. A estimativa da curva-S das bicicletas ergométricas

As Figuras 25 e 26 mostram os histogramas da distribuição dos pedidos de patentes no USPTO, entre os anos de 1901 e 2012, nas classificações A63B 22/06 (aparelhos de ginástica com movimento cíclico giratório) e A63B 23/04 (aparelhos de ginástica adaptados para os membros inferiores).

O crescimento acentuado nos pedidos de patentes nas classificações pesquisadas (e em outras classificações A63B) demonstra o movimento que se iniciou nas décadas de 70 e 80 motivado pela importância dos exercícios físicos para a saúde e para o padrão estético almejado pelas pessoas. O desenvolvimento de diferentes tipos de equipamentos de ginástica e a proliferação de academias atestam bem o crescimento da chamada área de *fitness*.

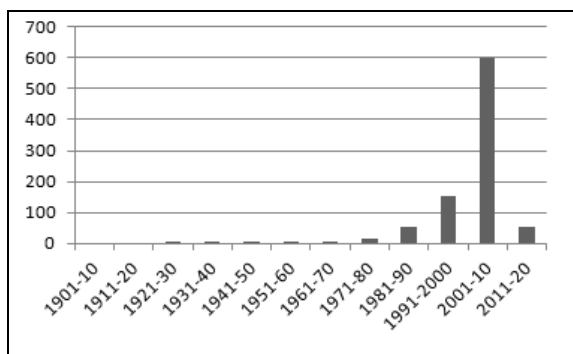


Figura 25 – Histograma da A63B 22/06
Data do levantamento: 06/05/13

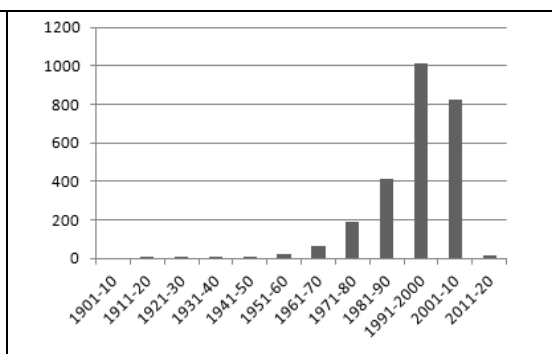


Figura 26 - Histograma da A63B 23/04
Data do levantamento: 06/05/13

A comparação dos dois histogramas com a Figura 14B da métrica Número de Invenções e a consideração de outras informações obtidas no trabalho levantam os pontos relacionados abaixo para avaliação:

- Aparentemente, o número de invenções na área das bicicletas está ultrapassando o primeiro pico da Figura 14B, correspondente ao ponto α da Figura 14A, conforme relacionado no estudo da curva-S, na Seção 5.2.2 (principalmente no caso da classificação A63B 23/04, da Figura 26).
- Essa observação foi reforçada quando se agrupou as quantidades de patentes em períodos de 5 em 5 anos e se verificou um decréscimo no período 2006-2010, em relação ao de 2001-2005, não só para as classificações ilustradas, mas também para a classificação de um produto diverso, a das esteiras ergométricas (A63B 22/02). Isso pode indicar um decréscimo de invenções desses produtos, em geral, ou algum fator externo aos produtos em si.⁷⁵
- Se o número de invenções estiver realmente declinando nesses últimos anos e a correlação proposta por Altshuller for válida, a evolução das bicicletas ergométricas e similares, na curva-S, estaria entre os pontos α e β , ou seja, na fase de crescimento técnico e/ou comercial rápido.
- Outra hipótese que pode ser colocada é que a fase inicial (nascimento) das bicicletas na curva-S se deu até meados da década de 1980, quando o desempenho técnico/comercial se acelerou drasticamente (crescimento), em paralelo com o rápido crescimento das patentes, até o início do século 21. Nesse caso, as invenções cresceram ao mesmo tempo que a curva-S, e talvez haja apenas um pico no número de invenções que estaria coincidindo com o ponto β do final de crescimento.
- Por outro lado, têm surgido novos atores no cenário, como Coréia, China e Formosa. No caso da China, a maior parte das patentes tem sido depositada apenas internamente, mas se esses desenvolvimentos resultarem em crescimento tecnológico e comercial dos produtos, a nível internacional, isso poderá representar uma continuidade de evolução na curva-S e um novo pico de invenções, capazes de serem captados nas futuras métricas.

⁷⁵ Como, por exemplo, a mudança no critério de publicações de patentes, pelo USPTO, a partir de 2000.

A importância de se conhecer o grau de maturidade dos produtos e se tomar decisões estratégicas com relação aos futuros desenvolvimentos tem sido destacada ao longo deste trabalho, principalmente na escolha entre melhorar produtos e tecnologias existentes, ou partir para o desenvolvimento de uma próxima geração. A estimativa da curva-S, em particular, e a TRIZ de um modo geral, podem auxiliar nesse processo.

Terninko et al. (1998) ilustram o desenvolvimento tecnológico inicial dos aviões com uma sucessão de curvas-S. Fey e Rivin (2005) mostram a superposição da fase madura de um produto, na sua curva-S, com a fase de nascimento da curva-S de um produto da geração seguinte. No caso de produtos em que o decréscimo do número de patentes e a fase madura do produto são evidentes, como o das latas metálicas de tinta, a identificação de tecnologias emergentes e das estratégias de desenvolvimento para o produto maduro (customização, no caso das latas) fica mais fácil.

No caso das bicicletas ergométricas, entretanto, as inflexões na métrica e na curva-S não são muito evidentes, a partir do número de patentes, de modo que a melhor estimativa é de que a curva-S ainda está em algum ponto da fase de crescimento rápido. Procurou-se verificar se as esteiras ergométricas seriam um produto alternativo para as bicicletas, mas a métrica obtida foi bem similar à das bicicletas, ocorrendo no mesmo período e com a mesma taxa de desenvolvimento. Desta forma, a discussão da maturidade e das perspectivas de desenvolvimento das bicicletas será retomada ao final do capítulo, de forma combinada com a análise do mapeamento evolutivo.

7.4. O PADRÃO EVOLUTIVO DAS BICICLETAS ERGOMÉTRICAS

O sistema composto pelo usuário e pela bicicleta ergométrica pode ser descrito, conforme a lei da integridade de um sistema, de Altshuller (1984), com os seguintes componentes: um motor, que é o próprio usuário; uma transmissão constituída por pedais, polias e correias; um órgão de trabalho, representado pelo freio; e um órgão de comando que pode ser uma alavanca de atuação ou um painel de comando para atuar sobre o freio. A bicicleta sozinha é, portanto, um subsistema do sistema maior.

O processo de mapeamento do padrão evolutivo se iniciou com um exercício para definir a viabilidade da metodologia proposta e do potencial analítico das linhas de evolução. As observações obtidas nessa fase inicial, avaliando as bicicletas das patentes P1-P8 da empresa Brudden ao longo de dez linhas de evolução, confirmaram as expectativas do trabalho e provocaram uma segunda fase do exercício. Nessa fase,

se aprofundou o mapeamento com a avaliação dos subconjuntos de transmissão e de frenagem das bicicletas através da comparação das patentes P1-P3 com as patentes do estado da técnica.

Os resultados dos dois exercícios foram discutidos com a direção da empresa, em 11/03/2013, quando foram obtidas algumas informações importantes sobre as patentes da empresa e as bicicletas ergométricas, em geral. A partir dessa avaliação e das discussões com o orientador, foi dado um formato final ao mapeamento do padrão evolutivo com os estudos apresentados nas Subseções 7.4.1 e 7.4.2 sobre a bicicleta e o subconjunto motriz, respectivamente, esse último composto pelos sistemas de transmissão e de frenagem. Assim, algumas linhas de evolução dos estudos iniciais foram suprimidas devido a superposições ou às limitações dos seus resultados.

As linhas de evolução foram selecionadas de acordo com a metodologia descrita na Seção 6.2, procurando-se enquadrar as características construtivas das bicicletas descritas nas patentes da empresa nas dimensões de avaliação representadas pelas linhas, ou tendências, da coleção de Mann (2007). Os mapeamentos apresentam a evolução de modo que a trajetória em direção à idealidade acontece da esquerda para a direita, sendo assinalados ao longo das linhas os estágios das bicicletas estudadas e as razões de passagem de um estágio para o seguinte.

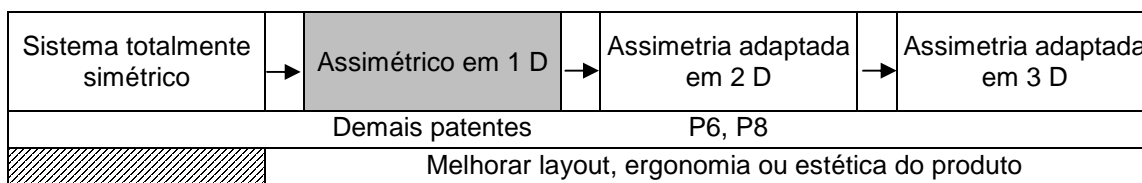
Adicionalmente, em cada linha procura-se definir as suas características em função da TRIZ, comentar a posição das patentes consideradas e indicar os exemplos encontrados no estado da técnica. Ao final das Subseções 7.4.1 e 7.4.2 são apresentados os gráficos dos mapeamentos realizados e discutidos os potenciais evolutivos da bicicleta e do seu conjunto motriz.

7.4.1. O mapeamento evolutivo das bicicletas ergométricas

Foram selecionadas 8 linhas de evolução, da coleção de Mann (2007) reproduzida no Apêndice B, as linhas 'a' e 'b' pertencentes à dimensão espaço, as linhas 'c' e 'd' podendo pertencer tanto à dimensão tempo quanto à da interface, e as linhas 'e' até 'h' sendo da dimensão interface. Como ponto de partida ou referência, foi considerada a primeira patente depositada, P1, definindo-se o estágio dessa bicicleta em cada linha de evolução com uma indicação em fundo escuro, enquanto as demais patentes foram posicionadas logo abaixo das linhas (quando aplicável à linha).⁷⁶

⁷⁶ As figuras nos itens 'a', 'b', 'c', etc., seguintes, indicam as linhas analisadas com os estágios de evolução representados na parte superior, as patentes de comparação indicadas na parte intermediária e as razões ou vantagens da evolução apontadas na parte inferior.

a. Assimetria crescente



Essa linha de evolução é baseada na lei do simetrismo ou assimetrismo pela qual, segundo Terninko et al. (1998), os elementos do sistema são alinhados ou desalinhados para aumentar o desempenho e compensar efeitos indesejáveis. Já Mann (2007) observa que a linha da Assimetria Crescente está bastante voltada para os requisitos ergonômicos dos sistemas e tem se beneficiado da mudança nos meios tradicionais de fabricação, baseados na fabricação em massa de objetos simétricos.

P1 e algumas patentes da empresa apresentam bicicletas assimétricas no sentido longitudinal, com o sistema de frenagem na extremidade dianteira da bicicleta para aproveitar espaço e equilibrar o peso do usuário (ver Figura 27).⁷⁷

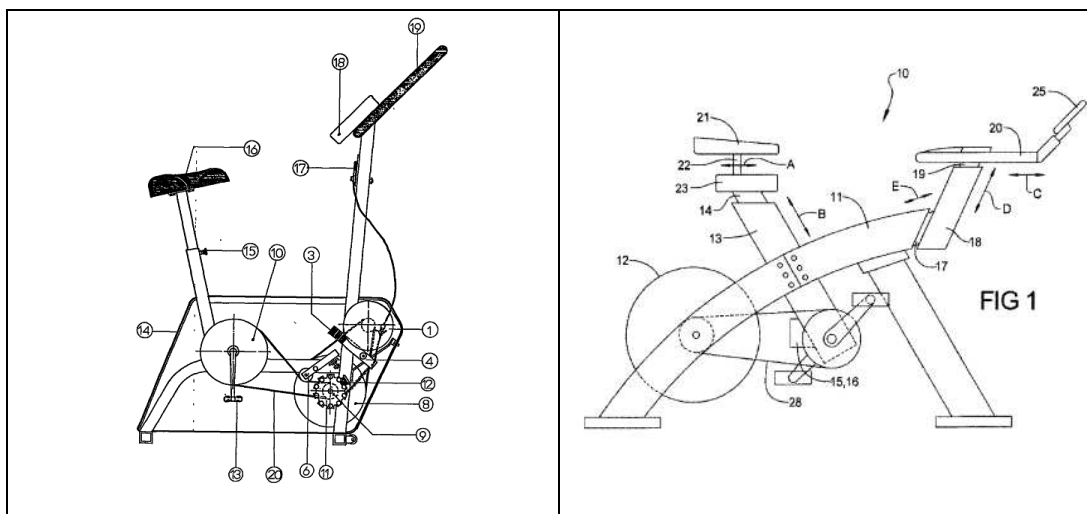


Figura 27 – A bicicleta de P1

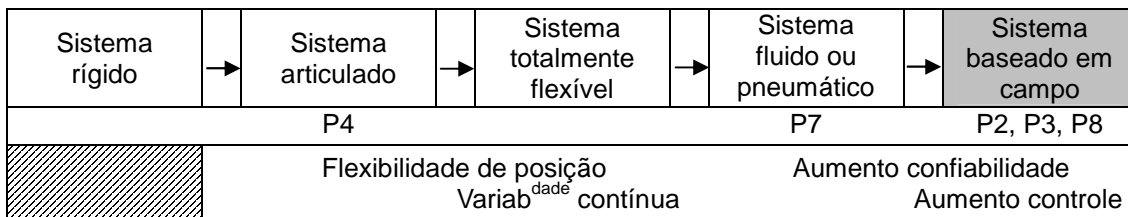
Figura 28 – Patente WO2011053272

P6 tem uma estrutura assimétrica em 2D para adaptar os dispositivos de proteção para uso em veículo de transporte (por exemplo, o cinto de segurança de três pontos, transversal, e o amortecedor vertical). P8 também é assimétrica em 2D para dividir os ambientes do usuário e dos mecanismos, e colocar esses últimos no sentido vertical (todos os desenhos das patentes constam das Fichas das patentes, no Apêndice D).

⁷⁷ Normalmente, as bicicletas são simétricas no sentido transversal; já no sentido vertical, existe uma assimetria natural pelas próprias características de uso da bicicleta.

Exemplos de evolução nessa linha também foram encontrados no estado da técnica com o intuito de melhorar aspectos tais como o ergonômico, o estético e o da facilidade operacional. São os casos das patentes WO2011053272 (Figura 28), EP1297864 e US2008261774 que permitem um posicionamento ergonômico neutro do corpo do usuário com diferentes pontos de regulação nas suas estruturas.

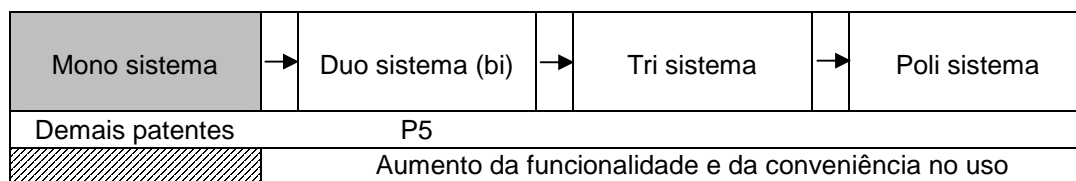
b. Dinamização



Essa é uma das muitas linhas derivadas da lei da dinamização ou evolução na direção de maior dinamismo e controlabilidade. Segundo Fey e Rivin (2005), na lei do dinamismo crescente “os sistemas tecnológicos evoluem na direção de ter estruturas mais flexíveis capazes de se adaptar a regimes de desempenho variável, a mudanças nas condições ambientais e à multifuncionalidade”. As linhas de evolução podem ser mais voltadas para a flexibilidade funcional ou para a flexibilidade da estrutura física, como no caso da linha escolhida para o presente exercício.

Os sistemas de frenagem por campo magnético de P1-P3 e P8 se inserem no estágio mais avançado pelas vantagens de flexibilidade e precisão de controle, e serão discutidos mais detalhadamente na Subseção 7.4.2. O sistema de frenagem motorizada de P4 é um sistema articulado, com motor elétrico e atuador, enquanto o freio pneumático de P7 se encontra num estágio de maior flexibilidade.

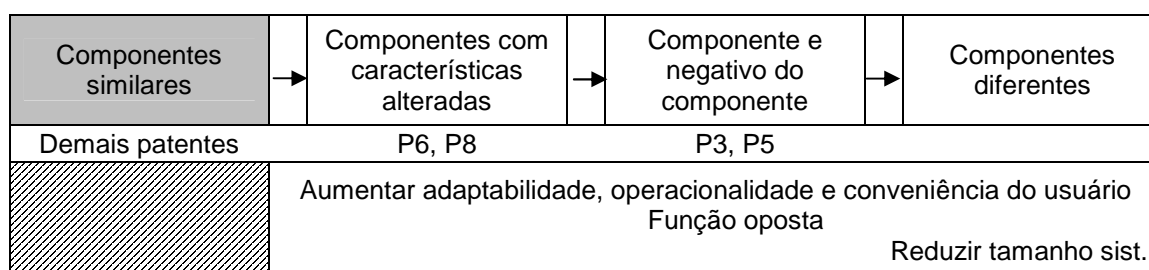
c. Mono-Bi-Poli / variedade



Essa linha faz parte da lei do ciclo de multiplicação ou aumento de complexidade, seguido de simplificação, e indica a evolução pelo acréscimo de várias utilidades ao produto, como no canivete suíço. Esses acréscimos, entretanto, devem ir até o ponto a partir do qual se deixa de ter benefícios com a incorporação de novas utilidades.

As patentes analisadas P1-P8 referem-se à aplicação básica das bicicletas ergométricas (sistema de frenagem para exercício físico) ou a algumas situações específicas de realização do exercício, exceto P5 que possui um sistema de aquisição de dados e simulação de ambiente real. Entretanto, as bicicletas ergométricas usualmente incorporam muitas utilidades, tais como: módulo multifuncional com todas as informações da operação da bicicleta e do monitoramento cardíaco; programas de exercício; acessórios para o usuário, etc. (não cobertas nas patentes da empresa e marginalmente indicadas nas patentes pesquisadas no estado da técnica).

d. Mono-Bi-Poli / aumento de diferenças



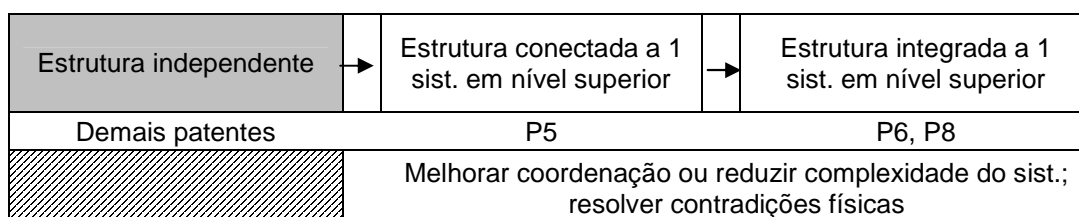
A evolução no sentido de aumento das diferenças nos componentes e nas funções do produto pode resultar em maiores funcionalidades e habilidades para se adaptar a diferentes condições de uso e à maior conveniência do usuário. O negativo do componente representa o elemento que faz a função oposta da função exercida pelo produto, tal como o lápis com uma borracha na extremidade ou o grampeador com um removedor de grampos.

Em P6, por exemplo, os dispositivos de amortecimento e o mecanismo inercial do cinto de segurança representam características alteradas na bicicleta embarcada para sua adaptação às condições especiais de uso. Em P8, os freios eletromagnético (dependente da velocidade do volante) e mecânico (independente) atendem a diferentes formas de exercício físico.

Já em P5, pode-se supor que algumas etapas do percurso de simulação gravado incorporem trechos de descida que resultem em etapas de relaxamento e descanso do usuário sobre a bicicleta ergométrica (negativo de esforço). Outro possível negativo de componente é a geração de energia elétrica como meio de frenagem, um subproduto do exercício realizado, como encontrado em muitas patentes do estado da técnica e também em P3, que possui um alternador para gerar a corrente elétrica e alimentar o freio eletromagnético e outras funções da bicicleta.

As patentes P5, P6 e P8 apresentam evoluções nessa linha, mas o potencial para se obter adaptabilidade, funcionalidade e flexibilidade nos produtos com a diferenciação de componentes ainda é grande. O WO2012047298 apresenta, por exemplo, uma bicicleta capaz de variar as posições de uso entre vertical, sentada ou deitada (conceito similar foi testado pela Brudden, mas não foi introduzido na sua linha).

e. Evolução para níveis superiores



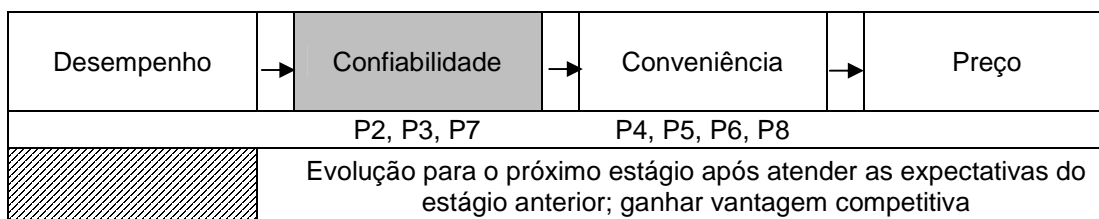
Segundo Altshuller (1984), “um sistema técnico irá desenvolver-se quaisquer que sejam as suas limitações, porém de outra forma (talvez irreconhecível, passando a fazer parte de um supersistema)”. Assim, as funções tendem a migrar dos componentes de um subsistema para os níveis mais altos (MANN, 2007).

Em P5, o uso da bicicleta está associado a uma atividade de entretenimento e diversão. Já em P6, a bicicleta está integrada a uma estrutura de passeios e viagens e, em P8, está integrada à estrutura de prestação de serviços da academia de ginástica.

No mapeamento evolutivo das bicicletas da empresa, foram identificados casos de conexão a um nível superior (P5) ou evolução para um nível superior (de sistema para supersistema, como em P6 e P8), dentro do esforço de se agregar utilidades ou atender a nichos de mercado. A ênfase encontrada no estado da técnica para programas de entretenimento, simulações de movimento, acoplamento a games e sistemas de aquisição de dados indica um campo que ainda pode ser intensamente explorado.

No nível do sistema bicicleta, também se percebeu a passagem de algumas funções dos componentes mecânicos para os painéis eletrônicos, como o controle da variação da força de frenagem, em P3, pela variação da corrente no freio eletromagnético. Outras evoluções entre componentes, ou para níveis superiores, também podem ser exploradas para melhorar a coordenação no produto, reduzir sua complexidade ou resolver contradições físicas.

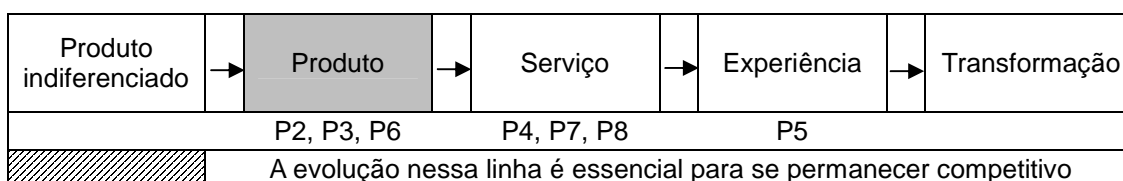
f. Foco de compra do cliente



Nessa linha, a passagem de um estágio para o seguinte acontece quando os clientes já receberam bastante no foco atual de compra. P1-P3 e P7 possuem sistemas de frenagem cujo objetivo principal é a confiabilidade na atuação. P4, P5, P6 e P8 estão mais voltadas para aspectos de conveniência: P4 pela regulagem à distância do freio, P5 quanto ao entretenimento do usuário, P6 quanto à disponibilidade da bicicleta e ao aproveitamento de tempos ociosos de viagem e P8 com relação à conveniência das academias em termos de manutenção e aproveitamento de espaços.

De forma similar à linha anterior, essa linha, assim como a seguinte, mostra o esforço de desenvolvimento de produtos para diferentes necessidades, customizando e atendendo a alguns nichos de mercado. Uma análise específica do padrão evolutivo de alguns componentes da bicicleta pode auxiliar na evolução para o foco de compra em Preço.

g. Evolução do mercado



Nessa linha, os estágios de Produto Indiferenciado (*commodity*), de Produto e de Serviço são estágios normalmente identificados no nosso dia a dia, além do fato do serviço, como uma evolução do uso individual de um produto, também já está se tornando comum na nossa sociedade. Já a Experiência pode ser representada pelos esportes de aventura ou pelos passeios a parques temáticos e a Transformação pode ser ilustrada no papel dos *personal trainers* (MANN, 2007).

P4, P7 e P8 representam invenções para facilitar o uso das bicicletas nas academias, uma ênfase voltada diretamente para o mercado de serviços. P5, por outro lado, procura trazer a experiência do passeio ao ar livre e em condições variadas de percurso. Os programas de entretenimento e de interação associados às bicicletas

atendem ao aumento das expectativas dos clientes no uso do produto, com a evolução ocorrendo no sentido da Experiência e da Transformação. O movimento oscilatório da bicicleta ergométrica, encontrado em algumas patentes, é uma simulação da realidade que pode representar o estágio Experiência para o usuário (ver a Figura 29).

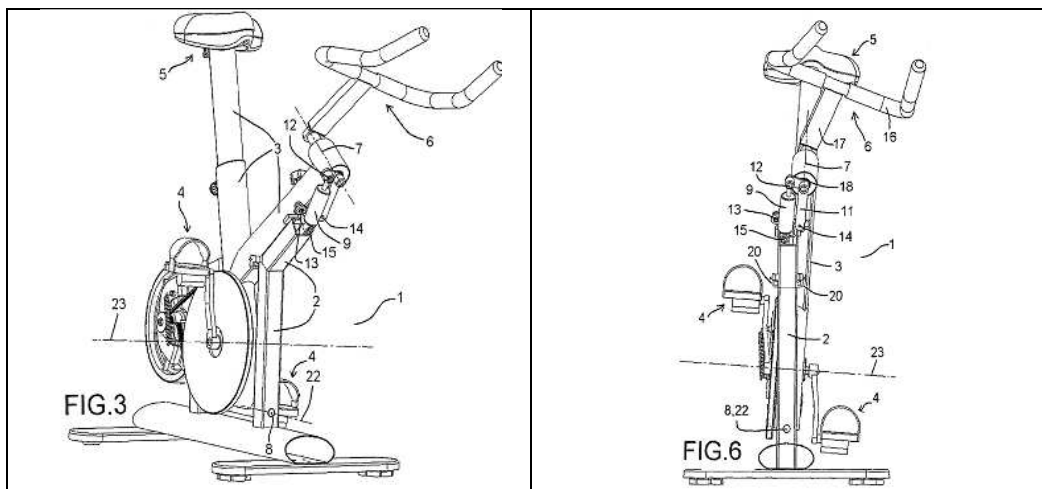


Figura 29 – Bicicleta com movimento oscilatório (US7481746)

h. Controlabilidade

Ação por controle direto	→	Ação através de intermediário	→	Acréscimo de <i>feedback</i>	→	<i>Feedback</i> inteligente
P2, P3, P4, P7, P8						
		Melhorar segurança Reduzir esforço		Auto correção sist. Redução de erros Melhorar controle		Sist. adaptativos ou c/ autoaprendiz. ou c/ autorreparo

Em última instância, uma evolução completa nessa linha seria no sentido de se alcançar a idealidade de tal modo que o sistema fosse autocontrolável ou até desaparecesse, mas a sua função continuasse sendo realizada. No caso do *feedback* inteligente, podem ser considerados os sistemas que se adaptam e otimizam a sua atuação a um usuário específico (MANN, 2007).

As patentes analisadas que possuem informações sobre o sistema de frenagem estão no segundo estágio, conforme indicado na linha de evolução, porém possuem diferentes elementos intermediários de atuação, como o mecânico/manual em P1 e P2, o mecânico/motorizado em P4, o pneumático em P7 e o elétrico em P3/P8. Embora estejam no mesmo estágio na linha de evolução, essas patentes possuem diferentes níveis de controlabilidade tendo em vista a lei da evolução na direção do nível micro e aumento no uso de campos:

- Segundo essa lei, a evolução acontece do nível macro para o nível micro, fazendo-se a transição de uma escala para outra, menor, com o uso de diferentes tipos de campos de energia de modo a se alcançar um melhor desempenho ou controle (os campos passaram dos cabos ou eixos mecânicos, para as moléculas do fluido pneumático, e dessas para os elétrons do circuito eletroeletrônico). De fato, P3 e P8 podem evoluir para o estágio de Acréscimo de *Feedback* com o uso de dispositivos de medição de carga interligados ao circuito de controle.
- Fey e Rivin (2005) também denominam essa lei como lei da controlabilidade crescente, pela qual os sistemas tecnológicos evoluem na direção de aumentar as suas interações de campo-S, pois o aumento do número de elementos num campo-S complexo é compensado pelo aumento na sua funcionalidade. No caso, as patentes P3, P4, P7 e P8 possuem mais elementos envolvidos na sua atuação, porém melhor controlabilidade (esse ponto será mais visto com mais detalhes na controlabilidade do sistema motriz, na Subseção 7.4.2).

A utilização de programas de exercício incorporados nos painéis de controle das bicicletas atuais encontradas no estado da técnica, ou como em P5, demonstra os níveis de controle e de interação alcançados nesses produtos. Entretanto, aplicações mais sofisticadas na realização de exercícios físicos, como os de competição ou de recuperação cardíaca, têm incentivado a evolução para os estágios de feedback (sistemas de controle em circuito fechado), como encontrado nos WO2009061178 e WO2008002644 (ver Figura 30).

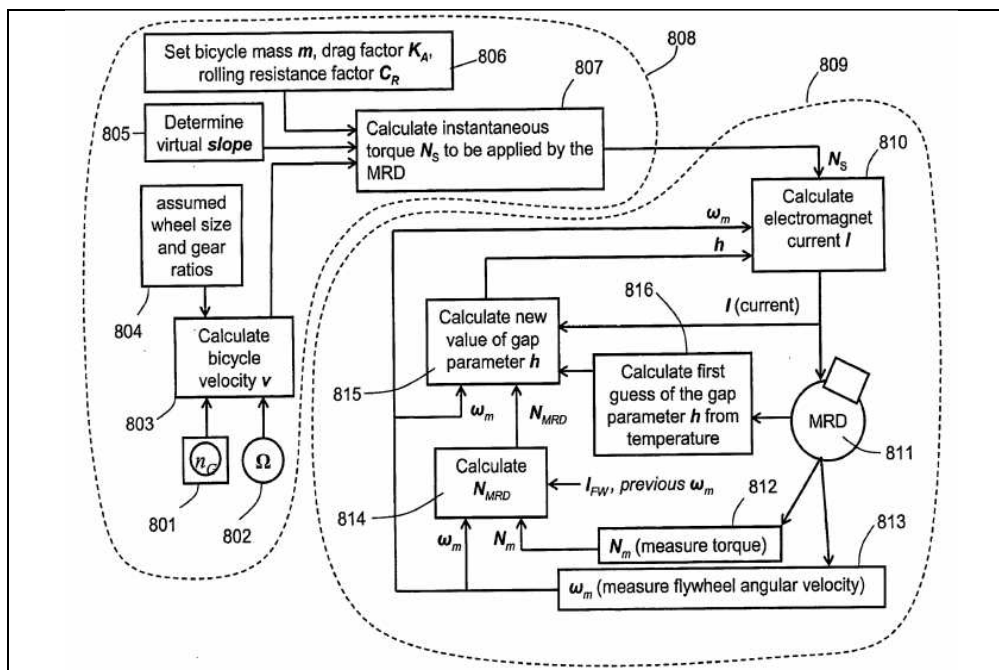


Figura 30 – Controle da frenagem do WO2008002644

Discussão do potencial e do mapeamento evolutivo das bicicletas ergométricas

O gráfico radar dos estágios encontrados no mapeamento evolutivo, pontuados de 1 a 5 conforme a sua posição nas linhas, ilustra o potencial entre o estágio atual de desenvolvimento e o limite evolutivo em cada linha, representado pela periferia do gráfico.⁷⁸ Dessa forma, o potencial evolutivo permite a identificação das áreas mais promissoras para desenvolvimento futuro.

A Figura 31 mostra o gráfico das patentes analisadas, onde a linha contínua indica os estágios identificados na patente P1 enquanto a linha tracejada indica a evolução alcançada pelo conjunto de patentes da empresa. À primeira vista, o gráfico parece indicar uma maior ênfase para evolução na dimensão interface, privilegiando novas aplicações e aspectos de mercado do produto. O que se pôde verificar na página da empresa, entretanto, é que as linhas de bicicletas apenas apresentam a incorporação de diversos acessórios como dispositivos para monitoramento cardíaco, programas de treinamento e outras utilidades para o usuário.

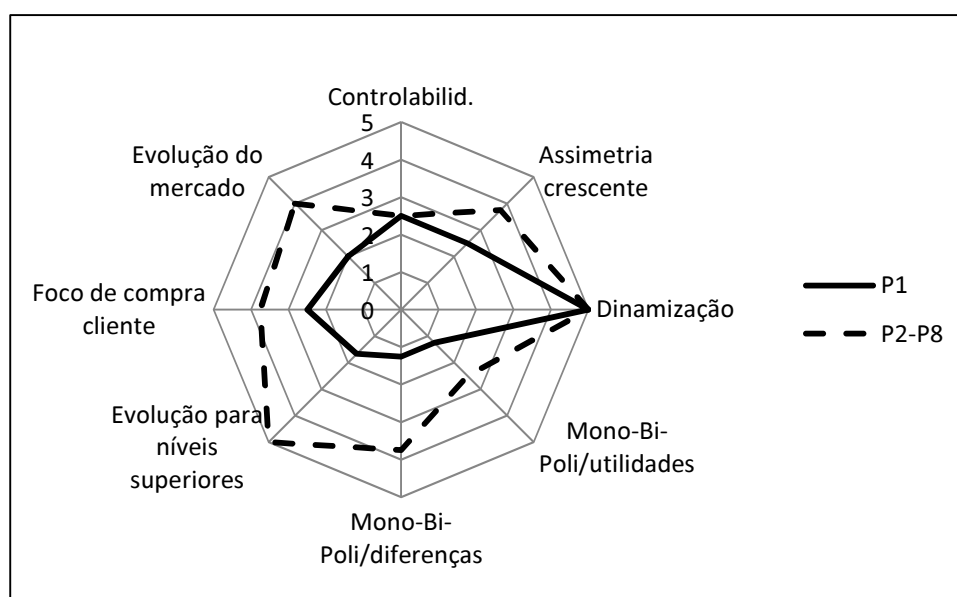


Figura 31 – O potencial evolutivo das bicicletas analisadas

Por outro lado, na visita à empresa (e em contatos posteriores) foram obtidas algumas informações que complementam o mapeamento e podem ser úteis na discussão dos seus resultados.

⁷⁸ Os resultados registrados nas linhas de evolução com número de estágios diferente de cinco (5) foram normalizados para esse número, portanto, numa linha com quatro (4) estágios cada estágio representa 1,25, e assim por diante.

1. O desenvolvimento e a evolução dos sistemas de frenagem, principalmente o do tipo magnético, foram bastante rápidos, a partir da entrada no ramo de *fitness*. O primeiro projeto foi do tipo gerador elétrico, em 1988 (não patentado), seguido dos projetos de P1-P2-P3 (os três pedidos de patentes depositados em 1991), com o freio de P3 sendo usado até hoje. Além de P3, a empresa tem um freio magnético regulado por pivotamento, similar ao de diversas patentes e de custo menor, e o freio mecânico para uso em *spinning*.
2. Com relação às demais patentes, P4 chegou a ser prototipada, mas nunca foi comercializada; P5-P8 nunca foram prototipadas e comercializadas. Segundo a direção da empresa, as patentes resultaram de desenvolvimentos exploratórios de um projetista que não foram aproveitados na linha de produtos que é cerca de 80% voltada para academias.

Já na pesquisa realizada nas bases de patentes, procurando-se patentes no estado da técnica com características similares às das patentes analisadas, foram verificados os seguintes pontos:

- Ênfase nos sistemas de frenagem do tipo magnético
Foram encontradas patentes para diferentes tipos de sistemas magnéticos e eletromagnéticos. O desenvolvimento nos freios magnéticos aconteceu, principalmente, nos aspectos de simplificação, miniaturização, precisão e controle (inclusive *feedback*). Outros tipos de freios com um número significativo de invenções foram o mecânico e o elétrico; além desses, foram encontrados sistemas de frenagem por bomba hidráulica ou por resistência do ar ambiente, dentro de uma variedade de soluções menos convencionais.
- Ênfase em programas de entretenimento, simulações de movimento, acoplamento a vídeo game e sistemas de aquisição de dados
Essa ênfase impacta diretamente nas linhas Evolução para Níveis Superiores, Foco de Compra do Cliente e Evolução do Mercado, mostrando que alguns desenvolvimentos da empresa estavam alinhados com o estado da técnica.
Tais programas podem envolver: simulação de movimento oscilatório da bicicleta, acoplamento a vídeo game, programas com percursos topográficos ou em realidade virtual. Segundo informação obtida na visita à Brudden, existem empresas especializadas no desenvolvimento de vídeo games para aparelhos esportivos e de ginástica, voltados para competição ou entretenimento.

- Em relação às outras linhas de evolução estudadas
As patentes do estado da técnica não mostraram diferenças significativas em relação aos estágios observados nas demais linhas de evolução, em relação ao verificado nas patentes analisadas. Também não se encontrou uma ênfase na utilização das bicicletas em academias, pois as patentes que tratavam da fixação de bicicletas em paredes, ou da fixação em vão de porta, referiam-se à utilização residencial ou a adaptações específicas.

Em função da ênfase no desenvolvimento de freios magnéticos, encontrada no estado da técnica, e do fato do projeto do freio da empresa ser do início da década de 1990, o trabalho foi aprofundado para o conjunto motriz compreendendo os sistemas de transmissão e de frenagem, conforme apresentado na Subseção 7.4.2, seguinte. Assim, o estudo da evolução das bicicletas ergométricas prosseguirá até o final do presente capítulo, fazendo-se uma discussão final do estudo de caso na Seção 7.5.

7.4.2. O mapeamento evolutivo do conjunto motriz

O mapeamento realizado no exercício inicial teve como base as patentes relacionadas com os freios magnéticos de P1, P2 e P3, analisando os conjuntos de transmissão e de frenagem dessas patentes em linhas de evolução selecionadas conforme a metodologia do trabalho. Na formatação final apresentada aqui, entretanto, preferiu-se combinar os dois sistemas no chamado conjunto motriz, eliminando linhas em duplicidade ou pouco relevantes.

A Figura 32 mostra o conjunto motriz da patente P3, semelhante aos conjuntos de P1 e P2, com polias e correias para transmitir o movimento dos pedais (9) até o disco de frenagem (1) – uma descrição mais detalhada é encontrada na Ficha da patente, no Apêndice D.

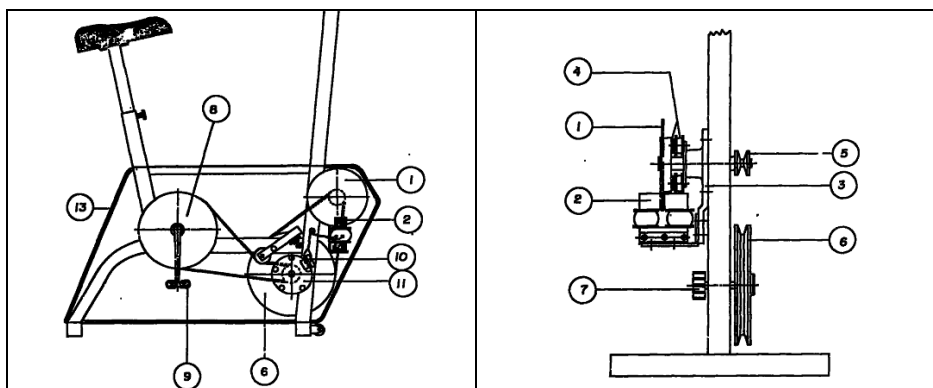


Figura 32 – O conjunto motriz de P3

As Figuras 33 e 34 mostram, respectivamente, os sistemas de frenagem de P1 e P3. No sistema de P1, a barra (4) com magnetos (3) é pivotada em relação ao disco de cobre (1), em rotação, variando o campo magnético que cruza o disco para aumentar ou diminuir a força de frenagem resultante das correntes induzidas no disco. No sistema de P3, a variação da corrente no eletroímã (2) produz a variação no campo magnético cruzando o disco (1), com a consequente variação da força de frenagem. P2 possui um sistema intermediário entre P1 e P3, com um núcleo de aço em formato de “U” sendo pivotado de modo que os ímãs do núcleo envolvam o disco de cobre e controlem a força do freio.

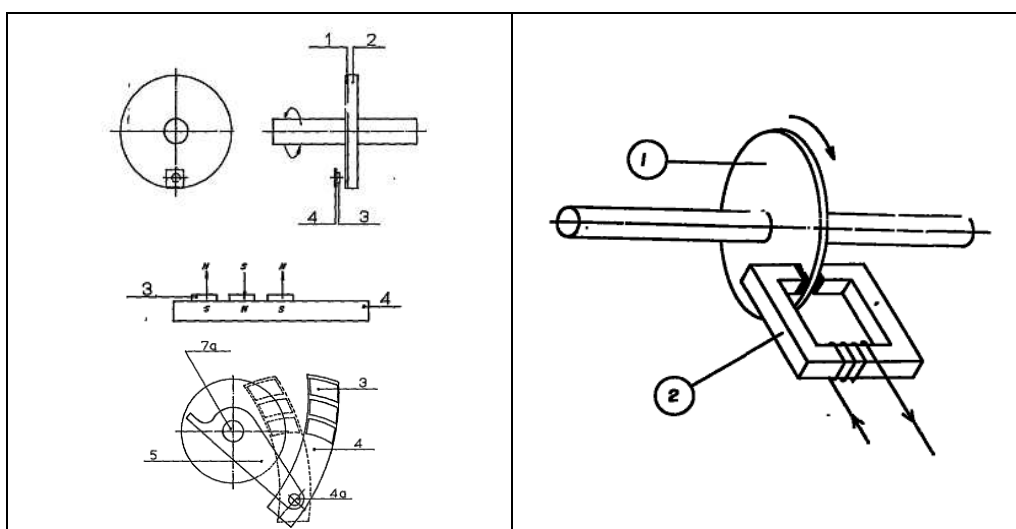
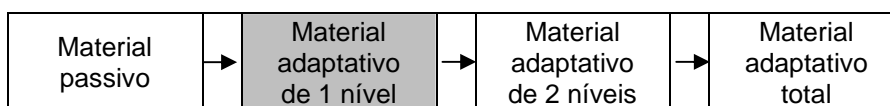


Figura 33 – O ajuste do freio de P1 Figura 34 – O ajuste do freio de P3

Nos itens ‘a’ até ‘j’, seguintes, são apresentadas e discutidas as dez linhas de evolução escolhidas para a análise do conjunto motriz das bicicletas ergométricas da empresa, de uma forma comparativa com exemplos de outras patentes do estado da técnica (em cada linha, o fundo sombreado indica o estágio em que se encontra a patente de referência P3, e também P1 e P2, a não que haja outras indicações para essas patentes; exemplos do estado da técnica são indicados como ET). O enfoque de análise pode ser no conjunto, como um todo, ou em alguns dos seus elementos, conforme a aplicação mais apropriada de cada linha.

a. Materiais inteligentes



ET

Materiais chamados de inteligentes são aqueles que podem ter as suas propriedades alteradas, de forma controlada e por um estímulo externo, tais como as ligas e os polímeros com memória de forma, os materiais termocrômicos e eletrocrômicos, e os fluidos sujeitos à reopexia, tais como os fluidos não newtonianos.

Segundo Mann (2007), quando se passa do estágio Passivo para o Adaptativo de Um Nível pode-se resolver contradições físicas criando dois estados diferentes (grande/pequeno, viscoso/não viscoso), como uma chave de duas vias; no estágio Adaptativo de Dois Níveis pode-se ter uma chave de três vias ou aumentar a flexibilidade operacional; e no estágio Adaptativo Total pode-se ter um sistema adaptável a vários requisitos de uso ou com uma variabilidade contínua.

Por outro lado, embora sejam conhecidos e utilizados há muito tempo, materiais condutores elétricos submetidos a campos magnéticos não deixam de ter um comportamento “inteligente”, quando em movimento, pois apresentam uma alteração em suas propriedades, gerando corrente elétrica e uma força magnética reativa ao movimento. Assim, por analogia aos materiais inteligentes, os discos de cobre de P1/P2/P3 foram considerados no estágio Adaptativo de um Nível por apresentarem dois estados diferentes, energizado e não energizado (a energização dependente do campo magnético e da existência de movimento).

Mas também se pode ter um freio eletromagnético sem empregar um material eletrocondutor, como é o caso da patente CN201143359 que utiliza um fluido magneto-reológico como elemento de frenagem, ao produzir aumento da viscosidade no fluido quando esse é sujeito ao efeito magnético (ver Figura 35). Esse caso poderia ser enquadrado no estágio Adaptativo de Dois Níveis, pela sua maior flexibilidade operacional, ou até no Adaptativo Total, em função da variabilidade contínua proporcionada.

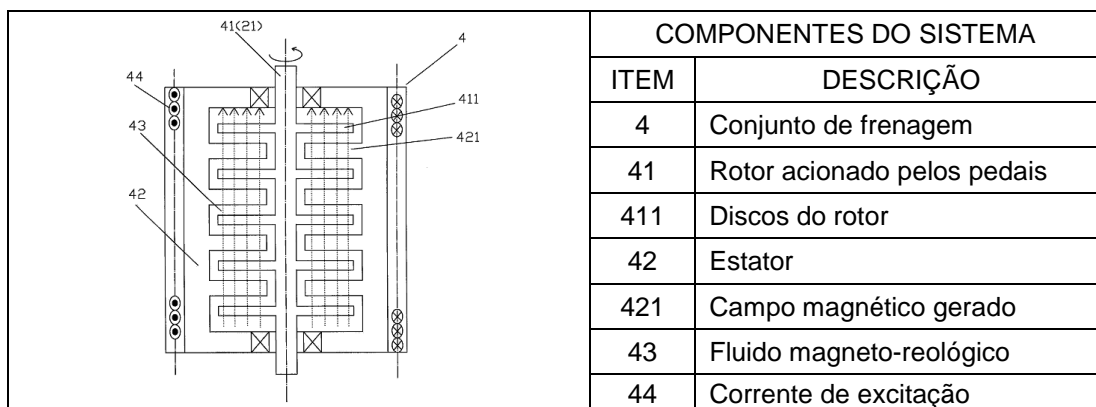
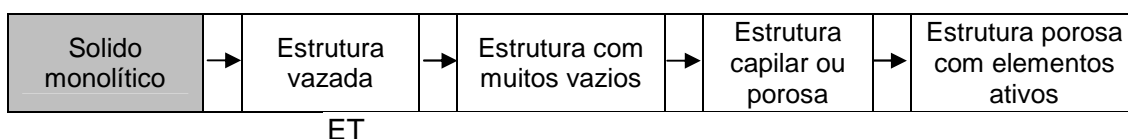


Figura 35 – O sistema de frenagem magneto-reológico da CN201143359

O exemplo dessa patente ressalta a importância do uso de novos materiais cujas características especiais possam ajudar na solução de contradições físicas. Como os freios magnéticos e eletromagnéticos usualmente fornecem uma força de frenagem que também é dependente da velocidade de rotação (um possível problema, dependendo do protocolo do exercício a ser realizado na bicicleta, conforme descrito no relatório da patente P8), o uso de materiais alternativos pode ser uma solução.

Fey e Rivin (2005) destacam a capacidade de adaptação desses materiais e, no caso particular dos fluidos magneto-reológicos, como o da patente chinesa, observam sobre a mudança significativa da viscosidade quando esses fluidos são expostos a um campo elétrico ou magnético, com tempos de reação da ordem de um milissegundo (assim como na reversão do efeito na viscosidade).

b. Segmentação espacial (estrutura dos principais componentes do sistema motriz)



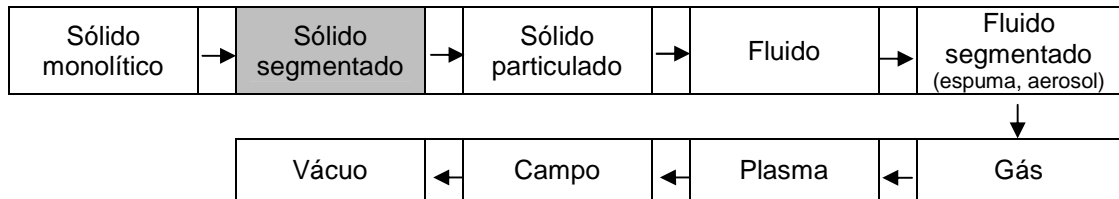
As linhas de evolução relacionadas com as segmentações espacial, superficial ou de objetos podem ser consideradas como derivadas da lei da evolução na direção do nível micro e aumento no uso de campos. A segmentação seria uma das formas de transição para o nível micro de modo a se empregar estruturas físicas de um nível inferior e resolver os conflitos que surgem no processo de evolução (FEY; RIVIN, 2005). Algumas das vantagens na evolução são: a redução de peso, o aumento do momento de inércia, as melhorias na transferência de calor, na área superficial e na proporção resistência/peso.

No caso da Segmentação Espacial, considerou-se que a estrutura das polias e dos volantes se encontrava no primeiro estágio, embora também pudessem estar no segundo estágio da linha de evolução, o da Estrutura Vazada, como alguns exemplos encontrados no estado da técnica. Também é comum, no estado da técnica, a combinação de um volante de inércia, vazado, com o elemento de frenagem, seja mecânica ou magnética. No caso dessa última, o volante pode ter pistas de cobre ou ser montado com anéis de cobre, para reduzir a quantidade de material.

Uma evolução para o estágio da Estrutura Vazada poderia resultar em um volante de inércia com a estrutura vazada e com elementos internos (bilhas, por exemplo) que pudessem se deslocar para a periferia com a rotação, aumentando o momento de

inércia do volante e permitindo o uso de materiais mais leves, sem perda de rendimento. Essa possibilidade ilustra uma solução para a contradição física de se precisar de massa na periferia do volante, e não precisar (para o volante ser leve) – o princípio da separação no tempo, de quando a massa é necessária (no uso da bicicleta), e de quando não é (bicicleta fora de uso).

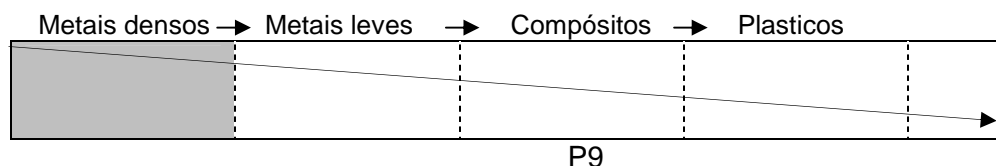
c. Segmentação do objeto



A segmentação do objeto é descrita por Mann (2007) como uma das linhas de evolução que permitem que se alcance melhores resultados com menos recursos (*doing more with less*). No caso das patentes P1, P2 e P3, o sistema de transmissão do movimento produzido pelo usuário, até o elemento de frenagem, é composto por polias encadeadas através de correias de transmissão e constitui, portanto, um conjunto de elementos sólidos segmentados.

A empresa também possui um sistema de frenagem pneumático atuado por compressor (P7), com os pedais acionando o compressor por meio de um excêntrico e o volante a ser freado por meio de corrente e polias dentadas. Um sistema totalmente pneumático poderia eliminar o acionamento por polias e correias, representando uma evolução até a fase Gás (possivelmente combinada com a evolução na linha da Dinamização, nessa última passando-se para a fase de Sistema baseado em Fluido, ver o item 'f', adiante).

d. Densidade decrescente

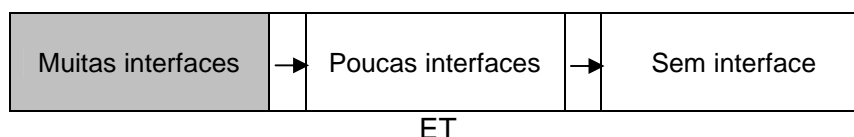


Essa linha é ilustrada por Mann (2007) como uma evolução contínua de densidades decrescentes, de uma grande variedade de materiais, no sentido de aumentar a

relação resistência/peso, reduzir o consumo dos recursos materiais ou aumentar a flexibilidade dos componentes. Também é uma linha com o objetivo de “fazer com menos” que pode ser combinada com outras linhas voltadas para esse objetivo, como as das Segmentações Espacial e do Objeto, e a linha Mono-Bi-Poli (caso dos materiais compósitos).

A empresa possui a patente P9 referente a um volante de inércia fabricado de material compósito para reduzir o custo de fabricação em relação aos volantes de ferro fundido, porém esse tipo de volante não é utilizado na linha de produtos. Embora a empresa utilize regularmente polias fabricadas em plástico e possua um freio magnético de menor custo com volante de ferro fundido e apenas a pista externa de cobre, a maior parte das peças do conjunto motriz é constituída por metais densos.

e. Diminuição de interfaces (espaço)



Essa linha é baseada numa lei original de Altshuller (1984), a da condutividade de energia em um sistema, que estabelece a necessidade da livre passagem de energia através de todas as partes de um sistema como uma condição vital para a sua existência. Assim, segundo Mann (2007), as interfaces ou conexões entre elementos do sistema representam pontos fracos e ineficiências que devem ser gradualmente eliminados no processo de evolução.

Embora as bicicletas ergométricas necessitem de sistemas de transmissão que proporcionem velocidades angulares adequadas à continuidade de movimento e à atuação dos sistemas de frenagem, no caso das patentes de referência observa-se que os diversos acoplamentos entre eixos, polias e correias representam muitas interfaces e ineficiências.

Já no estado da técnica, pode-se perceber um esforço inventivo para otimizar a transmissão de movimento nas bicicletas ergométricas, principalmente nos aspectos de compactação, pré-montagem e precisão de ajuste, como nas patentes US2005075205 e CN201078444, ilustradas nas Figuras 36 e 37, respectivamente. Na visita realizada na empresa, obteve-se a informação da existência de programas de parceria e de acompanhamento dos desenvolvimentos de fabricantes em outros

países, havendo previsão de se receber um módulo motriz compacto da China, similar aos das citadas figuras.

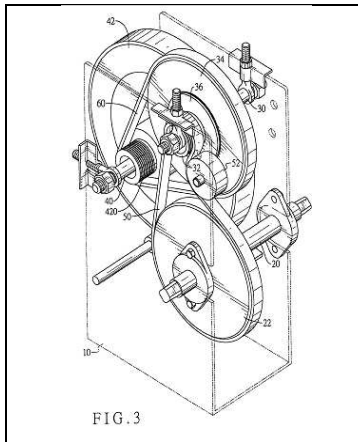


Figura 36 – US2005075205

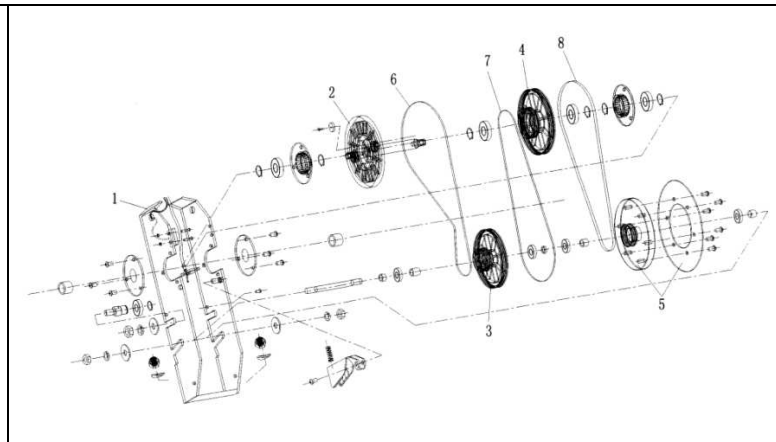
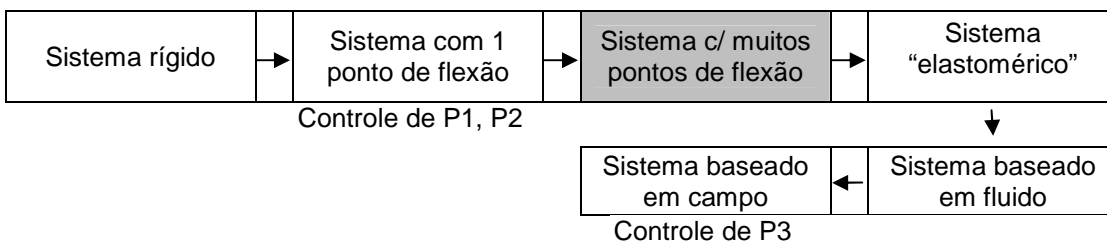


Figura 37 – Patente CN201078444

f. Dinamização⁷⁹



Como já visto anteriormente, o processo de evolução dos sistemas se dá através do aumento da flexibilidade pela crescente substituição de componentes estáticos ou rígidos por componentes articulados, por componentes flexíveis, por sistemas hidráulicos, por sistemas pneumáticos, até se alcançar a transição para os campos eletromagnéticos. Segundo Fey e Rivin (2005), esses últimos “ocupam o nível mais alto da evolução porque podem ser controlados dentro de especificações bem rígidas, pela variação de parâmetros controláveis, através de um espaço tridimensional, etc.”.

O sistema de transmissão com polias, correias, rodas dentadas e correntes das bicicletas ergométricas possui, em geral, um certo grau de flexibilidade não só devido à natureza física das correias e correntes, mas também pelos ajustes de

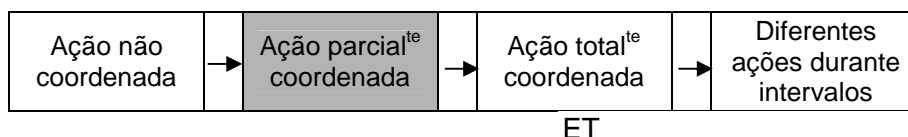
⁷⁹ Nesse item, preferiu-se a representação de Fey e Rivin (2005) para a linha da Dinamização, por ser mais detalhada e adequada ao sistema em análise, em comparação com a linha representada no item ‘b’, da Subseção 7.4.1.

tensionamento no sistema como os proporcionados por esticadores e pelas possíveis regulagens nos entre-eixos.

Por outro lado, foram encontrados no estado da técnica patentes com sistemas hidráulicos que combinavam a transmissão do movimento dos pedais com a frenagem. Assim, como sugerido no item 'c', Segmentação do Objeto, um sistema pneumático (ou hidráulico) de transmissão e frenagem poderia representar uma evolução combinada nas linhas Segmentação do Objeto (para o estágio Fluido ou Gás) e Dinamização (para o estágio Baseado em Fluido).

Um subsistema do conjunto motriz que também pode ser avaliado na linha da Dinamização é o do controle da frenagem das patentes P1, P2 e P3. Os sistemas de controle de P1 e P2 são articulados em um ponto para variarem a posição do campo magnético sobre o disco em rotação, portanto estão no segundo estágio de evolução. Já o sistema eletromagnético de P3 é baseado no controle da corrente de um eletroímã, ou seja, é baseado num campo (elétrico). Sistemas desse tipo são apontados, em diversos documentos do estado da técnica, como amplamente vantajosos pela precisão de controle e pela possibilidade de se obter *feedback* na atuação do freio (sistemas em circuito fechado).

g. Coordenação da ação



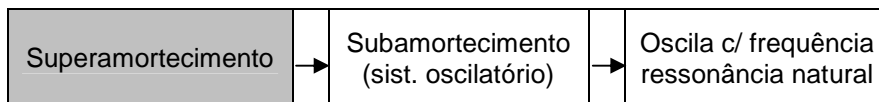
Essa linha se refere à coordenação das ações realizadas pelo sistema em análise. Alguns exemplos de avaliação nessa linha incluem o planejamento dos processos fabris, os sistemas de controle de refrigeração e as reações químicas.

No caso do sistema de frenagem magnética, as ações correlacionadas foram as de ajuste da força de frenagem e da frenagem propriamente dita, no disco em rotação. Como normalmente a força de frenagem não depende só da posição do campo magnético, mas também da velocidade angular do disco, essas ações em P1/P2/P3 foram consideradas como parcialmente coordenadas.

No estado da técnica foi encontrada uma bicicleta com taxa de transmissão e faixas de rotação que tornam a frenagem eletromagnética independente da rotação no volante, o que resultaria em ações totalmente coordenadas (patente US4775145). De forma

similar, o sistema de frenagem com fluido magneto-reológico, da CN201143359 (ver item 'a'), também se inclui nesse estágio, pois não depende da indução de corrente elétrica em um disco de cobre em movimento para gerar a frenagem.

h. Redução de amortecimento



Essa linha trata da ressonância e das oscilações encontradas nos sistemas e, de acordo com Mann (2007), a evolução na linha acontece no sentido de reduzir perdas de energia no sistema, melhorar o desempenho dinâmico e o tempo de resposta. No estágio inicial, o sistema retorna ao equilíbrio sem oscilação, no segundo, a amplitude é gradualmente reduzida, e no estágio final, a oscilação na frequência da ressonância natural do sistema é obtida através de um controle ativo, ou seja, a evolução nessa linha é acompanhada por uma evolução na linha da controlabilidade.

No caso do conjunto motriz das bicicletas, as oscilações podem ser causadas pela inconstância do usuário e pelos pontos mortos, na pedalagem, e pela ressonância natural de todo o conjunto de transmissão e de frenagem. E o amortecimento pode ser identificado no nível de tensionamento necessário ao funcionamento da transmissão, e na frenagem propriamente dita, uma função por si só superamortecida.

Assim, a evolução do conjunto, nessa linha, deve ser combinada com a evolução em outras linhas, como as sugeridas na Segmentação do Objeto, na Dinamização (caso de sistemas pneumáticos) e na Redução das Interfaces (compactação e pré-montagem dos conjuntos de transmissão), bem como combinada com a evolução em todo o sistema de frenagem.

i. Graus de liberdade (GdL)



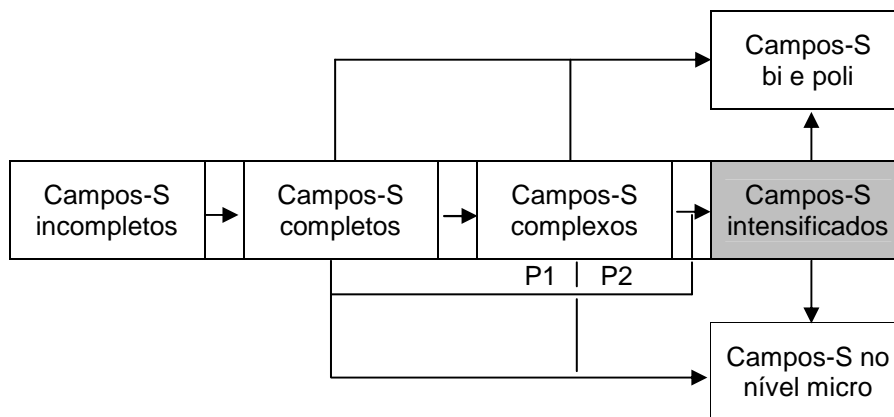
Os graus de liberdade estão associados aos três eixos lineares (X, Y e Z) e aos três movimentos de rotação em torno desses eixos. A evolução ao longo dessa linha,

segundo Mann (2007), resulta num aumento da operacionalidade, da flexibilidade de posicionamento, da coordenação com as ações humanas e da resposta dinâmica.

Considerando que o conjunto motriz se situa no plano longitudinal X-Y da bicicleta, com as correias e/ou correntes se movimentando nessas duas dimensões, e que os eixos das polias e dos discos (ou dos volantes) possuem rotações em torno do eixo Z, perpendicular ao plano X-Y, as bicicletas ergométricas possuem três graus de liberdade (3 GdL).

Bicicletas que possuem sistemas de oscilação lateral para simular o balanço típico das bicicletas normais, como a da Figura 29, possuem um grau de liberdade adicional devido à oscilação em torno do eixo X.

j. Controlabilidade (evolução dos campos-S)



Neste item, em vez de se referir à linha de evolução da Controlabilidade proposta por Mann (2007), faz-se referência à linha da evolução dos campos-substância (campos-S), baseada no padrão de evolução na direção do nível micro e aumento no uso de campos, ou lei da controlabilidade crescente, conforme Fey e Rivin (2005). Segundo essa lei, “os sistemas tecnológicos evoluem no sentido de aumentar as suas interações campo-S da seguinte forma: (a) de campos-S incompletos para completos, e desses para complexos; (b) de campos-S completos ou complexos para campos-S intensificados”.

No caso das bicicletas ergométricas, a frenagem mecânica pelo atrito de uma sapata em um volante é um campo-S completo, o campo mecânico podendo ser proporcionado por um parafuso e uma rosca, por exemplo, para atuar sobre a sapata e pressionar o volante. Esse campo tem a representação triangular básica $F-S_2-S_1$, da Figura 13, com F sendo o campo, S_1 o volante e S_2 a sapata.

Já o freio magnético de P1 (Figura 33) envolve os campos mecânico (mecanismo para ajuste da barra com magnetos), magnético (gerado pelos magnetos) e mecânico de frenagem (força provocada pelo campo magnético de reação, em função da corrente que circula no disco), e os respectivos elementos envolvidos (barra, elétrons do disco e disco). Assim, o freio de P1 (e de P2) apresenta um campo-S complexo, duplo e em cadeia (ver Figura 38).

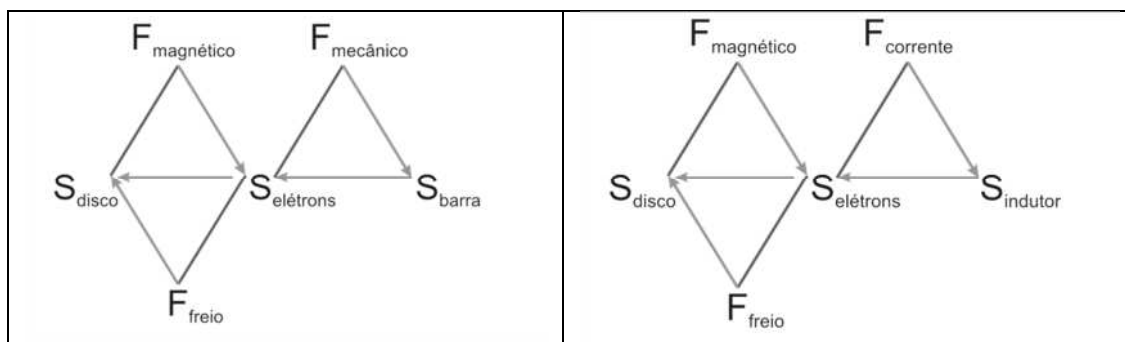


Figura 38 – Campos-S do freio de P1

Figura 39 - Campos-S do freio de P3

No caso do freio eletromagnético de P3 (Figura 34), o campo mecânico de ajuste é substituído por um campo elétrico (corrente de indução no eletroímã), representando um exemplo de campo-S intensificado onde um campo de baixa controlabilidade (mecânico) foi substituído por outro, de melhor controlabilidade (elétrico) – ver Figura 39.

Outro exemplo de campo-S intensificado pode ser encontrado no freio magnético da EP1518588, onde um atuador hidráulico usa cera como fluido hidráulico, aquecida por corrente elétrica para controlar a aproximação dos magnetos em relação ao volante. E a patente DE202004000287, com dois sistemas de frenagem eletromagnética independentes, pode ser um exemplo de Campos-S bi e poli.

A definição do estágio em que se encontra um sistema é obtida a partir da modelagem e da análise dos seus campos-S, considerando o nível de interação entre os elementos dos campos-S ou a transição observada nos campos, no processo de evolução. A evolução em controlabilidade de P1/P2 para P3 demonstra a importância da evolução dos sistemas campos-S. De forma similar, sistemas de controle mais sofisticados, como os das acima citadas patentes EP e DE, ressaltam o papel da evolução dos campos-S na controlabilidade dos sistemas.

Independentemente do tipo de frenagem, a dissipação da energia cinética do uso da bicicleta se dá pela dissipação de calor. No sistema mecânico, pelo calor gerado no

atrito sapata-volante; no sistema magnético, pelo calor gerado pela circulação da corrente elétrica produzida no disco, pelo campo magnético; no sistema com fluido magneto-reológico (Figura 35), pelo calor gerado no atrito entre o rotor e o fluido altamente viscoso.

Discussão do potencial e do mapeamento evolutivo do conjunto motriz

A Figura 40 mostra o gráfico radar com os estágios de evolução nas linhas estudadas do conjunto motriz, com a linha contínua representando a avaliação da patente de referência P3 e a linha tracejada indicando algumas evoluções encontradas nos documentos do estado da técnica (ET). A patente P3 foi escolhida como referência para se verificar o potencial evolutivo do conjunto motriz da empresa, em comparação com o estado da técnica, visto que a transição P1-P3 foi bastante rápida e P3 é o principal conjunto de frenagem das bicicletas atuais.

Algumas observações sobre a elaboração do gráfico são feitas abaixo:

1. Na linha da Controlabilidade, os estágios dos Campos-S bi e poli, intensificados e no nível micro foram considerados no nível mais avançado (valor 5,0).
2. Nas linhas onde não houve indicação de patentes do estado da técnica, o estado da técnica foi considerado no mesmo estágio de P3.

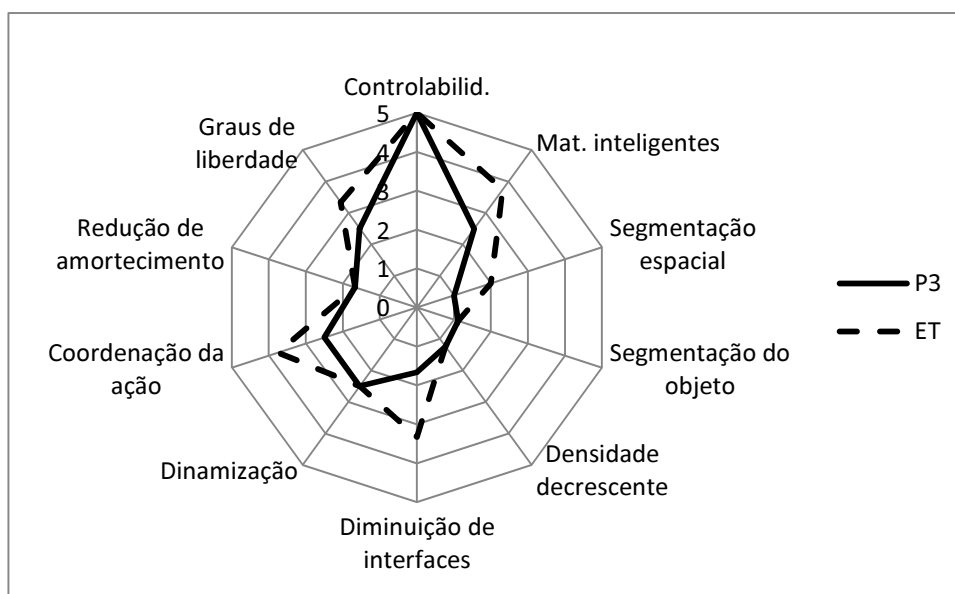


Figura 40 - O potencial evolutivo do conjunto motriz

A avaliação do produto em algumas linhas resultou em informações bastante interessantes sobre o desenvolvimento e o potencial evolutivo do conjunto motriz, visto que o avanço em uma determinada linha produz reflexos em outras linhas, um aspecto sinérgico do desenvolvimento tecnológico. Essa observação está condizente com o que é ressaltado por Clausing e Fey (2004), sobre o papel desempenhado pelo entrelaçamento de leis e linhas de evolução na história dos desenvolvimentos tecnológicos, com esses autores ilustrando a trajetória evolutiva de um sistema como o resultado da evolução em diferentes linhas.

O caso do fluido magneto-reológico é bem representativo. Embora não se tenha aprofundado o estudo da patente chinesa ilustrada na Figura 35, nem o uso desse material fosse do conhecimento da empresa, os benefícios percebidos nos fluidos magneto-reológicos são apontados na literatura da TRIZ e observados no próprio mapeamento, favorecendo a evolução nas linhas da Coordenação da Ação e da Controlabilidade.

Outra linha a ser destacada é a da Diminuição de Interfaces, pois os elementos de transmissão são os que mais sofrem desgaste no uso das bicicletas. Nesse aspecto, a empresa se mostrou atenta e conectada na região que tem apresentado maior esforço de desenvolvimento atualmente (a China), com perspectivas de aproveitar o potencial detectado no mapeamento.

A Controlabilidade, entretanto, é a linha que demonstra a maior evolução devido ao esforço no desenvolvimento do elemento de frenagem, principalmente, o do tipo magnético, conforme registrado pelas inúmeras patentes encontradas sobre o assunto. A análise proporcionada pelos Campos-S mostrou como a diferença entre a regulagem dos freios de P1 e P3 resulta em melhor controle e mais flexibilidade, inclusive com reflexo na linha da Dinamização, complementando a análise feita no item 'h', da Subseção 7.4.1.

7.5. DISCUSSÃO DO ESTUDO DE CASO

A seção se inicia com a análise dos resultados dos mapeamentos de padrão evolutivo realizados, identificando as principais ideias, tecnologias e tipos de projetos indicados. Em seguida, é discutida a validade do modelo, revendo-se a aplicação da metodologia e confrontando-se os resultados com a teoria rival.

As Tabelas 12 e 13 apresentam os resultados registrados nos mapeamentos do conjunto da bicicleta e do conjunto motriz, respectivamente, e as indicações proporcionadas pelas linhas de evolução analisadas para os futuros desenvolvimentos do produto. Os resultados reproduzem os valores atribuídos à patente de referência (coluna Referência) e ao elemento de comparação (coluna Comparação), conforme definido nas tabelas de cada conjunto analisado, enquanto as indicações servem para direcionar a discussão que se segue no restante da seção.

TABELA 12 – Resultados e indicações do mapeamento do padrão evolutivo das bicicletas ergométricas

ANÁLISE / LINHA	REFERÊNCIA ⁽¹⁾	COMPARAÇÃO ⁽¹⁾	INDICAÇÕES
Bicicletas ergométricas	P1	P2 – P8	
a- Assimetria crescente	2,5	3,75	Melhorias ergonômicas e estéticas nos produtos
b- Dinamização	5	5	Ver indicações feitas na análise do conjunto motriz
c- Mono-Bi-Poli / variedade	1,25	2,5	Produtos com programas de entretenimento e simulação Integração com itens de portabilidade ⁽²⁾
d- Mono-Bi-Poli / aumento de diferenças	1,25	3,75	Identificar funções e necessidades das academias que se beneficiem de “componentes diferentes” ou do par “componente / negativo do componente”
e- Evolução para níveis superiores	1,67	5	
f- Foco de compra do cliente	2,5	3,75	A evolução para o último estágio (Preço) pode estar condicionada à evolução de alguns componentes
g- Evolução do mercado	2	4	Produtos com programas de entretenimento e simulação
h- Controlabilidade	2,5	2,5	Acréscimo de <i>feedback</i> no controle de frenagem

Observação:

- 1) Os resultados apresentados nessas e nas correspondentes colunas da Tabela 13 referem-se às pontuações registradas nas linhas de evolução analisadas e nos respectivos gráficos tipo radar das Figuras 31 e 40, considerando a normalização para a pontuação cinco (5) mencionada na Nota 78.
- 2) A empresa pretende ter sistemas de controle operando com aparelhos do tipo IPAD, ou similares, para o usuário trazer a sua própria programação de exercícios.

TABELA 13 – Resultados e indicações do mapeamento do padrão evolutivo do conjunto motriz

ANÁLISE / LINHA	REFERÊNCIA	COMPARAÇÃO	INDICAÇÕES
Conjunto motriz	P3	Est. da técnica	
a- Materiais inteligentes	2,5	3,75 ou 5 ⁽¹⁾	Mudança tecnológica com o fluido magneto-reológico
b- Segmentação espacial	1	2	Melhorias incrementais, redução de peso, uso de novos materiais ou reprojeto estrutural de componentes
c- Segmentação do objeto	1,11	1,11	Um conjunto motriz totalmente pneumático poderia representar uma mudança radical nas bicicletas
d- Densidade decrescente	1,25	1,25	Melhorias incrementais, com plásticos e compósitos
e- Diminuição de interfaces	1,67	3,33	Novo conceito de conj. motriz pré-montado e compacto
f- Dinamização	2,5 (5) ⁽²⁾	2,5 (5) ⁽²⁾	Evolução combinada nas linhas 'c' e 'f' pode resultar em conjunto motriz pneumático; vantagens de controle com o freio eletromagnético
g- Coordenação da ação	2,5	3,75	Melhorias no ajuste de frenagem combinando com outras linhas (uso de <i>feedback</i> ou de mat. inteligentes)
h- Redução de amortecimento	1,67	1,67	Explorar ideias sobre o aproveitamento da ressonância
i- Graus de liberdade	2,5	3,33	
j- Controlabilidade	5	5	Aprimorar a evolução dos campos-S

Observações:

- 1) Considerada a possibilidade do freio com fluido magneto-reológico estar no estágio mais avançado de Material Adaptativo Total;
- 2) A dinamização do sistema de ajuste do freio foi considerada no estágio mais avançado (valor entre parêntesis);

O mapeamento evolutivo das patentes de bicicletas ergométricas da empresa mostrou uma evolução rápida e real nos freios magnéticos, das patentes P1 a P3, e uma evolução voltada para aplicações especiais, representadas pelas patentes P4-P8 que, entretanto, não foram implementadas pela empresa. Tal situação poderia ser considerada uma comprovação de que as informações disponíveis nas patentes nem sempre são capazes de suportar estudos de prospecção ou de geração de novos produtos ou tecnologias, por não refletirem situações reais de mercado.

Contudo, as informações obtidas na empresa, além da perspectiva proporcionada pelas inúmeras patentes encontradas nas pesquisas e das análises feitas no mapeamento evolutivo poderão esclarecer melhor as possibilidades de evolução tendo em vista os resultados apresentados nas Tabelas 12 e 13.

Na Tabela 12, observa-se que a evolução “virtual” das patentes P4-P8 está alinhada, em alguns casos, com segmentos dinâmicos e representativos do mercado. A patente P5, com um sistema de simulação de situações reais com bicicletas, é uma aplicação típica do segmento de entretenimento para equipamentos de ginástica onde despontam empresas especializadas e um extenso portfólio de patentes. Já P6 e P8 são evoluções na linha da Assimetria Crescente para resolver aplicações específicas, mas a empresa também demonstra estar atenta aos aspectos ergonômicos e estéticos da linha comercializada, através de uso de escritório especializado em design, da mesma forma que patentes do estado da técnica enfatizam esses aspectos.

Adicionalmente, o mapeamento indicou a importância do *feedback* na controlabilidade, principalmente nas bicicletas utilizadas em recuperação cardíaca (uma área em que a empresa pretende entrar, através de um acordo com o INCOR para desenvolvimento de equipamentos).⁸⁰ Outra indicação dada foi para uma pesquisa de necessidades das academias que possam ser atendidas a partir da evolução nas linhas Mono-Bi-Poli/aumento de diferenças e Evolução para Níveis Superiores. Nesse caso, as particularidades e os potenciais de evolução dessas linhas podem direcionar a busca e a escolha das melhores ideias para atender o mercado.

Todavia, foi no mapeamento do conjunto motriz que foram levantadas as ideias mais palpáveis e as tendências de evolução mais promissoras, entre as quais se destacam o freio com fluido magneto-reológico e o conceito de conjunto motriz compacto. Outras indicações são mais exploratórias ou radicais, como um sistema

⁸⁰ A generalização do termo bicicletas ergométricas não permite distinguir as bicicletas com medição de esforço utilizadas em aplicações de maior precisão, nas áreas da saúde e da competição, das bicicletas comuns de exercício. Embora essa distinção seja feita na descrição das patentes e na literatura estrangeira, não há separação nas classificações de patentes e nos resultados das pesquisas.

totalmente pneumático ou o aproveitamento da ressonância natural do sistema para melhorar o seu desempenho. Além disso, o mapeamento destacou a importância de se aprimorar a evolução dos campos-S e indicou áreas para melhorias incrementais nos projetos.

Em termos de gestão de portfólio de projetos, as diversas indicações obtidas nos mapeamentos podem ser enquadradas de acordo com o seu impacto técnico, conforme a matriz de projetos produto-processo de Wheelwright e Clark (1992), tais como: projetos de P&D (pesquisas com materiais inteligentes, aproveitamento da ressonância), projetos de mudança tecnológica (frenagem pneumática, acréscimo de *feedback*), novas linhas de produtos (programas de entretenimento e simulação) ou projetos de melhoria (ergonomia, melhorias incrementais).

Essas indicações para desenvolvimento também podem ser identificadas com os tipos de oportunidade que elas representam para a empresa e com as linhas de evolução envolvidas, como mostrado na Tabela 14. As oportunidades podem incluir o aproveitamento de novas tecnologias ou a exploração de ideias mais radicais, mas também o uso de novas ideias já comprovadas, os acréscimos no portfólio de produtos ou as melhorias nos produtos existentes.

TABELA 14 – Oportunidades para desenvolvimento de produtos

OPORTUNIDADE	TIPO	LINHAS DE EVOLUÇÃO
Fluido magneto-reológico	Nova tecnologia	Materiais intelig.; Coordenação da ação; Controlabilidade
Módulo motriz compacto	Ideia (projeto)	Diminuição de interfaces
Conjunto motriz pneumático	Ideia (exploratória)	Segmentação do objeto; Dinamização
Uso da ressonância	Ideia (exploratória)	Redução de amortecimento; Coordenação do ritmo
Simulação, entretenimento ou <i>vídeo game</i>	Portfólio	Evolução níveis superiores ou do mercado; Foco de compra; Mono-Bi-Poli / variedade
<i>Feedback</i> da frenagem	Portfólio	Controlabilidade; Coordenação da ação
Necessidades de academias	Portfólio	Mono-Bi-Poli / aum. diferenças
Ergonomia	Melhoria	Assimetria crescente
Redução de peso; reprojeto	Melhoria	Segmentação espacial e do objeto; Densidade decrescente

Uma alternativa para gerenciar as ideias produzidas, proposta por Terninko et al. (1998), é considerar o conjunto das linhas de evolução analisadas, agrupando aquelas que possuem efeito sinérgico ou que apresentem mais possibilidades, em combinação, para direcionar o desenvolvimento. O portfólio de produtos dependerá, também, das estratégias de negócios da empresa já que nem todas as indicações podem estar alinhadas com os seus mercados. Assim, observou-se que muitas patentes, da empresa e do estado da técnica, estavam voltadas para o atendimento de nichos ou aplicações específicas de mercado, com crescente sofisticação.

Outra discussão importante no estudo de caso é sobre a avaliação do modelo do trabalho, constituído pela metodologia de extração e análise de informações, pelas informações do sistema de patentes e por algumas ferramentas da TRIZ, discutidas a seguir.

Com base na metodologia de aplicação do modelo, foram levantadas as informações iniciais utilizadas na seleção da empresa e do produto de referência, e todas as informações que suportaram o desenrolar do trabalho (informações históricas, técnicas e do sistema de patentes). Assim, as definições das classificações mais relevantes, dos histogramas, das estratégias de pesquisa e das linhas de evolução a serem utilizadas permitiram a estimativa da curva-S e o mapeamento evolutivo do produto.

As estatísticas das patentes pesquisadas também foram usadas, de forma combinada com as outras informações, na estimativa da curva-S e no mapeamento evolutivo. Os tipos de invenções e de freios mais frequentemente patenteados, e os percentuais dos países mais atuantes, serviram de indicadores para selecionar o subconjunto para análise, para auxiliar na estimativa da curva-S e para avaliar o potencial evolutivo nas linhas.

O caso do crescimento do número de patentes de aparelhos de ginástica com simulação e programas de entretenimento (uma área bem dinâmica, de forma geral), junto com o crescimento das patentes da China, de Formosa e da Coréia, é uma boa ilustração sobre a validade do potencial mostrado em algumas linhas do mapeamento e sobre a possibilidade da estimativa da curva-S ainda estar na fase de crescimento rápido. O uso de novos materiais e conceitos de projeto, e a sofisticação nos controles de frenagem e nas aplicações médicas são outros exemplos do potencial indicado pela metodologia do trabalho.

O mapeamento evolutivo tendo como referência as patentes de uma empresa sobre um tipo de produto serviu de base para analisar não só a evolução da tecnologia

da empresa, mas também para identificar o potencial evolutivo do produto, em geral. Um importante elemento nesse processo foi a perspectiva comparativa com o estado da técnica, de modo que o volume de patentes numa determinada direção ou a existência de patentes em estágios mais avançados indicavam a viabilidade técnica do potencial encontrado.

Mesmo no caso das patentes da empresa cujos produtos não foram lançados no mercado, observou-se que algumas indicações do mapeamento estavam alinhadas com atividades de desenvolvimento da empresa para criar novos mercados ou aplicações, para exploração futura, ou estavam alinhadas com tendências mais próximas identificadas no mercado.

Desta forma, na confrontação do modelo do trabalho com uma teoria rival que nega ou relativiza a utilidade da perspectiva patentária na geração de ideias para o PDP, verifica-se que o uso das informações do sistema de patentes é capaz de proporcionar ideias e indicações de novas tecnologias para o desenvolvimento de produtos. Evidentemente, a perspectiva mercadológica e as diversas outras fontes de informações indicadas na literatura do PDP não podem ser ignoradas. Isso fica claro na discussão dos resultados das Tabelas 12, 13 e 14 quando algumas indicações apontadas necessitam de análises adicionais sobre as necessidades latentes e os segmentos de mercado que poderiam ser satisfeitos pela evolução nas linhas.

8 CONCLUSÕES

O capítulo se inicia a partir da questão do trabalho e dos objetivos propostos na tese, revendo os principais elementos do modelo desenvolvido e do estudo de caso realizado para discutir o modelo, os resultados alcançados e as limitações do trabalho. Em seguida, são adiantadas outras possibilidades de utilização, indicando caminhos para desenvolvimentos futuros do modelo e outros desdobramentos possíveis de serem alcançados a partir do presente trabalho. Ao final, as motivações do trabalho são revisitadas, à luz dos três pilares do modelo, de modo a se ressaltar o seu potencial estratégico e o papel didático desempenhado.

8.1. DISCUSSÃO DO MODELO E DOS RESULTADOS DO TRABALHO

A questão do trabalho se prendeu à definição de metodologias e ferramentas que facilitassem atividades essenciais para o desenvolvimento de novos produtos, tais como o uso de novas tecnologias, a geração de ideias e a gestão de portfólios. Mais especificamente, e a partir do papel mais proativo desempenhado pela propriedade intelectual nas estratégias empresariais, a questão de estudo se referia a estimar a maturidade e a prever a evolução dos produtos para se obter as indicações desejadas.

Para a avaliação dos resultados obtidos no trabalho pode-se, inicialmente, verificar se os objetivos propostos na Seção 1.4 foram atingidos, a saber:

- Objetivo geral: desenvolver um modelo relacionando as fontes de informação do sistema de PI e as ferramentas da TRIZ para utilização na estimativa do grau de maturidade e no mapeamento do padrão evolutivo dos produtos.
- Objetivos específicos:
 1. Desenvolver metodologias para a extração e a filtragem de informações do sistema de patentes de modo a mapear o padrão evolutivo de produtos, traçar trajetórias tecnológicas ou comparar diferentes tecnologias e produtos.
 2. Fazer prospecção tecnológica e, no processo de desenvolvimento de produtos, auxiliar a gestão de portfólio e identificar novas tecnologias, ideias e oportunidades para novos produtos.
 3. Aplicar o modelo e as metodologias desenvolvidas num estudo de caso para avaliação da estrutura analítica proposta e da viabilidade da sua aplicação.

O modelo desenvolvido, por sua vez, é representado por três aspectos ou pilares básicos: o potencial informativo do sistema de propriedade intelectual (PI), assim como o valor assumido pelos ativos intangíveis; o crescente papel desempenhado pela TRIZ (a teoria da solução de problemas inventivos) nas escolhas de projetos para desenvolvimento, na identificação de novas tecnologias e na previsão da evolução dos produtos; e o processo de desenvolvimento de produtos (PDP) visto como uma disciplina continuamente aprimorada e articulada com as estratégias dos negócios das empresas.

Como elemento essencial do modelo, foi desenvolvida uma metodologia para a extração das informações do sistema de PI, mais especificamente do sistema de patentes, filtrando essas informações através de algumas ferramentas da TRIZ e analisando os resultados obtidos com essas ferramentas de modo a produzir informações para o PDP. Assim, os três pilares interagem continuamente com a metodologia nesse processo de articulação do fluxo das informações e da sua análise.

O estudo de caso realizado como um exercício de aplicação do modelo envolveu uma empresa inovadora nacional, do segmento de equipamentos de ginástica, tendo sido escolhido como produto de referência a bicicleta ergométrica. Duas perspectivas de análise puderam ser empregadas no mapeamento evolutivo, uma através da trajetória de desenvolvimento percebida nas patentes da empresa, e a outra pela comparação de uma patente de referência, da empresa, com patentes encontradas no estado da técnica. As possibilidades de utilização do modelo em diferentes situações e com outras perspectivas de análise serão discutidas na seção seguinte.

O modelo também define algumas métricas baseadas no sistema de patentes como ferramentas para a estimativa da curva-S e a avaliação do grau de maturidade dos produtos. O uso de uma dessas métricas no estudo de caso, a métrica do Número de Invenções, mostrou que o produto de referência se encontrava num estágio de desenvolvimento rápido, porém essa informação não produziu resultados mais abrangentes e específicos no sentido de direcionar os futuros desenvolvimentos na área.

A comparação dos objetivos propostos com os resultados obtidos com o desenvolvimento do modelo e a sua aplicação no estudo de caso mostrou que o objetivo geral e boa parte dos objetivos específicos foram cumpridos. Destacam-se, em especial, o mapeamento evolutivo dos produtos como ferramenta de prospecção tecnológica, de auxílio na gestão de portfólio de produtos e na identificação de novas ideias para produtos.

Embora algumas atividades como o levantamento de trajetórias tecnológicas e a comparação de diferentes tecnologias e produtos não tenham sido contempladas no estudo de caso, elas também podem ser obtidas através do mapeamento evolutivo e da estimativa da curva-S, como alcançado no exercício das latas de tinta descrito na Subseção 2.3.2. Nessas atividades podem ser empregadas outras ferramentas da TRIZ na análise das patentes levantadas, como os Princípios Inventivos, a Matriz de Contradições e as Normas Inventivas, de modo a se identificar as competências utilizadas no passado e aquelas necessárias para os próximos produtos e tecnologias.

Limitações observadas no trabalho

Apesar da avaliação favorável considerada, o modelo apresenta limitações como as apontadas na Seção 2.5, mas também algumas observadas no próprio estudo de caso. As limitações inicialmente apontadas referiam-se à irrelevância de muitas patentes em termos da sua aplicação real e ao fato de que todo o conhecimento existente é bem maior que o acervo patentário. Assim, considera-se que a perspectiva do estado da técnica definido pelas patentes publicadas deve ser confrontada com outras indicações da literatura técnica e do mercado para se complementar o quadro de análise.

Outro limitador apontado foi o fato de que muitas empresas, principalmente no país, não priorizam a proteção no sistema de patentes. Embora esse limitador impeça o uso de uma carteira de patentes como referência de análise, o mapeamento sempre poderá ser feito a partir de produtos reais, utilizando-se as informações do estado da técnica para a prospecção tecnológica e a perspectiva comparativa nas linhas de evolução.

Na avaliação do estudo de caso, acima, observou-se uma limitação nas indicações obtidas com a métrica da curva-S e a análise da maturidade das bicicletas ergométricas. A comparação com o exercício das latas de tinta pode mostrar, por exemplo, alguns aspectos que ainda podem ser trabalhados no modelo. Com a lata de tinta, um produto reconhecidamente maduro e com uma clara concorrência dos vasilhames de plástico, a combinação da análise de maturidade com o mapeamento evolutivo baseado nas patentes, comparando as duas tecnologias, permitiu o levantamento de trajetórias tecnológicas e de informações sobre o desenvolvimento do passado, além das tendências de evolução.

Já para o estudo de produtos com curva-S ainda na fase de desenvolvimento rápido, como foi o caso das bicicletas ergométricas, observa-se a necessidade de um

levantamento de informações mais detalhado, tais como: uso de outras classificações de patentes na pesquisa (por exemplo, no caso das bicicletas, na área de controles de aparelhos de ginástica); identificação e análise mais detalhada de patentes representativas de trajetória tecnológica; e busca de conhecimento especializado sobre o produto e o seu mercado, como será discutido mais detalhadamente na seção seguinte, para identificar possíveis produtos ou tecnologias concorrentes.⁸¹

8.2. POSSIBILIDADES DE UTILIZAÇÃO E NOVOS CAMINHOS

A discussão do modelo e dos resultados obtidos no estudo de caso realizado mostrou que o modelo é factível e replicável, e que a sua aplicação como ferramenta de prospecção tecnológica, de geração de ideias e de gestão de portfólios é perfeitamente viável. A replicabilidade do modelo foi comprovada, por exemplo, ao se realizar mapeamentos evolutivos de dois produtos bem distintos, como no exercício das latas metálicas de tinta e no estudo de caso das bicicletas ergométricas. Os resultados do estudo de caso também mostraram a viabilidade do modelo quando confrontado com uma teoria rival que minimizava o potencial gerador de ideias do sistema de patentes.

Além disso, as referências e as perspectivas utilizadas no estudo de caso podem ser ampliadas para diferentes aplicações, de modo a se comparar produtos de empresas concorrentes ou com tecnologias alternativas, avaliar segmentos industriais através de seus produtos típicos ou traçar a trajetória tecnológica de um produto através da evolução das suas patentes mais significativas.

No caso da trajetória tecnológica de um produto ou de uma característica técnica específica, podem ser realizados mapeamentos representativos de diferentes épocas ou alternativas tecnológicas encontradas nas patentes pesquisadas, para se analisar os determinantes das evoluções nos projetos ou da predominância de determinados modelos sobre outros, com o auxílio de outras ferramentas da TRIZ.

Eventualmente, a metodologia apresentada no Capítulo 6 poderá ser adaptada para essas ou outras possíveis aplicações do modelo, assim como para o seu aprimoramento à luz de outros trabalhos em andamento. Um aspecto que se destaca é o do processo de seleção das linhas de evolução, pois, embora a heurística utilizada tivesse permitido uma seleção inicial rápida, um algoritmo específico para essa etapa

⁸¹ A utilização de algumas estatísticas levantadas na amostra de patentes pesquisadas, no estudo de caso, procurou suprir algumas dessas informações para a análise da maturidade.

da metodologia tornaria o processamento menos dependente do conhecimento mais aprofundado do produto e da TRIZ.

Por outro lado, a metodologia pode incorporar o uso de especialistas do produto em diferentes fases do trabalho, de acordo com a complexidade do produto e das análises a serem realizadas como, por exemplo: na etapa de preparação da pesquisa e levantamento de informações; nas estimativas do grau de maturidade; na seleção das linhas de evolução; e na fase de validação e análise dos resultados da aplicação do modelo. A participação de um especialista poderia fornecer informações especializadas sobre o produto e o seu mercado, avaliar e revisar o potencial evolutivo indicado nas linhas, indicar outras linhas para mapeamento e auxiliar na identificação das ideias e tecnologias mais promissoras para desenvolvimento.

O trabalho foi motivado pela importância do desenvolvimento de novos produtos para a competitividade das empresas e pelo papel desempenhado pela propriedade intelectual, tanto como fonte de informações técnicas quanto como um elemento estratégico nos negócios e nos desenvolvimentos. Por outro lado, a TRIZ apresenta duas dimensões distintas, conforme ressaltado por alguns dos seus estudiosos: uma, já bem sedimentada, com amplo ferramental para a análise e a solução de problemas técnicos, é muito útil na geração de conceitos e no detalhamento dos produtos; a outra é mais estratégica e está voltada para as escolhas dos futuros desenvolvimentos.

Este trabalho se insere, principalmente, na segunda dimensão, pois procura proporcionar informações sobre as tecnologias, as ideias, as oportunidades e as carteiras de produtos que prevalecerão no futuro. O estudo, a aplicação e o aprimoramento do modelo desenvolvido trarão o benefício adicional, didático, de divulgar e aproveitar o potencial estratégico proporcionado pela filosofia e pelos conceitos da TRIZ, tanto em termos acadêmicos quanto empresariais, nas atividades dos desenvolvimentos tecnológicos e dos produtos.

REFERÊNCIAS

ABERNATHY, W.; UTTERBACK, J. "Patterns of industrial innovation". **Technology Review** 80, n. 7 (junho-julho 1978), p. 2-9, 1978.

ABRANTES, A. C. S. de. **Introdução ao sistema de patentes: aspectos técnicos, institucionais e econômicos**. Rio de Janeiro: Editora Lumen Juris, 2011.

AGUIAR, J. P. O. de. **Sobre a natureza dos problemas de projeto: grau de definição, coevolução e escolha de técnicas para a geração de alternativas**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

ALBUQUERQUE, E. M. **Domestic patents and developing countries: arguments for their study and data from Brazil (1980-1995)**. TD n. 127, CEDEPLAR/UFMG, Belo Horizonte, 1999.

ALTSHULLER, G. S. **Creativity as an Exact Science**. New York: Gordon and Breach, Science Publishers, Inc., 1984.

ALTSHULLER, G. S. et al. **Searching for New Ideas: from insight to methodology - the theory and practice of inventive problem solving**. Kishinev: Kartya Moldovenyaska, 1989.

ALTSHULLER, G. S. **40 Principles: TRIZ Keys to Technical Innovation**. Worcester, MA: Technical Innovation Center, 2002.

BACK, N. et al. **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem**. 1. ed. Barueri: Editora Manole, 2008.

BARBOSA, D. B. **Uma Introdução à Propriedade Intelectual**. 2. ed. revista e atualizada. Rio de Janeiro: Editora Lumen Júris, 2003.

BARBOSA, D. B. **Usucapião de Patentes e outros Estudos de Propriedade Industrial**. Rio de Janeiro: Editora Lumen Júris, 2006.

BARBOSA, D. B. **A Propriedade Intelectual no século XXI**. Rio de Janeiro: Editora Lumen Júris, 2009.

BASSO, M. **Propriedade Intelectual na era pós-OMC**. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2005.

BATISTA, H. G. Brasil produz pouca inovação tecnológica e perde mercado. **O Globo**, Rio de Janeiro, cad. 1, p. 4, 11 jul. 2010.

BOOTH, W. C.; COLOMB, G. G.; WILLIAMS, J. M. **The Craft of Research**. 3rd ed. Chicago: University of Chicago Press, 2008.

BUSS, C. O. **Modelo de sistematização e integração da inteligência de mercado ao front-end do processo de desenvolvimento de produtos**. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

CAPUTO, G. M. **Sistema computacional para o processamento textual de patentes industriais**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

CARDOZO, A. C. **Patentes: de instrumento para o fomento da economia nacional a barreira internacional à concorrência**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

CARVALHO, M. A. **Modelo prescritivo para a solução criativa de problemas nas etapas iniciais do desenvolvimento de produtos**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

CARVALHO, M. A. **Metodologia IDEATRIZ para a ideação de novos produtos**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

CERQUEIRA, J. G. **Tratado da Propriedade Industrial**. 2. ed. revista e atualizada por Luiz Gonzaga do Rio Verde e João Casimiro Costa Neto. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1982.

CHANG, H-J. **Technology Transfer, Intellectual Property Rights, and Industrial Development in Developing Countries**. Segunda minuta, Março 2001. Preparado para o World Industrial Development Report, da UNIDO, 2001.

CHANG, H-J. **Chutando a escada: a estratégia do desenvolvimento em perspectiva histórica**. São Paulo: Editora UNESP, 2004.

CHESBROUGH, H. W. "The era of open innovation". **MITSloan Management Review**, v. 44, n. 3, Spring 2003.

CHRISTENSEN, C. M. **The Inovator's Dilemma**. Boston: Harvard Business School Press, 1997.

CLAUSING, D. P. "The Role of TRIZ in Technology Development". **Triz Journal**, Agosto 2001. Disponível em: <http://www.triz-journal.com/archives/2001/08/a/index.htm>.

CLAUSING, D.; FEY, V. **Effective Innovation: the development of winning Technologies**. New York: ASME Press, 2004.

COHEN, W. M.; NELSON, R. R.; WALSH, J. P. **Protecting their intellectual assets: appropriability conditions and why U.S. manufacturing firms patent (or not)**. National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA, 2000. Disponível em: <http://www.nber.org/papers/w7552>.

CONG, H.; TONG, L. H. "Grouping of TRIZ Inventive Principles to facilitate automatic patent classification". **Expert Systems with Applications**, v. 34, p. 788-795, 2008.

COOMBS, R.; SAVIOTTI, P.; WALSH, V. **Technological Change and Company Strategies: economic and sociological perspectives**. Harcourt Brace Jovanovich, Publishers, 1992.

COOPER, R. G. "Doing it right: winning with new products". **Ivey Business Journal**, July/August 2000. Disponível em: http://www.stage-gate.net/downloads/working_papers/wp_10.pdf.

CRAWFORD, M.; DI BENEDETTO, C. **New Products Management**. New York: McGraw-Hill/Irwin, 1999.

CUNHA, G. D. "A Evolução dos Modos de Gestão do Desenvolvimento de Produtos". **Produto&Produção**, v. 9, n. 2, p. 71-90, Junho 2008.

DEMARQUE, E. **TRIZ – Teoria para a solução de problemas inventivos aplicada ao planejamento de processos na indústria automotiva**. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

DE MARTINO, R. N. **Prospecção tecnológica e identificação de especialistas através da mineração de dados da produção científica**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

DI BLASI, G.; GARCIA, M. S.; MENDES, P. P. M. **A Propriedade Industrial: os sistemas de marcas, patentes e desenhos industriais analisados a partir da Lei nº 9279, de 14 de maio de 1996**. Rio de Janeiro: Forense, 1997.

DOSI, G.; MARENGO, L.; PASQUALI, C. "How much should society fuel the greed of innovators? On the relations between appropriability, opportunities and rates of innovation", **Research Policy**, v. 35, p. 1110-1121, 2006.

DUPIM, L. C. O. **Panorama das atividades patentárias no Estado do Rio de Janeiro no período de 1990 a 2003**. Dissertação de Mestrado, Centro Federal de Educação Tecnológica, CEFET/RJ, Rio de Janeiro, 2005.

FERREIRA, A. F.; GUIMARÃES, E. R.; CONTADOR, J. C. "Patente como instrumento competitivo e como fonte de informação tecnológica". **Gestão & Produção**, v. 16, n. 2, p. 209-221, junho de 2009.

FEY, V. R.; RIVIN, E. I. "Guided Technology Evolution (TRIZ Technology Forecasting)". **Triz Journal**, Janeiro 1999. Disponível em: <http://www.triz-journal.com/archives/1999/01/c/index.htm>.

FEY, V. R.; RIVIN, E. I. **Innovation on Demand: new product development using TRIZ**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

GALLIÉ, E.-P.; LEGROS, D. "French firms' strategies for protecting their intellectual property", **Research Policy**, v. 41 (4), p. 780-794, 2012.

GERMERAAD, P. "Integration of Intellectual Property Strategy with Innovation Strategy". **Research Technology Management**, v. 53, n. 3, p. 10-18, May/June 2010.

GRILICHES, Z. "Hybrid corn: an exploration in the economics of technological change". **Econometrica**, v. 25, p. 501-522, 1957.

HART, C. **Doing a Literature Review: releasing the social science research imagination**. London: Sage Publications Ltd, 2008.

HAYES, R. et al. **Produção, Estratégia e Tecnologia: em busca da vantagem competitiva**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

HRIBAR, J. **Magnetic Braking**. University of Ljubljana, Faculty of Mathematics and Physics, Department of Physics, 2008. Disponível em: http://mafija.fmf.uni-lj.si/seminar/files/2007_2008/BRAKING_MAGNETIC.pdf

INPI - INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Maiores depositantes de pedidos de patentes BR 1999 - 2003**. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: http://www.inpi.gov.br/images/stories/3_chamadas/Publicacoes_-_Alertas/Maiores_Depositantes_de_Pedidos_de_Patentes_BR_1999_2003.pdf.

INPI - INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Principais titulares de pedidos de patente no Brasil, com prioridade brasileira**: depositados no período de 2004 a 2008. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: http://www.inpi.gov.br/images/stories/downloads/patentes/pdf/Principais_Titulares_julho_2011.pdf.

KIATAKE, M. **Modelo de suporte ao projeto criativo em arquitetura: uma aplicação da TRIZ - teoria da solução inventiva de problemas**. Tese de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

KOLLER R. "Invention of technical products and patent legislation from a designer's perspective". **Konstruktion**, v. 48, n. 6, p. 189-194, 1996.

KOTLER, P. **Marketing Management**. 2nd ed. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1972.

KUPFER, D. "Estratégia de desenvolvimento industrial: implicações para uma política de inovação". In: ENCONTRO DE PROPRIEDADE INTELECTUAL E COMERCIALIZAÇÃO DE TECNOLOGIA, 13. **Anais...** Rio de Janeiro: REPICT, 2010. p. 21-34.

KUZNETS, S. **Secular Movements in Production and Prices**. Boston: Houghton Mifflin, 1930.

LABOURIAU, F. C. **Os indicadores do nível de proteção das patentes e a medição da proteção no Brasil de 1960 a 2000**. Dissertação do curso MBA - Analista de Políticas Públicas: Inovação e Propriedade Intelectual, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Economia, 2007.

LEE, S. et al. "Using Patent Information for New Product Development: Keyword-Based Technology Roadmapping Approach". In: TECHNOLOGY MANAGEMENT FOR THE GLOBAL FUTURE - PICMET 2006, Istambul. **Proceedings...** Piscataway: IEEE, 2007.

MALAVOTA, L. M. **Patentes, marcas e transferência de tecnologia durante o regime militar: um estudo sobre a atuação do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (1970-1984)**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.

MANN, D. "Using S-Curves and trends of evolution in R&D strategy planning". **Triz Journal**, Julho 1999. Disponível em: <http://www.triz-journal.com/archives/1999/07/g/index.htm>.

MANN, D. **Systematic Innovation**. Clevedon: IFR Consultants Ltd, 2007.

MANN, D.; DEWULF, S. "Evolutionary Potential in Technical and Business Systems". **Triz Journal**, Junho 2002. Disponível em: <http://www.triz-journal.com/archives/2002/06/f/index.htm>.

MANSFIELD, E. "Technical Change and the Rate of Imitation". **Econometrica**, v. 29, n. 4, October 1961, p. 741-766.

MANSFIELD, E. Patents, Monopoly, and Technological Progress. In: MANSFIELD, E. (Ed.) **Monopoly power and economic performance**: the problem of industrial concentration. New York: W. W. Norton, p. 64-72, 1968.

MANSFIELD, E. "Patents and Innovation: an Empirical Study". **Management Science**, v. 32, n. 2, 1986.

MARTINS, C. J. M. **Aplicação de ferramentas computacionais para prospecção tecnológica por mineração de dados não-estruturados sobre patentes industriais em idioma inglês**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008.

MASKUS, K. **Intellectual Property Rights in the Global Economy**. Washington: Institute for International Economics, 2000. Disponível em: <http://bookstore.piie.com/book-store/99.html>

MAXWELL, J. A. **Qualitative Research Design**: an interactive approach. 2nd ed. Thousand Oaks: Sage Publications Inc, 2005.

MAZUR, G. **Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ)**. QFD Institute, 1996. Disponível em: <http://www.mazur.net/triz/>.

MERGES, R. P. **Patent Law and Policy**: cases and materials. Charlottesville: The Michie Company, 1992.

MILANEZ, D. H. **Nanotecnologia**: indicadores tecnológicos sobre os avanços em materiais a partir da análise de documentos de patentes. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, 2011.

MILLER, A. R.; DAVIS, M. H. **Intellectual Property**: patents, trademarks, and copyright. St Paul: West Publishing Co, 1990.

MILLER, R.; FLORICEL, S. "Value Creation and Games of Innovation". **Research Technology Management**, v. 47, n. 6, p. 25-37, 2004.

NAKAGAWA, T. **What is TRIZ?** Toru Nakagawa, 2001. Disponível em: <http://www.osaka-gu.ac.jp/php/nakagawa/TRIZ/eTRIZ/eTRIZintro.html#What%20is%20TRIZ>.

NAVEIRO, R. M.; GOUVINHAS, R. P. Projeto do Produto, Competitividade e Inovação. In: ROMEIRO FILHO, E. (Org.). **Projeto do produto**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010, cap. 2, p. 43-65.

NELSON, R. R. "The Market Economy, and the Scientific Commons". **Research Policy**, v. 33 (3), p. 455-471, 2004.

NICOLSKI, R. Comércio exterior e esvaziamento tecnológico. **Jornal do Comércio**, Rio de Janeiro, 8 jun. 2011, p. A13.

NIETO, M.; LOPÉZ, F.; CRUZ, F. "Performance analysis of technology using the S curve model: the case of digital signal processing (DSP) technologies". **Technovation**, 18 (6/7), p. 439-457, 1998.

NORTH, D. C., THOMAS, R. P. **The Rise of the Western World**: a new economic history. Cambridge University Press, 1993.

OLIVEIRA, N. B. de; OLIVEIRA, M. H. A corrida mundial pela inovação. **O Globo**, Rio de Janeiro, 20 out. 2011, cad. 1, p. 7.

OTTO, K. N.; WOOD, K. L. **Product design**. Upper Saddle River: Prentice-Hall Inc, 2001.

OUSPENSKI, P. D. **In search of the miraculous**. New York: Harcourt, Brace and World Inc, 1949.

PISANO, G. "Profiting from innovation and the intellectual property revolution". **Research Policy**, v. 35, p. 1122-1130, 2006.

POLLI, R.; COOK, V. "Validity of the product life cycle". **Journal of Business**, out. 1969, p. 385-400, 1969.

PORTER, M. **Estratégia Competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1986.

QIAN, M.; KACHROO, P. "Modeling and control of electromagnetic brakes for enhanced braking capabilities for automated highway systems". In: IEEE CONFERENCE ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS, Jan. 1997. **Proceedings...** 1997. p. 391-396. Disponível em: http://digitalscholarship.unlv.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1081&context=ece_fac_articles.

RIGUETTI, S. Governo quer contratar reforço para agilizar a análise de patentes: desafio das patentes. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 15 jul. 2011.

ROCCO, G. C. **Desenvolvimento de um método para levantamento de tecnologias de materiais empregados no trem de força automotivo (powertrain) a partir de patentes**. Tese de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010.

ROMANO, L. N. **Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

ROOZENBURG, N. F. M.; CROSS, N. G. "Models of the design process: integrating across the disciplines". **Design Studies**, v. 12, n. 4, October 1991, p. 215-220.

ROZENFELD, H. et al. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma referência para a melhoria do processo**. 1. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2006.

SASAKI, T. et al. "Coevolution of patent strategy and product strategy". In: PORTLAND INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY. **Proceedings...** Portland: Portland State University, v. 2, p. 481-484, 2001.

SAVIOZ, P. **Technology Intelligence in Technology-based SMEs**. Zurich: Swiss Federal Institute of Technology, p. 36-37, 2002.

SAVRANSKY, S. D. **Engineering of Creativity: introduction to TRIZ methodology of inventive problem solving**. Bots Raton: CRC Press, 2000.

SCHUH, G.; GRAWATSCH, M. "TRIZ-Based Technology Intelligence". In: EUROPEAN TRIZ ASSOCIATION MEETING TRIZFutures, 2003.

SIMÕES, I., O desafio da propriedade intelectual. **O Globo**, Rio de Janeiro, 26 out. 2010, cad. 1, p. 7.

SMITH, A. **A Riqueza das Nações**: investigação sobre sua natureza e suas causas. Tradução Luiz João Barauna. São Paulo: Nova Cultural, v. 1, 1985. Tradução de: An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations, 1776.

SOUZA, W. de. Raízes do atraso brasileiro. **O Globo**, Rio de Janeiro, 15 ago 2011, cad. 1, p. 7.

TAN, R. "A Macro Process Model for Product Innovation Using TRIZ". In: EIGHT WORLD CONFERENCE ON INTEGRATED DESIGN AND PROCESS TECHNOLOGY, Beijing, China, 2005.

TEECE, D. "Profiting from technological innovation: implications for integration, collaboration, licensing and public policy". **Research Policy**, v. 15, p. 285-305, 1986.

TEECE, D. **Managing Intellectual Property**. Oxford: Oxford University Press, 2000.

TEECE, D. "Reflections on 'Profiting from Innovation'". **Research Policy**, v. 35, p. 1131-1146, 2006.

TEECE, D.; PISANO, G. "The dynamic capabilities of firms: An introduction". **Industrial and Corporate Change**, n. 3 (3), p. 537-556, 1994.

TEECE, D.; PISANO, G.; SHUEN, A. "Dynamic capabilities and strategic management". **Strategic Management Journal**, v. 18(7), p. 509-533, 1997.

TERNINKO J.; ZUSMAN A.; ZLOTIN B. **Systematic Innovation**: an introduction to TRIZ. Boca Raton: CRC Press LLC, 1998.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. **Gestão da Inovação**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

TIGRE, P. B. **Gestão da Inovação**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

ULRICH, K. T.; EPPINGER, S. D. **Product design and development**. 5th ed. New York: McGraw-Hill, 2011.

UTTERBACK, J.; ABERNATHY, W. "A dynamic model of process and product innovation". **Omega**, v. 3 (6), p. 639-656, 1975.

VERHAEGEN, P.-A. et al. "Relating properties and functions from patents to TRIZ trends". **CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology** 1 (2009), p. 126-130, 2009.

WHEELWRIGHT, S. C.; CLARK, K. B. **Revolutionizing Product Development**: quantum leaps in speed, efficiency and quality. New York: The Free Press, 1992.

WIPO – WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. **Integrating Intellectual Property Rights and Development Policy**. Londres: Commission on Intellectual Property Rights, 2002.

WIPO – WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. **Finding technology using patents**: an introduction. WIPO Publication No. L434/2(E). Genebra: 2010.

Disponível em:

http://www.wipo.int/freepublications/en/patents/434/wipo_pub_l434_02.pdf.

WIPO – WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. **World Intellectual Property Report**: the changing face of innovation. Genebra: 2011.

Disponível em:

http://www.wipo.int/freepublications/en/intproperty/944/wipo_pub_944_2011.pdf.

WIPO – WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. **Guide to Using patent information**. WIPO Publication No. L434/3(E). Genebra: 2012.

Disponível em:

http://www.wipo.int/freepublications/en/patents/434/wipo_pub_l434_03.pdf.

WOUTERSE, J. H. “Critical torque and speed of eddy current brake with widely separated soft iron poles”. **IEE Proceedings-B**, v. 138, n. 4, July 1991.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

ZHANG, J. et al. “Technique of product technology evolutionary potential mapping based on patent analysis”. In: 2007 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINEERING AND ENGINEERING MANAGEMENT, Singapura. **Proceedings...** Piscataway: IEEE, 2007. p. 2033-2037.

ZLOTIN, B.; ZUSMAN, A.; HALLFELL, F. “TRIZ to invent your future utilizing directed evolution methodology”. **Procedia Engineering** 9 (2011), p. 126-134, 2011.

ZUCOLOTO, G. F. **Desenvolvimento tecnológico por origem de capital no Brasil: P&D, patentes e incentivos públicos**. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

APÊNDICE A – Relação dos documentos relevantes obtidos nas pesquisas bibliográficas

Observação: os documentos em negrito constam das Referências do trabalho.

1. Documentos obtidos nas bases de dados Dialog em Maio de 2010 (Tabela 1)

- Technology development and product development in the front-end of innovation: a review (JACOBY, A.; DE KEERSMAECKER, A.; BRAET, J. 4th European Conference on Entrepreneurship and Innovation, The University of Antwerp, Belgium, 10-11 Sept. 2009).
- Japan: The facts behind Japan's technology explosion (IP Asia, v. 13, n. 5, p. 18-21, June 2000).
- InterDigital: from patents to products (MAREK, S. Wireless Week, v. 11, n. 15, p. 16, July 15, 2005).
- **Using patent information for new product development: keyword-based technology roadmapping approach** (LEE, S.; KANG, S.; OH, M. et al. PICMET 2006 Proceedings, 9-13 July, Istanbul, Turkey, 2006).
- Prepare patents with reverse engineering in mind (CRONIN, J.; CAHILL, J.; MCLEAN, M. Electronic Engineering Times, n. 1563, p. 31, June 08, 2009).
- **Invention of technical products and patent legislation from a designer's perspective** (KOLLER R. Konstruktion, v. 48, n. 6, p. 189-194, 1996).
- **Technique of product technology evolutionary potential mapping based on patent analysis** (ZHANG, J.; ZHANG, H.; SUN, J. et al. 2007 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, p. 2033-2037, 2007).
- **Coevolution of patent strategy and product strategy** (SASAKI, T.; NAGATA, A.; TOYAMA, R. et al. International Conference on Management of Engineering and Technology, PICMET '01, v. 2, p. 481-484, Portland, USA, 2001).
- A Theoretical Framework for Managing the New Product Development Portfolio: When and How to Use Strategic Buckets (CHAO, R. O.; KAVADIAS, S. Management Science, v. 54, n 5 , p. 907, May 2008).
- Developing a product innovation and technology strategy for your business: a framework for developing a product innovation strategy includes defining innovation goals and objectives, selecting strategic arenas, developing a

- strategic map, and allocating resources (COOPER, R. G.; EDGETT, S. J. *Research Technology Management*, v. 53, n. 3, p. 33, May 2010).
- Would you buy a purple orange? TRIZ and strategic inventing offer complementary ways to generate new product concepts (NISSING, N. *Research Technology Management*, v. 50, n. 3, p. 35-39, May/June 2007).
 - Winning businesses in product development: the critical success factors (COOPER, R. G.; KLEINSCHMIDT, E. J. *Research Technology Management*, v. 50, n. 3, p. 52-66, May/June 2007).
 - An empirical study on the correlation between the knowledge management method and new product development strategy on product performance in Taiwan's industries (LIU, P.-L.; CHEN, W.-C.; TSAI, C.-H. *Technovation*, n. 25, p. 637-644, 2005).
 - Creativity enhancement in a product development course through entrepreneurship learning and intellectual property awareness (SILVA, A.; HENRIQUES, E.; CARVALHO, A. *European Journal of Engineering Education*, v. 34, issue 1, p. 63-75, March 2009).
 - The challenge of complexity in product design and engineering: two key issues drive the current increase in complexity faced by today's manufacturer--rapidly growing global competition and product-focused business strategies (*Design News*, Sept. 27, 2004, v. 59, n. 13, p. 43).
 - Roadmapping in the corporation: product--technology roadmaps define and communicate product and technology strategy along with a longer, smarter view of the future (ALBRIGHT, R.; KAPPEL, T. *Research Technology Management*, v. 46, n. 2, p. 31, March 2003).
 - Cost-effective strategies for technology and product developments (*Global Competitiveness*, v. 10, n. 1, p. 124, Jan. 2002).
 - The impact of NPD strategy, product strategy, and NPD processes on perceived cycle time (PARRY, M. E.; SONG, M.; DE WEERD-NEDERHOF, P. C. et al. *Journal of Product Innovation Management*, v. 26, n. 6, p. 627-639, 2009).

2. Documentos obtidos nas bases de dados Dialog em 22/05/2012 (Tabela 2)

- Can innovation be taught? (*Machine Design*, v. 78, n. 22, p. 54, Nov. 22, 2006).
- Assemble a technology development toolkit: five groups of tools and techniques are identified by constructing a model for technology development (*Research Technology Management*, v. 50, n. 5, p. 52, Sept. 2007).

- Looking ahead: at 14 technology trends (Research Technology Management, v. 48, n. 5, p. 7, Sept. 2005).
- Transitioning ideation to commercialization: a comprehensive product development strategy with an application in the wood products industry (Forest Products Journal, v. 60, n. 7-8, p. 694, Nov. 2010).
- Research on Product Innovation Design Based on QFD, TRIZ and Patent Knowledge Mining (WEI-MIAO, Q.; GUI-PING, L.; YUN, W. et al. Light Industry Machinery, v. 29, n. 4, p. 5-32, Aug. 2011).
- A breakthrough product R&D model by using the integration of four-phases QFDs and TRIZ (YEH, C.H.; HUANG, J.C.Y.; WU, F.C. International Conference on Modelling, Identification and Control, 26-29 June 2011, China).
- The patent design around method based on TRIZ (JIANG, P.; ZHAI, J.; CHEN, Z. et al. Proceedings of the 2009 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, USA).
- Research on product technology evolutionary potential mapping system based on TRIZ (ZHANG, J.; TAN R.; CHEN, Z. et al. 3rd International Conference on Wireless Communications, Networking, and Mobile Computing, 21-25 Sept. 2007, Shanghai, China).
- An integrated process for designing around existing patents through the theory of inventive problem-solving (HUNG, Y-C; HSU, Y-L. Journal of Engineering Manufacture, Jan. 2007).
- Integrated design structure system for modular design in products development (WANG, C-S.; WANG, W-H. A., CHANG, T-T. et al. Proceedings of the 2009 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, Hong Kong, China, 8-11 Dec. 2009).

3. Documentos pesquisados no sítio do TRIZ-journal

- **Evolutionary Potential in Technical and Business Systems** (MANN, D.; DEWULF, S. Triz Journal, June 2002).
- **Using S-Curves and Trends of Evolution in R&D Strategy Planning** (MANN, D. Triz Journal, July 1999).
- Case Studies in TRIZ: Flush'n'Go (MANN, D. Triz Journal, June 2005).
- **The Role of TRIZ in Technology Development** (CLAUSING, D. P. Triz Journal, Aug. 2001).

- **A Macro Process Model for Product Innovation Using TRIZ** (TAN, R. Eight World Conference on Integrated Design and Process Technology, Beijing, China, 2005).
- The Fuzzy Front End (FFE) isn't so Fuzzy with TRIZ (HIPPLE, J., 2004).
- Product Differentiation Strategies Incorporating TRIZ Methodology (UNGVARI, S. F. TRIZCON99, March 7-8, 1999).
- Creative conceptual design ideas can be gotten with TRIZ methodology (CHANGQING, G., KEZHENG, H., YONG, Z., China).
- **Guided Technology Evolution/TRIZ Technology Forecasting** (FEY, V. R.; RIVIN, E. I. Triz Journal, Jan. 1999).
- The TRIZ give way to the wind, and give the wind away - a repeatable process for improving sustainable wind energy generation (BUKHMANN, I.; BROWN, S. TRIZCON2005, USA, April 2005).

4. Documentos pesquisados no Science Direct

- Networks of trends: systematic definition of evolutionary scenarios (CASCINI, G.; ROTINI, F.; RUSSO, D. Procedia Engineering, n. 9, p. 355-367, 2011).
- Automatic classification of patent documents for TRIZ users (TONG, L. H.; CONG, H.; LIXIANG, S. World Patent Information, n. 28, p. 6-13, 2006).
- Grouping of TRIZ Inventive Principles to facilitate automatic patent classification (CONG, H.; TONG, L. H. Expert Systems with Applications, n. 34, p. 788-795, 2008).
- **TRIZ to invent your future utilizing directed evolution methodology** (ZLOTIN, B.; ZUSMAN, A.; HALLFELL, F. Procedia Engineering, n. 9, p. 126-134, 2011).
- **Relating properties and functions from patents to TRIZ trends** (VERHAEGEN, P. –A.; D'HONDT, J.; VERTOMMEN, J. et al. CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, n. 1, p. 126-130, 2009).
- Using patents to populate an inventive design ontology (CAVALLUCCI, D.; ROUSSELOT, F.; ZANNI, C. Procedia Engineering, n. 9, p. 52-62, 2011).

5. Documentos obtidos em bancos de teses nacionais

- DANILEVICZ, A. M. F., 2006, Modelo para condição de decisões estratégicas associadas ao gerenciamento da inovação em produtos. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul

- OLIVEIRA, A. C., 2007, Diretrizes de apoio ao esforço de inovação tecnológica no desenvolvimento de produtos em pequenas e médias empresas industriais. Tese de Doutorado. USP.
- CUNHA, N. C. V., 2005, As práticas gerenciais e suas contribuições para a capacidade de inovação em empresas inovadoras. Tese de Doutorado. USP.
- AGUIAR, J. P. O. de, 2001, **Sobre a natureza dos problemas de projeto: grau de definição, coevolução e escolha de técnicas para a geração de alternativas**, Tese de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- BUSS, C. O., 2008, **Modelo de sistematização e integração da inteligência de mercado ao front-end do processo de desenvolvimento de produtos**. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- CAPUTO, G. M., 2006, **Sistema computacional para o processamento textual de patentes industriais**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- CARDOZO, A. C., 2010, **Patentes: de instrumento para o fomento da economia nacional a barreira internacional à concorrência**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- CARVALHO, M. A., 1999, **Modelo prescritivo para a solução criativa de problemas nas etapas iniciais do desenvolvimento de produtos**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina.
- DEMARQUE, E., 2005, **TRIZ – Teoria para a solução de problemas inventivos aplicada ao planejamento de processos na indústria automotiva**, Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.
- DE MARTINO, R. N., 2009, **Prospecção tecnológica e identificação de especialistas através da mineração de dados da produção científica**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- KIATAKE, M., 2004, **Modelo de suporte ao projeto criativo em arquitetura: uma aplicação da TRIZ - teoria da solução inventiva de problemas**, Tese de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.
- MALAVOTA, L. M., 2006, **Patentes, marcas e transferência de tecnologia durante o regime militar: um estudo sobre a atuação do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (1970-1984)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- MARTINS, C. J. M., 2008, **Aplicação de ferramentas computacionais para prospecção tecnológica por mineração de dados não-estruturados sobre**

- patentes industriais em idioma inglês.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- MILANEZ, D. H., 2011, **Nanotecnologia: indicadores tecnológicos sobre os avanços em materiais a partir da análise de documentos de patentes.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos.
 - ROCCO, G. C., 2010, **Desenvolvimento de um método para levantamento de tecnologias de materiais empregados no trem de força automotivo (powertrain) a partir de patentes,** Tese de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil.
 - ZUCOLOTO, G. F., 2009, **Desenvolvimento tecnológico por origem de capital no Brasil: P&D, patentes e incentivos públicos.** Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

APÊNDICE B – As linhas de evolução dos sistemas técnicos

ESPAÇO	TEMPO	INTERFACE
Materiais inteligentes	Coordenação da ação	Sistemas mono – bi – poli (similaridade)
Segmentação espacial	Coordenação do ritmo	Sistemas mono – bi – poli (variedade)
Segmentação superficial	Adaptação às não linearidades externas	Sist. mono – bi – poli (aumento de diferenças)
Segmentação do objeto	Sistemas mono – bi – poli (similaridade)	Evolução para níveis superiores
Evolução da escala macro para nano	Sistemas mono – bi – poli (variedade)	Redução de amortecimento
Malhas e fibras	Evolução da escala macro para nano	Aumento no uso dos sentidos
Densidade decrescente		Aumento no uso das cores
Assimetria crescente		Aumento da transparência
Diminuição de interfaces – espaço		Foco de compra do cliente
Evolução geométrica - linear		Evolução do mercado
Evolução geométrica - volumétrica		Aumento dos itens prioritários no projeto
Evolução através do fracionamento		Graus de liberdade
Dinamização		Diminuição de interfaces – interface
		Simplificação dos sistemas
		Controlabilidade
		Automação (menor envolvimento humano)
		Metodologia de projeto
		Redução no número das conversões de energia

Fonte: Mann (2007), tradução do autor

APÊNDICE C – Patentes de equipamentos de ginástica da Brudden^{1, 2}

PATENTE	DEP	DATA ³	TÍTULO
MU6702206-5	Tak	8/10/87	Equipamento conjugado para exercícios musculares
PI8806753-0	Brud	16/12/88	Aparelho para exercitar os músculos das pernas
PI8806988-5	Brud	27/12/88	Aparelho para condicionamento físico de alpinista
PI9100782-8	Brud	21/2/91	Bicicleta ergométrica com freio magnético
PI9101176-0	Brud	21/3/91	Freio magnético para bicicleta ergométrica
PI9103541-4	Brud	14/8/91	Disposições introduzidas em freio eletromagnético para bicicleta ergométrica
PI9300435-4	Brud	25/2/93	Aparelho de ginástica articulado
PI9301003-6	Brud	23/4/93	Aparelho de ginástica com base giratória
PI9405030-9	Brud	12/12/94	Aperfeiçoamento introduzido em aparelho de musculação
PI9806887-3	Brud	21/09/98	Equipamento para prática de exercícios multi-musculares simultâneos
PI0004737-6	Brud	2/10/00	Aperfeiçoamento em cadeira para exercícios físicos
PI0005969-2	Brud	28/11/00	Equipamento de simulação de degraus de ação composta para exercícios físicos
MU8102206-9	Brud	23/8/01	Disposição construtiva introduzida em equipamento simulador de movimentos para ginástica
PI0301388-0	Brud	29/5/03	Aperfeiçoamento em esteira ergométrica
PI0303124-1	Brud	4/7/03	Equipamento de exercícios com sistema de regulagem da amplitude das passadas
PI0402424-9	Brud	26/03/04	Equipamento para exercício simulador de caminhada
PI0403487-2	Brud	16/8/04	Esteira ergométrica
PI0404082-1	Brud	22/9/04	Sistema de controle de carga para bicicletas de academias de ginástica
PI0502655-5	Brud	27/6/05	Estação de musculação com ação isotônica
PI0503240-7	Brud	5/8/05	Volante de inércia para equipamento de ginástica
PI0504274-7	Brud	16/9/05	Sistema para aquisição de dados de exercício físico e sua decodificação em sinais de comando de operação de um aparelho de ginástica
PI0505570-9	Brud	7/12/05	Aperfeiçoamentos introduzidos em esteira ergométrica
PI0505720-5	Brud	16/12/05	Bicicleta ergométrica para academias embarcadas
PI0602697-4	Tak	14/6/06	Seletor de peso para aparelhos de musculação
PI0602943-4	Brud	30/06/06	Sinalizador de desalinhamento de correia de esteira ergométrica
PI0605615-6	Brud	11/12/06	Freio para aparelho de ginástica movido a pedais
PI0704899-8	Brud	12/11/07	Aparelho simulador de movimentos ondulatórios
PI0800687-3	Brud	23/1/08	Aperfeiçoamento em torres de aparelhos de musculação

PROCESSO	DEP	DATA	TÍTULO
PI0802479-0	Brud	25/7/08	Equipamento de ginástica tipo elíptico semi-embutido
PI0802482-0	Brud	25/7/08	Esteira ergométrica semi-embutida
PI0802724-2	Brud	31/7/08	Bicicleta ergométrica suspensa em parede
PI0802643-2	Brud	8/8/08	Aparelho para vibração corporal
PI0900877-2	Tak	22/4/09	Carretel para exercícios físicos
PI0901360-1	Tak	22/4/09	Mecanismo eletromecânico para controle de pesos fracionários em estação de musculação
PI0901645-7	Tak	20/5/09	Sistema eletromecânico de seleção de pesos em torre de pesos de estação de musculação
PI0902131-0	Tak	23/6/09	Estação de musculação de academia de ginástica com controle eletromecânico de posição de fim de curso
PI1000238-3	Tak	20/1/10	Robô resistivo
PI1000849-7	Tak	17/3/10	Halter para ginástica
PI1001502-7	Tak	10/5/10	Aperfeiçoamento introduzido em suspensão de esteiras ergométricas
PI1001871-9	Tak	8/6/10	Estação de musculação com vibradores
PI1002000-4	Brud	21/6/10	Sistema de troca de pesos nos equipamentos de musculação
PI1002564-2	Tak	14/7/10	Plataforma de vibração variável
MU9002278-5	Tak	4/11/10	Esteira escamoteável

Observações:

- 1- O depositante da patente está identificado na coluna DEP como Brud (Brudden) ou Tak (Takashi Nishimura);
- 2- As patentes foram levantadas em 31/10/2012, na classificação A63B referente a equipamentos de ginástica, mas eventualmente esses equipamentos podem constar em outras classificações (como as PI9101176-0 e PI9103541-4, que foram incluídas na tabela);
- 3- As datas são as de depósito dos pedidos de patente;
- 4- As patentes em negrito foram utilizadas no estudo de caso do trabalho.

APÊNDICE D

FICHA DE ANÁLISE DE DOCUMENTOS – PI 9100782-8 (P1)

1. IDENTIFICAÇÃO

Depósito: 21/02/1991	Publicação: 27/10/1992	Prioridade: BR
Título: Bicicleta ergométrica com freio magnético		
Titular: Brudden	Inventor: Valmor Grávio	
IPC: F16D 65/35, B62K 17/00, A63B 23/04, A63B 69/16		

2. CAMPO DA INVENÇÃO

Pertence ao ramo industrial de aparelhos destinadas ao condicionamento físico.

3. ESTADO DA TÉCNICA E PROBLEMAS EXISTENTES

As bicicletas ergométricas possuem um dispositivo de frenagem destinado a proporcionar resistência aos movimentos e simular subidas, o qual funciona com o emprego de uma correia que, tracionada, atrita sobre uma polia lisa movimentada pelo pedal da bicicleta. Como se trata de processo mecânico apresenta desde logo os problemas a ele inerentes. As correias desgastam-se ao atritarem contra a polia, além de serem afetadas pelo calor e pela umidade ambiente.

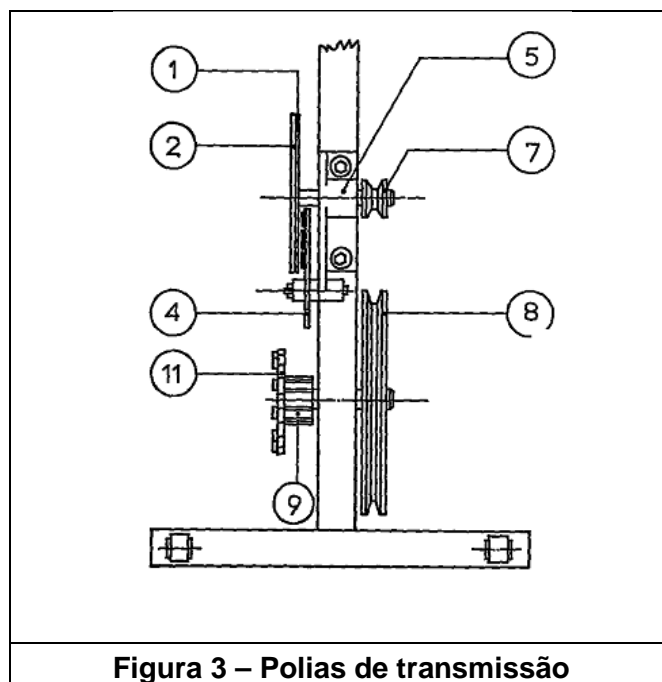
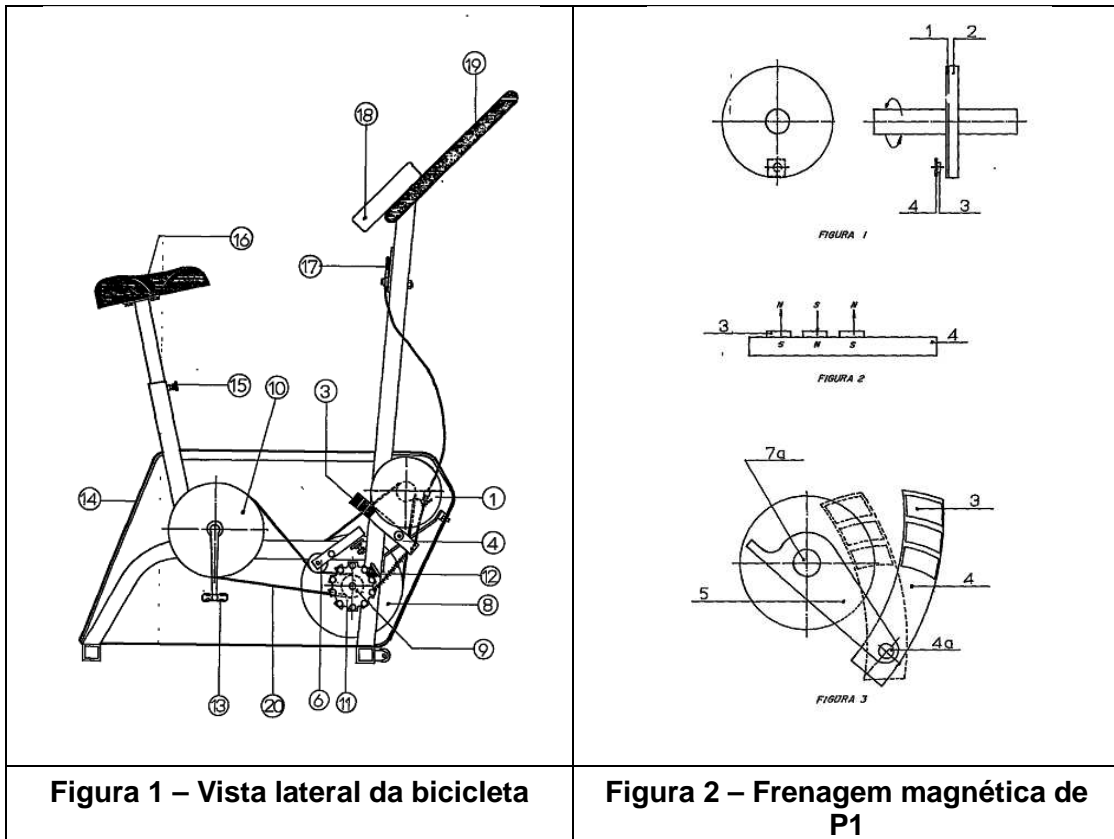
4. OBJETIVO, DESCRIÇÃO E VANTAGENS DA INVENÇÃO

A presente patente versa sobre um aparelho do gênero, de alta tecnologia, no qual eliminou-se qualquer espécie de contato do freio com a placa a ser freada. A frenagem, ao invés, é realizada através de um campo magnético criado por um ímã permanente que atravessa um conjunto cobre-aço e induz uma corrente opostora ao movimento.

O freio magnético, por seu turno, consiste de um conjunto de chapas de material bom condutor elétrico e material bom condutor magnético, as chapas devidamente justapostas. Na hipótese vertente foram utilizados o cobre e o aço, respectivamente os itens 1,2.

O efeito da frenagem é obtido através de ímã ou ímãs instalados na proximidade da superfície da chapa de cobre 1. Quando o conjunto das chapas de cobre mais aço 1, 2 começa a se movimentar próximo ao ímã, o campo magnético produzido por esse ímã gera uma corrente induzida na chapa de cobre 1 que, por sua vez, gera uma força oposta ao sentido de movimento. Ver Figuras 1, 2 e 3 ilustrando o conjunto da

bicicleta, o sistema de frenagem e as polias de transmissão da rotação até o conjunto de frenagem.



FICHA DE ANÁLISE DE DOCUMENTOS – PI 91001176-0 (P2)

1. IDENTIFICAÇÃO

Depósito: 21/03/1991	Publicação: 17/11/1992	Prioridade: BR
Título: Freio magnético para bicicleta ergométrica		
Titular: Brudden	Inventor: Valmor Grávio	
IPC: F16D 65/35, B62K 17/00		

2. CAMPO DA INVENÇÃO

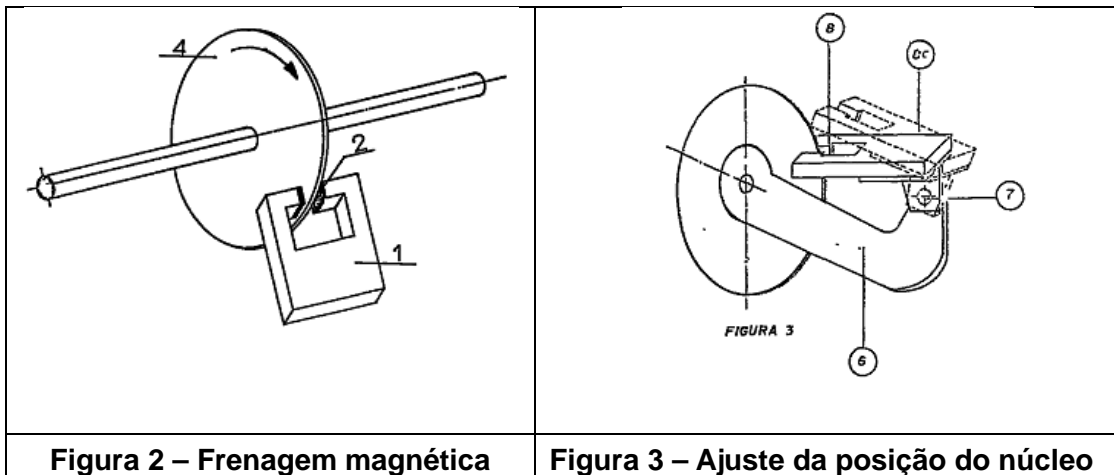
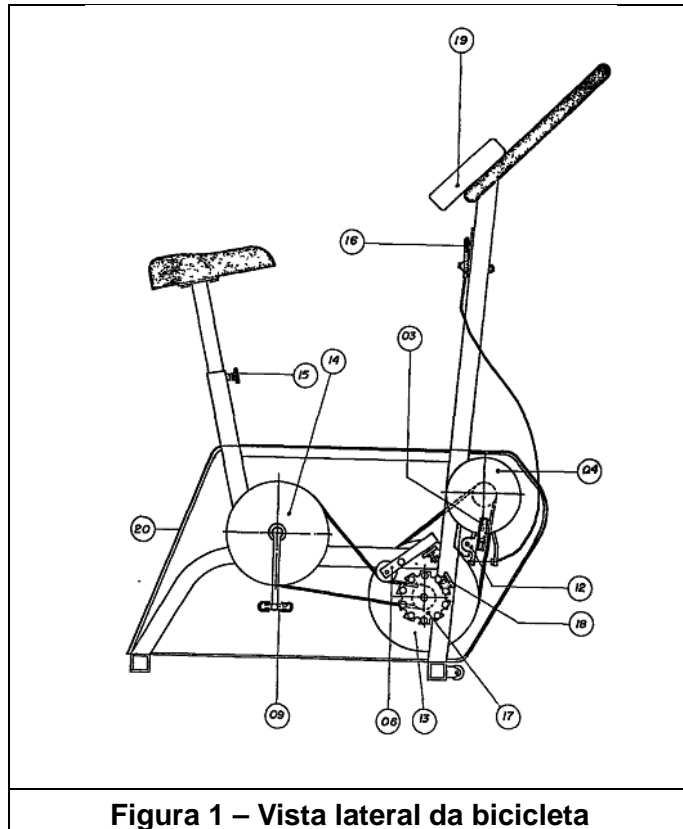
Pertence ao ramo industrial de aparelhos destinados aos esportes e à recuperação de convalescentes.

3. ESTADO DA TÉCNICA E PROBLEMAS EXISTENTES

As bicicletas ergométricas são aparelhos fixos nos quais se podem simular os movimentos e as evoluções de uma bicicleta verdadeira. Possuem um dispositivo de frenagem destinado a proporcionar resistência aos movimentos e simular subidas, o qual funciona com o emprego de uma correia que, tracionada, atrita sobre uma polia lisa movimentada pelo pedal da bicicleta. Como se trata de processo mecânico apresenta desde logo os problemas a ele inerentes. As correias desgastam-se ao atritarem contra a polia, além de serem afetadas pelo calor e pela umidade ambiente. Isso significa que o processo mecânico pertencente ao estado da técnica mostra-se ineficiente.

4. OBJETIVO, DESCRIÇÃO E VANTAGENS DA INVENÇÃO

Na presente invenção, o aumento ou redução do esforço durante o exercício é determinado por um dispositivo magnético de frenagem em que o fluxo magnético é gerado por um jogo de ímãs 2 fixado em núcleo de aço 1 em forma de "U", no interior do qual gira um disco de cobre 4. O fluxo magnético produzido pelo conjunto de ímãs gera sobre o disco de cobre uma corrente induzida que se opõe ao sentido de giro do disco. Para se obter o aumento ou redução da frenagem, basta variar a área do ímã sobre o disco de cobre através de uma alavanca, eis que quanto menor a área de ímã sobre esse disco, menor a força necessária para girar o disco (ver Figuras 1, 2 e 3).



FICHA DE ANÁLISE DE DOCUMENTOS – PI 9103541-4 (P3)

1. IDENTIFICAÇÃO

Depósito: 14/08/1991	Publicação: 23/03/1993	Prioridade: BR
Título: Disposições introduzidas em freio magnético para bicicleta ergométrica		
Titular: Brudden	Inventor: Valmor Grávio	
IPC: F16D 65/35, B62K 17/00, B62L 1/00		

2. CAMPO DA INVENÇÃO

Pertence ao ramo industrial de aparelhos esportivos e de condicionamento físico.

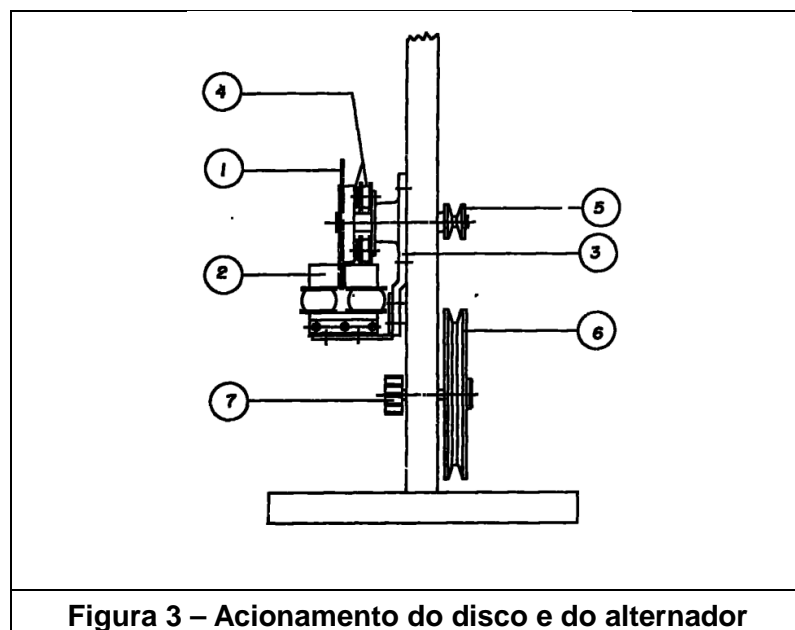
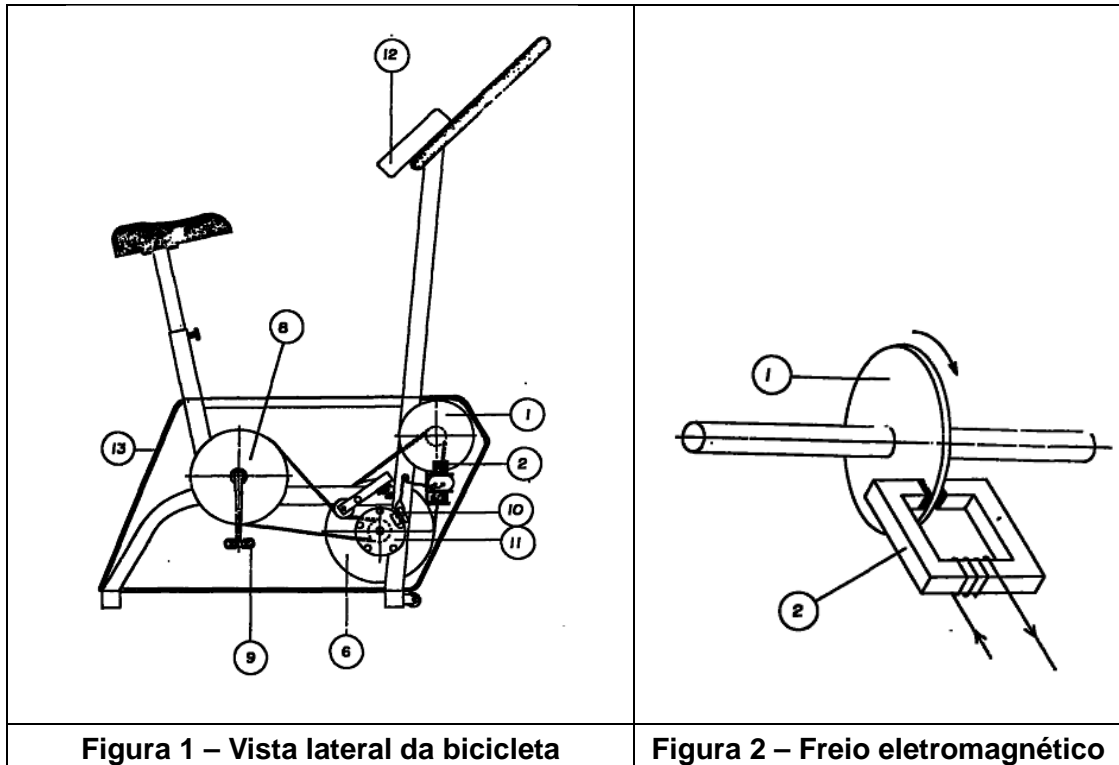
3. ESTADO DA TÉCNICA E PROBLEMAS EXISTENTES

As bicicletas ergométricas são aparelhos fixos nos quais se podem simular os movimentos e as evoluções de uma bicicleta verdadeira. Possuem um dispositivo de frenagem destinado a proporcionar resistência aos movimentos e simular subidas, o qual funciona com o emprego de uma correia que, tracionada, atrita sobre uma polia lisa movimentada pelo pedal da bicicleta. Como se trata de processo mecânico apresenta desde logo os problemas a ele inerentes. Uma alternativa é o uso de imãs permanentes como freio magnético empregando o princípio das correntes de Foucault geradas pela passagem de um material condutor elétrico pelo fluxo magnético induzido pelos imãs. Entretanto, para se alterar a força de frenagem é necessário variar-se a posição relativa do imã em relação ao material condutor, através de um mecanismo mecânico de atuação.

4. OBJETIVO, DESCRIÇÃO E VANTAGENS DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se a um freio eletromagnético, também baseado no princípio das correntes de Foucault, mas mediante a utilização de eletroímãs por meio dos quais basta haver variação na corrente elétrica que passa por suas bobinas para que haja variação no efeito de frenagem. Isso possibilita que um circuito eletrônico passe a comandar a corrente elétrica do eletroímã e assim controle a resistência ao movimento dos pedais, determinando o grau de frenagem e permitindo a dispensa do mecanismo mecânico de atuação. As Figuras 1, 2 e 3 ilustram o disco de frenagem de cobre 1, o eletroímã 2 e o alternador 4 para gerar a corrente elétrica para o eletroímã,

o alternador sendo localizado no mesmo mancal e eixo acionador 3, do disco de cobre.



FICHA DE ANÁLISE DE DOCUMENTOS PI 0404082-1 (P4)

1. IDENTIFICAÇÃO

Depósito: 22/09/2004	Publicação: 02/05/06	Prioridade: BR
Título: Sistema de controle de carga para bicicletas de academias de ginástica		
Titular: Brudden	Inventor: Sérgio Antonio Figueiredo	
IPC: A63B 22/06		

2. CAMPO DA INVENÇÃO

Refere-se a presente invenção a um sistema para prover o controle remoto e simultâneo da carga aplicada em uma pluralidade de bicicletas utilizadas em academias de ginástica.

3. ESTADO DA TÉCNICA E PROBLEMAS EXISTENTES

As academias de ginástica são normalmente providas de bicicletas estacionárias para a prática de exercícios, normalmente realizados por um grupo de pessoas orientadas por um instrutor e que seguem uma sequência de procedimentos geralmente denominados "RPM" ou "Spining". Essa orientação verbal, entretanto, não garante a correta ajustagem do esforço por cada aluno.

4. OBJETIVO, DESCRIÇÃO E VANTAGENS DA INVENÇÃO

Um objetivo da invenção é prover um sistema de controle de carga para bicicletas de academias de ginástica que permita ao instrutor, de um grupo de exercitandos, ajustar simultânea e conjuntamente a aplicação de cargas às bicicletas e, assim, uniformizar os esforços despendidos pelos exercitandos durante uma sequência de exercícios nessas bicicletas.

É um objetivo mais específico da presente invenção prover um sistema de controle de carga para bicicletas que permita ao instrutor ajustar, à distância, o grau de frenagem nas bicicletas. Esses e outros objetivos e vantagens da invenção são alcançados a partir de um conjunto de bicicletas estacionárias, cada uma tendo uma estrutura que carrega um par de pedais; uma roda de controle; um guidão; um elemento de freio; e um meio atuador para prover, quando acionado, um maior ou menor pressionamento do elemento de freio contra a roda de controle e assim variar a carga da bicicleta (frenagem mecânica).

De acordo com a invenção, o sistema compreende um motor elétrico 20 acoplado ao meio atuador 16, para acioná-lo nas operações de variação da carga; um módulo de controle eletrônico 30, operativamente associado ao motor elétrico, de modo a instruir o sentido e o tempo de seu acionamento nas operações de ajuste de carga; um meio receptor (antena) acoplado ao meio de controle eletrônico; um controle remoto a ser acionado por um instrutor para enviar, ao meio receptor, sinais representativos de ajustes de carga; um display e um teclado montados à estrutura e operativamente associados ao meio de controle eletrônico, dito teclado permitindo ao exercitando realizar ajustes de carga.

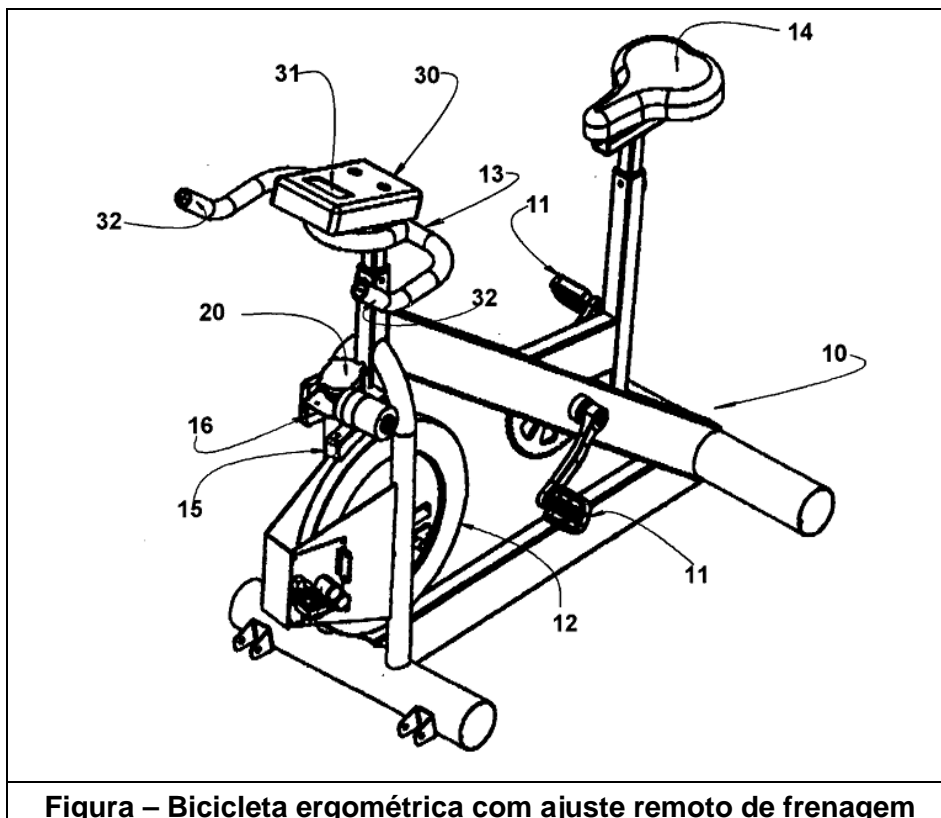


Figura – Bicicleta ergométrica com ajuste remoto de frenagem

FICHA DE ANÁLISE DE DOCUMENTOS – PI 0504274-7 (P5)

1. IDENTIFICAÇÃO

Depósito: 16/09/2005	Publicação: 05/06/07	Prioridade: BR
Título: Sistema para aquisição de dados de exercício físico e sua decodificação em sinais de comando de operação de um aparelho de ginástica		
Titular: Brudden	Inventor: Tony Lucas Zaros	
IPC: A63B 24/00		

2. CAMPO DA INVENÇÃO

Refere-se a presente invenção a um sistema para simular, em um aparelho de ginástica, as condições de um exercício realizado em um ambiente externo, aplicando tais condições à operação de um aparelho de ginástica residencial ou do tipo utilizado em academias de ginástica, tal como uma bicicleta ergométrica, uma esteira ou outro equipamento que simule exercícios realizados para cumprir um percurso.

3. ESTADO DA TÉCNICA E PROBLEMAS EXISTENTES

Nas academias, a simulação do ato do exercício realizado ao longo de um percurso, como o ato de caminhar em esteiras ou de pedalar em bicicletas ergométricas, cumpre seu papel de proporcionar exercícios físicos de intensidade previamente ajustada, permitindo ao usuário alterar a intensidade do esforço físico no transcorrer do exercício.

Para estimular e tornar mais agradável o exercício as academias posicionam televisores diante dos equipamentos, evitando desta forma que a falta de estímulo venha desinteressar o usuário a praticar o exercício. O objetivo dessa medida muito comum é o de tornar menos entediantes os tempos de duração dos exercícios.

Um aspecto negativo desse tipo de equipamento do estado da técnica diz respeito ao fato de o usuário ter, como opção de estímulo, os televisores distribuídos aleatoriamente nas academias ou mesmo em treinos residenciais e também à falta de controle do tempo e do nível de esforço empregado pelo usuário.

4. OBJETIVO, DESCRIÇÃO E VANTAGENS DA INVENÇÃO

Um objetivo da presente invenção é prover as academias de ginástica ou as residências, com um sistema para permitir a prática de exercícios físicos, do tipo que

simula um ambiente externo, com todas as variações de parâmetro encontradas durante um trajeto/percurso realizado pelo usuário em um ambiente externo.

De acordo com a invenção, o referido ambiente externo, utilizado na prática do referido exercício, pode ser obtido através de câmera de vídeo que captará as imagens de um percurso, gravando-as em arquivo digital, com sinais digitais gerados por diversos equipamentos, na forma de sensores, instalados na bicicleta ou em outro ou portador adequado, e que representem uma certa condição de esforço físico para cada trecho do percurso sendo percorrido a pé ou de bicicleta.

Quando se tratar da simulação de um exercício realizado em bicicleta ao longo de um percurso, a câmera de vídeo pode ser instalada na própria bicicleta usada para a aquisição de dados do percurso externo, ou em um capacete a ser portado pelo usuário. Nessa aplicação, a referida bicicleta é provida de um sensor de inclinação, de um sensor de velocidade e ainda de um sensor de esforço físico que pode tomar a forma de um "strain gage" instalado em um dos pedais da bicicleta (ver Figura). Todos esses dados, na forma de sinais digitais, são alimentados à entrada de áudio da câmera filmadora, simultaneamente à entrada dos sinais digitais representativos das imagens captadas.

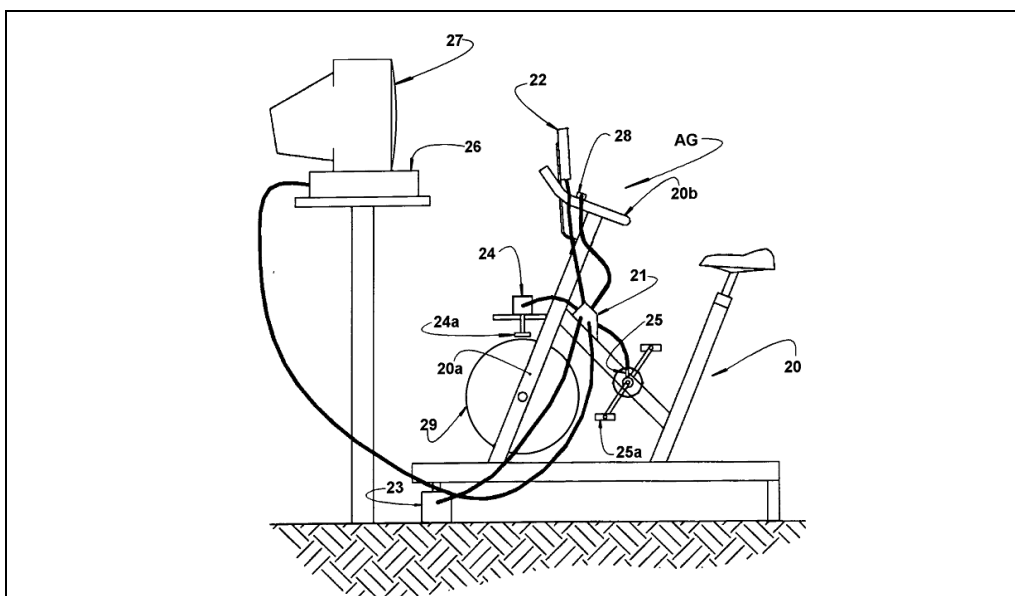


Figura – Bicicleta ergométrica com sistema de aquisição de dados

FICHA DE ANÁLISE DE DOCUMENTOS – PI 0505720-5 (P6)

1. IDENTIFICAÇÃO

Depósito: 16/12/2005	Publicação: 25/09/07	Prioridade: BR
Título: Bicicleta ergométrica para academias embarcadas		
Titular: Brudden	Inventor: Tony Lucas Zaros	
IPC: A63B 23/04		

2. CAMPO DA INVENÇÃO

Refere-se a presente invenção a uma construção de bicicleta ergométrica a ser montada em veículos de transporte de longa duração e provida de meios de amortecimento e de contenção para o usuário, visando reduzir os efeitos produzidos pelo balanço lateral, frontal, para cima e para baixo, pelas acelerações positiva e negativa, e pelas forças centrífugas e decorrentes do deslocamento do veículo ao qual a bicicleta é montada.

3. ESTADO DA TÉCNICA E PROBLEMAS EXISTENTES

Além das aplicações em ambientes estacionários, as bicicletas ergométricas são também utilizadas em mini-academias embarcadas, para permitir a prática de exercícios durante longas viagens em viagens rodoviárias, ferroviárias, aéreas e marítimas.

Entretanto, a simples montagem das usuais bicicletas ergométricas em veículos, tais como ônibus, "trailers", aviões e outros, não garante uma utilização confortável e segura durante o período em que o veículo está em deslocamento, principalmente nas montagens em veículos rodoviários.

4. OBJETIVO, DESCRIÇÃO E VANTAGENS DA INVENÇÃO

Considerando as limitações das atuais bicicletas ergométricas quando aplicadas em mini-academias embarcadas, é um objetivo da presente invenção prover uma bicicleta ergométrica a ser montada e utilizada em um veículo de transporte e que possa reduzir os efeitos das forças que atuam sobre o usuário quando do deslocamento do veículo, a bicicleta compreendendo as seguintes características:

- Uma estrutura de base 10 a ser assentada e fixada a um veículo de transporte;

- Uma armação 20 fixada sobre a estrutura de base e carregando os itens usuais de uma bicicleta ergométrica: selim, pedais, guidão e volante acionado pelos pedais;
- Uma coluna 15 inferiormente fixada a uma região extrema posterior de estrutura de base e da armação e projetando-se para cima dessas últimas, por trás do selim;
- Um encosto 70 anteriormente acolchoado e posteriormente fixado à coluna acima do selim e carregando, superiormente, um apoio de cabeça 71;
- Um par de protetores laterais 72 também acolchoados, projetando-se para frente do encosto;
- Um cinto de segurança 73 de três pontos e provido de mecanismo inercial e de recolhimento interno à coluna, um dos pontos sendo definido no topo da coluna e os outros dois nos protetores laterais;
- Um dispositivo de suspensão 90 projetado para amortecer as oscilações verticais;
- Uma almofada 80 fixada ao centro do guidão.

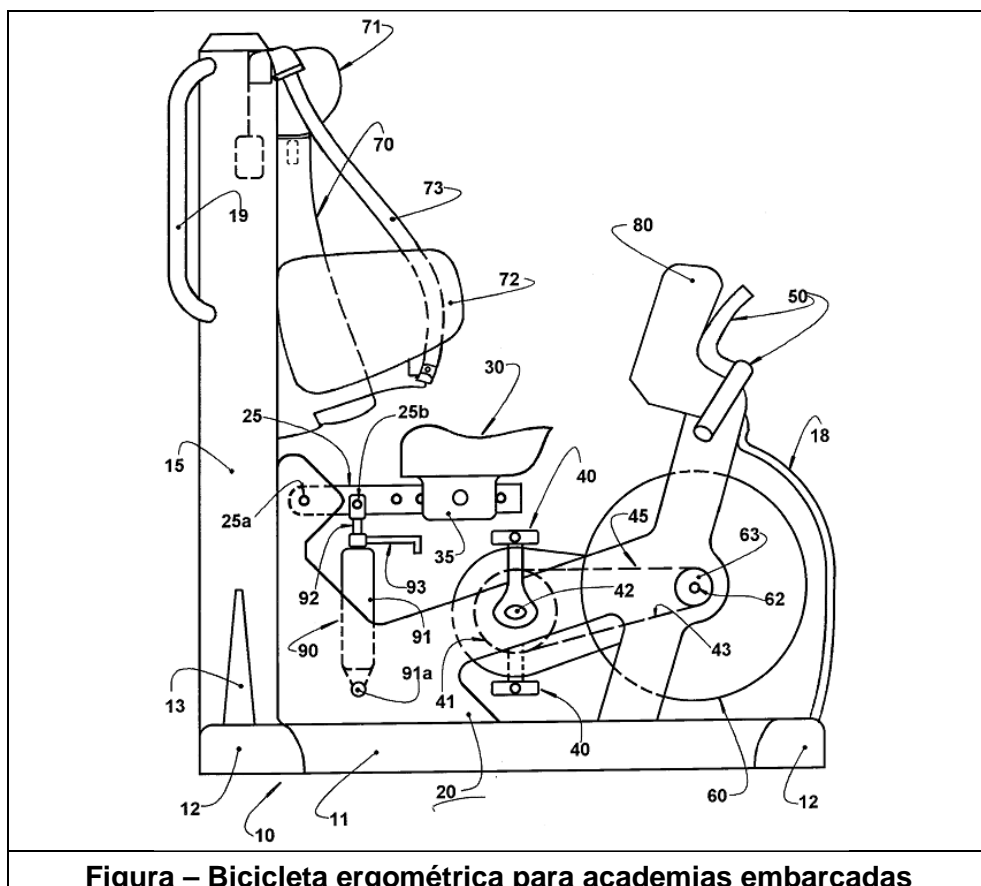


Figura – Bicicleta ergométrica para academias embarcadas

FICHA DE ANÁLISE DE DOCUMENTOS – PI 0605615-6 (P7)

1. IDENTIFICAÇÃO

Depósito: 11/12/06	Publicação: 29/07/08	Prioridade: BR
Título: Freio para aparelho de ginástica movido a pedais		
Titular: Brudden	Inventor: Tony Lucas Zaros	
IPC: A63B 22/06		

2. CAMPO DA INVENÇÃO

Refere-se o presente relatório a uma patente de invenção sobre freio para aparelho de ginástica movido a pedais, onde dito aparelho de ginástica, destina-se a exigir esforço físico do usuário para promover o seu movimento, contra a ação de frenagem regulável, que absorve energia e, portanto consome calorias do usuário, ao mesmo tempo em que proporciona um exercício cardiovascular.

Os freios que podem ser utilizados são dos tipos magnético, gerador ou mecânico, para frear um volante movimentado pelos pedais. Os equipamentos mecânicos, em particular, consistem essencialmente de sapatas com material de atrito que são pressionadas contra superfícies lisas de um volante, acionado diretamente pelos pedais, ou indiretamente através de polias e correia, ou através de engrenagens e corrente.

3. ESTADO DA TÉCNICA E PROBLEMAS EXISTENTES

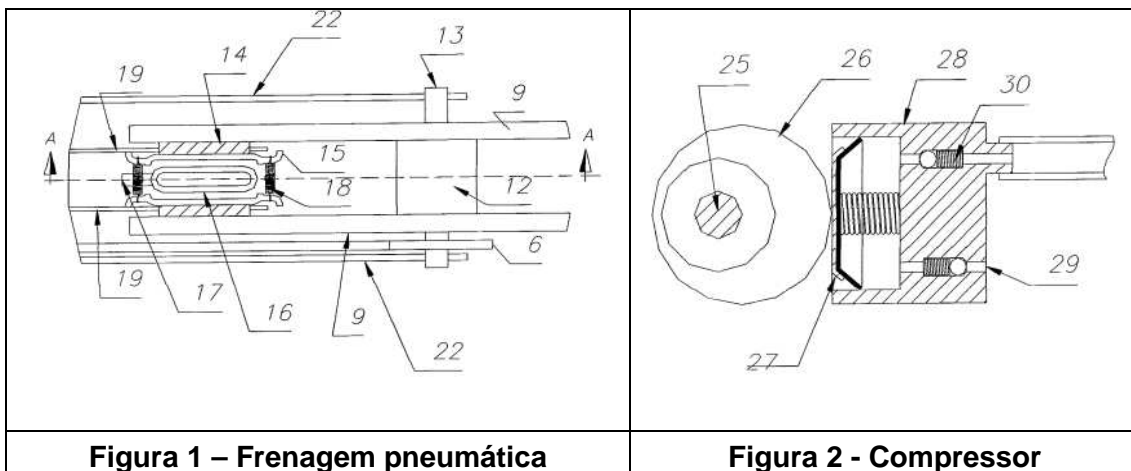
Para agir como freio, usa-se atualmente uma sapata com revestimento adequado ao atrito, que é pressionada contra o volante por meio de parafuso, acionado por um manete giratório. Outro tipo de freio muito usado é idêntico ao de bicicletas convencionais, com duas sapatas que agem em faces laterais opostas de um volante, junto ao qual são tracionadas por ação de um cabo de aço que, por sua vez, é tracionado por um manete, com efeito de carretel.

O ângulo de giro do manete dificilmente pode ser usado como parâmetro de frenagem pela dificuldade extrema de se obter precisão mecânica e regulação de sintonia fina em elementos em que décimos de milímetros podem separar roda livre de frenagem plena. Outra dificuldade para se obter precisão de ajuste é o desgaste usual das sapatas.

4. OBJETIVO, DESCRIÇÃO E VANTAGENS DA INVENÇÃO

A invenção refere-se a um freio para aparelho de ginástica movido a pedais que torna a regulagem de atrito universal para o mesmo tipo de equipamento, além de oferecer ao usuário um indicador visual e graduado da regulagem desse freio, de forma a oferecer um dado memorável, para futuras regulagens, ou como meio de se perceber e anotar progressos relativos às diversas alterações de regulagem.

De acordo com a invenção o freio é compreendido por pastilhas 14 tocando em uma das faces planas dos volantes 9, e providas de placas 15 entre as quais está montada uma câmara de ar 16, flexível, a cujo bico de enchimento 17 se liga uma tubulação de ar, sendo as sapatas sustentadas pelo chassi através de suportes 19 ou de lâminas flexíveis que permitem apenas movimentos de aproximação ou de afastamento das faces internas dos volantes (Figura 1). Um circuito pneumático que fornece, controla e indica a pressão compreende: um compressor 28 movido por um dos eixos 25, uma conexão de quatro vias ligada ao compressor, uma válvula de alívio regulada por um manípulo, um manômetro e uma câmara de ar 16 (Figura 2).



FICHA DE INFORMAÇÕES – PI 0802724-2 (P8)

1. IDENTIFICAÇÃO

Depósito: 31/07/08	Publicação: 23/03/10	Prioridade: BR
Título: Bicicleta ergométrica suspensa em parede		
Titular: Brudden	Inventor: Takashi Nishimura	
IPC: A63B 23/04, A63B 22/06		

2. CAMPO DA INVENÇÃO

Refere-se o presente relatório a uma bicicleta ergométrica suspensa em parede e, mais especificamente, a uma construtividade proporcionada à bicicleta ergométrica para possibilitar a sua disposição e uso associado a uma estrutura, de alvenaria ou não, que torna acessível ao usuário somente os componentes de controle e os pedais da bicicleta ergométrica propriamente dita.

3. ESTADO DA TÉCNICA E PROBLEMAS EXISTENTES

No atual estado de arte, as bicicletas ergométricas são totalmente autônomas e todos seus dispositivos são acionados pelo usuário. Assim, os acionamentos de freios, de movimento e de ventilação, quando houver, são todos constituídos por dispositivos a bordo.

Em função disso e do volume do mecanismo que compõe essa bicicleta ergométrica se faz necessária a provisão de uma carenagem para a cobertura e proteção de suas engrenagens, correntes ou correias de transmissão volantes e freio e seus dispositivos. Essa necessidade cria uma limitação no dimensionamento dessas peças de modo a não tornar o equipamento como um todo excessivamente grande.

4. OBJETIVO, DESCRIÇÃO E VANTAGENS DA INVENÇÃO

Assim, é um dos objetivos da presente invenção, prover uma bicicleta ergométrica suspensa em parede que não apresente limitação quanto ao dimensionamento de espaço para a instalação de seu mecanismo interno.

Outro objetivo da presente invenção é prover uma bicicleta ergométrica suspensa em parede que permita a manutenção ou regulagem de eventuais defeitos, mesmo durante o expediente da academia ou clube, sem que os usuários percebam.

De acordo com a presente invenção é provida uma divisória vertical 9 configurando uma parede, na qual a projeção horizontal da bicicleta 1 será fixada de forma suspensa, de modo a manter à disposição do usuário e no lado da parede correspondente ao salão de ginástica, a porção anterior da projeção horizontal com a saliência cilíndrica 2 à frente, onde se encontram os discos girantes 3 providos de pedais 4, e ainda a coluna 6 voltada para cima, no topo da qual é fixado o guidão 7 e o painel de comando e monitoração 8.

Na parte de trás da parede ou divisória 9 é definido um corredor somente acessível a funcionários que operam na manutenção e regulagem do conjunto mecânico e elétrico que compõe a bicicleta ergométrica, montados numa estrutura mais longa e mais larga.

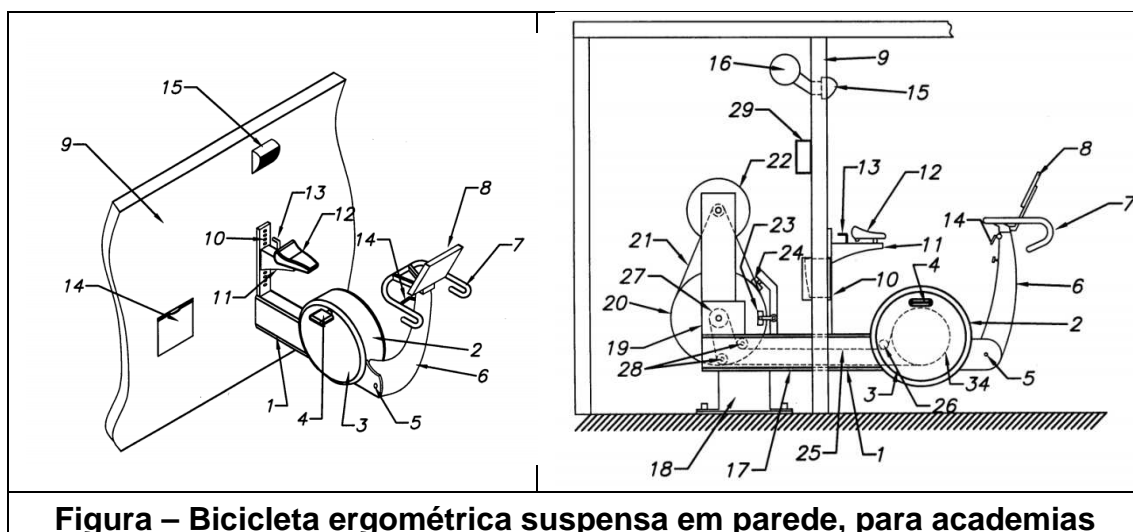


Figura – Bicicleta ergométrica suspensa em parede, para academias

FICHA DE ANÁLISE DE DOCUMENTOS – PI 0503240-7 (P9)

1. IDENTIFICAÇÃO

Depósito: 05/08/2005	Publicação: 20/03/07	Prioridade: BR
Título: Volante de inércia para equipamento de ginástica		
Titular: Brudden	Inventor: Sérgio Antonio Figueiredo	
IPC: A63B 22/00		

2. CAMPO DA INVENÇÃO

A invenção se refere a um volante de inércia para equipamentos de ginástica como bicicletas ergométricas, equipamentos elípticos e de simulação de escadas.

3. ESTADO DA TÉCNICA E PROBLEMAS EXISTENTES

Equipamentos de ginástica movidos pelo esforço humano, do tipo mencionado acima, são impulsionados pelas pernas do usuário girando pedais diretamente ou por meio de pranchas articuladas em pedais. Para impedir que haja uma variação considerável de velocidade angular num movimento em que o impulso varia conforme a posição dos pedais é normalmente utilizado um volante de inércia no equipamento que é acionado em velocidade maior que a dos pedais, por uma transmissão de correia ou corrente. Ao volante é normalmente incorporado um freio para que parte da energia física do usuário seja consumida, com um conseqüente consumo de calorías.

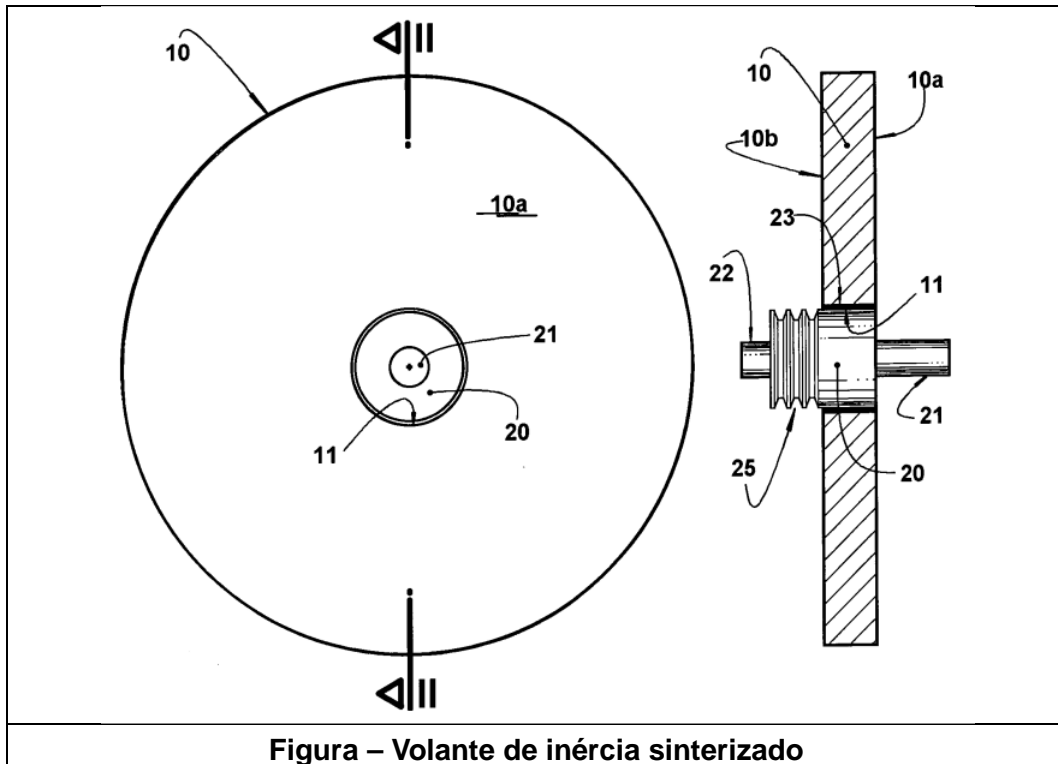
O volante de inércia é um disco de material de densidade alta, normalmente de ferro fundido, para garantir o máximo de momento de inércia. O volante de inércia constitui um componente caro, tanto pelo material que utiliza quanto pelo longo processo de fabricação.

4. OBJETIVO, DESCRIÇÃO E VANTAGENS DA INVENÇÃO

A presente invenção tem por objetivo prover um volante de inércia para equipamento de ginástica, apresentando uma redução de custo de fabricação em relação às soluções conhecidas.

De acordo com a invenção, o volante de inércia compreende um disco cilíndrico 10, de material não metálico, sinterizado e de alta densidade, provido de um furo central axial 11, e um eixo montado e fixado através do furo central axial do disco cilíndrico e

apresentando pontas de eixo 21, 22, a serem mancalizadas em uma estrutura do equipamento de ginástica (ver Figura).



ANEXO 1 – Patentes depositadas no Brasil, no período de 1998 a 2011

PATENTES DEPOSITADAS														
Tipos de Patentes e Origem do Depositante	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Total	14.970	19.640	20.783	21.618	20.230	20.093	20.422	21.847	23.179	24.915	26.841	25.956	28.141	31.765
residentes	4.737	6.157	6.515	7.061	6.955	7.478	7.690	7.339	7.214	7.373	7.873	7.766	7.286	7.764
não-residentes	10.233	13.483	14.268	14.557	13.275	12.615	12.732	14.508	15.965	17.542	18.968	18.190	20.855	24.001
Privilégio de Invenção	5.598	6.743	6.866	6.808	5.875	5.997	6.408	6.484	6.205	6.448	6.421	6.259	6.316	7.419
residentes	2.234	2.821	3.216	3.490	3.400	3.808	4.031	4.035	3.949	4.198	4.344	4.229	4.204	4.718
não-residentes	3.364	3.922	3.650	3.318	2.475	2.189	2.377	2.449	2.256	2.250	2.077	2.030	2.112	2.701
Modelo de Utilidade	2.497	3.326	3.279	3.553	3.489	3.588	3.573	3.210	3.180	3.049	3.440	3.383	2.989	3.005
residentes	2.422	3.257	3.197	3.461	3.438	3.539	3.525	3.159	3.126	3.011	3.385	3.353	2.920	2.905
não-residentes	75	69	82	92	51	49	48	51	54	38	55	30	69	100
Certificado de Adição	67	74	76	87	106	121	122	126	123	142	127	124	104	74
residentes	62	64	69	79	100	114	115	120	116	128	114	115	100	70
não-residentes	5	10	7	8	6	7	7	6	7	14	13	9	4	4
PCT	6.808	9.497	10.562	11.170	10.760	10.387	10.319	12.027	13.671	15.276	16.853	16.190	18.732	21.267
residentes	19	15	33	31	17	17	19	25	23	36	30	69	62	71
não-residentes	6.789	9.482	10.529	11.139	10.743	10.370	10.300	12.002	13.648	15.240	16.823	16.121	18.670	21.196

Fonte: Banco de Dados INPI

Disponível em: http://www.inpi.gov.br/images/docs/patentesdepositadas_1998_2011.pdf. Obtido em 04/04/2013.

ANEXO 2 – Patentes concedidas no Brasil, no período de 1998 a 2011

PATENTES CONCEDIDAS														
Tipos de Patentes	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Total	3.455	3.687	6.670	3.653	4.725	4.621	2.450	2.819	2.748	1.838	2.778	3.138	3.617	3.801
residentes	822	766	1.071	704	690	834	533	605	498	387	529	687	667	725
não-residentes	2.633	2.921	5.599	2.949	4.035	3.787	1.917	2.214	2.250	1.451	2.249	2.451	2.950	3.076
Privilégio de Invenção	2.443	2.411	3.656	1.635	1.698	2.113	809	973	858	702	992	1.149	1.166	1.100
residentes	425	437	661	381	336	401	260	240	228	185	230	338	311	374
não-residentes	2.018	1.974	2.995	1.254	1.362	1.712	549	733	630	517	762	811	855	726
Modelo de Utilidade	405	335	435	325	362	444	259	361	266	198	287	351	357	345
residentes	397	328	409	314	345	419	252	343	256	187	278	333	343	332
não-residentes	8	7	26	11	17	25	7	18	10	11	9	18	14	13
Certificado de Adição	-	-	1	3	3	13	8	15	15	13	17	16	10	13
residentes	-	-	1	3	2	11	8	13	10	10	17	14	10	13
não-residentes	-	-	-	-	1	2	-	2	5	3	-	2	-	-
PCT	607	941	2.578	1.690	2.662	2.051	1.374	1.470	1.609	925	1.482	1.622	2.084	2.343
residentes	-	1	-	6	7	3	13	9	4	5	4	2	3	6
não-residentes	607	940	2.578	1.684	2.655	2.048	1.361	1.461	1.605	920	1.478	1.620	2.081	2.337

Disponível em: http://www.inpi.gov.br/images/docs/patentes_concedidas_2011.pdf. Obtido em 04/04/2013.