

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
ENGENHARIA DE MATERIAIS**

DESENVOLVIMENTO DE UM MÉTODO PARA LEVANTAMENTO DE
TECNOLOGIAS DE MATERIAIS EMPREGADOS NO TREM DE FORÇA
AUTOMOTIVO (POWERTRAIN) A PARTIR DE PATENTES

Giordano Coscelli Rocco

São Carlos
2010

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
ENGENHARIA DE MATERIAIS**

Desenvolvimento de um método para levantamento de tecnologias de materiais empregados no trem de força automotivo (powertrain) a partir de patentes

Giordanno Coscelli Rocco

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais como requisito parcial à obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIA E ENGENHARIA DE MATERIAIS

Orientador: Prof. Dr. José Ângelo Rodrigues Gregolin

Co-orientador: Prof. Dr. Leandro Innocentini Lopes de Faria

Agência Financiadora: CAPES

São Carlos

2010

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

R671dm

Rocco, Giordanno Coscelli.

Desenvolvimento de um método para levantamento de tecnologias de materiais empregados no trem de força automotivo (powertrain) a partir de patentes / Giordanno Coscelli Rocco. -- São Carlos : UFSCar, 2012.
161 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2010.

1. Engenharia de materiais. 2. Patentes. 3. Seleção de materiais. 4. Prospecção tecnológica. 5. Inteligência competitiva. I. Título.

CDD: 620.11 (20^a)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família e amigos, em especial aos meus pais que nunca pouparam esforços para contribuir na educação de seus filhos.

VITAE DO CANDIDATO

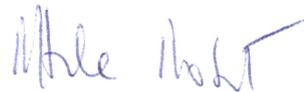
Engenheiro de Materiais pela Universidade Federal de São Carlos (2006), Técnico em Mecânica pelo Liceu de Artes e Ofícios de São Paulo – Escola Técnica (1999).

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE
GIORDANNO COSCELLI ROCCO
APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
ENGENHARIA DE MATERIAIS, UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS,
EM SÃO CARLOS, 27 DE MAIO DE 2010.

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. José Angelo Rodrigues Gregolin
Orientador
UFSCar



Profa. Dra. Maria Helena Robert
UNICAMP



Prof. Dr. Claudemiro Bolfarini
UFSCar

AGRADECIMENTOS

Caros amigos e familiares, agradeço a cada um de vocês. Creio que cada pessoa com que convivi e conheci durante a vida, contribuiu de alguma forma para que este trabalho tenha sido realizado da maneira como o foi.

Graças a vocês, eu sou o ser humano que sou e continuarei mudando enquanto existir, por continuar interagindo com vocês e com tantos outros seres que ainda haverão de passar pelo meu caminho... Muito obrigado!

RESUMO

A presente pesquisa aborda o estudo de tecnologias de materiais empregados em trem de força de veículos automotivos a partir de patentes, visando fornecer subsídio adicional à tomada de decisão neste universo, principalmente na seleção de materiais e seus processamentos. O trem de força é atualmente o subsistema mais importante em um automóvel, sendo apontado como principal responsável nas mudanças e evoluções tecnológicas que virão acontecer no contexto da indústria automotiva. Neste sentido, as tecnologias de materiais e seus processamentos, além de metodologias de seleção dos mesmos, assumem um papel fundamental como vetor de mudança, proporcionando alternativas que preencham as novas demandas e desafios estipulados pelo mercado consumidor e regulamentações, tais como: Redução de custos; Redução de peso (para economia de combustível); Meio-Ambiente (economia de combustível, redução de emissões, combustíveis alternativos, reciclagem); Segurança; Conforto; Customização / Variabilidade; e Arquitetura do(s) produto(s). Para levantar e analisar informações técnicas sobre os materiais e sua relação com este mercado, além de suas tendências, utilizou-se técnicas de prospecção tecnológica e inteligência competitiva, tendo a análise de patentes como principal ferramenta, auxiliada pelo uso de softwares específicos de tratamento de informação, análises bibliométricas e de conteúdo. Verificou-se destaque para materiais envolvendo baixa densidade, boas propriedades mecânicas, além de bom desempenho em relação a fenômenos de superfície e desgaste, como é o caso dos lubrificantes, alumínio, aços, materiais cerâmicos, poliméricos, compósitos, nanotecnologia, entre outros. Foram pesquisadas em maiores detalhes as tecnologias envolvendo alumínio e magnésio, onde foi possível identificar ênfase nos processamentos envolvendo técnicas de recobrimento superficial e fundição. Quanto aos maiores depositantes de patentes, o destaque fica para empresas como General Electric, Nippondenso, além de montadoras japonesas como Toyota, Nissan, Honda e Mitsubishi.

DEVELOPMENT OF A PATENT BASED METHOD FOR SURVEYING MATERIALS TECHNOLOGIES USED IN AUTOMOTIVE POWERTRAIN

ABSTRACT

This research approaches the study from patents of technologies for materials used in power train of motor vehicles, to provide additional information in order to support decision making in this universe, especially in the selection of materials and their processing. The powertrain is currently the most important subsystem in a car, being appointed as chief in the changes and technological developments that will happen in the context of the automotive industry. In this sense, the technologies of materials and their processing, and methods of selection of the latter assume a key role as a vector for change, providing alternatives that meet the new demands and challenges set by the consumer market and regulations, such as: Cost reduction; Weight Reduction (for fuel economy) Environment (fuel economy, reduced emissions, alternative fuels, recycling); Security; Comfort; Customization / variability, and product(s) design. To raise and analyze technical information on materials and its correlation with the market, and their trends, it was used the techniques of technological forecasting and competitive intelligence, and the analysis of patents as the primary tool, aided by the use of specific treatment information software, bibliometric analysis and content analysis. There was emphasis on materials involving low density, good mechanical properties, and good performance in relation to surface phenomena and wear, such as lubricants, aluminum, steel, ceramics, polymers, composites, nanotechnology, among others. Were investigated in more detail the technologies involving aluminum and magnesium, it was possible to identify an emphasis on processing techniques involving surface coating and casting. As for the biggest depositors of patents, the focus is for companies like General Electric, Nippondenso, and Japanese automakers like Toyota, Nissan, Honda and Mitsubishi.

SUMÁRIO

	Pág.
AGRADECIMENTOS	ii
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
SUMÁRIO	v
ÍNDICE DE TABELAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
SÍMBOLOS E ABREVIACÕES	xiii
1 Introdução	1
2 Objetivos	3
3 Revisão Bibliográfica	5
3.1 Situação e tendências em tecnologias de materiais automotivos	5
3.1.1 Panorama do mercado automotivo.....	5
3.1.2 Evolução das tecnologias automotivas e de seus materiais.....	12
3.1.3 O trem de força automotivo e seus materiais	20
3.2 Métodos de seleção e prospecção tecnológica de interesse para o planejamento e uso de materiais no setor automotivo	25
3.2.1 Métodos de seleção de materiais	25
3.2.2 Métodos de prospecção tecnológica	29
3.2.3 Métodos de inteligência competitiva e prospecção tecnológica ...	34
3.2.4 Patentes como fontes de informação para inovação e instrumento analítico para prospecção tecnológica	42
4 Materiais e Métodos.....	57
4.1 Equipamentos, <i>softwares</i> e sistemas computacionais empregados ...	57
4.2 Bases de dados on-line utilizadas como fontes de informação.....	58

4.2.1	Base de dados CIP versão 8 (<i>International Patent Classification</i>)	58
4.2.2	Base de dados <i>Derwent Innovations Index</i>	59
4.2.3	Base de dados Esp@cenet – EPO.....	60
4.3	Coleta de Patentes.....	61
4.3.1	Expressões de Busca.....	61
4.3.2	Recuperação de Documentos e Criação do Banco de Dados no <i>Software VantagePoint</i>	63
5	Resultados e discussão.....	77
5.1	Patenteamento de tecnologias selecionadas de materiais relativas ao trem de força de veículos automotivos.....	77
5.2	Patenteamento em tecnologias associadas majoritariamente a ligas de alumínio e ao trem de força de veículos automotivos.....	86
5.2.1	Panorama geral de patenteamento.....	86
5.2.2	Aplicação do alumínio no subconjunto de motor.....	87
5.2.3	Aplicação do alumínio no subconjunto de transmissão.....	93
5.3	Patenteamento em tecnologias associadas majoritariamente a ligas de magnésio e trem de força de veículos automotivos.....	97
5.3.1	Panorama geral do patenteamento.....	97
5.3.2	Aplicação do magnésio no subconjunto de motores.....	99
5.3.3	Aplicação do magnésio no subconjunto de transmissão.....	104
5.4	Principais titulares e países de origem das patentes relacionadas ao uso de tecnologias de alumínio e magnésio em trem de força de veículos automotivos.....	108
5.5	Considerações finais sobre o patenteamento de materiais aplicados em trem de força automotivo.....	113
6	Conclusões.....	117
7	Sugestões para futuros trabalhos.....	119

Referências bibliográficas	121
APÊNDICE 1	129
APÊNDICE 2	133
APÊNDICE 3	145
APÊNDICE 4	147
ANEXO 1	149
ANEXO 2	155

ÍNDICE DE TABELAS

	Pág.
Tabela 3.1 – Produção e vendas mundiais de automóveis	5
Tabela 3.2 – Ranking dos cinquenta maiores produtores mundiais de veículos em 2007, organizados por Empresa.....	9
Tabela 3.3 – Exemplos de direções para desenvolvimento tecnológico em sistemas de trem de força e áreas temáticas correlatas da iniciativa de “Prospecção Veicular”	23
Tabela 4.1 – Universo de documentos de patentes estudados por tecnologia de materiais e aplicação em toda a cobertura da base de dados <i>Derwent Innovations Index</i> , de 1963 até a data de busca.....	65
Tabela 4.2 – Universo de documentos de patentes estudados por tecnologia de materiais e aplicação, limitados ao período entre 1986 e 2005, retirados da base <i>Derwent Innovations Index</i>	66
Tabela 4.3 – Grupos relativos aos processos selecionados de transformação do alumínio e do magnésio utilizados em trem de força automotivo	75
Tabela 5.1 – Ranking dos principais titulares com maior número de depósitos para tecnologias relacionadas ao alumínio com aplicação em trem de força automotivo	109

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 3.1 – Estimativa de superação do PIB do bloco econômico dos G6 pelo bloco econômico BRIC	7
Figura 3.2 – Exemplos de automóveis produzidos com materiais rústicos	14
Figura 3.3 – Esquema de materiais de massa reduzida presentes no protótipo P2000 da Ford Motor Company	16
Figura 3.4 – Comparativo do percentual dos materiais utilizados em 1997 e os empregados atualmente	17
Figura 3.5 – Sistema de amortecedor com fluido magneto-reológico	19
Figura 3.6 – Variações de propriedades do suporte magneto-reológico da empresa Delphi	20
Figura 3.7 – Ilustração do subconjunto “Trem de Força” de um automóvel ...	21
Figura 3.8 – Modelo simplificado da análise de fatores na seleção de materiais	27
Figura 3.9 – Exemplo de mapa bidimensional de fatores (rigidez-custo) na seleção de materiais	28
Figura 3.10 – Cinco visões de futuro de acordo com VANSTON e VANSTON.....	30
Figura 3.11 – Adaptação do Ciclo de Inteligência Competitiva utilizado pelo Núcleo de Informação Tecnológica em Materiais - NIT/UFSCar.	36
Figura 3.12 – A pirâmide do processo de inteligência de FULD	37
Figura 3.13 – Recursos para Inteligência Tecnológica Competitiva.....	37
Figura 3.14 – As cinco forças competitivas que determinam a rentabilidade da indústria segundo Michael Porter	40

Figura 3.15 – Extração imediata de informação contida na folha de rosto de uma patente norte-americana.....	47
Figura 3.16 – Disposição geral das patentes sobre materiais compósitos, materiais inteligentes, nanotecnologia e aeronáutica/espacial	48
Figura 3.17 – Evolução do depósito de patentes sobre nanotecnologia aplicada ao setor aeronáutico/espacial	49
Figura 3.18 – Maiores ocorrências de titulares de patentes sobre nanotecnologia aplicada ao setor aeronáutico/espacial	50
Figura 3.19 – Maiores ocorrências de países de origem das patentes sobre nanotecnologia aplicada ao setor aeronáutico/espacial	50
Figura 3.20 – Número de patentes sobre aplicação de nanotecnologia em componentes de aeronaves, identificadas e agrupadas de acordo com o código internacional de classificação de patentes	51
Figura 3.21 – Número de patentes por país de origem, identificadas em estudo prospectivo no setor de moldes para injeção de plásticos.....	53
Figura 3.22 – Exemplo de síntese gerencial em células de combustível	54
Figura 4.1 – Ilustração dos conjuntos de dados gerados pelas expressões de busca. Neste caso o conjunto de tecnologias de alumínio aplicadas em motores	62
Figura 4.2 – Exemplo de reestruturação de documento de patente	64
Figura 4.3 – Descritivo dos códigos utilizados para refinamento das buscas de tecnologias relacionadas ao uso do alumínio e magnésio para tecnologias majoritariamente relacionadas ao alumínio e suas ligas, e magnésio e suas ligas	68

Figura 4.4 – Exemplo de organização dos registros em grupos no <i>software VantagePoint</i>	70
Figura 4.5 – Distribuição dos registros de patente nos grupos que apresentam as características almejadas nos produtos, requisitos do mercado consumidor e regulamentações	73
Figura 4.6 – Distribuição dos registros de patente nos grupos relativos aos processos selecionados de transformação do alumínio e do magnésio utilizados em trem de força automotivo	76
Figura 5.1 – Evolução do patenteamento das tecnologias de materiais selecionadas com aplicação em trem de força automotivo	77
Figura 5.2 – Evolução do patenteamento das tecnologias de materiais selecionadas com aplicação em trem de força automotivo: Subconjunto Motor	79
Figura 5.3 – Evolução do patenteamento das tecnologias de materiais selecionadas com aplicação em trem de força automotivo: Subconjunto Transmissão	80
Figura 5.4 – Comparativo da evolução do patenteamento em tecnologias de alumínio e magnésio, e a exclusão dos documentos relacionados com ligas a base de ferro.....	85
Figura 5.5 – Evolução do patenteamento de tecnologias relacionadas majoritariamente ao uso de ligas de alumínio em sistemas de trem de força automotivo	86
Figura 5.6 – Patenteamento de processos envolvendo tecnologias majoritariamente de ligas de alumínio na fabricação de motores automotivos.....	88
Figura 5.7 – Mapa de co-ocorrência de patentes compreendendo os diferentes processamentos do alumínio em motores, com as	

características técnicas do produto, necessidades e regulamentações de mercado	91
Figura 5.8 – Patenteamento de processos envolvendo tecnologias majoritariamente de ligas de alumínio na fabricação de transmissões automotivas	93
Figura 5.9 – Mapa de co-ocorrência de patentes compreendendo os diferentes processamentos do alumínio em transmissões, com as características técnicas do produto, necessidades e regulamentações de mercado	96
Figura 5.10 – Evolução do patenteamento de tecnologias relacionadas ao uso de ligas de magnésio em sistemas de trem de força automotivo	98
Figura 5.11 – Patenteamento de processos envolvendo tecnologias majoritariamente de ligas de magnésio na fabricação de motores automotivos	99
Figura 5.12 – Mapa de co-ocorrência de patentes compreendendo os diferentes processamentos do magnésio em motores, com as características técnicas do produto, necessidades e regulamentações de mercado	102
Figura 5.13 – Patenteamento de processos envolvendo tecnologias majoritariamente de ligas de magnésio na fabricação de transmissões automotivas	104
Figura 5.14 – Mapa de co-ocorrência de patentes compreendendo os diferentes processamentos do magnésio em transmissões, com as características técnicas do produto, necessidades e regulamentações de mercado	107
Figura 5.15 – Países de origem dos documentos de patentes relacionados ao uso do alumínio e do magnésio em trem de força automotivo	111

SÍMBOLOS E ABREVIACÕES

ABRAIC	- Associação Brasileira dos Analistas de Inteligência Competitiva
Al	- Alumínio
Amf	- Metais Amorfos
ANFAVEA	- Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
Aplic.	- Aplicação
ARIPO	- <i>African Regional Intellectual Property Organization</i>
BRIC	- Bloco econômico formado por Brasil, Rússia, Índia e China
CAFE	- <i>Clean Air for Europe</i>
Cer	- Cerâmicas
CIA	- <i>Central Intelligence Agency</i>
CIP	- Código internacional de classificação de patentes
CNUMAD	- Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento
Cpt	- Compósitos
Cu	- Cobre
CVT	- <i>Continuously Variable Transmission</i>
EPA	- <i>Environmental Protection Agency</i>
EPO	- <i>European Patent Office</i>
EU 4	- Norma europeia de emissões
EUA	- Estados Unidos da América
Euro 5 e 6	- Normas europeias de emissões
FibC	- Fibra de Carbono
FoFo	- Ferro Fundido
Forj. Pr.	- Forja de Precisão
Forja	- Forjamento
Fund.	- Fundição
G6	- Bloco econômico formado pelos seis países com maior produto interno bruto

GM	- <i>Genreal Motors Company</i>
H.Form.	- Hidro/Magneto Formagem
IC	- Inteligência Competitiva
Inj.	- Injeção
Intel	- Materiais Inteligentes
IPC	- <i>International Patenting Code</i>
Lub	- Lubrificantes
M. Pó	- Metalurgia do Pó
Mg	- Magnésio
Nano	- Nanotecnologia
NIT	- Núcleo de Informação Tecnológica em Materiais do Departamento de Engenharia de Materiais da Universidade Federal de São Carlos
NLP	- <i>Natural Language Processing</i>
OECD	- Organização para Cooperação e Desenvolvimento econômico
OMPI	- Organização Mundial da Propriedade Intelectual
PCT	- <i>Patent Cooperation Treaty</i>
PIB	- Produto interno bruto
PM	- Metalurgia do Pó
PNGV	- <i>Partnership for a new generation of vehicles</i>
Pol	- Polímeros
Recob.	- Tratamento de Superfície
Semi. Sol.	- Conformação no Estado Semi-Sólido
Solda	- Soldagem
ToTo	- Tratamento Térmico
Vidr	- Vidros (e fibra de vidro)

1 Introdução

A indústria automotiva está entre as maiores indústrias do mundo, compreendendo em sua cadeia o design, projeto, desenvolvimento, manufatura, marketing, vendas e assistência técnica de veículos automotores. Em 2007, cerca de 71,9 milhões de automóveis foram vendidos mundialmente, sendo que os mercados (consumidor e produtor) mais significativos foram a América do Norte, Europa, Ásia e região do pacífico [1].

Antes da crise econômica mundial no segundo semestre de 2008 afetar o consumo e produção de bens no mundo inteiro, estudos de prospecção de mercado previam um crescimento anual médio para o segmento de veículos pesados na ordem de 4% em escala global [2]. A frota mundial de automóveis em 2008 era de cerca de 800 milhões de veículos, sendo que este número pode chegar a 1,1 bilhão de unidades até 2020, representando um crescimento de 15% ao ano [3].

Para manter-se competitivo em um mercado destas dimensões, é necessário estar atento às necessidades de mercado e inovações em todos os aspectos. No ano de 2005, enquanto a então maior produtora mundial de automóveis, General Motors, anunciava a demissão de mais de 25.000 (vinte e cinco mil) postos de trabalho e assistia sua participação no mercado norte americano cair de 46% (em meados de 1950) para 27%, montadoras asiáticas e européias como, por exemplo, Toyota, Honda, Nissan e BMW, correspondiam juntas a 41% das vendas no território norte americano, sendo que cerca de 50% deste volume de veículos já era produzido localmente. Grande parte desta perda é justificada pela falta de atenção das montadoras americanas em relação às mudanças relativas ao mercado consumidor, novas regulamentações ou exigências ambientais e, principalmente, à capacidade de inovação dos seus concorrentes frente a todos estes requisitos [4].

A grande maioria dos avanços tecnológicos do setor não teria sido possível sem a evolução dos materiais e de suas tecnologias correlatas. Um exemplo clássico é relacionado ao desenvolvimento da dinâmica veicular, que

começou a ser estudada no início do século vinte e embora envolva técnicas e conhecimentos profundos do campo da engenharia mecânica, tinha como fator limitante o desenvolvimento de pneus, conseqüentemente de borrachas e seus processos de fabricação [5]. Para atender os requisitos atuais do mercado, as tecnologias de materiais continuam sendo fator crucial no desenvolvimento de novos produtos e tecnologias [6].

Segundo estudo divulgado no ano de 2006 pela Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores – ANFAVEA, em comemoração aos 50 anos da indústria automobilística no Brasil, o sistema de trem de força dos veículos, em especial a parte relativa à propulsão, é um elemento chave no desenvolvimento dos automóveis. Fatores como preços do petróleo e os cuidados com o meio-ambiente permearão as decisões e os investimentos para garantir o futuro da mobilidade. Novas tecnologias de processamento e o desenvolvimento de materiais como o alumínio, polímeros, compósitos e cerâmicos, darão forte contribuição para este desenvolvimento, no entanto, o desenvolvimento de nanotecnologias é apontado como possível responsável das grandes mudanças e inovações que venham acontecer nesta indústria [7].

Neste cenário inovador, monitorar e entender os competidores e o mercado consumidor, planejar e diminuir os riscos nas tomadas de decisões e investimentos no tocante às tecnologias que envolvam materiais são considerados fatores fundamentais para o sucesso e continuidade de uma empresa atuante neste segmento [8].

Para tanto, utilizar técnicas de inteligência competitiva e prospecção tecnológica para observar e extrair informações, por exemplo, de publicações de jornais especializados, artigos científicos, conferências, congressos, utilizando engenharia reversa, informações de patentes, etc. fornece subsídio adicional à tomada de decisão no âmbito da ciência e engenharia de materiais.

2 Objetivos

O presente trabalho, realizado no Núcleo de Informação Tecnológica do Departamento de Engenharia de Materiais da Universidade Federal de São Carlos (NIT/Materiais - UFSCar), tem como objetivo desenvolver um método para levantamento de tecnologias de materiais e processos de fabricação aplicados ao trem de força automotivo, com ênfase no alumínio e magnésio, empregando metodologias de prospecção tecnológica e inteligência competitiva, pesquisadas e desenvolvidas com base em informações extraídas de patentes. Os objetivos específicos são os seguintes:

- Elaborar e analisar indicadores a partir de conjuntos de patentes referentes à aplicação de tecnologias de materiais em sistema de trem de força automotivo.
- Identificar e avaliar a evolução histórica de patenteamento das principais tecnologias de materiais utilizadas em sistemas de trem de força automotivo;
- Avaliar os indicadores gerados combinados com informações de literatura, de modo a identificar as tecnologias de materiais que apresentam maior tendência de desenvolvimento e exploração comercial em sistemas de trem de força automotivo e seus subsistemas;
- Identificar e avaliar as técnicas de processamento para materiais específicos mais utilizadas em sistemas e subsistemas de trem de força automotivo, observando possível relação e tendências quanto às características dos produtos, os requisitos e expectativas do mercado consumidor, e regulamentações.
- Fornecer subsídio adicional para a tomada de decisão em ciência e engenharia de materiais, principalmente no tocante à seleção de materiais e processos de fabricação específicos, de utilização em sistema de trem de força automotivo.
- Identificar os principais atores do mercado relacionados à utilização das tecnologias de materiais selecionadas e seu patenteamento;

- Identificar quais os países que detém mais patentes em tecnologias de materiais específicas, aplicadas em trem de força automotivo;
- Contribuir para a melhor elucidação dos pontos fortes, problemas, e limitações da técnica desenvolvida e empregada nesta pesquisa para análise de patentes quando comparada a técnicas similares.

3 Revisão Bibliográfica

3.1 Situação e tendências em tecnologias de materiais automotivos

3.1.1 Panorama do mercado automotivo

Devido aos altos volumes de produção e à complexidade de sua cadeia produtiva, de distribuição e pós-vendas, a indústria automotiva está entre as indústrias de maior importância para a economia global. Em 2007, cerca de 71,9 milhões de automóveis foram vendidos mundialmente, sendo que os mercados mais significativos foram a Europa, Ásia e região do pacífico, e a América do Norte. Estas regiões também são as maiores produtoras, como pode ser observado na Tabela 3.1 [1].

Tabela 3.1 Produção e vendas mundiais de automóveis [1].

Produção global					
	Carros 2007	Caminhões 2007	Total 2007	Total 2006	Variação % 06-07
Ásia-Pacífico	21.861.131	7.540.572	29.401.703	27.261.976	7,8
Europa	20.184.306	3.634.730	23.819.036	22.429.764	6,2
Am. Norte	6.682.402	8.784.469	15.466.871	15.939.658	-3,0
Am. Latina	2.973.547	895.724	3.869.271	3.384.238	14,3
Oriente médio	1.072.325	239.261	1.311.586	1.206.553	8,7
Africa	41.648	362.313	778.793	76.989	1,2
TOTAL	53.190.191	21.457.069	74.647.260	70.992.079	5,1

Vendas globais					
	Carros 2007	Caminhões 2007	Total 2007	Total 2006	Variação % 06-07
Europa	19.198.854	3.728.731	22.927.585	21.955.326	4,4
Ásia-Pacífico	14.727.330	6.692.764	21.420.094	20.006.929	7,1
Am. Norte	9.379.152	9.993.099	19.372.251	19.990.300	-3,1
Am. Latina	3.336.011	1.072.092	4.408.103	3.617.424	21,9
Oriente médio	1.907.938	45.911	2.367.048	2.184.292	8,4
Africa	947.718	458.057	1.405.775	1.372.337	2,4
TOTAL	49.497.003	22.403.853	71.900.856	69.126.608	4,0

Nota: Refletem a produção e vendas de miniveículos; veículos de passeio (passageiros); veículos comerciais (leves, médios e pesados); e ônibus.

A América Latina vem logo em seguida, e apesar de apresentar números não tão significativos quanto Europa, Ásia e América do Norte, chama atenção pelo incremento, considerando os dados do ano de 2006 para 2007, de 14,3% em termos de produção e 21,9% em relação a vendas.

Os mercados da América do Norte e Japão recuaram (-3,1% e -6,8% em relação a 2006), enquanto que na América do Sul e na Ásia cresceram fortemente. Entre os maiores mercados, um rápido crescimento em 2007, relativo a 2006, é observado principalmente na Rússia (28.9%), Brasil (24.0%), China (18.3%) e Índia (9.2%) [1].

Não por acaso, estes são os países formadores do bloco econômico recentemente denominado de BRIC (sigla criada pelo economista do grupo Goldman-Sachs, Jim O'Neill, em meados de 2001 para o bloco econômico constituído por Brasil, Rússia, Índia e China), apontados como os países que devem estar entre as maiores forças econômicas mundiais até o ano de 2050, podendo juntos serem responsáveis por uma economia maior que a do bloco dos G6 em termos de dólares americanos, sendo que para tanto, a contribuição do mercado automotivo deve ser significativa. O bloco econômico dos G6 é atualmente formado por Estados Unidos, Japão, Reino Unido, Alemanha, Itália e França; sendo constituído por Países com PIB - Produto Interno Bruto superior a um trilhão de dólares [9]. A Figura 3.1, ilustra estas projeções.

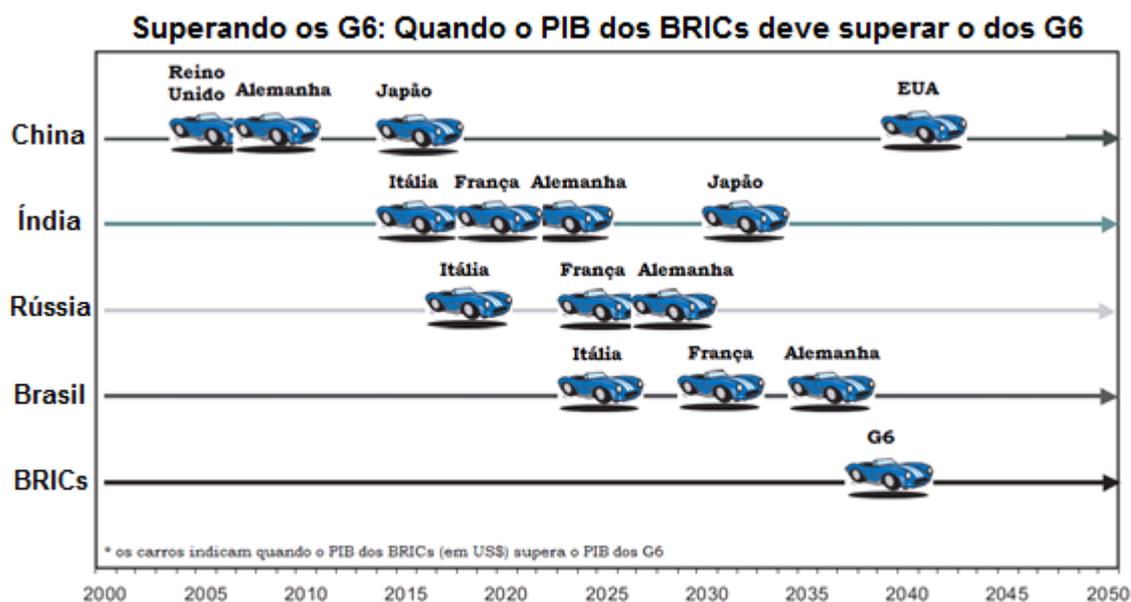


Figura 3.1 Estimativa de superação do PIB do bloco econômico dos G6 pelo bloco econômico BRIC [9].

Em 2007, mais de 73 milhões de veículos automotores foram produzidos mundialmente [1 e 10], o que representa um aumento de 36% comparado à produção de 1998, sendo que deste total observa-se um aumento de 48% na produção de carros, 1% na de veículos comerciais leves, 42% na de veículos comerciais pesados, e 81% na produção de ônibus.

Enquanto a região de manufatura mais significativa teve um aumento de 0,2% na produção de 2006 para 2007 (Japão com aumento de 1%; EUA com decréscimo de -4,5%), só a China, hoje a terceira maior produtora mundial, apresentou rápido crescimento de 22% [10].

Antes da crise econômica mundial no segundo semestre de 2008 tomar suas proporções, estudos de mercado (baseados em J.D. Power & Associates Commercial Vehicle Forecasts) previam um crescimento anual médio de 4% em escala global [2]. Outros estudos de mercado estimam uma frota mundial de 800 milhões de veículos, sendo que este número pode chegar a 1,1 bilhão de unidades até 2020, representando um crescimento de 15% ao ano [3]. O movimento financeiro em 2005 ficou em torno de €2TRI (dois trilhões de euros), e os postos de trabalho diretos e indiretos são estimados em mais de 50

milhões. No mesmo período, o investimento em pesquisa, desenvolvimento e produção foi em torno de €85Bl, oitenta e cinco bilhões de Euros [10].

Em 2007, os maiores produtores mundiais de veículos foram GM, Toyota, Volkswagen, Ford e Honda, como indicado no ranking dos cinquenta maiores produtores mostrado na Tabela 3.2. Em 1998, a GM também era a maior produtora, enquanto a Ford era a segunda (quarta em 2007), seguida por Toyota, Volkswagen e DaimlerChrysler, esta última, agora dividida em “Daimler” e “Chrysler” nas 12^a e 13^a posições respectivamente. A coreana Hyundai estava na 15^a posição em 1998 e em 2007 era o décimo maior fabricante [10].

Tabela 3.2 Ranking dos cinquenta maiores produtores mundiais de veículos em 2007, organizados por Empresa [10].

RANK	EMPRESA	TODOS OS VEÍCULOS	CARROS	VEÍCULOS COMERCIAIS LEVES	VEÍCULOS COMERCIAIS PESADOS	PESADOS E ÔNIBUS
	TOTAL	72,178,476	56,301,121	12,775,910	2,685,200	416,245
1	GM	9,349,818	6,259,520	3,055,575	33,042	1,681
2	TOYOTA	8,534,690	7,211,474	1,108,333	129,107	85,776
3	VOLKSWAGEN	6,267,891	5,964,004	256,777	39,600	7,510
4	FORD	6,247,506	3,565,626	2,586,284	95,596	0
5	HONDA	3,911,814	3,868,546	43,268	0	0
6	PSA	3,457,385	3,024,863	432,522	0	0
7	NISSAN	3,431,398	2,650,813	641,734	131,429	7,422
8	FIAT	2,679,451	1,990,715	536,578	127,542	24,616
9	RENAULT	2,669,040	2,276,044	392,996	0	0
10	HYUNDAI	2,617,725	2,292,075	67,003	159,237	99,410
11	SUZUKI	2,596,316	2,284,139	312,177	0	0
12	CHRYSLER	2,538,624	754,855	1,779,269	4,500	0
13	DAIMLER	2,096,977	1,335,226	257,350	438,954	65,447
14	B.M.W.	1,541,503	1,541,503	0	0	0
15	MITSUBISHI	1,411,975	1,100,528	304,273	7,174	0
16	KIA	1,369,330	1,286,299	81,040	0	1,991
17	MAZDA	1,286,730	1,165,660	117,779	3,291	0
18	DAIHATSU	856,171	711,595	130,968	13,608	0
19	AVTOVAZ	735,897	735,897	0	0	0
20	FAW	690,712	690,712	0	0	0
21	TATA	588,158	243,251	170,230	157,781	16,896
22	FUJI	585,028	512,606	72,422	0	0
23	CHANA AUTOMOBILE	543,787	543,787	0	0	0
24	ISUZU	532,013	0	49,810	478,535	3,668
25	BEIJING AUTOMOTIVE	454,272	454,272	0	0	0
26	DONGFENG MOTOR	437,035	437,035		0	0
27	CHERY	427,882	427,882	0	0	0
28	OTHERS	368,728	189,057	69,935	85,036	24,700
29	SAIC	313,002	313,002	0	0	0
30	BRILLIANCE	293,588	293,588	0	0	0

31	GAZ	248,839	39,138	179,596	30,105	0
32	VOLVO	236,024	0	14,825	210,446	10,753
33	HARBIN HAFEI	231,488	231,488	0	0	0
34	GEELY	216,774	216,774	0	0	0
35	ANHUI JIANGHUAI	209,880	209,880		0	0
36	MAHINDRA	168,556	104,441	64,115	0	0
37	PACCAR	126,960	0	0	126,960	0
38	GREAT WALL	122,605	122,605	0	0	0
39	JIANGXI CHANGHE	112,083	112,083	0	0	0
40	PORSCHE	107,170	107,170	0	0	0
41	HINO	106,893	0	4,586	97,323	4,984
42	BYD	100,376	100,376	0	0	0
43	CHINA NATIONAL	100,202	100,202	0	0	0
44	M.A.N.	98,441	0	0	92,485	5,956
45	NAVISTAR	86,758	0	0	70,839	15,919
46	FUJIAN	84,138	84,138	0	0	0
47	SCANIA	78,331	0	0	71,017	7,314
48	UAZ	72,162	31,869	40,293	0	0
49	SHANNXI AUTO	68,160	68,160	0	0	0
50	SHANGDONG KAIMA	65,790	65,790	0	0	0

(*) Legenda:

1º no
segmento

2º no segment

3º no
segmento

Em 2008, além dos preços do petróleo aumentando, pressões no custo da matéria prima e mudanças nos hábitos dos consumidores [11] a indústria lidou também com a profunda crise econômica mundial, cujo impacto ainda não era completamente entendido e mensurado, num cenário onde se previam riscos de recessão e depressão econômica em várias partes do globo [12].

A indústria automotiva apresenta muitos riscos e desafios, presentes e futuros, incluindo o fortalecimento da globalização, aumento da população mundial, aumento da demanda energética, fontes de recursos energéticos limitadas, e efeitos ambientais das fontes de energia e materiais utilizados.

Como conseqüência, ocorre um aumento da pressão mundial em áreas como meio-ambiente, segurança, redução de custo, aumento de desempenho (*performance*), durabilidade, confiabilidade, manutenibilidade, complexidade tecnológica, etc. [13 a 16].

Um relatório de análise de tendências estimou que, em 2004-2005, as legislações de emissões foram a principal força motriz (em torno de 75% de todo o esforço) na pesquisa e desenvolvimento de motores com aplicação na produção de veículos pesados [2]. Por exemplo, o mercado norte americano de caminhões pesados teve seu foco nas legislações de emissões: EPA – 2007; EPA 2010 [2, 17]. Entretanto, o mercado europeu de caminhões pesados teve seu foco nas legislações européias, a EU 4 – 2005, e Euro 5 e 6, de acordo com o programa de ar limpo para a Europa (CAFE – Clean Air for Europe) lançado em 2001 [2, 18]. Espera-se a adoção de legislações seguindo os padrões da legislação européia, incluindo países como China, Índia, Rússia e países da América do Sul [2].

A indústria automotiva deverá contribuir com um meio ambiente mais limpo, como requisitos das novas regulamentações e esperado pela sociedade, envolvendo redução de emissões de carbono e outros poluentes, a utilização de fontes de energia alternativas e sustentáveis, aliadas a tecnologias de energia híbrida como motores a combustível (gasolina, diesel, etanol, etc.) e energia elétrica, redução de ruídos, reciclabilidade, tempo de utilização, economia de combustível, etc.. Muitas legislações estão alinhadas com as expectativas dos consumidores e da sociedade como, por exemplo, o aumento dos requisitos de segurança dos veículos, eficiência energética e economia de combustível, além de redução de níveis de emissões de ruído.

Enquanto a economia de combustível é considerada prioridade máxima em todas as regiões dos mercados consumidores, os requisitos e expectativas dos consumidores diferem de acordo com a região. Por exemplo, no mercado de caminhões, preço de aquisição para o consumidor final, facilidade de manutenção (manutenibilidade), menores solicitações em trabalho, durabilidade, etc., tendem a aparecer como características mais desejadas em mercados considerados emergentes quando comparadas aos mercados

desenvolvidos. Estes tendem a priorizar requisitos como desempenho (*performance*) e confiabilidade em patamares tão altos como o que se encontra a necessidade de economia de combustível. No entanto, as decisões relacionadas a estes requisitos por parte dos fabricantes são uma tarefa bastante difícil, sendo que estes também levam em consideração alguns fatores operacionais e estratégicos para a viabilidade econômica de seus negócios. Fato que ilustra bem a questão de que motores com projetos similares tendem a ser utilizados mundialmente e com elementos que certamente não contentarão todos os mercados de interesse [2].

3.1.2 Evolução das tecnologias automotivas e de seus materiais

Em meados do século XVIII, mais precisamente em 1769, o engenheiro militar francês Nicholas Joseph Cugnot (1725-1804) guiado pelo propósito de criar um dispositivo para movimentação de artigos pesados de artilharia construiu com materiais rústicos, basicamente madeira e produtos ferrosos fundidos e forjados advindos de metalurgia artesanal, um veículo de três rodas movido a vapor.

O veículo foi inicialmente projetado para viajar duas milhas em uma hora, sem a presença de cavalos, porém não conseguiu superar um quarto de milha em aproximadamente uma hora. Acredita-se que este foi o primeiro automóvel de propulsão não animal construído. Curiosamente, Cugnot também foi responsável pelo primeiro acidente de automóvel da história em 1771, quando bateu com seu segundo protótipo na parede do quartel da artilharia [19].

Incrementos e novos conceitos do invento foram surgindo com o tempo. James Watt (1736-1819) construiu outro modelo em 1784. Logo em seguida Richard Trevithnick (1771-1833) desenvolveu um protótipo que foi capaz de viajar cerca de 450 km, da cidade de Cornwall para Londres, e foi destruído na noite posterior a sua chegada por um incêndio causado pela não extinção do fogo na caldeira do veículo. Apesar do acidente, o invento ainda mostrou-se promissor na Inglaterra até meados de 1865, quando começou a se deparar

com um forte concorrente: a estrada de ferro. Além da crescente demanda por segurança e das restrições de velocidade impostas pela legislação local.

Os primeiros automóveis propelidos com motores à gasolina chegaram em 1886, com os créditos de Karl Benz (1844-1929) e Gottlieb Daimler (1834-1900) trabalhando de forma independente. Nas décadas posteriores foram desenvolvidos continuamente por vários outros pioneiros que hoje são considerados ícones dentro desta indústria como, por exemplo: Rene Panhard, Amand Peugeot, Henry Ford e Ransom Olds.

Próximo a 1908 a Indústria automotiva já estava bem estabelecida nos Estados Unidos, com o modelo “Ford T” sendo produzido revolucionariamente em escala por Henry Ford, e com a General Motors Corporation sendo fundada, assim como na Europa diversas companhias familiares como Daimler, Opel, Renault, Benz e Peugeot eram reconhecidas como produtores de automóveis [5]. Desde então, as evoluções desta indústria, além da indústria bélica e aeroespacial, têm impulsionado fortemente a evolução dos materiais e suas tecnologias.

Com suas duas toneladas e meia, limitações de controle direcional, e pouquíssima autonomia (tendo que parar a cada quinze minutos para repor suas reservas de água e manter o fogo aceso) [19], a invenção de Cugnot ainda tinha muito a evoluir e estava muito longe do conceito atual de automóvel. Constata-se que junto com o invento surgiu um grande problema, ainda atual, que atormenta qualquer engenheiro de projeto da indústria da mobilidade: Aumentar a eficiência dos veículos. Desde então, a redução de peso através da substituição de materiais sem o comprometimento das solicitações a serem atendidas pelas necessidades dos projetos, tornou-se uma constante a ser perseguida pelos profissionais da mobilidade.

A grande maioria dos avanços tecnológicos do setor não teria sido possível sem a evolução dos materiais e de suas tecnologias correlatas. Um bom exemplo são as tecnologias relacionadas à dinâmica veicular, que começaram a ser desenvolvidas no início do século vinte e embora envolvam técnicas e conhecimentos profundos do campo da engenharia mecânica,

tinham como fator limitante o desenvolvimento de pneus, conseqüentemente de borrachas e seus processos de fabricação [19].

A madeira e os ferros fundidos e forjados artesanalmente mantiveram-se por uns bons tempos como materiais essenciais para a fabricação de automóveis, como era o caso do veículo feito por Cugnot. Com as revoluções industriais e com o aumento da produção de aço, automóveis como o modelo “T” produzido por Henry Ford passaram a utilizar este outro tipo de material ferroso. Este modelo tinha seu peso constituído por uma fração maior que 75% de materiais à base de Ferro, e 19% de madeira [20]. A ilustração destes automóveis pode ser observada na Figura 3.2.

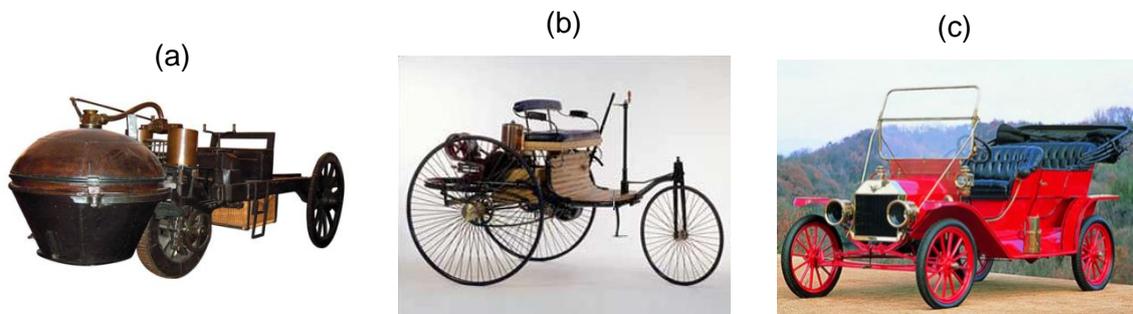


Figura 3.2 Exemplos de automóveis produzidos com materiais rústicos: (a) Modelo de Cugnot produzido em 1771 (primeiro automóvel); (b) Primeiro automóvel propulado por motor de combustão interna, Produzido por Benz em 1886; (c) Primeiro automóvel produzido em massa. Modelo Ford T produzido em 1908.

Os modelos mais atuais apresentam grandes mudanças em sua constituição de materiais. Bastante utilizada no século IX, a madeira, por exemplo, perdeu sua função estrutural. Deixou de ser utilizada com este intuito entre as décadas de 30 e 40, sendo que hoje só é observada em alguns modelos mais luxuosos aparecendo como item de acabamento. Os carros produzidos com este material como constituinte de elemento estrutural, apresentavam uma distância entre eixos bastante reduzida, devido à relativa elasticidade que poderia causar consideráveis deformações estruturais e, conseqüentemente, instabilidades na dinâmica veicular durante seu

deslocamento, fato que traz desconforto e diminui significativamente a segurança dos usuários do veículo.

Já no início do século XX, chassis de aço estampado começaram a ser empregados por Daimler e Benz na Europa, e por volta de 1916 começaram a ser introduzidas carcaças de aço nos Estados Unidos e Europa para suportar componentes pesados como o motor, transmissão e outros sistemas. Os carros americanos eram geralmente mais pesados que os europeus, fato que não representava muito problema, pois o combustível nos EUA tinha um custo bem inferior ao seu custo no continente europeu. Com a crise do petróleo na década de setenta a necessidade de redução de peso e de consumo de combustível tornou-se o maior problema a ser enfrentado pela indústria automobilística, sendo lançados vários projetos neste sentido [21].

Já na década de noventa, com a evolução das tecnologias de laminação, chapas de aço mais finas e com propriedades mecânicas satisfatórias eram possíveis de ser obtidas, tentando reverter a tendência de substituição do aço nas carrocerias. Porém, com a evolução da indústria aeronáutica, a inserção de materiais como o alumínio, magnésio e polímeros reforçados com fibra de vidro como parte integral dos automóveis tornou-se um fato [20 e 21].

Na transição do século XX para o século XXI, as empresas automobilísticas apresentavam protótipos com uma gama maior ainda de materiais estruturais, podendo ser acrescentados, por exemplo, titânio, compósitos de matriz metálica e polímeros reforçados com fibra de carbono. A Figura 3.3 ilustra os diversos materiais apresentados no protótipo desenvolvido pela Ford como resultado do Programa de Parceria para uma Nova Geração de Veículos (Partnership for a New Generation of Vehicles – PNGV), lançado pelo governo dos EUA e sua indústria automotiva como tentativa de impulsionar a liderança da indústria americana no desenvolvimento e produção de veículos mais eficientes e com menores emissões [20 e 22].

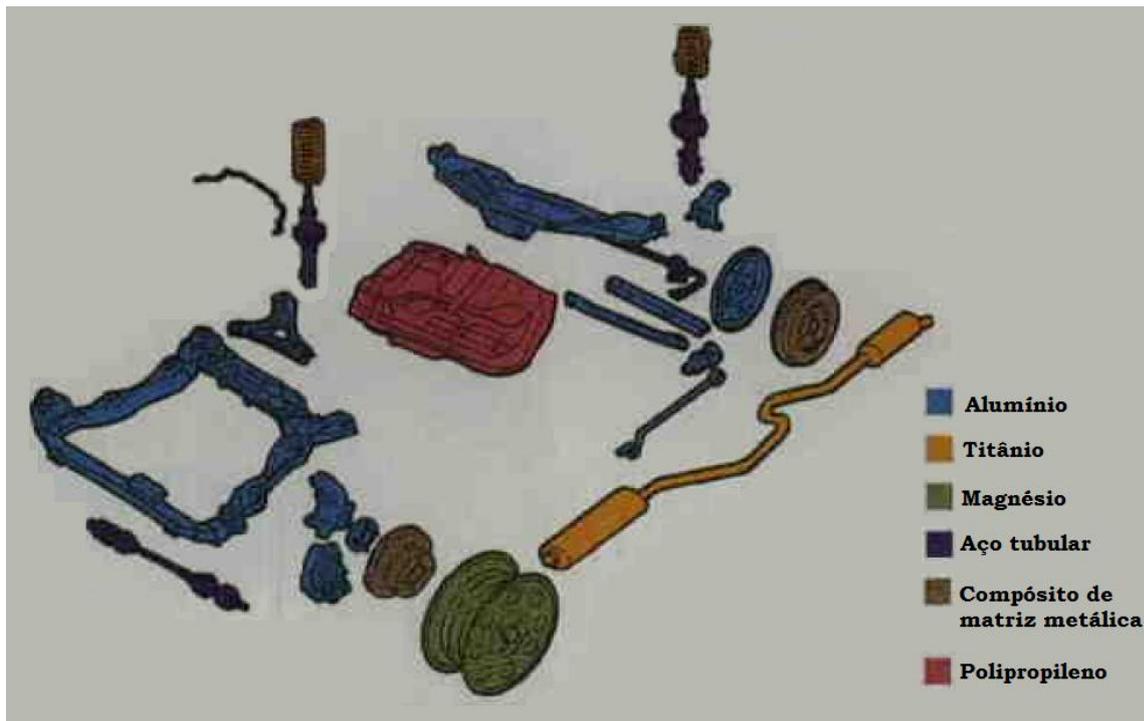


Figura 3.3 Esquema de materiais de massa reduzida presentes no protótipo P2000 da Ford Motor Company [20].

Atualmente, a gama de materiais utilizados em automóveis é extremamente grande, compreendendo aços, ferros fundidos, metais de baixa densidade, polímeros, compósitos de matrizes poliméricas, metálicas e cerâmicas, vidros, materiais inteligentes, “espumas” metálicas (*metal foams*) etc.

A Figura 3.4 traz um comparativo do percentual dos materiais utilizados em 1997 e os empregados atualmente, mostrando a substituição de materiais ferrosos por outros de menor densidade.

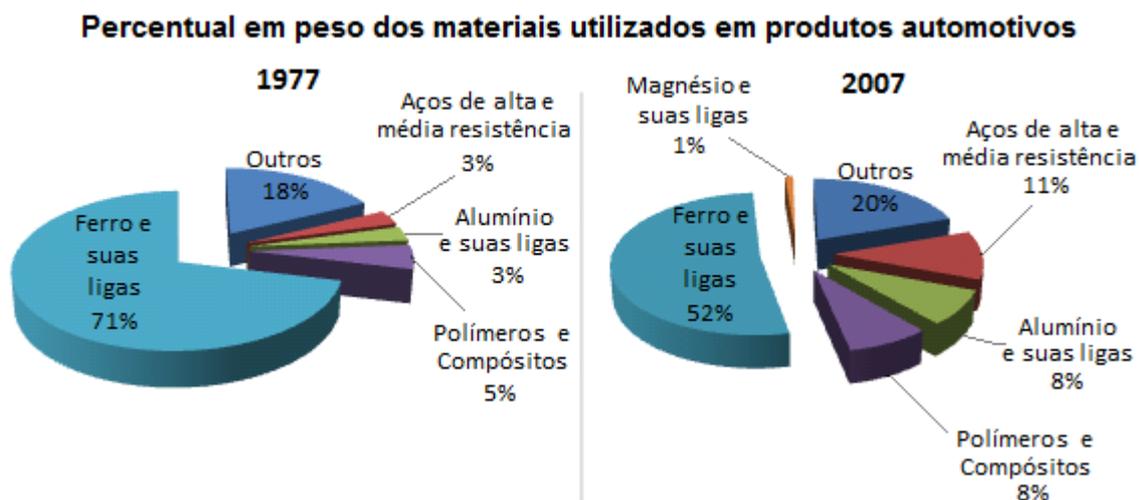


Figura 3.4 Comparativo do percentual dos materiais utilizados em 1977 e os empregados atualmente (Adaptado de MUNHOZ ET AL, 2007) [21].

Não é possível falar da evolução dos materiais, sem abordar também o desenvolvimento de suas técnicas de obtenção e processamento. Por exemplo, uma mesma liga metálica quando obtida via processo de fundição, apresenta propriedades significativamente diferentes quando obtida por um processo de forjamento.

Duas das técnicas mais recentes de processamento de materiais metálicos são os processos de conformação no estado semi-sólido e forjamento de precisão. Estes processos são bastante promissores, pois oferecem a possibilidade de produzir peças com geometrias complexas e quase acabadas (muitas vezes sem a necessidade de processos posteriores de usinagem), assim como os processos já bem estabelecidos de fundição, metalurgia do pó, forja, e injeção. Porém, com estes processos mais recentes se obtém melhores propriedades mecânicas em função de uma microestrutura mais homogênea e livre de porosidades, aliada a um bom acabamento superficial, principalmente em ligas de alumínio. [23 e 24].

A tendência é de que o processamento de semi-sólidos ganhe cada vez mais mercado, e as ligas à base de alumínio ou de magnésio são as mais utilizadas, oferecendo alternativas de redução de massa e redução de custos com aumento de produtividade e qualidade [23]. Algumas barreiras ainda

existentes são o custo de obtenção do material bruto e a dificuldade de reciclar as sobras e refugos do processamento [25].

Alternativas para este oneroso processo de obtenção da matéria prima explorando solidificação magneto-hidro-dinamica têm sido estudadas através de diferentes rotas de resfriamento e tratamentos térmicos [26], e também por deformação, utilizando um passe de recristalização antes do processamento semi-sólido [27], e ainda métodos envolvendo esferoidização de dendritas, estruturas deformadas a frio ou tratamentos termomecânicos [28].

As evoluções dos materiais e suas técnicas de processamento, além de serem importantes no que diz respeito aos materiais como elementos estruturais, também são de extrema relevância na evolução de diversas outras tecnologias. O bom funcionamento da injeção eletrônica de combustível, por exemplo, não seria possível sem os diversos sensores [6] compostos por materiais capazes de produzir respostas variadas de suas propriedades, de acordo com os diferentes estímulos e perturbações externas. A leitura e interpretação destes dados, por sua vez, também não seriam possíveis sem a evolução dos materiais semicondutores e a exploração de suas propriedades específicas para a confecção de micro-processadores eletrônicos, processadores e componentes de *hardware*.

Os sensores também possibilitam a utilização dos chamados materiais inteligentes, como é o caso da utilização de fluidos magneto-reológicos em amortecedores. Tais fluidos possuem como um de seus constituintes partículas com propriedades magnéticas que permitem ao fluido reagir à aplicação de um campo magnético, geralmente induzido por campo elétrico. Assim, variando-se a intensidade do campo aplicado estas partículas apresentam um maior ou menor grau de ordenação, influenciando suas propriedades reológicas.

A variação destas características reológicas altera diretamente as propriedades de amortecimento, oferecendo maior ou menor resistência ao fluxo do fluido pelos canais do pistão do amortecedor. Desta forma é possível adequar instantaneamente a rigidez do amortecedor de acordo com as exigências do terreno ou forças provenientes de aceleração, frenagem ou

mudança de direção, [20 e 29]. A Figura 3.5 traz uma ilustração deste funcionamento.

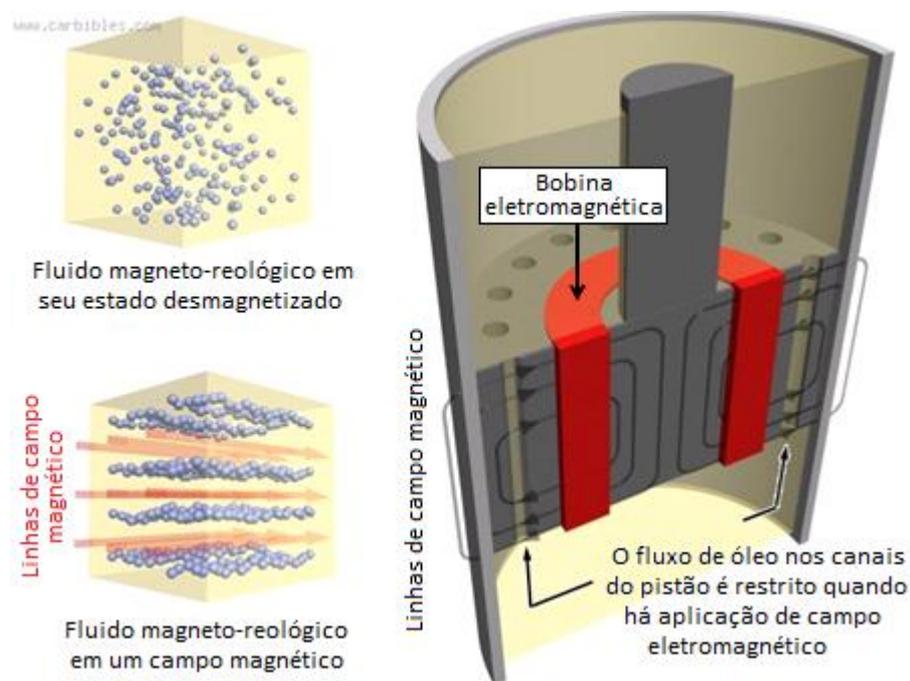


Figura 3.5 Sistema de amortecedor com fluido magneto-reológico [30].

Outra aplicação recente deste tipo de material inteligente é dada em suportes para trem de força (*Powertrain*). O trem de força, por ser constituído pelo sistema motor e de transmissão, é responsável por parte considerável da vibração, ruído e desconforto presentes nos veículos. Portanto, os sistemas de suporte a este conjunto devem possuir a capacidade de absorver parte desta vibração, contribuindo assim para a redução do nível de ruído e diminuindo o desconforto ao condutor e aos passageiros [30].

Utilizando fluidos magneto-reológicos nestes suportes é possível obter um controle em tempo real das propriedades dinâmicas dos suportes, permitindo a este melhor adaptação às forças provenientes do trem de força e do deslocamento do veículo. Variações na rigidez dinâmica (a) e características de amortecimento (b), ambas em função da frequência são mostradas na Figura 3.6 como resposta à diferentes correntes de entrada [30].

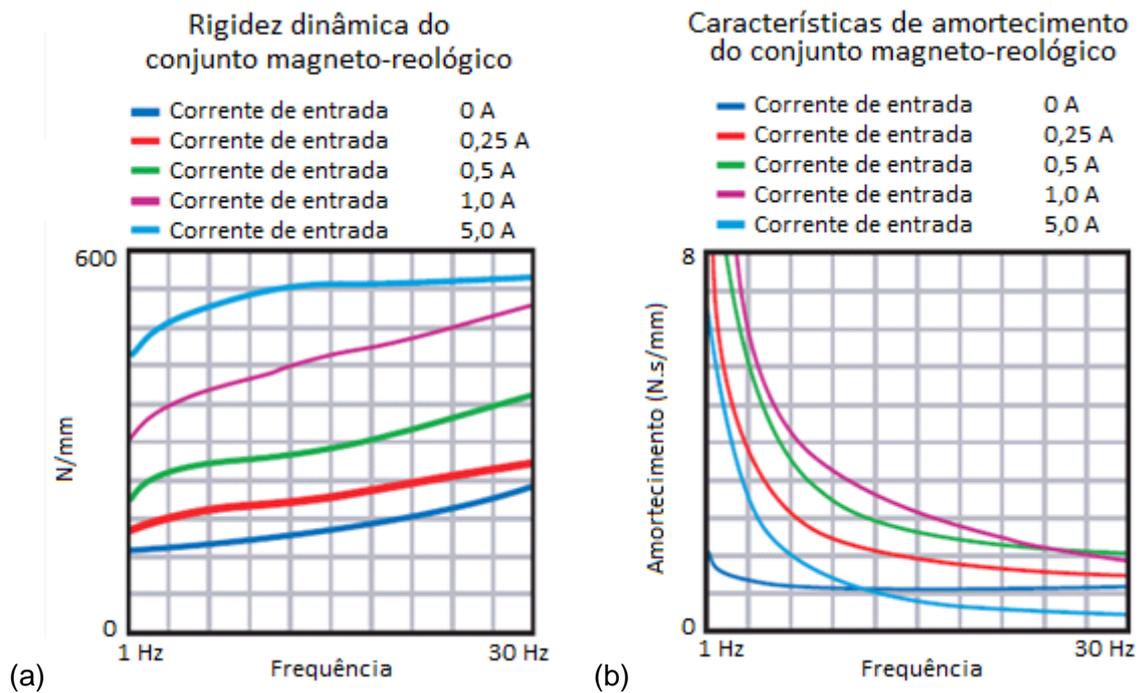


Figura 3.6 Variações de propriedades do suporte magneto-reológico da empresa Delphi: (a) Rigidez dinâmica; (b) Características de amortecimento [30].

Verifica-se que a diversidade de materiais disponíveis para utilização em sistemas de engenharia é muito grande e em crescimento constante. Conforme as tecnologias de materiais vão se aperfeiçoando, maior será a gama de opções disponíveis para solucionar os problemas de projeto dos automóveis. Neste contexto, a seleção de materiais passa a ser uma ferramenta muito importante, sendo responsável por fornecer a melhor solução de acordo com os requisitos de mercado e de projeto.

3.1.3 O trem de força automotivo e seus materiais

O trem de força é um dos conjuntos mais importantes do veículo automotivo constituído basicamente por: sistema de propulsão (motor), sistema de exaustão de gases (no caso de motores de combustão interna) e pelo sistema de transmissão. A Figura 3.7 ilustra esquematicamente a disposição desses três elementos constituintes do trem de força exemplificado para um

automóvel tradicional de categoria leve, comumente chamado de “veículo de passeio”, com sistema de propulsão por combustão interna.

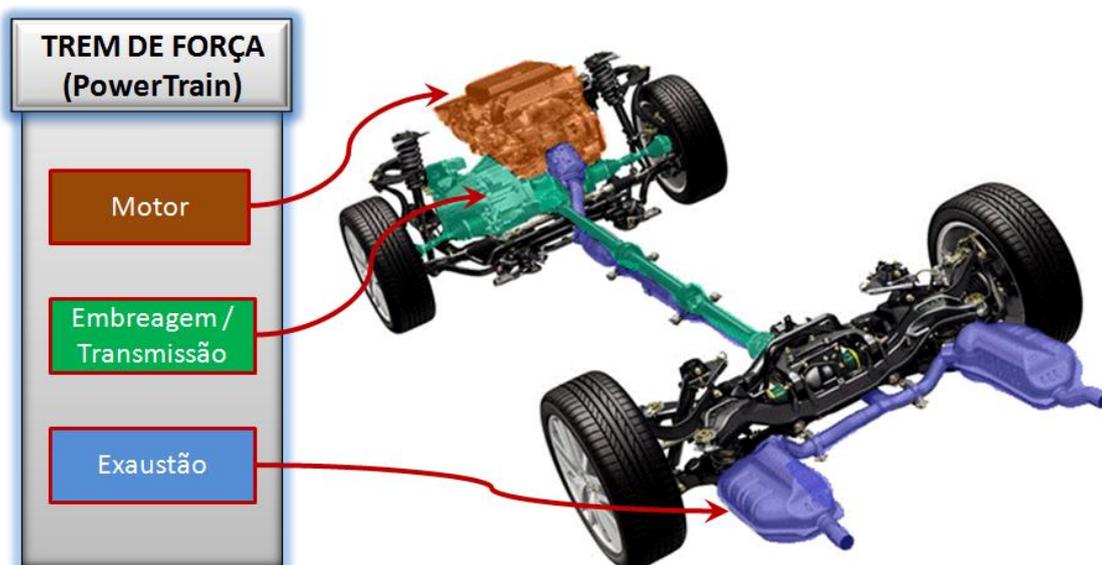


Figura 3.7 Ilustração do subconjunto “Trem de Força” de um automóvel. Adaptado de AKEHURST, 2007 [31].

A produção de componentes e sistemas de trem-de-força é um fator competitivo importante na indústria automotiva. A legislação, a percepção pública ambiental e o mercado consumidor têm forçado a produção de sistemas de trem-de-força que sejam mais econômicos, melhores em qualidade, confiabilidade, desempenho, mais eficientes, menos poluentes e com uma longa expectativa de vida [13, 14, 15, 16, 31, 32].

As alterações climáticas mundiais, alertadas por Al Gore desde antes das eleições presidenciais do ano de 2000 nos Estados Unidos da América, atualmente um dos problemas mundiais mais importantes, é seguramente o maior desafio encontrado pela indústria de motores atualmente, e requer, além do esforço dos fabricantes, uma alteração de consciência global [32].

Os esforços relacionados às tecnologias de trem-de-força incluem diversos desafios, como os citados por Booth [33]: Não existe solução única; os consumidores tomarão as decisões e há necessidade de um vasto portfólio de soluções, que precisam ser acessíveis, devem ser ajustadas de acordo com o

volume de implantação e rapidamente adotadas, de maneira inevitável, embora custosas.

Os motores de caminhões, por exemplo, deverão ter papel fundamental no desenvolvimento de novas tecnologias e soluções em trens de força, para atender a condicionantes ligadas à redução da dependência do petróleo, a menores níveis de poluição atmosférica, menor custo e maior segurança [13]. Os motores a Diesel utilizados na maioria dos caminhões de carga estão entre as mais eficientes unidades geradoras de energia para transportes disponíveis atualmente, e oferecem o menor custo de ciclo de vida dentre as tecnologias disponíveis. As tecnologias de motores a óleo diesel deverão estar ainda entre as mais utilizadas por um longo tempo, coexistindo com as novas tecnologias de combustível ou de fontes energéticas que venham a incrementar a economia de combustíveis e redução de emissões [34].

Apesar da eficiência dos motores veiculares a diesel, eles ainda estão restritos a um patamar de rendimento em torno de 40%, o que significa perda de 60% da energia do combustível de entrada no sistema, e este é um importante motivo para novos desenvolvimentos, inclusive, a utilização de combustíveis não derivados do petróleo ou combustíveis não fósseis como é o caso do etanol e biodiesel. Vale lembrar que o aumento da eficiência da combustão interna pode representar redução do consumo de combustível de maneira considerável. Em veículos comerciais, o motor exerce ainda um papel crítico para a segurança, funcionando como sistema de freio auxiliar, o popularmente chamado “freio motor”, além de prover potência adequada para as condições de tráfego. O motor a diesel está em constante atualização tecnológica, e é considerado como “estado da arte” em tecnologias de transporte. Dentre as tecnologias disponíveis no mercado oferece o menor custo de ciclo de vida [13].

Existem iniciativas de pesquisa e desenvolvimento cooperativo voltados para o setor automotivo, como é o caso da denominada “Parceria de Caminhões para o Século XXI” (*21st Century Truck Partnership*), cujas metas objetivas e importantes marcos devem ser cumpridos até o ano de 2015, e que envolve de maneira integrada desenvolvimentos em formulações de

combustíveis, tecnologias híbridas e alternativas de motores, tratamento de emissões e poluentes após combustão, controle de emissões, soluções em materiais, etc [13].

Outra iniciativa de colaboração, denominada “Prospecção veicular” (*Foresight Vehicle*), indica importantes direções que devem nortear os desenvolvimentos tecnológicos para sistemas de trem de força, materiais e outras áreas temáticas correlatas como, por exemplo, combustíveis, design e processos de manufatura, apresentadas sinteticamente na Tabela 3.3. Nesta iniciativa também são contempladas metas tecnológicas para períodos de 0 – 5 anos, 5 – 10 anos, e 10 – 20 anos [14].

Tabela 3.3 Exemplos de direções para desenvolvimento tecnológico em sistemas de trem de força e áreas temáticas correlatas da iniciativa de “Prospecção Veicular” [14].

ÁREA TEMÁTICA	DIREÇÕES
Trem de força (<i>Engine and Powertrain – EPT</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Eficiência térmica e mecânica • <i>Performance</i> e dirigibilidade • Emissões (Poluição e ruído) • Confiabilidade e Durabilidade • Foco no mercado e custos • Peso e tamanho • Segurança
Materiais e Estruturas avançadas (<i>Advanced Structures and Materials - FASMAT</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Segurança • “Configurabilidade” do produto / Flexibilidade • Economia • Meio Ambiente • Sistemas de manufatura
Veículos com fontes de energia alternativa, Elétricos e Híbridos (<i>Hybrid, Electric and Alternately Fuelled Vehicles - HEAFV</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Células de combustível • Motores híbridos • Motores com combustão interna avançada • Combustíveis convencionais e alternativos • Sistemas de integração e infraestrutura veicular • Design e manufatura
Softwares, Sensores, Eletrônicos e Sistemas de telemetria avançados (<i>Advanced Software, Sensors, Electronics</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Mudanças de softwares • Acesso e utilização do veículo • Arquitetura e confiabilidade

<i>and Telematics – ASSET)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Interações veículo-humano • Gestão de informação
Design e processos de manufatura (<i>Design and manufacturing processes – DmaP</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Ciclo de vida • Manufatura • Integração

Para os materiais e sua aplicação em trem de força, é observada principalmente a necessidade de desenvolvimentos em:

- Eficiência térmica e mecânica;
- Economia;
- Desempenho (*Performance*) e dirigibilidade;
- “Configurabilidade” do produto / Flexibilidade;
- Emissões (poluição e ruído);
- Meio Ambiente;
- Confiabilidade e Durabilidade;
- Foco no mercado e custos;
- Sistemas de Manufatura;
- Peso e tamanho;
- Segurança.

Hoje, muitas empresas consideram que deverá haver substancial perda de clientes caso as marcas não ofereçam uma variedade de modelos munidos de trens de força alternativos nos próximos anos, como apontou, por exemplo, uma pesquisa realizada pela consultoria Matz Research sobre as atitudes no desenvolvimento de trens de força alternativos, com respostas nesse sentido, 48% dos 1250 respondentes da Alemanha, Reino Unido, França, Itália e Espanha concordam com o fato de que perderão clientes [35].

Embora muito esforço já tenha sido empreendido desde o início da produção de automóveis até os dias de hoje em relação aos requisitos de mercado e regulamentações, ainda se considera essencial o constante aperfeiçoamento dos produtos para garantir a participação de mercado e, conseqüentemente, a continuidade das corporações e suas lucratividades [36].

3.2 Métodos de seleção e prospecção tecnológica de interesse para o planejamento e uso de materiais no setor automotivo

3.2.1 Métodos de seleção de materiais

Selecionar um material em detrimento a outro pode ser traduzido como sendo o ato de escolher a melhor alternativa capaz de atender à totalidade ou a maioria dos requisitos de projeto e aplicação, sem que haja nenhuma perda de função [37 e 38]. Soluções para os problemas advindos da evolução dos veículos têm sido perseguidas conforme foram evoluindo as necessidades de mercado e assim, avanços significativos em todas as áreas do conhecimento foram observados ao longo dos anos. Atualmente, os seguintes temas têm sido indicados como principais motivadores e desafios para a evolução, mudanças tecnológicas e inovações das aplicações de materiais na indústria automotiva [20 e 21]:

- Redução de custos;
- Redução de peso (para economia de combustível);
- Meio-Ambiente (economia de combustível, redução de emissões, combustíveis alternativos, reciclagem);
- Segurança;
- Conforto;
- Customização / Variabilidade;
- Arquitetura do(s) produto(s).

Estes temas são comumente chamados na indústria de requisitos de mercado, ou ainda “drivers de mercado”, e formam os requisitos mais básicos a serem considerados no projeto. Ou seja, estes são os requisitos que os engenheiros, *designers* e todos os envolvidos no processo de desenvolvimento do produto deverão ter em mente durante o projeto, traduzindo estes requisitos em propriedades físicas e químicas: solicitações e requisitos técnicos aos quais os materiais devem atender. De maneira análoga, estes requisitos básicos

serão os temas relacionados com os conjuntos de documentos de patentes em materiais contidos neste estudo.

Com o aumento da gama de materiais disponíveis e a quantidade de requisitos que estes têm de atender, a seleção de materiais é cada vez mais importante e complexa. Via de regra, os métodos atuais tomam como ponto de partida a função do material, passando pelos requisitos de projeto, condições de serviço e ambientais, e chegando a propostas alternativas de diferentes materiais e processos que atendam aos fatores condicionantes estabelecidos. Normalmente, a análise envolve cerca de dezesseis critérios considerados os mais representativos na seleção, que incluem, por exemplo, propriedades físicas, facilidade de processamento, volume a ser produzido, custo e outros. A escolha final é feita pela ponderação e interação entre os fatores e critérios estabelecidos para as possibilidades disponíveis [39 e 40].

Ashby (1999) propõe na seleção de materiais, interações de duas vias entre função, material, forma e processamento. A função pode, por exemplo, ser determinante na escolha do material e da forma. Uma especificação na forma, por sua vez, pode restringir a escolha do material e do processo, enquanto que uma especificação no processo pode limitar a escolha do material e de sua forma. A Figura 3.8 representa simplificada o modelo de seleção de materiais que pode ser estabelecido com base nos conceitos de Ashby (1999 e 2007) e Ferrante (2002) [37 a 39].

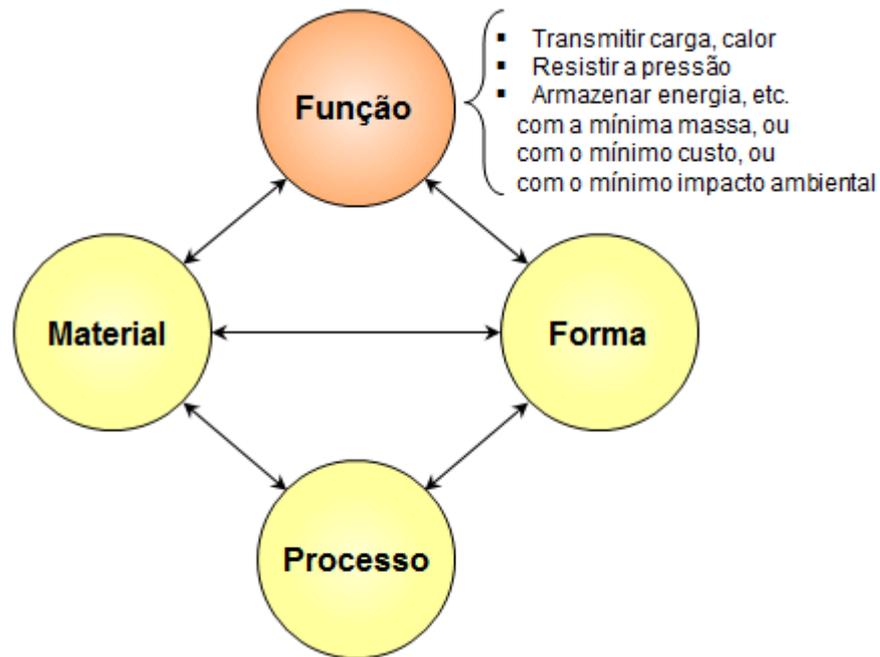


Figura 3.8 Modelo simplificado da análise de fatores na seleção de materiais [37 e 39].

Para enriquecer e facilitar o processo de seleção, Ashby (1999) também propõe a utilização de mapas bidimensionais das propriedades dos materiais, como exemplificado na Figura 3.9, para visualização das diversas possibilidades de escolha entre as interações, uma vez definida a função ou aplicação objetivada.

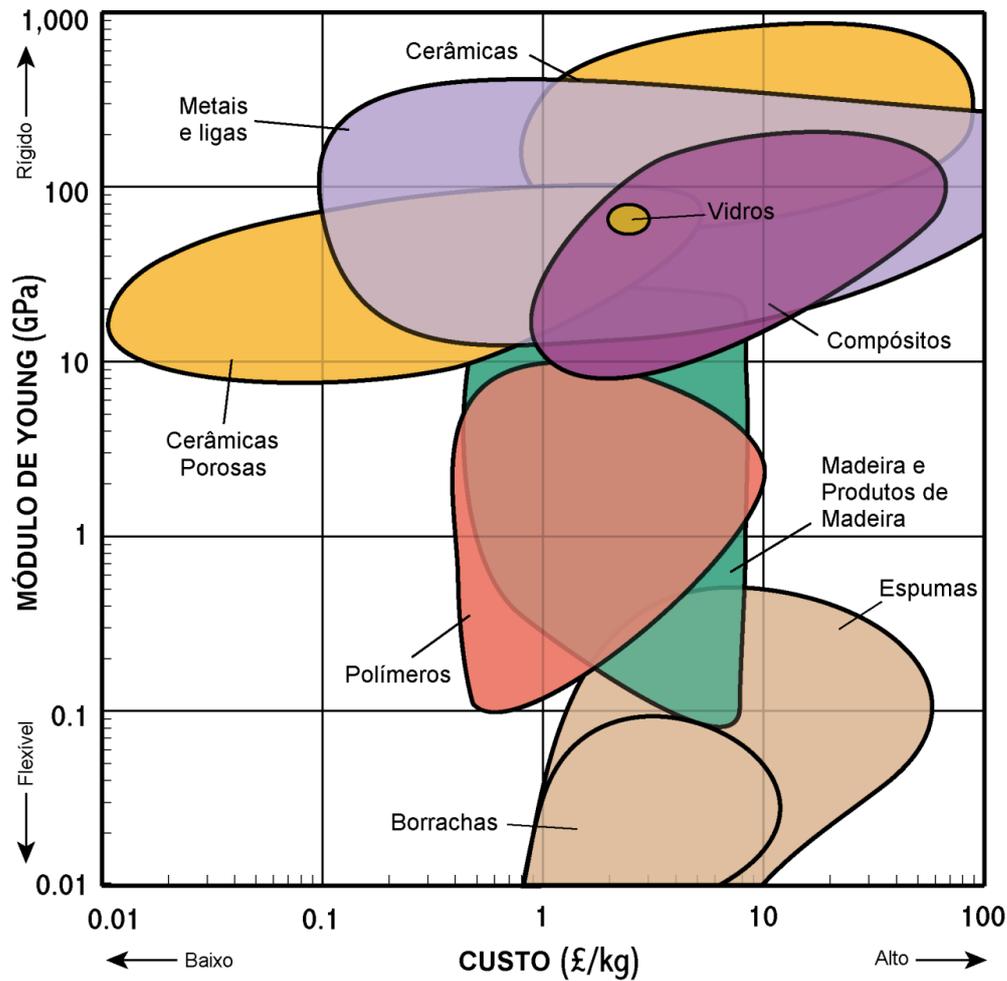


Figura 3.9 Exemplo de mapa bidimensional de fatores (rigidez-custo) na seleção de materiais [37 e 38].

Estes métodos, de grande valia para as decisões de seleção de materiais com base em parâmetros técnicos de engenharia e de custos operacionais, abordam de maneira incipiente os fatores econômicos, concorrenciais e empresariais, inclusive, na inovação, na superação de novos produtos, processos ou tecnologias, nas dificuldades de suprimento ou em outros fatores que podem trazer riscos para o negócio. Além disso, as técnicas de seleção de materiais normalmente focalizam as alternativas de solução conhecidas que melhor se adequam ao presente, sendo que é cada vez mais importante, para o planejamento de novos produtos e processos, o acompanhamento de tendências e análise de alternativas para o futuro [40].

É reconhecido que, sem a evolução dos materiais e seus processos de fabricação e transformação, os grandes avanços na produção de veículos automotores não teriam acontecido, tendo inclusive influencia das melhorias de projeto mecânico, das técnicas de gestão e de otimização da produção, que constantemente aprimoram e por vezes revolucionam o modelo de produção das fábricas e montadoras [5, 41, 42]. Sem os avanços na área dos materiais, certamente os veículos de hoje seriam muito mais pesados, mais caros, menos seguros, consumiriam uma quantidade maior de combustível e teriam um desempenho extremamente mais baixo se comparados aos produzidos nos moldes de hoje. Metodologias avançadas de gestão como, por exemplo, o “*Toyota Production System - TPS*”, e a constante prospecção de novas tecnologias de produto, produção, novos materiais e novas aplicações, se tornaram fatores determinantes para a sobrevivência no âmbito concorrencial da indústria automotiva atual [42].

Nesse sentido, as técnicas de prospecção tecnológica podem contribuir substancialmente para a análise e seleção de materiais por meio de uma melhor antecipação e planejamento das opções de tecnologias ainda não utilizadas comercialmente nas aplicações de interesse, ou mesmo, para trazer uma nova concepção de produto futuro, trazendo a seleção de materiais para etapas mais iniciais dos processos decisórios em *design*, projeto e mercado [40]. Trabalhos que têm sido desenvolvidos nesta linha de pesquisa são encontrados, por exemplo, para o setor de materiais envolvendo aplicação no interior de aeronaves executivas [43], e também para a aplicação em sistemas de freios automotivos [44], utilizando patentes ou outras fontes de informação para prospecção tecnológica em materiais [45].

3.2.2 Métodos de prospecção tecnológica

A prospecção tecnológica pode ser compreendida como a criação de visão de futuro, que, de acordo com Martino (1993) [6], abrangem três possibilidades de visão: **Extrapolativa** (o que vai acontecer); **Exploratória** (o que pode acontecer); e **Normativa** (o que deve acontecer). Qualquer indivíduo,

organização ou nação que possa ser afetado por mudanças tecnológicas, inevitavelmente é envolvido de alguma forma com prospecções de tecnologia em toda decisão que aloque recursos para um processo particular. Uma mudança na tecnologia pode invalidar completamente uma decisão característica sobre uma alocação de recursos físicos, financeiros e humanos.

Em outra forma de abordagem, um agrupamento conveniente de metodologias de prospecção tem como base os seguintes cinco pontos de vista de futuro (vide Figura 3.10) [46 e 47]: **extrapolação, análise de padrões, análise de metas, precaução, e intuição**. Englobam desde metodologias essencialmente quantitativas, que acreditam que o futuro irá representar uma extensão lógica do passado, até as essencialmente qualitativas, com a visão de que o futuro é formado por forças inexoráveis, eventos aleatórios e ações dos indivíduos e instituições. As metodologias normalmente são empregadas de maneira combinada, para o aproveitamento de vantagens específicas de cada uma e minimização das deficiências, que devem ser cuidadosamente selecionadas e utilizadas, do mesmo modo que as fontes de informação [46 e 47].



Figura 3.10 Cinco visões de futuro de acordo com VANSTON e VANSTON [46, 47].

Dentre as técnicas sugeridas pode ser observado o caráter intermediário da análise de patentes para prospecção tecnológica, sendo esta uma alternativa que permite ponderar análises quantitativas e qualitativas em um único método ou processo analítico.

Uma área metodológica intimamente relacionada com a prospecção tecnológica é a Inteligência tecnológica, voltada para detectar oportunidades e ameaças, baseando-se na identificação prematura e monitoramento de tecnologias emergentes e movimentos de atores de influência que sejam pertinentes aos negócios e interesses das organizações. Também está voltada para a identificação de nichos com competição baixa ou até nula no cenário competitivo, onde há possibilidade de exploração de oportunidades pela estratégia corporativa. É um ramo da inteligência competitiva, que de maneira mais ampla acompanha as atividades dos competidores para apontar armadilhas e ameaças com antecedência [48, 49].

De acordo com Porter et al (2007) é possível avaliar, por exemplo, quais tipos de célula de combustível cujos centros ativos tendem a utilizar tecnologias consideradas “chave” dentro das tecnologias apontadas como emergentes em estudos prévios de inteligência tecnológica, ou ainda discernir uma gama variada de aplicações para estas células [50 e 51].

Diversos estudos têm sido aplicados tanto em áreas tecnológicas como em marketing e administração para identificar através do estudo de frequências de elementos chaves, por exemplo, tendências e estratégias de divulgação de marca e produtos, bem como estratégias de vendas e outras técnicas ou estratégias correlatas [50 e 51].

A prospecção no campo dos materiais e processos pode contribuir para a superação dos desafios vigentes e para a aceleração do surgimento de novas tecnologias de materiais, com efeitos desde o planejamento e seleção até as vantagens frente aos concorrentes ou frente a produtos e tecnologias substitutas [40, 43, 51 e 52].

Neste contexto, é notada mundialmente a importância crescente da inovação como fator de sucesso em organizações do meio político, econômico,

corporativo, público ou industrial [52]. No tocante aos materiais, uma categoria de inovações assume um papel fundamental: a inovação tecnológica [40].

O termo “inovação” pode ser entendido como mudança tecnológica que resulta em implementação prática ou comercialização, e não somente a simples geração de idéia [51].

A preocupação mundial em lidar com inovação e informação em todos os níveis é evidente. A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD – *Organization for Economic Co-Operation and Development*) noticiou recentemente a intensificação da cooperação com o Banco Mundial em temas como o crescimento sustentável, alterações climáticas, inovação, entre outros. Os benefícios da sinergia entre seus esforços vão desde a integração entre economias emergentes, até as chamadas “soluções de desenvolvimento” que além de incluir serviços financeiros mais flexíveis e acessíveis, também prevêem pacotes de conhecimento *Just-in-time* e serviços de consultoria. Tais esforços facilitam o acesso ao conhecimento global e a sua adaptação às necessidades locais [53].

A partir de 1992, com a “Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento - CNUMAD”, popularmente conhecida de Rio-92, tornou-se oficial o interesse mundial em buscar meios de conciliar o desenvolvimento sócio-econômico com a conservação e proteção dos ecossistemas do planeta, afetando também o modo de lidar com a inovação.

Conferências anteriores, como a de Estocolmo em 1972, já sinalizavam tal intenção. Porém, na conferência do Rio de Janeiro vários líderes mundiais marcaram presença e a intenção global de trabalhar por um ambiente sustentável foi oficializada através da criação da “Agenda 21”, programa de ações que viabilizam o novo padrão de desenvolvimento ambientalmente racional, assinado por 175 países [54 e 55].

O desenvolvimento tecnológico é frequentemente fruto de inovações envolvendo tecnologias de materiais. Estas inovações podem ser observadas e extraídas de diferentes maneiras e em diversas fontes de informação como, por exemplo, de publicações de jornais especializados, artigos científicos,

conferências, congressos, utilizando engenharia reversa, informações de patentes, etc. [41 e 48].

Na era da informação, gerenciar estas inovações no âmbito interno e monitorá-las externamente é um fator diferencial para a obtenção de crescimento econômico e vantagem competitiva frente a seus concorrentes, não só no âmbito dos negócios de base tecnológica, mas também nas políticas públicas de fomento à pesquisa, seja nas nações que almejam crescimento econômico sustentável, ou nas que vislumbram manter sua fatia de participação no mercado tecnológico global [8, 41, 48, 51 e 52].

Uma boa maneira de lidar com a informação como subsídio para inovação é criar indicadores e mapas que transpareçam com certa facilidade informações estratégicas no âmbito tecnológico, que revelem tendências de mercado, e que identifiquem os principais atores tecnológicos [51].

Especificamente em relação às empresas, os indicadores de inovação comumente utilizados para este fim são: Estatísticas de Pesquisa e Desenvolvimento – P&D (gastos e pessoal alocado em P&D), patentes, monitoração direta da inovação (contabilização e classificação dos anúncios de descobertas de novos produtos), indicadores bibliométricos (contabilização de artigos científicos, mais indicado para a pesquisa básica) e técnicas semi-quantitativas (avaliação de desempenho do departamento de P&D) [41, 48 e 56].

No tocante às estatísticas de P&D e patentes, a literatura aponta uma série de estudos correlacionando tais indicadores com o resultado empresarial, assim como mostra Stal ET AL (2006) [56]:

- Gastos em P&D e lucratividade;
- Gastos em P&D e faturamento;
- Gastos em P&D e participação de mercado;
- Gastos em P&D e produtos novos introduzidos no mercado;
- Patentes e participação de mercado;
- Patentes e lucratividade;
- Patentes e faturamento.

Com vistas a este tipo de informação com alto valor agregado, a tomada de decisão que de alguma forma envolva problemas de cunho tecnológico, como os enfrentados no universo da pesquisa e mercado de ciência e engenharia de materiais, torna-se mais segura. Conseqüentemente, as chances de acerto aumentam [40 e 45].

Uma das abordagens mais recentes sobre o crescimento das organizações com base na inovação ressalta a importância das tecnologias “disruptivas”, que são aquelas capazes de superar as atuais em estado de maior maturidade. Quando o crescimento se dá desta forma, a organização detentora da tecnologia “disruptiva” pode ter vantagem competitiva e ganhar paulatinamente participações importantes de mercado, aumentando significativamente seus lucros além de poder gerar grandes prejuízos para os concorrentes [52]. Neste aspecto, as novas tecnologias de materiais podem contribuir para a criação de produtos “disruptivos” como, por exemplo, a refrigeração magneto-calórica que começa a ameaçar toda a indústria de refrigeração baseada em sistemas de refrigeração tradicionais que utilizam o princípio de compressão e expansão de gases, o que fortalece a importância do monitoramento tecnológico e criação de visões de futuro como diferencial para a estabilidade do negócio. Neste sentido, técnicas de prospecção tecnológica utilizando a inteligência competitiva são de grande valia [40 e 45].

3.2.3 Métodos de inteligência competitiva e prospecção tecnológica

A área de Inteligência Competitiva (IC) ganhou impulso com o fim da Guerra Fria, quando muitos dos agentes de inteligência do estado (da CIA norte-americana e de órgãos similares de outros países) ficaram desempregados e passaram a utilizar suas habilidades de coletar e tratar as informações em empresas e organizações empresariais, para obtenção de vantagem competitiva, atuando de maneira ética e legal.

Com a abertura do mercado brasileiro às empresas estrangeiras em 1990, as empresas brasileiras se encontraram em situação desconfortável frente à forte concorrência estrangeira. Desde então, tem-se observado

crecente interesse por parte de profissionais e empresas nacionais pela IC, o que inclusive propiciou a criação de uma Associação Brasileira dos Analistas de Inteligência Competitiva (ABRAIC) [57 e 58].

A Inteligência Competitiva é um processo informacional proativo que conduz à melhor tomada de decisão, seja ela estratégica ou operacional. É um processo sistemático que visa descobrir as forças que regem os negócios, reduzir o risco e conduzir o tomador de decisão a agir antecipadamente, além de proteger o conhecimento gerado. Esse processo informacional é composto pelas etapas de: coleta e busca ética de dados e informações formais e informais (tanto do “macroambiente” quanto do ambiente competitivo e interno da empresa); análise de forma filtrada e integrada; e respectiva disseminação [41, 48, 57, 58].

O processo de Inteligência Competitiva tem sua origem nos métodos utilizados pelos órgãos de Inteligência governamentais, que foram adaptadas à realidade empresarial e à nova ordem mundial, sendo incorporadas a esse processo informacional as técnicas utilizadas: (1) pela Ciência da Informação, principalmente no que diz respeito ao gerenciamento de informações formais; (2) pela Tecnologia da Informação, dando ênfase as suas ferramentas de gerenciamento de redes e informações e às ferramentas de mineração de dados; (3) pela Administração, representada por suas áreas de estratégia, marketing e gestão [58]; e recentemente (4) pela engenharia, provendo informações estratégicas principalmente no desenvolvimento de produtos, processos, e na seleção de materiais [59].

Em sumo, a inteligência competitiva pode ser compreendida como “informação analisada para decisão” [48]. Baseada em metodologia cíclica, tem a função de fornecer ao tomador da decisão informação com valor estratégico, mediante um embasamento sólido sobre o posicionamento frente à concorrência, com emprego de técnicas analíticas diversificadas [48, 57, 59]. A Figura 3.11 apresenta este ciclo graficamente.

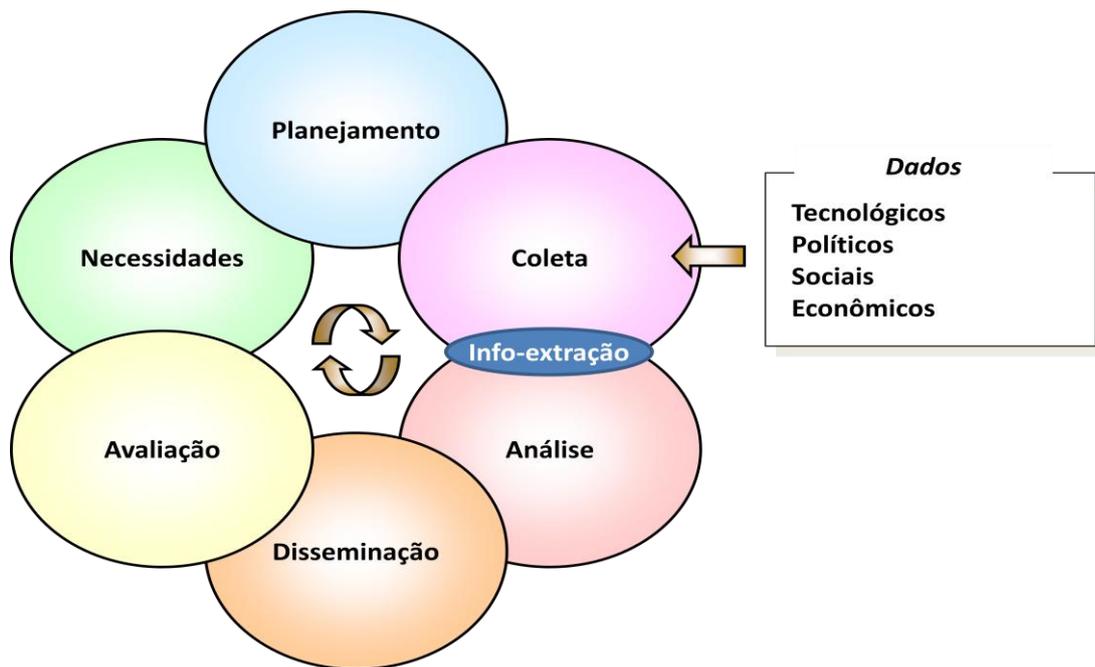


Figura 3.11 Adaptação do Ciclo de Inteligência Competitiva utilizado pelo Núcleo de Informação Tecnológica em Materiais - NIT / UFSCar.

Fuld (1995) apresenta a coleta de informação como uma etapa imprescindível na posterior análise para a decisão. Há necessidade de realizar a busca, obtenção, adequação e arquivamento estruturado dos dados potencialmente úteis à resolução dos problemas abordados. A informação arquivada fornece a “matéria-prima” para o processo de prospecção ou de tomada de decisão, e requer um cuidado especial para que a análise tenha base sólida em fatos e evidências [48]. A Figura 3.12 traz uma ilustração simples e elucidativa do processo decisório auxiliado pelo tratamento de informação na inteligência competitiva.

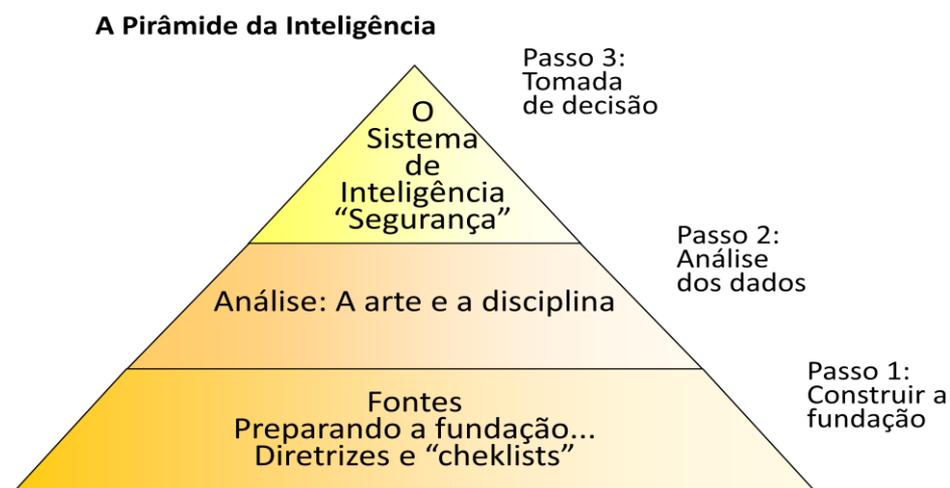


Figura 3.12 A pirâmide do processo de inteligência de FULD [48].

No universo dos materiais, para se ter um material de excelente qualidade, é quase sempre necessário, além de um ótimo processamento, partir de uma matéria-prima de excelente qualidade. De maneira análoga processos relacionados à prospecção e inteligência tecnológica também necessitam de matéria-prima de qualidade, o que significa utilizar boas fontes de dados, como exemplificadas na Figura 3.13.

FONTE	CONTEÚDO
Bases de Dados	Informação ORGANIZADA de P&D, socio-econômica, científica, tecnológica e de negócios compilada, filtrada, (patentes, publicações, etc...).
Internet ¹	Informação do mesmo conteúdo anterior, MAL ESTRUTURADA, difusa, atualizada a todo minuto.
Humano	Informação baseada no levantamento junto a especialistas, para obtenção de seus conselhos e opiniões sobre os mesmos conteúdos anteriores e sobre os seus contextos (conhecimento tácito).

Figura 3.13 Recursos para Inteligência Tecnológica Competitiva [50].

¹ Este conteúdo de internet avaliado por Porter et al (2007) não diz respeito a bases de dados disponíveis via internet e nem a sítios de notícias bem fundamentadas, sendo que este tipo de conteúdo e afins são enquadrados nos conhecimentos de bases de dados. O estudo trata de principalmente de sítios de pequenas empresas de alta tecnologia e organizações correlatas.

Vale ressaltar que o conteúdo da internet, como sites de empresas e fóruns, embora na maioria das vezes importante e indispensável de ser acessado, não pode ser considerado como fonte suficientemente confiável de dados técnicos, econômicos e comerciais [50] como exigido em decisões importantes de cunho tecnológico na área de engenharia e ciência dos materiais. Para apontar sinais atuais de oportunidades, ameaças e intenções de mudanças no mercado ou na concorrência, além das bases de dados, as fontes humanas possuem um papel imprescindível, embora de confiabilidade muitas vezes também duvidosa, requerendo a validação pelo emprego de múltiplas fontes [41, 48, 50].

Uma classificação também interessante das fontes de informação para estudos do gênero pode ser observada [48, 59]:

- 1) **Primárias** ou **Informais** (fontes de informação original, tais como entrevistas com especialistas) versus **Secundárias** ou **Formais** (fontes baseadas em documentação ou interpretação de informações obtidas de fontes primárias);
- 2) **Tradicionais** (tais como periódicos, anuários, etc.) versus **Criativas** (cujo uso se dá de maneira não usual, como a utilização de artigo de periódico para obter uma lista de atores / agentes do mercado (comumente chamados de “*players*”) ou especialistas em determinado assunto). As fontes usuais de informação utilizadas em prospecções são muitas vezes dados estatísticos extraídos de outros estudos, ou gerados durante o processo, e que são acrescidos da opinião de especialistas [46, 47].

Enquanto as informações das fontes formais são mais confiáveis, porém, em geral desatualizadas, as fontes informais e criativas têm a importância da atualização, embora sejam normalmente menos confiáveis. Desta necessidade de surge a complexidade de lidar com grande número de dados, portanto, a adoção de metodologias que ajudem a organizar toda a informação é coerente [48, 57,58, 59].

Na coleta de informações, as pessoas responsáveis pela mesma devem interagir com as responsáveis pela posterior análise para que o foco seja

mantido e haja qualidade do material coletado e agilidade das etapas subsequentes [48, 59]. Um bom exemplo inserido no contexto da engenharia de materiais pode ser dado num processo de coleta de patentes relacionadas a tecnologias de fundição de alumínio. Uma busca completa sobre este tema traz uma quantidade de documentos muito grande, o que torna o processo de análise mais lento e difícil, sendo que a interação entre as etapas de busca e análise faz com que a coleta consiga ser mais específica e direcionada à análise, filtrando, utilizando ainda o exemplo de tecnologias de fundição de alumínio, tecnologias relacionadas a moldes, canais de alimentação, tipos de alimentação, etc. Este filtro ou agrupamento dos registros traz grande agilidade ao processo. Durante a análise, pode haver também a necessidade de novas coletas, com nova interação dos responsáveis pela análise e pela coleta de informações [59].

Uma das técnicas bastante empregadas para análise concorrencial pela inteligência competitiva é a análise das forças da indústria propostas por Porter em 1985 [8], e que pode ser útil na ampliação das dimensões analíticas no campo de materiais. Essa técnica contribui para descrever e compreender as regras e circunstâncias do ambiente concorrencial no qual uma organização ou um setor se insere, para o estabelecimento de estratégias competitivas. Tais estratégias devem agir a favor da organização, modificando e lidando com as regras e circunstâncias envolvidas nas cinco forças competitivas indicadas por Porter em seu modelo analítico, conhecidas como as “Cinco Forças de Porter” [8]: a ameaça de **novos entrantes** na concorrência; a ameaça de serviços ou produtos **substitutos**; o poder de negociação dos **compradores**; o poder de negociação dos **fornecedores**; e a rivalidade entre os **concorrentes** existentes. Essas forças, ilustradas na Figura 3.14, são determinantes nos fatores de rentabilidade dos negócios, por agirem sobre preços, custos, investimentos, etc.

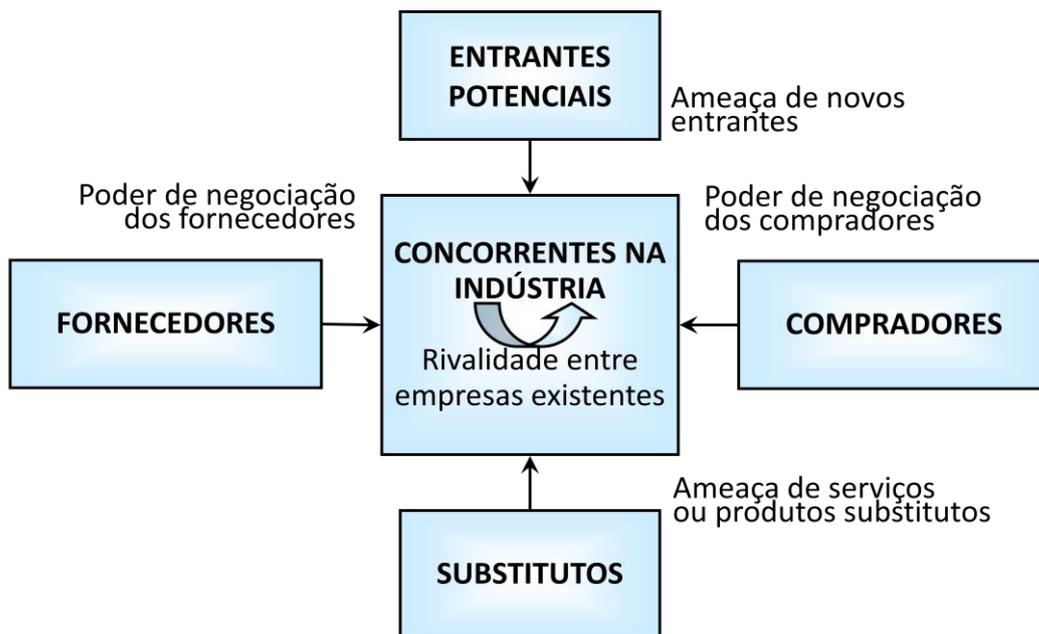


Figura 3.14 As cinco forças competitivas que determinam a rentabilidade da indústria segundo Michael Porter [8].

Sendo que o escopo de cada uma destas forças é [8]:

1. Ameaça aos novos ingressantes: As barreiras de entrada definem o nível de dificuldade encontrado pelas firmas que consideram uma entrada competitiva na indústria. Se estas barreiras são pequenas, a nova competição adicionará capacidade à indústria e diminuirá a demanda e os preços, resultando em uma menor lucratividade da empresa.

2. Poder de barganha dos fornecedores: Esta força se refere à habilidade dos fornecedores de influenciar o custo, a disponibilidade e a qualidade das matérias primas para a indústria.

3. Poder de barganha dos compradores: A influência que os clientes de uma firma exercem determina um papel importante na definição da estrutura da indústria em virtude do seu poder de forçar os preços para baixo através de compras comparativas, ou por aumentar expectativas de qualidade.

4. Ameaça de produtos ou serviços substitutos: Todas as empresas em uma indústria estão competindo com indústrias que fabricam produtos substitutos. Os substitutos reduzem os retornos potenciais de uma indústria, colocando um teto nos preços que as empresas podem fixar como lucro. Os substitutos não apenas limitam os lucros em tempos normais, como também

reduzem as fontes de riqueza que uma indústria pode obter em tempos de prosperidade. A análise destas tendências pode ser importante na decisão acerca de tentar suplantar estrategicamente um substituto ou de planejar a estratégia considerando o substituto como uma força – chave inevitável.

5. Rivalidade entre os competidores existentes: A intensidade da competição interna de uma indústria que tenha sido empiricamente demonstrada em algumas ocasiões como sendo a mais influente das cinco forças. Algumas formas de concorrência, notadamente a concorrência de preços são altamente instáveis, sendo bastante provável que deixe toda a indústria em pior situação do ponto de vista da rentabilidade, sendo que, a concorrência é consequência da interação dos vários fatores estruturais.

Assim como na análise concorrencial, outras formas de análise para a inteligência competitiva devem ser conduzidas de maneira sistemática, com a combinação de informações em fontes múltiplas para complementação e validação recíproca. Sempre que possível, a análise deve ser realizada em equipe, para que múltiplas visões sejam consideradas, com minimização das fragilidades e limitações da subjetividade, ocorrendo a validação mútua de resultados. A boa análise depende da combinação de técnicas analíticas, do emprego de boas fontes e informação como matéria prima, além das habilidades humanas, tais como criatividade, intuição, raciocínio dedutivo e intuitivo, pensamento alternativo, etc. [48, 59].

Com a crescente sofisticação do gerenciamento, que inclui o gerenciamento de risco como elemento fundamental, uma compreensão diferenciada do comportamento humano e avanços nas tecnologias que apóiam e imitam processos cognitivos têm melhorado a tomada de decisões em muitas situações [60]. Nesse contexto, os métodos de inteligência competitiva e de prospecção tecnológica podem ser particularmente úteis para incorporarem novas dimensões analíticas ao universo da ciência e engenharia de materiais.

A principal contribuição da inteligência competitiva para a prospecção tecnológica é a sistematização de todo o ciclo de produção de conhecimento e informação analisada a partir de múltiplas fontes, fortalecendo a análise de

possibilidades, cenários, tendências e alternativas tecnológicas como se pretende na prospecção tecnológica. A forma de lidar com as informações, de modo a criar uma moldura analítica para compreender o que é importante, como complemento às técnicas de prospecção, contribui para saber o que extrair de informação e porque, com base nas estratégias escolhidas [41].

Nesse sentido, o Núcleo de Informação Tecnológica em Materiais (NIT/Materiais - UFSCar) vem empregando as metodologias de prospecção tecnológica e inteligência competitiva para estudos prospectivos e apoio à gestão tecnológica e empresarial, atendendo os setores industriais que utilizam ligas metálicas, polímeros sintéticos (termoplásticos, termorrígidos, elastômeros/borrachas), polímeros e fibras naturais, cerâmicos, vidros, materiais compósitos, bem como nos seus produtos e processos. Além de trabalhos desenvolvidos em áreas associadas à: competitividade e tomada de decisão empresarial, diagnósticos de custos, estudos setoriais, informação estratégica, inovação tecnológica, gestão do conhecimento, inteligência competitiva, monitoramento tecnológico, planejamento estratégico e implantação de sistema de qualidade.

3.2.4 Patentes como fontes de informação para inovação e instrumento analítico para prospecção tecnológica

As patentes são uma fonte importante de informação para inovação. Cerca de 70% a 80% das informações tecnológicas do mundo estão disponíveis somente em documentos de patentes e não em artigos científicos ou catálogos de empresas. Enquanto um catálogo de empresa descreve um produto em apenas algumas linhas, um documento de patente correspondente traz cerca de vinte páginas de informação atualizada, de alta relevância e qualidade técnica [61, 62].

A base do sistema de patentes atual começou a ser construída ainda na idade média, quando a primeira lei de patentes foi adotada pela Cidade-Estado de Veneza, em meados do século XV. Estabeleceu-se então uma filosofia que pode ser encontrada hoje nos modernos sistemas de patentes: O

reconhecimento de se garantir direitos exclusivos a um inventor, por um tempo limitado, encorajaria outros a inventarem [63].

Uma patente é definida como um direito exclusivo concedido a uma invenção (produto ou processo) que prevê uma nova forma de fazer algo, ou oferece uma nova solução técnica para um problema. Para ser patenteável, segundo a Organização mundial de Propriedade Intelectual e em acordo com a legislação brasileira, uma invenção deve cumprir basicamente as seguintes condições [64, 65, 66]:

1. Ser de **uso prático**.
2. Mostrar um **elemento de novidade**, isto é, uma **nova característica** que não é conhecida no **corpo de conhecimentos existentes** no seu domínio técnico. Esse corpo de conhecimentos existentes é chamado de arte prévia ou "**estado da técnica**".
3. Mostrar uma **atividade inventiva**, que não pode ser deduzida por uma pessoa com conhecimento médio do domínio técnico.
4. Ter seu objeto **legalmente aceito** como "patenteável" no local onde se deseja obter o direito de patente.

Em muitos países, teorias científicas, métodos matemáticos, variedades vegetais ou animais, descobertas de substâncias naturais, métodos comerciais, ou métodos de tratamento médico (em oposição aos produtos medicinais) geralmente não são patenteáveis [63, 64].

Uma carta patente fornece ao seu titular a proteção para exploração comercial da invenção relatada com exclusividade, por um período limitado para a invenção, geralmente vinte anos. Isto significa que a invenção não pode ser produzida comercialmente, utilizada, distribuída ou vendida sem o consentimento do seu titular [63, 64, 65, 66].

Os direitos de patentes são normalmente executados em um tribunal, que na maioria dos sistemas legais, detém a autoridade para interromper uma violação de patente, além de poder declarar inválida uma patente quando contestada com sucesso por uma terceira parte, uma vez concedida a carta patente [64].

O detentor da carta patente, durante o período de validade da mesma, poderá então decidir quem poderá ou não utilizar a invenção patenteada, estabelecendo permissões ou licenças de uso por outras partes sob termos de concordância entre ambas. O direito de patente é passível de venda, sendo que seu comprador passa a ser o novo detentor da patente [63, 64, 65, 66, 67].

Ao findar seu período de validade, diz-se que a carta patente foi expirada e a partir deste dado momento a invenção em questão passa a ser de domínio público, ou seja, seu detentor não mais terá direitos exclusivos sobre a invenção patenteada, tornando-se passível de exploração comercial por terceiros sem a necessidade de pagamento dos direitos sobre propriedade intelectual, *royalties*. [63-69]. Desta forma, as patentes oferecem a indivíduos ou corporações reconhecimento pela criatividade, além de recompensa financeira pela invenção que possa vir a ser comercializada. Este tipo de incentivo encoraja a atividade de inovação, contribuindo direta e indiretamente para a melhoria contínua da qualidade de vida [63].

Para se obter uma patente é necessário apresentar um **pedido** que geralmente contém o **título da invenção**, bem como uma indicação do seu **domínio técnico**, além de incluir seus **antecedentes** e uma **descrição da invenção** em linguagem clara e **riqueza de detalhes** suficientes para que um indivíduo com conhecimento médio sob o assunto possa utilizar ou reproduzir o invento. Tais descrições devem ser acompanhadas de um **desenho**, diagramas ou esquemas visuais que ilustrem e facilitem seu bom entendimento. O pedido ainda deve incluir as solicitações e reivindicações que determinam a **extensão da proteção** a ser conferida pelo documento [65, 70]. Para um melhor esclarecimento, um exemplo de patente europeia relacionada a um material de fricção para embreagens e freios está disponível no Anexo 1.

A concessão de uma patente é feita por um escritório nacional de patentes ou de propriedade intelectual, ou ainda, por um escritório regional como é o caso dos escritórios europeu e africano (EPO e ARIPO). Sobre estes sistemas regionais, um depositário pode requerer proteção em um ou mais países e cada país decide quanto à questão de conceder a patente dentro de seu território [64].

Com o Tratado de Cooperação em matéria de Patentes – PCT (*Patent Cooperation Treaty*), elaborado em 1970, um único pedido de depósito internacional de patente pode ser efetuado simultaneamente em vários países escolhidos de acordo com a vontade do requerente, prevalecendo o caráter territorial de cada país signatário do acordo para julgar e conceder os direitos de patentes sob o domínio de seu território através de uma fase de exame nacional [64]. Vale ressaltar que **não existe** um documento de patente internacional que garanta os direitos de patente internacionalmente.

Tradicionalmente tende-se a pensar em patente como um instrumento legal, concedido pelo Estado, capaz de conferir ao seu depositante (pessoa que entrou com o pedido de patenteamento) o poder de excluir terceiros da possibilidade de exploração do objeto protegido pela mesma. Porém, com o surgimento dos computadores e da capacidade de armazenar e compilar dados com facilidade e rapidez, grupos de patentes podem servir como fonte preciosa para a construção de indicadores tecnológicos com alto valor estratégico [71].

Utilizando esta gama de informações que constam nos documentos e pedidos de patentes, é possível apresentar evidências e construir indicadores de alto valor estratégico através do cruzamento destas informações sobre regiões ou países de depósitos com outras informações contidas em tais documentos como: matéria protegida, tipo de material, tecnologias envolvidas, ano de depósito, depositante, etc. [69, 71].

Tais indicadores podem ser utilizados como subsídio importante no processo decisório constantemente enfrentado por dirigentes, pesquisadores, engenheiros ou quaisquer pessoas ligadas às áreas do conhecimento abrangidas pela patente ou grupo de patentes em questão. Tais índices podem ser utilizados para relacionar a evolução histórica das tecnologias de materiais com informações de pesquisa e mercado, provendo aos engenheiros e pesquisadores informações relevantes à tomada de decisão em seu trabalho como, por exemplo, evidenciando o grau de desenvolvimento de uma dada tecnologia em relação à outra, separando-as por regiões de aplicação e interesse, ou ainda agrupá-las de acordo com seus detentores, que podem ser corporações, indivíduos ou centros de pesquisa [69, 71].

Todorov, afirma que a informação contida nas patentes possui qualidade, por ser oriunda da utilização de método científico, e constitui um bem intangível por não ser passível de atribuição de um valor absoluto, além de não estar sujeita à escassez pela apropriação, uma vez que quanto mais se estuda uma área, mais se descobre, e mais se percebe que há mais coisas a serem descobertas. No entanto é preciso saber discernir entre os documentos que serão extremamente úteis e os que não terão valor algum dentro de um processo analítico. *“Investir em conhecimento tem um retorno que não se consegue apreçar.”* [72].

Vale lembrar ainda que a informação contida em documentos de patentes é pública, fato que faz com que os conhecimentos e informações contidas nestes documentos possam ser acessados por qualquer pessoa ou organização que se interesse pela tecnologia. Isto possibilita que os interessados tenham nas patentes uma grande fonte de informação e conhecimento técnico acumulado, servindo de excelentes referências para o desenvolvimento de novas aplicações ou evoluções incrementais nos processos em questão, ou ainda como fonte de informação importante para o monitoramento da concorrência [48 e 51]. Outro fato que não pode deixar de ser citado é de que os direitos de exploração comercial da matéria patenteada são garantidos por tempo determinado, portanto, não é difícil encontrar nas patentes que já estão sob domínio público soluções “prontas” para diversos problemas tecnológicos já enfrentados por outros pesquisadores ou até concorrentes das organizações que atuem no mesmo ramo tecnológico.

Ao analisar o corpo de uma patente, informações preciosas podem ser retiradas de imediato, tais como: **quem**; **onde**; **o quê**; e **quando**. Outras informações relacionadas à **“como”** e **“por quê”** também podem ser extraídas com um pouco mais de trabalho e com a ajuda de profissional qualificado no assunto patenteado. Ao analisar uma quantidade pequena de documentos de patentes o processo de obtenção destas informações é relativamente simples, porém, em se tratar de grandes números de documentos como é o caso de quase todos os problemas relacionados à análise de patentes faz-se necessário a utilização de *softwares* para o tratamento e estruturação dos

dados de patentes, viabilizando uma análise rápida e acurada de grandes quantidades de dados [51]. Um exemplo de extração imediata de informações de patentes é ilustrado na Figura 3.15.

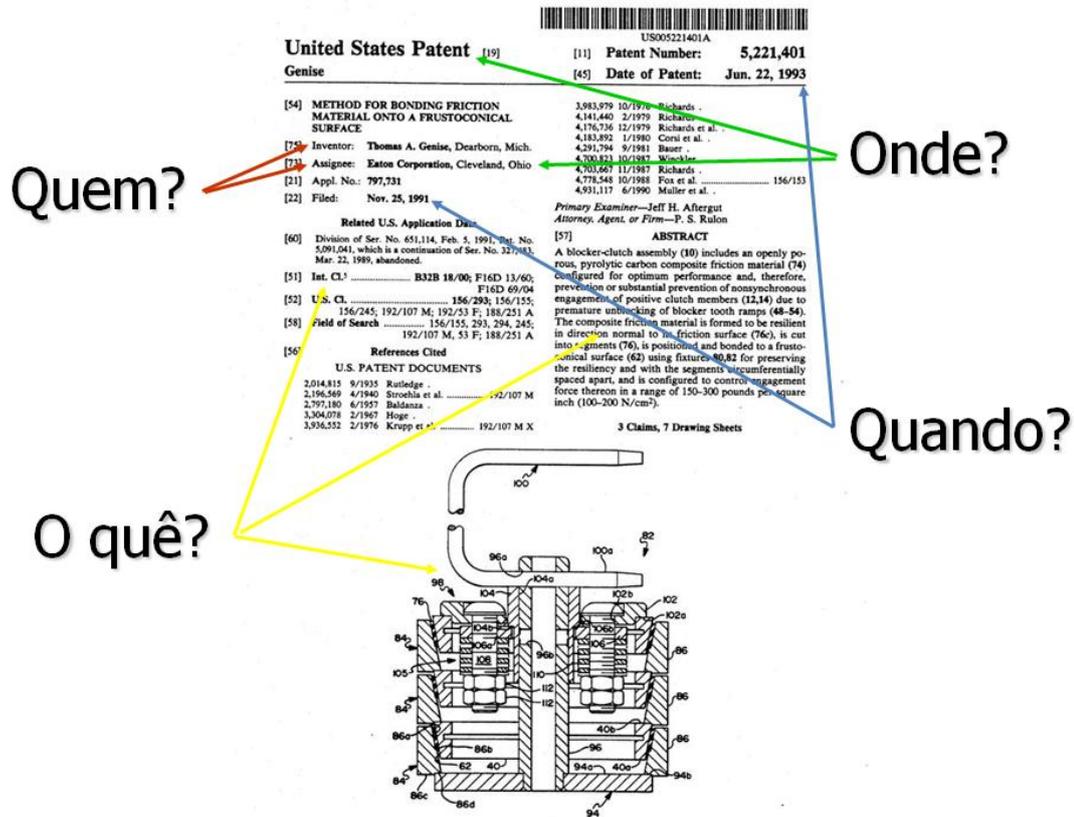


Figura 3.15 Extração imediata de informação contida na folha de rosto de uma patente norte-americana.

Existe um código internacional de classificação de patentes por área. Este instrumento é de extrema importância tanto para a localização de documentos correlatos às tecnologias de interesse nos estudos, como para a extração de informação quando se lida com grandes números de patentes. O aprofundamento nesse sistema se dará ao longo do estudo, de acordo com a necessidade encontrada [68, 69, 71, 73].

A análise de patentes é um método muito empregado na inteligência competitiva e na prospecção tecnológica, para o estudo dos avanços tecnológicos. O número de patentes que uma empresa possui é um indicador do nível de atividade tecnológica da empresa. Outro indicador é a identificação

e contagem dos códigos de classificação que recebem as patentes de uma empresa, que revela o perfil tecnológico das empresas [69].

Um estudo realizado para o setor aeronáutico traz bons exemplos de indicadores de nanotecnologia e outras tecnologias de materiais aplicadas a esta indústria. Há um número importante de patentes que trata simultaneamente de mais de um conjunto de material e tecnologia, mas nenhuma patente trata dos três conjuntos. São 192 patentes abordando materiais compósitos e nanotecnologia, 14 patentes em nanotecnologia e materiais inteligentes e 87 patentes sobre materiais inteligentes e materiais compósitos [74].

Para se ter uma melhor visualização da dimensão do universo de patentes que devem ser analisadas, a Figura 3.16 traz os conjuntos de patentes separados por tecnologias de materiais. Deve ser notado o universo inicial de 158.841 patentes no setor, das quais foram identificados três “sub-universos” de 272.426 relacionadas a compósitos, 53.600 em materiais inteligentes e 43.057 em nanotecnologia [74].

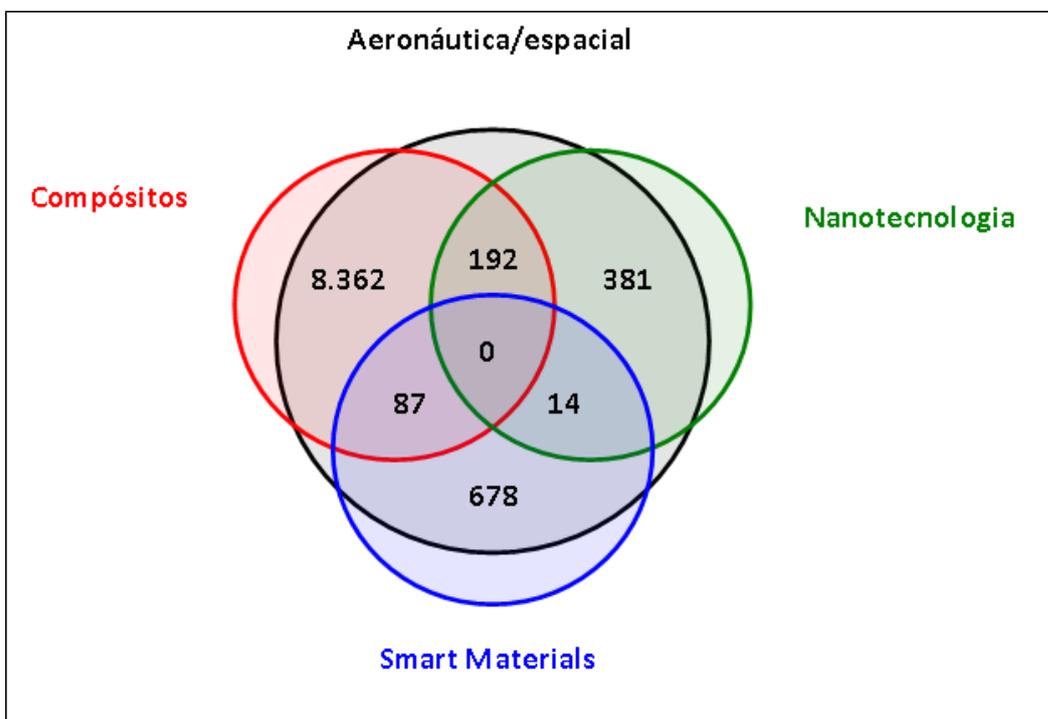


Figura 3.16 Disposição geral das patentes sobre materiais compósitos, materiais inteligentes, nanotecnologia e aeronáutica/espacial [74].

Por apresentar crescimento mais significativo frente às outras tecnologias citadas nos últimos anos, 300% de crescimento de depósitos para nanotecnologia (vide Figura 3.17) contra 45,1% para compósitos e 82,7% para a categoria de materiais inteligentes, serão apresentados somente os indicadores relativos a:

- Titulares de patentes sobre nanotecnologia aplicada ao setor, Figura 3.18;
- Países de origem das patentes sobre nanotecnologia aplicada ao setor, Figura 3.19;
- Patentes sobre aplicação de nanotecnologia a componentes de aeronaves, Figura 3.20.

Patentes sobre nanotecnologia aplicada ao setor aeronáutico/espacial

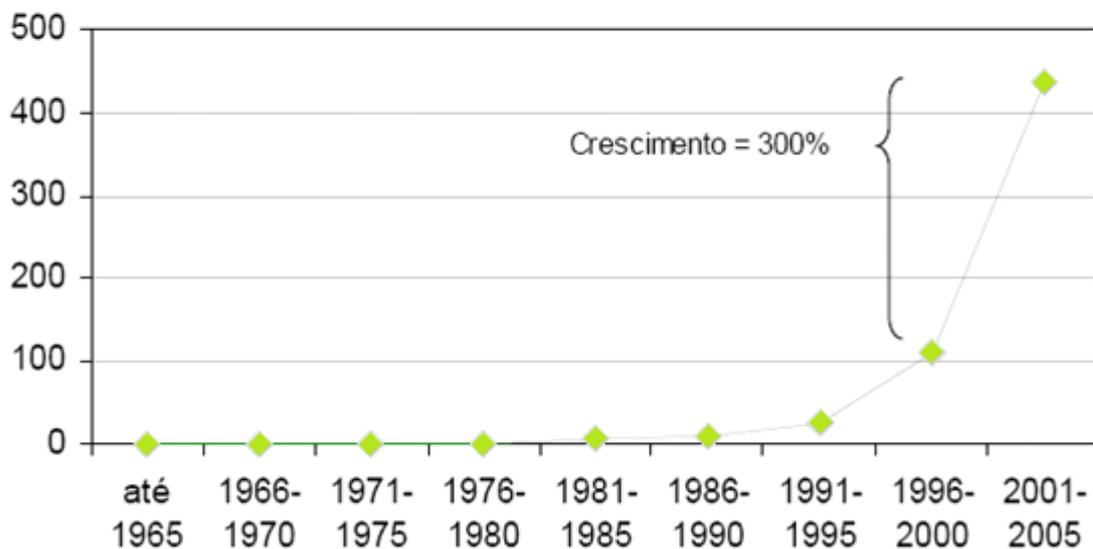


Figura 3.17 Evolução do depósito de patentes sobre nanotecnologia aplicada ao setor aeronáutico/espacial [74].

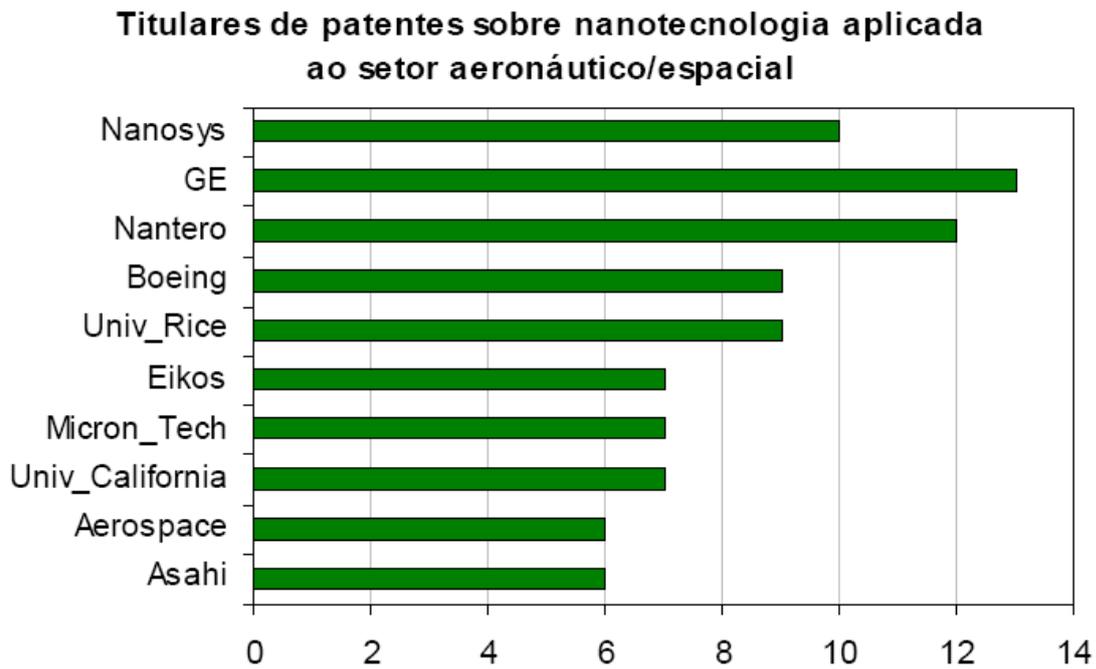


Figura 3.18 Maiores ocorrências de titulares de patentes sobre nanotecnologia aplicada ao setor aeronáutico/espacial [74].

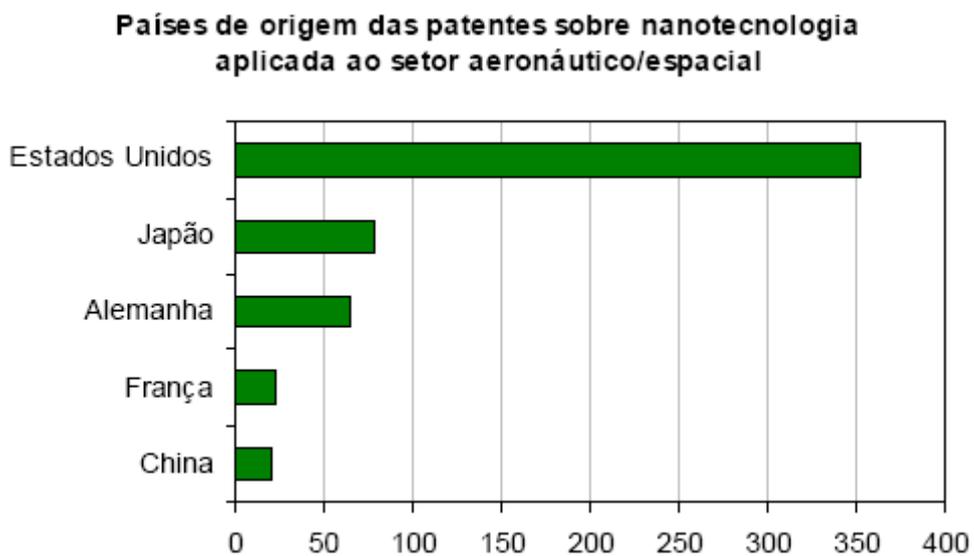


Figura 3.19 Maiores ocorrências de países de origem das patentes sobre nanotecnologia aplicada ao setor aeronáutico/espacial [74].

Patentes sobre aplicação de nanotecnologia a componentes de aeronaves

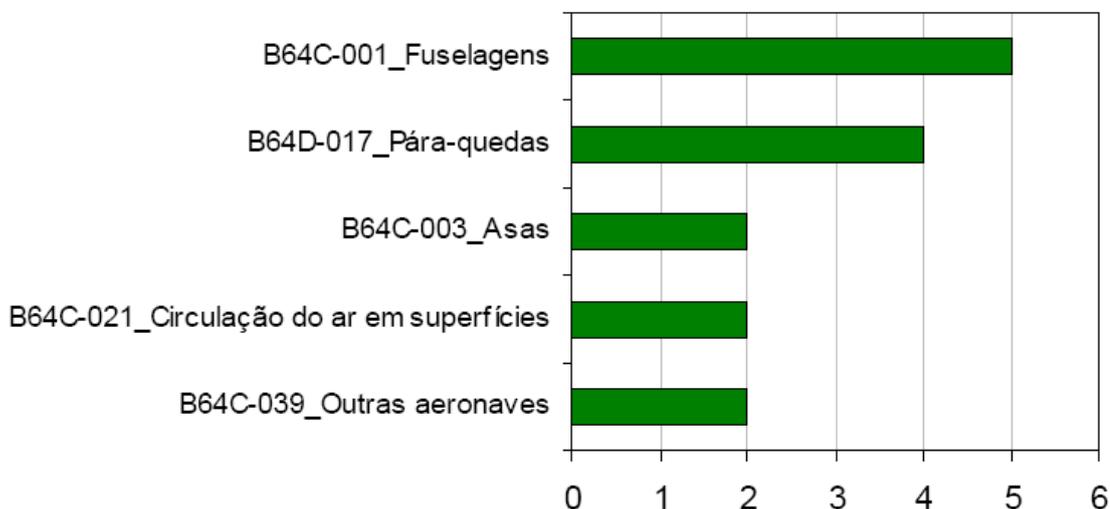


Figura 3.20 Número de patentes sobre aplicação de nanotecnologia em componentes de aeronaves, identificadas e agrupadas de acordo com o código internacional de classificação de patentes [74].

O patenteamento implica na intenção de proteção de conhecimento estratégico. A extração de informação das patentes, se por um lado, é valiosa, por outro, é dificultada pela intenção de expor o mínimo possível dos conteúdos críticos da tecnologia. Neste contexto, há dificuldade muito maior para a análise de informação de patentes do que na análise de informação de publicações científicas, nas quais o objetivo é divulgar os conhecimentos e avanços científicos obtidos. Dado o grande volume de informações de patentes, com crescente aumento a cada ano, e a necessidade de análise acurada para decisões tecnológicas e empresariais, metodologias de categorizações semi-automatizadas de informações de patentes têm sido exploradas nos estudos prospectivos e de inteligência competitiva [71, 75, 76]. O propósito é aumentar a agilidade da análise e a precisão das informações extraídas,

Atualmente estima-se um crescimento anual de 600 mil documentos de patentes no mundo, sendo que em determinados casos a divulgação de alguma tecnologia ocorre exclusivamente por patentes, tornando impossível o seu acompanhamento por outros meios [61, 62, 72]. Ao pensar em uma

empresa querendo proteger uma tecnologia, processo, material, etc., fica fácil perceber o porquê desta exclusividade apresentada por tais documentos.

Brietzman, em meados do ano de 2000, apresentou um estudo tecnológico de patentes que ilustra a importância da sistematização da categorização de documentos de patente para estudos de grande número de patentes, no caso, a análise de 1234 patentes na área de tratamentos médicos e plantas medicinais. A partir da organização dos registros pela indexação de títulos e resumos em *softwares* convencionais, a metodologia possibilitou identificar de maneira rápida, dentro do prazo curto de quatro dias, cerca de 98 tipos de plantas medicinais e 52 processos relevantes. Foi possível também o mapeamento das principais empresas atuantes e seus respectivos interesses tecnológicos em termos de patenteamento [75].

Metodologias similares foram empregadas na análise de patentes sobre as tecnologias de materiais, por exemplo, em tecnologias para fabricação de moldes para injeção de plásticos [76]. Neste caso, o propósito foi situar o Brasil no contexto mundial dessas tecnologias. Em um universo de cerca de 12000 patentes, foram identificados os principais países detentores de patentes, como mostrado na Figura 3.21, o Brasil sendo detentor de apenas 10 patentes no assunto frente, por exemplo, ao Japão, com 8573 patentes depositadas. Também foram identificados 50 assuntos tecnológicos mais relevantes. A metodologia empregada permite a construção e análise de indicadores, similares aos apresentados no exemplo aeronáutico, conforme desenvolvida por Faria com o emprego de *softwares* como o Vantage Point [50, 71] e Sphinx.

Países de origem das patentes sobre tecnologias de moldes para injeção de plástico

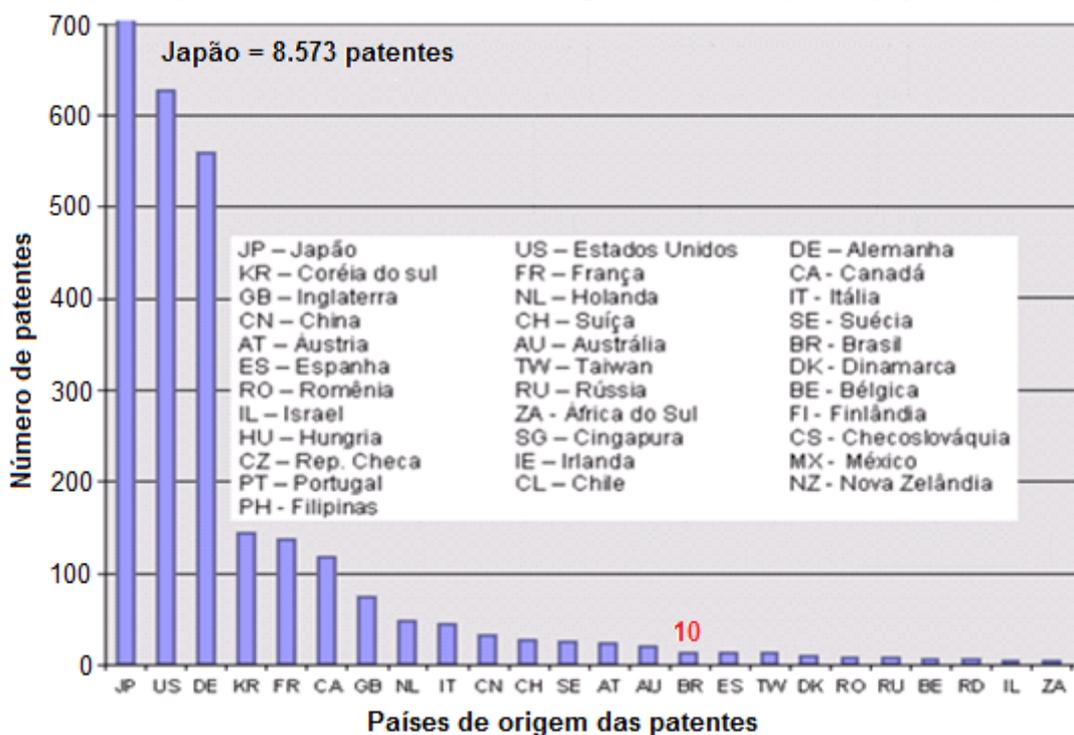


Figura 3.21 Número de patentes por país de origem, identificadas em estudo prospectivo no setor de moldes para injeção de plásticos [76].

Outros estudos em patentes, como por exemplo os apresentados por Porter e Cunningham (2005) [51], e Breitzman (2000) [75], evidenciam a importância destas análises realizando estudos com metodologias similares.

A Figura 3.22 ilustra um estudo apresentado sobre tecnologias de células de combustível. Ao centro pode ser observado um exemplo de rede de relacionamento entre pessoas extraído de informação de bancos de patentes na área.

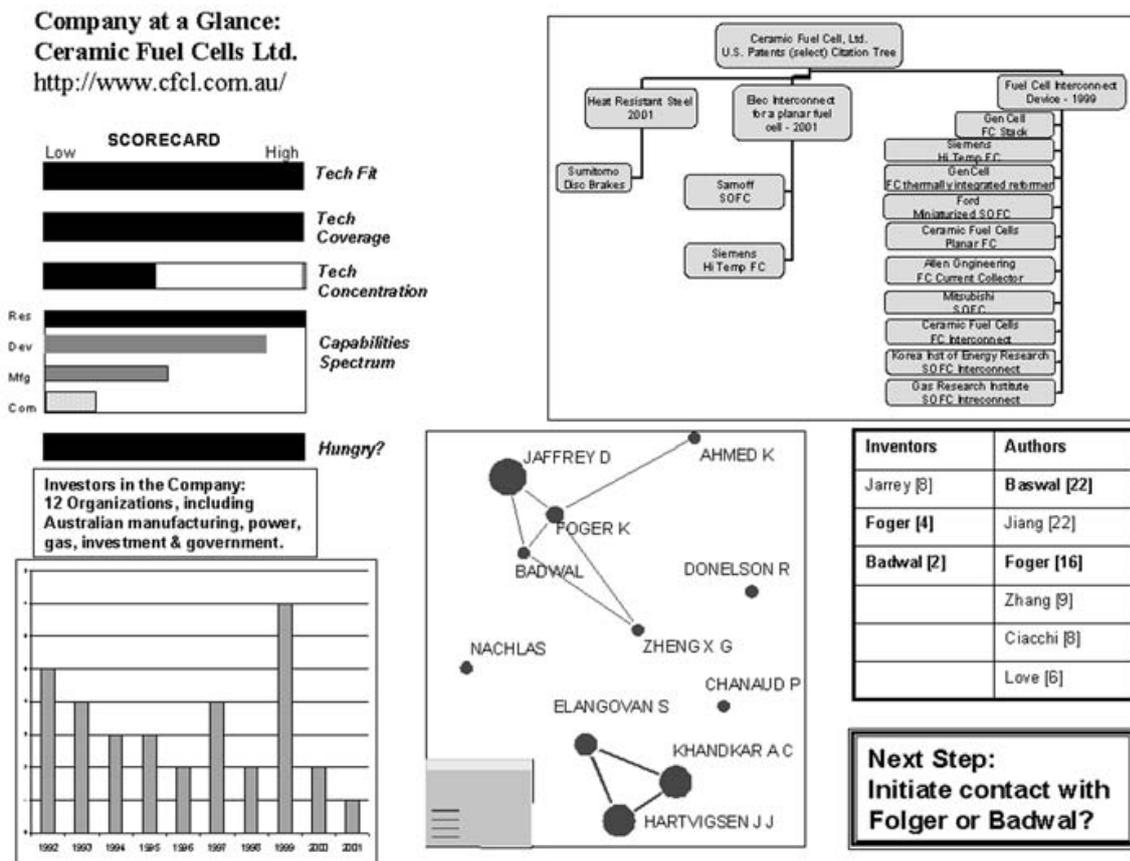


Figura 3.22 Exemplo de síntese gerencial em células de combustível [51].

Apesar dos avanços obtidos para a visualização e análise de dados a partir da bibliometria e estatística de grandes quantidades de dados ou textos estruturados [71], há ainda carência de metodologias para uma análise mais aprofundada do conteúdo dos textos livres de documentos, que permita a extração de informação ou “mineração” dos textos (*text mining*), de maneira complementar os indicadores gerados a partir das patentes, de outras publicações técnico-científicas, de mercado e outras.

A leitura por completo de documentos como os de patente, depende da interpretação de textos e é difícil a substituição da leitura completa do texto para a sua correta compreensão e extração de informações relevantes [75]. Interpretar textos não é uma tarefa trivial e sua realização ainda depende da capacidade de raciocínio e do conhecimento específico dos seres humanos. Para casos onde se trabalha com dados de cunho técnico e tecnológico, como em estudos relacionados à ciência e engenharia dos materiais, os

conhecimentos de engenheiros e especialistas são indispensáveis para a correta interpretação e análise dos dados [48].

Desse modo, o emprego de análise léxica baseada em bibliometria, e sua combinação com a análise de conteúdo do texto podem trazer importante subsídio para o processo analítico de documentos de patentes, contribuindo para extração de informações relevantes complementares aos indicadores construídos.

A análise léxica pode ser compreendida como a verificação da frequência de aparição de palavras ou grafias em um texto para avaliação da sua relevância em um determinado foco estabelecido [77], uma análise similar à análise bibliométrica [51]. A análise de conteúdo, por sua vez, pode ser entendida como a categorização de documentos a partir da leitura e interpretação dos mesmos, com a formação de idéias sobre todo o conjunto. Existem *softwares* que permitem a realização semi-automatizada da análise léxica combinada com a análise de conteúdo, por exemplo, o *software* Sphinx² [77]

Existem outros *softwares* como o *Vantage Point*³ que, além da análise lexical, possui ferramentas como a *NLP – Natural Language Processing*, capazes de identificar e contar palavras, expressões e períodos, naturais do idioma inglês, no mesmo sentido que as do *software* Sphinx. O posterior trabalho estatístico e cruzamento com outras informações também gera indicadores significativos e de alto valor agregado.

Além de mapas de correlação, os *softwares* permitem realizar cálculos estatísticos e construir gráficos de regressão linear, análises uni, bi, ou multi, variadas, mapas fatoriais com base nas análises aprofundadas dos textos, além de diversos outros gráficos e testes estatísticos tradicionais [77].

O *software* Sphinx, originalmente projetado para elaboração, aplicação e análise de formulários e resultados de pesquisas de levantamento de

² *Software* distribuído no Brasil pela empresa Sphinx Brasil < <http://www.sphinxbrasil.com> >, de propriedade do professor Henrique Freitas, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que gentilmente cedeu uma licença especial deste *software* para avaliação neste estudo.

³ *Software* distribuído por Search Technology, Inc. < <http://www.thevantagepoint.com/> >, que gentilmente cedeu uma licença para utilização no NIT/Materiais - UFSCar por intermédio do Professor Alan Porter, da Escola de Políticas Públicas (*School of Public Policy*) do Instituto de Tecnologia da Georgia (*Georgia Institute of Technology*).

percepções, possui um diferencial de melhor preparo das informações para a análise bibliométrica textual quando comparado ao Vantage Point, com uma interface mais amigável que possibilita a categorização mais rápida de palavras e expressões encontradas nos campos de documentos de patentes. Por outro lado, o domínio do Vantage Point no tratamento e análise de dados estruturados hoje alcançado no NIt/Materiais permite o ágil manuseio das ferramentas do tipo NPL voltadas para a análise do texto integral. O volume de informações suportado pelo Vantage Point também é significativamente maior do que o volume suportado pelo Sphinx, permitindo ao Vantage Point criar bancos de dados com um número maior de registros de patentes, como é o caso deste trabalho.

Para o estudo de tecnologias de materiais e de outras tecnologias a partir de patentes, é fundamental o domínio e uso de métodos semi-automatizados com o emprego de *softwares* como o Sphinx e o Vantagepoint, dado o grande volume de dados a analisar, o que torna muito difícil e praticamente inviável um estudo abrangente de todo o espectro de patentes disponíveis em um dado período significativo de intervalo de tempo, por exemplo, 5 - 10 anos ou mais.

4 Materiais e Métodos

4.1 Equipamentos, softwares e sistemas computacionais empregados

O presente trabalho foi baseado no ciclo de Inteligência Competitiva proposto pelo NIT-UFScar, Figura 3.11, com foco no estudo de documentos de patentes, principalmente no que se refere às etapas de coleta e análise de tais documentos, procurando agrupar e relacionar materiais de interesse, bem como algumas características de seus processamentos, com as necessidades do mercado de trem-de-força automotivo, atuais aplicações destes materiais neste mercado ou aplicações em potencial (principalmente devido ao viés comercial encontrado em documentos de patentes).

Propõe-se, além da apresentação tradicional das informações na forma literal, em gráficos cartesianos temporais e gráficos de barras, a utilização de mapas de co-ocorrência para uma melhor visualização das relações identificadas nos documentos estudados, no que diz respeito aos materiais, suas técnicas de processamento, características e aplicações de interesse.

Para a recuperação, armazenagem e tratamento de dados recuperados de bases de dados online, de patentes e outros documentos, foram utilizados dois computadores, sendo um deles do tipo notebook com configurações comuns e comerciais, como: Processador 2,0Ghz; Memória RAM de 2Gb; Disco rígido de 80Gb; Placa de rede; etc. onde foram instalados os softwares utilizados:

- Coleta de dados:
 - Consulta à bases de dados e recuperação de dados selecionados (*Internet Explorer e Mozilla Firefox*);
 - Ferramentas de linguagem de programação e automação para coleta e download de grandes quantidades de dados (*Visual Basic e iMacros*)

- Editores de texto e planilhas para cálculos e organização dos dados coletados (como o pacote *Office* da *Microsoft*);
- Formatação de dados, tratamento de dados e análises gráficas (*Vantage Point*; *Sphinx*; *InfoTrans*)
- *Software* de análise gráfica e redes (*Ucinet*; *NetDraw*).

Um segundo computador com maior capacidade de processamento fez-se necessário para incrementar as velocidades de manipulação e de processamento dos arquivos gerados no programa *Vantage Point*. Alguns arquivos chegaram a ter o tamanho superior a 500 megabytes (aproximadamente 0,5Gb). Esta máquina possuía as seguintes configurações: Processador Intel Core 2 Quad com 2,4Ghz e 2,4Ghz; Memória RAM de 8Gb; Disco rígido de 1 *TeraByte*; e demais configurações comerciais como placas de rede, etc. Os *softwares* utilizados nesta máquina foram os mesmo já descritos.

Para a consulta e recuperação online de informações, foram utilizados os sistemas de bases de dados online de patentes do Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI, do Escritório Europeu de Patentes (EPO), gratuitos, e também da *Derwent Innovations Index* cujo acesso via universidade é suportado financeiramente pela CAPES, mediante seu Portal de Periódicos (vide www.periodicos.capes.gov.br). Outras bases pertencentes ao Portal Capes, sob demandas específicas, foram acessadas com endereço IP interno da Universidade.

4.2 Bases de dados on-line utilizadas como fontes de informação

4.2.1 Base de dados CIP versão 8 (*International Patent Classification*)

Esta base contém o sistema internacional de classificação de patentes, criado como resultado de esforço de cooperação internacional de escritórios de propriedade industrial de vários países, e é baseada em um tratado internacional multilateral celebrado em 1954, a “Convenção Européia para a Classificação Internacional de Patentes de Invenções”. Desde 1971, o “Acordo

de Estrasburgo relativo à Classificação Internacional de Patentes" colocou o código de classificação internacional – CIP (ou IPC – *International Patenting Code*) sob responsabilidade da OMPI – Organização Mundial de Propriedade Intelectual [64].

O código CIP é utilizado internacionalmente para indexação de documentos de patentes de invenção e modelo de utilidade. O Acordo conta (abril/2007) com 57 Estados-Membros, incluindo o Brasil, cuja adesão ocorreu em 1975. Contudo, o CIP é utilizado por cerca de 70 (setenta) países e 3 (três) administrações regionais além da Secretaria Internacional da Organização da Propriedade Intelectual. A fim de manter a classificação internacional de patentes atualizada, revisões são elaboradas por uma comissão de peritos que se reúne periodicamente para avaliar o sistema e aperfeiçoá-lo, considerando, principalmente, os avanços tecnológicos [61, 64, 70, 73].

Esta base com os códigos de classificação internacional pode ser acessada gratuitamente em sua versão atualizada pelos seguintes sites:

- da Organização Mundial de Propriedade Intelectual – OMPI
 - < <http://www.wipo.int/classifications/ipc/ipc8/?lang=en> >
- do Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI
 - < <http://pesquisa.inpi.gov.br/ipc/index.php> >

4.2.2 Base de dados *Derwent Innovations Index*

O *Derwent Innovations Index* é um banco de dados de patentes com mais de 14,3 milhões de documentos de patentes, abrangendo documentos datados a partir de 1963, registrados em mais de 40 autoridades concedentes de patentes ao redor do mundo. Nesta base os documentos são organizados principalmente em quatro áreas do conhecimento, cobrindo praticamente todo o universo de interesse para este estudo. As áreas são: Química; Elétrica; Eletrônica e Mecânica. Esta base é a mesma utilizada no já citado estudo para o setor aeronáutico [74].

O diferencial desta base está no fato de que as informações dos documentos de patente indexados passam por uma reestruturação e são

organizadas de modo a facilitar a busca e a compreensão rápida do conteúdo do documento. Ao contrário das bases tradicionais que simplesmente organizam os dados bibliográficos como, por exemplo, título, resumo, autores, etc., a base Derwent Innovations Index, além dos recursos e informações tradicionais, adiciona um sistema de classificação próprio que auxilia a recuperação rápida de documentos, fornece um resumo próprio da invenção, títulos e resumos re-escritos para auxiliar a compreensão da invenção sem a necessidade de leitura completa do documento de patente, bem como a organização de famílias de patentes (documentos de patente que correspondem à mesma matéria protegida em escritórios de diferentes localidades) e patentes citadas. Outro recurso interessante é o *link* direto para a versão integral dos documentos em várias fontes e escritórios de patente, facilitando a compreensão e o estudo mais detalhado de documentos considerados importantes para a boa compreensão do tema em estudo e abordagem correta do tema [78]. Normalmente o acesso é tarifado, mas a base está disponível gratuitamente para as universidades do Brasil via Portal de periódicos da CAPES < <http://www.periodicos.capes.gov.br> >.

4.2.3 Base de dados Esp@cenet – EPO

A base Esp@cenet é mantida pelo escritório europeu de patentes (EPO) e engloba mais de 55,2 milhões de documentos de patentes de cerca de 80 (oitenta) nações. O documento mais antigo encontrado nesta base data de 1836, mas a abrangência varia de acordo com o escritório e país. Curiosamente, este documento trata-se da patente americana “US1” de título “Motor a vapor para locomotivas de trilhos e outras vias”, assunto de forte relação com o tema discutido neste trabalho [79].

Embora seja gratuita e significativamente mais abrangente do que a base *Derwent Innovation Index*, esta base não possui tantas facilidades e ferramentas de busca, além de disponibilizar somente os 500 primeiros resultados encontrados para a expressão de busca inserida, o que pode ocultar

grande parte de dados quando o trabalho está relacionado a tecnologias bastante abrangentes como é o caso deste estudo.

4.3 Coleta de Patentes

Sabendo das limitações e capacidades de cada ferramenta e base de dados disponíveis, optou-se por realizar a coleta principal de documentos na base *Derwent Innovations Index*, tendo o *VantagePoint* como *software* principal de análise.

A coleta de documentos de patente foi realizada através de expressões de busca organizadas de modo a abranger o maior número de documentos relacionados às tecnologias de interesse, filtrando significativamente informações e documentos de pouca relevância ao trabalho.

Boa parte de tempo foi gasto para a construção destas expressões, analisando diversas possibilidades e resultados até se obter expressões consideradas ideais, garantindo a qualidade dos dados recuperados e como consequência, a fidedignidade dos resultados obtidos.

Assim como citado anteriormente no trabalho sobre aeronaves, o modelo de aplicação de operadores booleanos disponíveis nas bases (e - AND, ou - OR, não - NOT, etc.), utilizados simultaneamente aos princípios de teoria dos conjuntos possibilitou a criação de expressões representativas ao problema proposto, promovendo também uma boa organização e classificação prévia dos documentos em subconjuntos de tecnologias relacionadas a materiais e divididas por aplicação.

Com base nos fatos apresentados até o momento, foram selecionadas algumas tecnologias de materiais com maior tendência de correlação com as exigências de mercado apresentadas, tais como: redução de peso, eficiência, etc. As principais tecnologias de materiais selecionadas foram: Lubrificantes, Aços, Alumínio; Polímeros; Cerâmicas, Materiais Compósitos, Vidros e Fibras de Vidro, Magnésio; Cobre; Materiais relacionados à Metalurgia do pó; Materiais inteligentes; Fibra de carbono; Nanotecnologia; Ferros fundidos; e Metais amorfos.

4.3.1 Expressões de Busca

Expressões únicas para cada campo da engenharia de materiais de interesse foram criadas, assim como expressões para as aplicações em questão: **motores** e **transmissão automotivos**. Por conveniência, a aplicação em sistemas de exaustão não foi abordada como foco neste estudo.

As expressões foram construídas utilizando palavras-chave e códigos de classificação internacional de patentes, códigos CIP. Por exemplo, para realizar a busca de tecnologias relacionadas à utilização do alumínio (e também de suas ligas) aplicado em motores, criou-se uma busca relacionada a motores e outra relacionada a alumínio (Apêndice 1), resultando em dois conjuntos de dados. Fazendo a intersecção destes dois conjuntos obtém-se o resultado desejado como ilustra a Figura 4.1 a seguir.

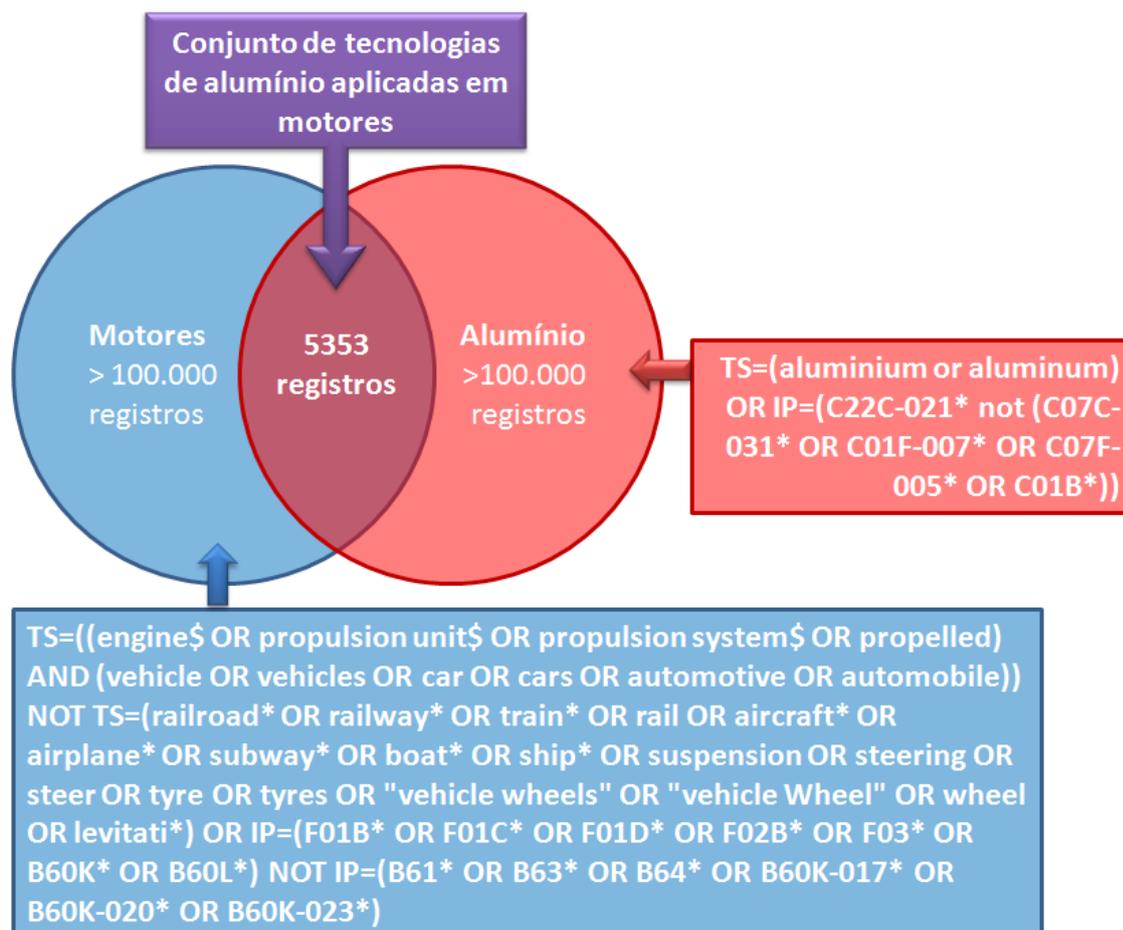


Figura 4.1 Ilustração dos conjuntos de dados gerados pelas expressões de busca. Neste caso o conjunto de tecnologias de alumínio

aplicadas em motores.

Deste modo, cruzando as expressões de cada aplicação, motores e transmissão, com as expressões de tecnologias de materiais, tornou-se possível a recuperação de documentos por área de interesse e aplicação, que foram então organizados em diferentes bancos de dados estruturados com as informações provenientes de cada intersecção de conjuntos. Uma lista completa com todas as expressões de busca utilizadas pode ser observada no Apêndice 1.

Posteriormente, pode ser criado em um único arquivo um banco de dados englobando todas as tecnologias e aplicações, para gerar indicadores mais abrangentes.

4.3.2 Recuperação de Documentos e Criação do Banco de Dados no *Software VantagePoint*

A recuperação destes documentos foi feita direta da base de dados *Derwent Innovations Index* em arquivos de texto que foram posteriormente tratados com o *software Infotrans* para reestruturar os dados de maneira mais conveniente ao estudo. Esta base de dados oferece uma ferramenta que possibilita a recuperação e gravação dos arquivos de texto de maneira estruturada, mas ainda foi necessário a posterior reestruturação dos dados para a correta manipulação no *software VantagePoint*⁴. Na Figura 4.2 está ilustrado um exemplo de como a informação é recuperada e reestruturada.

⁴ Veja: < <http://www.thevantagepoint.com/> >

The image shows a screenshot of the Infotrans software interface. The window title is 'Infotrans'. The main content is divided into two sections. The top section, titled 'Document : 1 source', displays a patent document in a structured format. The text includes fields like PT (P), PN (WO200102614-A; WO200102614-A1; AU200010828-A; NO9903289-A; NO312106-B1; GB236), TI (Magnesium based alloy used for die casting, e.g. automotive parts, contains a), AU (PETTERSEN K), VIDEM (M), SKAR (J I), JAN (I), VIDEM (A), AE (NORSK HYDRO AS (NHYD), NORSK HYDRO ASA (NHYD)), GA (2001--091810), AB (NOVELTY - Magnesium based alloy with improved corrosion resistance contain USE - For die casting, e.g. automotive, and/or transmission and engine parts. ADVANTAGE - The invention provides an improved corrosion resistance without d DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is also included for a method for oth Mn and Fe at a low level by adding small amounts of rare earth elements (RE) TF TECHNOLOGY FOCUS - METALLURGY - Preferred Composition: The alloy contains (we weight %. The rare earth elements are Mischmetal. EXAMPLE - Melts (2), each of 150 kg Mg alloy were produced in the foundry lab produced at 740 degrees C, and stabilized at 680 degrees C for at least 1 hour b above. The alloying was done at 680 degrees C, and the alloys were stabilized a l (Ni) (0.002), beryllium (Be, 0.9 ppm), and sum RE (0). The corrosion resistanc DC M26 (Non-ferrous alloys including production and composition); M22 (Casting, Arrêt zoom [Echap] Continuer [F4] Zoom [←] Changer [Tab] Dépl. [↑][↓]). The bottom section, titled 'Document : 1 cible', shows the same document partially restructured. It lists various fields: NA- (NORSK HYDRO AS ; NORSK HYDRO ASA), CA- (NHYD ; NHYD), AE- (NORSK HYDRO AS (NHYD) ; NORSK HYDRO ASA (NHYD)), AU- (PETTERSEN K ; VIDEM M ; SKAR J I ; JAN I ; VIDEM A), PA- (noruega), TI- (Magnesium based alloy used for die casting, e.g. automotive parts, contains), AB- (NOVELTY - Magnesium based alloy with improved corrosion resistance contains , and/or transmission and engine parts. ADVANTAGE - The invention provides NDEPENDENT CLAIM is also included for a method for improving the corrosion resist y adding small amounts of rare earth elements (RE). TF TECHNOLOGY FOCUS - METALL content is 0.01-0.3 weight % and is kept above 0.01 weight %. The rare earth el (0.2). One melt produced an added Mn (0.4%), the other with RE (0.3%) and Mn (01 lates. Each melt was further alloyed with super purity Al in steps of 1% to cove U-1) having: Al (1.388), Zn (0.201), Mn (0.269), Si (0.9334), Fe (0.0018), copper ents by reducing the solubilities of Mn and Fe. AP- (1999), PP- (WO; WO; AUSTRALIA; NORUEGA; NORUEGA; GRA-BRETANHA; REPUBLICA_TCHECA; CHINA; ZIMBABWE; AFRICA_DO_SUL; IUGOSLAVIA; VIETNAM; UZBEQUISTAO; ESTADOS_UNIDOS; UGAND ; NOVA_ZELANDIA; NORUEGA; MEXICO; MALAWI; MONGOLIA; MACEDONIA; MADAGASCAR; MOLDO A_DO_SUL; COREIA_DO_NORTE; QUIRGUISTAO; QUENIA; JAPAO; ISLANDIA; INDIA; ISRAEL; ANIA; SWAZILANDIA; SERRA_LEOA; SUECIA; SUDAO; PORTUGAL; OA; ZIMBABWE; MONACO; LU NP- (DESATIVADO), DC- (M26 (non-ferrous alloys including production and composition); M22 (casting, Arrêt zoom [Echap] Continuer [F4] Zoom [←] Changer [Tab] Dépl. [↑][↓]).

Figura 4.2 Exemplo de reestruturação de documento de patente. Acima é possível observar parte de um documento estruturado no formato de saída da base de dados *Derwent Innovations Index* e abaixo o mesmo documento aparece parcialmente reestruturado pelo software *Infotrans*.

O número de documentos de patentes para a aplicação em motores automotivos, limitado pela expressão de busca criada para definir este universo de aplicação foi superior a 100.000 (cem mil) documentos⁵, em julho de 2008, enquanto que para a aplicação em transmissões foi de 64.619 (sessenta e quatro mil seiscentos e dezenove), em dezembro de 2007. O universo de estudo para cada tecnologia selecionada por aplicação, além dos resultados

⁵ O número 100.000 (cem mil) é o limite máximo informado pela base de dados *Derwent Innovations Index*, sendo assim não é possível informar exatamente o universo que compreende a aplicação relacionada à motores automotivos.

das intersecções de expressões de buscas pode ser observado na Tabela 4.1 a seguir.

Tabela 4.1 Universo de documentos de patentes estudados por tecnologia de materiais e aplicação em toda a cobertura da base de dados *Derwent Innovations Index*, de 1963 até a data de busca.

TECNOLOGIAS SELECIONADAS	TOTAL POR TECNOLOGIA	*INTERSECÇÃO COM APLIC.:	
		MOTORES	TRANSMISSÃO
Lubrificantes	>100.000	5990	2180
Alumínio	>100.000	5353	235
Aços	>100.000	4755	760
Polímeros	>100.000	2994	248
Cerâmicas	>100.000	2640	74
Compósitos	>100.000	2166	357
Vidros (e fibra)	>100.000	2000	148
Cobre	>100.000	2420	105
Magnésio	>100.000	1308	74
Metalurgia do pó	55572	957	76
Materiais Inteligentes	51585	622	13
Fibra de Carbono	35901	525	54
Nanotecnologia	69651	436	6
Ferro Fundido	42766	466	34
Metais Amorfos	10087	48	0
* Total para o período de 1963 até a data de busca e recuperação: jul/08 para motores e dez/07 para transmissões.			

Devido ao grande número de documentos encontrados, optou-se por aplicar um filtro de modo a selecionar somente os documentos do período de 1986 a 2005. Estas datas foram escolhidas para que o estudo contemplasse um período de vinte anos de patenteamento das tecnologias selecionadas, tomando-se o cuidado de descontar os dezoito meses de período de sigilo dos documentos anteriores à data da recuperação dos dados, e adicionando ainda uma margem de segurança de seis meses como período necessário para a indexação dos documentos na base de dados. Desta forma, procurou-se incrementar a confiabilidade e reprodutibilidade dos indicadores gerados, reduzindo ou praticamente eliminando a possibilidade de incluir nos indicadores

períodos onde a abrangência da base de dados não esteja atualizada. O universo final de estudo para cada tecnologia selecionada por aplicação, limitando o período de estudo entre 1986 e 2005, pode ser observado na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 Universo de documentos de patentes estudados por tecnologia de materiais e aplicação, limitados ao período entre 1986 e 2005, retirados da base *Derwent Innovations Index*.

TECNOLOGIAS SELECIONADAS	MOTORES		TRANSMISSÃO	
	Seleção de 1986 a 2005	% da seleção*	Seleção de 1986 a 2005	% da seleção*
Lubrificantes	4083	68,16%	1822	83,58%
Alumínio	3979	74,33%	203	86,38%
Aços	3491	73,42%	611	80,39%
Polímeros	2708	90,45%	205	82,66%
Cerâmicas	1983	75,11%	65	87,84%
Compósitos	1571	72,53%	269	75,35%
Vidros (e fibra)	1525	76,25%	102	68,92%
Cobre	1057	43,68%	90	85,71%
Magnésio	1014	77,52%	66	89,19%
Metalurgia do pó	629	65,73%	63	82,89%
Materiais Inteligentes	507	81,51%	11	84,62%
Fibra de Carbono	403	76,76%	44	81,48%
Nanotecnologia	311	71,33%	5	83,33%
Ferro Fundido	270	57,94%	24	70,59%
Metais Amorfos	34	70,83%	0	0,00%

* Percentual referente à seleção de documentos de 1986 a 2005, em relação ao total compreendido pela base de dados e apresentado na Tabela 5.1.

É importante salientar que pode haver repetições de documentos nas Tabelas 4.1 e 4.2 que apareçam em mais de uma tecnologia, uma vez que um mesmo registro de patente pode estar relacionado a mais de uma tecnologia de material dentre as tecnologias selecionadas.

Ao longo do estudo verificou-se grande dificuldade na separação de tecnologias com forte relação, como é o caso dos metais, principalmente no que diz respeito à separação dos metais não ferrosos e suas ligas, dos metais

ferrosos contendo os mesmos metais não ferrosos como elementos de liga dentro do universo de estudo selecionado.

Para as expressões de busca das tecnologias relacionadas ao magnésio e ao alumínio recuperou-se um total de 4644 (quatro mil seiscentos e quarenta e quatro) documentos, excluindo-se os documentos recorrentes para as duas expressões. Fazendo uma análise mais detalhada destes documentos verificou-se a classificação de 1025 (mil e vinte e cinco) documentos na classe “C22” do código de classificação internacional de patentes, que corresponde a metalurgia de ligas ferrosas e não ferrosas, além do tratamento de ligas ou de metais não ferrosos. Porém, existe uma classificação específica para metalurgia do ferro, com o código “C21”, e com esta classificação aparecem 115 (cento e quinze) documentos dentre os quais 102 (cento e dois) também estão classificados com o código “C22”.

Tais co-ocorrências dificultam a análise e principalmente a recuperação de documentos relacionados a ligas metálicas com base em algum elemento específico sem que haja co-ocorrências de documentos que cite a utilização do mesmo elemento químico como constituinte secundário de alguma outra liga metálica ou material. A classificação manual dos documentos através de sua leitura parcial ou completa é uma possível solução para este problema, mas demanda muito tempo e não está no escopo deste trabalho.

Devido à verificação deste problema principalmente em tecnologias relacionadas ao alumínio e ao magnésio, a solução encontrada foi realizar uma busca, com base nos códigos CIP, dentro dos arquivos correspondentes aos bancos de dados destas tecnologias onde se excluiu os registros que apresentavam correlação com alguns códigos selecionados: C21B; C21C; C21D 5; C21D 6; C21D 7; C22C 33; C22C 35; C22C 37; e C22C 38. A Figura 4.3 ilustra a abrangência dos códigos em questão.

C - QUÍMICA; METALURGIA	
21- METALURGIA DO FERRO	
B-	Manufatura de ferro ou aço
C-	Processamento de ferro-gusa, por ex., refino, manufatura de ferro ou de aço forjado; Tratamento de ligas ferrosas em estado de fusão.
D-	Modificação da estrutura física de metais ferrosos; Dispositivos gerais para o tratamento térmico de metais ou ligas ferrosas ou não ferrosas; Maleabilização de metais por descarburização, revenimento ou outros tratamentos.
5-	Tratamentos térmicos do ferro fundido
6-	Tratamentos térmicos de ligas ferrosas
7-	Modificação das propriedades físicas do ferro ou do aço por deformação
METALURGIA; LIGAS FERROSAS OU NÃO FERROSAS; TRATAMENTO DE LIGAS OU DE METAIS NÃO FERROSOS	
22-	
C-	Ligas
33-	Fabricação de ligas ferrosas
35-	Ligas básicas para o ferro ou o aço
37-	Ligas de ferro fundido
38-	Ligas ferrosas, por ex., ligas de aço

Figura 4.3 Descritivo dos códigos utilizados para refinamento das buscas de tecnologias relacionadas ao uso do alumínio e magnésio para tecnologias majoritariamente relacionadas ao alumínio e suas ligas, e magnésio e suas ligas.

A base de dados Esp@cenet teve papel complementar aos dados extraídos da base *Derwent Innovations Index* por não disponibilizar ferramentas completas o bastante de modo a oferecer busca e recuperação de dados efetiva para o trabalho em questão.

Uma ferramenta foi desenvolvida especificamente para este estudo através de programação de rotinas computacionais no *software Visual Basic* em planilhas de dados do *software Excel*, possibilitando a recuperação de dados adicionais como todo o corpo descritivo e reivindicações de documentos selecionados. Através de programações mais complexas é possível obter estes dados em formatos de texto estruturados para internet como, por exemplo, arquivos do tipo “XML”, mas esta opção não foi explorada a fundo por falta de

conhecimento específico nestas linguagens e tempo hábil para o aprendizado durante a realização do trabalho.

Com os dados estruturados e devidamente salvos, foram criados bancos de dados no programa *VantagePoint*, onde os dados podem ser tratados e relacionados, gerando informações e os indicadores de interesse.

De posse dos registros de patentes organizados em diferentes arquivos separados para cada tecnologia e aplicação, fica difícil saber se existem documentos repetidos nos arquivos dos bancos de dados gerados, por exemplo, um documento que pode estar relacionado a mais de uma tecnologia de materiais ou que ainda pode aparecer nas duas aplicações estudadas. Para evitar este inconveniente, fez-se necessário unir todos os arquivos referentes a cada tecnologia de material estudada e sua respectiva aplicação em um único arquivo no *software VantagePoint*. O programa identifica cada documento de patente como sendo um registro e permite marcar cada registro contido no conjunto de dados dos arquivos iniciais em diferentes grupos, por exemplo, Alumínio, Ferros Fundidos, etc.

Criados os grupos para cada tecnologia e para as duas aplicações (motores e transmissões automotivos), utilizou-se uma ferramenta disponível no *software* que elimina duplicidade de registros e assim foi possível obter um único arquivo contendo todo o universo de documentos recuperados sem que houvesse repetição no número de registros.

Para exemplificar o procedimento, a Figura 4.4 traz cópias da interface gráfica do *software* onde é possível observar os registros organizados em grupos com repetições (esquerda da figura) e sem repetições (direita da figura). O registro em destaque trata de uma tecnologia relacionada a lubrificantes que consta nas duas aplicações (motores e transmissão). Ao observar a coluna referente ao número de registros, “#Records”, nota-se que o registro estava duplicado.

	# Records	# Instances	Código GA (copy)	031 - Vidros	006 - Compósitos	003 - Alumínio	004 - Magnésio	021 - Lubrificantes	022 - Aços	#Motores	#transmissão
1	2	2	1987--179010	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	2	2	1988--249326	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	2	2	1988--249810	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	2	2	1988--331527	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						

	# Records	# Instances	Código GA (copy)	031 - Vidros	006 - Compósitos	003 - Alumínio	004 - Magnésio	021 - Lubrificantes	022 - Aços	#Motores	#transmissão
18	1	1	1987--179010	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19	1	1	1987--187201	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
20	1	1	1987--193560	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21	1	1	1987--199534	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 4.4 Exemplo de organização dos registros em grupos no *software VantagePoint*. Na esquerda observam-se registros com repetições e a direita os registros após a eliminação de repetições.

Eliminando-se as duplicatas, obteve-se um universo de 21233 (vinte e um mil duzentos e trinta e três) registros de patentes com as datas de depósito entre os anos de 1986 e 2005.

As informações contidas em cada registro ficam organizadas no *software* em diferentes campos como, por exemplo, Título, Resumo, Data de depósito, Autor, País de Origem, etc. As informações contidas nestes campos podem ser listadas, organizadas e cruzadas de diversas maneiras a fim de gerar listas, mapas e matrizes de co-ocorrência, auto correlação, correlação cruzada, etc. Tais informações ajudam a criar facilmente indicadores como, por exemplo, o número de registros de patentes depositados por tecnologia ao longo do tempo, ou ainda possibilitar a elaboração de mapas que ilustram as correlações entre autores, tecnologias, centros de pesquisa, localidades, tempo, etc.

Com o objetivo de estabelecer uma relação entre propriedades dos materiais das tecnologias selecionadas e os requisitos de mercado, foi utilizada uma ferramenta do *software VantagePoint* denominada NLP (*Natural Language Processing*) que é capaz de identificar expressões do idioma inglês em campos de texto corrido. Para fazer uso desta ferramenta, durante a criação dos arquivos, um campo contendo toda a informação de cada registro de patente foi criado e assim a ferramenta NLP possibilitou o agrupamento e identificação de palavras e expressões naturais do idioma por todo o texto disponível contido

no registro das patentes, desde os títulos até os resumos, sem perder sua relação com cada registro, grupo de tecnologia ou aplicação.

Esta ferramenta gerou um campo onde foram encontradas 436.866 (quatrocentos e trinta e seis mil oitocentos e sessenta e seis) expressões e palavras que formaram então a base para o início da análise de relação dos registros com os requisitos de mercado e algumas propriedades dos materiais.

Analisar um número tão grande de palavras e expressões e classificá-las em grupos relacionados a propriedades de materiais que possam influenciar características dos produtos em relação aos requisitos de mercado, ou até mesmo em grupos relacionados diretamente com os requisitos de mercado é uma tarefa difícil e demorada, pois ainda não existe uma ferramenta que realize esta análise de modo automatizado. A classificação das expressões foi feita utilizando uma metodologia de leitura e organização manual das expressões em grupos, similar à metodologia utilizada por Breitzman [75].

Para tornar possível tal análise e classificação em tempo hábil para a realização do estudo, adotou-se o critério de analisar somente as expressões que apareceram quatro vezes ou mais, reduzindo o universo inicial de 436.866 (quatrocentos e trinta e seis mil oitocentos e sessenta e seis) expressões para um conjunto de 28.715 (vinte e oito mil setecentos e quinze) expressões.

Ao final deste processo, a análise possibilitou identificar e classificar expressões consideradas de relevância ao estudo em 19 (dezenove) grupos que compõe uma lista compreendendo características almejadas nos produtos, requisitos do mercado consumidor e regulamentações. Os grupos são:

- Abrasão, Desgaste, Fricção;
- Adesão;
- Conforto;
- Consumo, Eficiência;
- Controle;
- *Design* Inteligente;
- Durabilidade, Confiabilidade;
- Emissões;
- Medição, Dimensional;

- Meio Ambiente;
- Propriedades Elétricas;
- Propriedades Físico-Químicas;
- Propriedades Mecânicas;
- Redução de custo;
- Redução de peso;
- Resistência química;
- Ruído;
- Segurança;
- Vibração.

As expressões utilizadas para gerar cada grupo são mostradas no Apêndice 2, compondo um conjunto total de 692 (seiscentos e noventa e duas) expressões, que aparecem em cerca de 8.000 (oito mil) registros de patentes. A Figura 4.5 mostra como os registros de patente se distribuem nos grupos, sendo que alguns dos registros constam em mais de um único grupo uma vez que o somatório dos registros que aparecem nos dezenove grupos é igual a 10528 (dez mil quinhentos e vinte e oito), ou seja, número superior a 8.000 (oito mil).

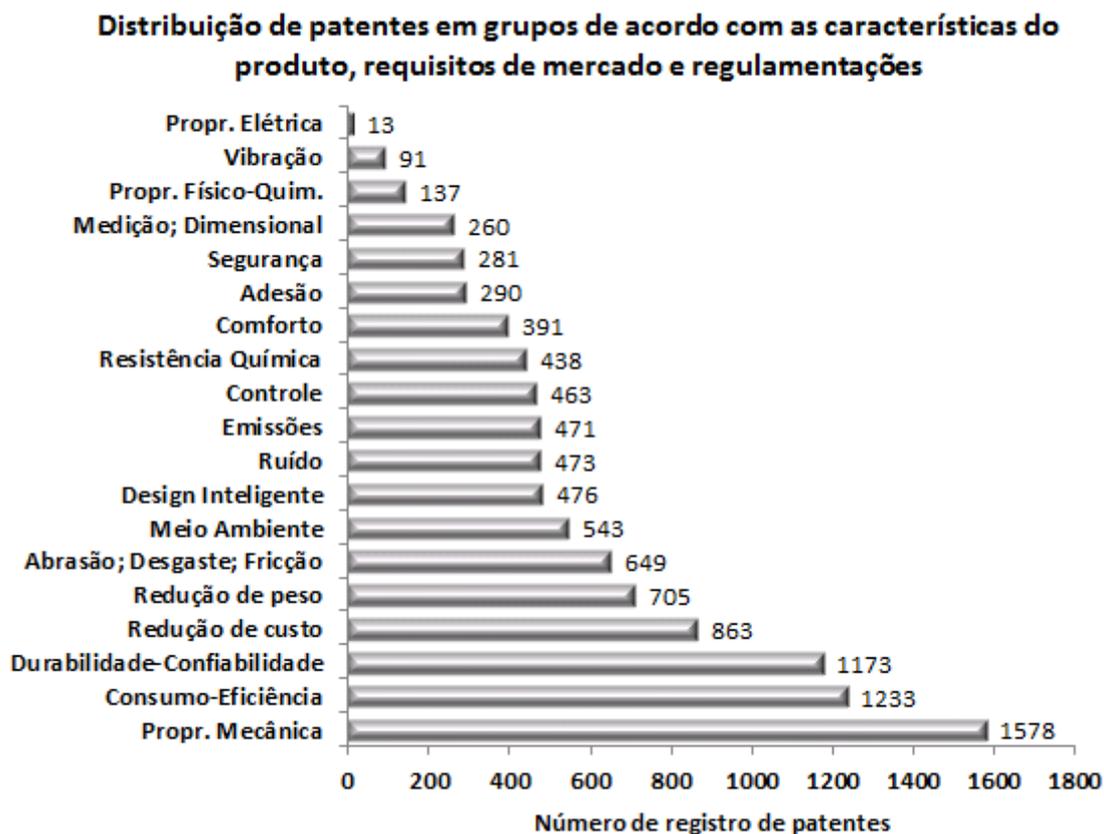


Figura 4.5 Distribuição dos registros de patente nos grupos que apresentam as características almeçadas nos produtos, requisitos do mercado consumidor e regulamentações.

Além destes grupos também foram gerados grupos com as principais formas de processamento aplicadas a materiais metálicos, tendo em vista que o maior percentual em peso dos componentes que compõe as partes de motores e transmissões no sistema de trem de força automotivo são materiais metálicos [20 e 21]. Estes grupos só foram criados para duas tecnologias de materiais de interesse, as tecnologias que fazem uso de alumínio e as que utilizam magnésio, com foco nestes metais e sua ligas.

A metodologia utilizada para a criação dos grupos referentes aos processos de transformação destes metais foi diferente da utilizada para gerar os grupos referentes aos requisitos de mercado. Neste caso, ao invés de utilizar-se a ferramenta NLP e a análise e classificação dos registros um a um, optou-se por aplicar a metodologia de busca e classificação no arquivo gerado

englobando somente os registros de patentes de tecnologias relacionadas ao alumínio e ao magnésio, especificamente escolhidos em função do alinhamento de algumas propriedades destes metais de baixa densidade com os requisitos de mercado observados neste estudo, além da crescente evolução referente à aplicação de alumínio e magnésio em trem de força automotivo [26, 27].

O *software VantagePoint* permite realizar buscas em campos selecionados combinando expressões de busca com auxílio de operadores booleanos, o que possibilitou a utilização e aproveitamento de parte de buscas realizadas anteriormente em trabalhos do NIT que englobaram tais tecnologias de processamento. Estas expressões de busca utilizam palavras-chave e códigos CIP, assim como as expressões utilizadas para a recuperação dos registros nas bases de dados online. As expressões utilizadas para gerar cada grupo são mostradas no Apêndice 3, compondo um conjunto total de dez tecnologias de processamento metálico, que aparecem em 2218 (dois mil duzentos e dezoito) registros de patentes relacionados às tecnologias de utilização de alumínio e magnésio. A busca de palavras-chave foi realizada no campo gerado pela ferramenta NLP enquanto que a busca de códigos CIP, foi realizada no campo que contém tais códigos. A partir da combinação destas buscas foram criados grupos referentes a cada tecnologia de processamento selecionada, como mostra a Tabela 4.3.

Tabela 4.3 Grupos relativos aos processos selecionados de transformação do alumínio e do magnésio utilizados em trem de força automotivo.

Item	Descrição	Termo em inglês
Semi. Sol.	Conformação no Estado Semi-Sólido	Thixocasting
Solda	Soldagem	Welding
Forja	Forjamento	Forging
Forj. Pr.	Forja de Precisão	Near net shape Forging; Precision Forging
Inj.	Fundição por Injeção	Diecasting
Fund.	Fundição	Casting
M. Pó	Metalurgia do Pó	Powder Metallurgy
Recob.	Recobrimento ou Tratamento de Superfície	Coating (Surface Treatment\Engineering)
ToTo	Tratamento Térmico	Heat Treatment
H. Form.	Hidro/Magneto Formagem	Hydroforming

A Figura 4.6 mostra como os registros de patente se distribuem nos dez grupos de processos selecionados, sendo que alguns dos registros constam em mais de um único grupo uma vez que o somatório dos registros que aparecem nos dez grupos é igual a 3039 (três mil trinta e nove), número superior ao apresentado anteriormente.

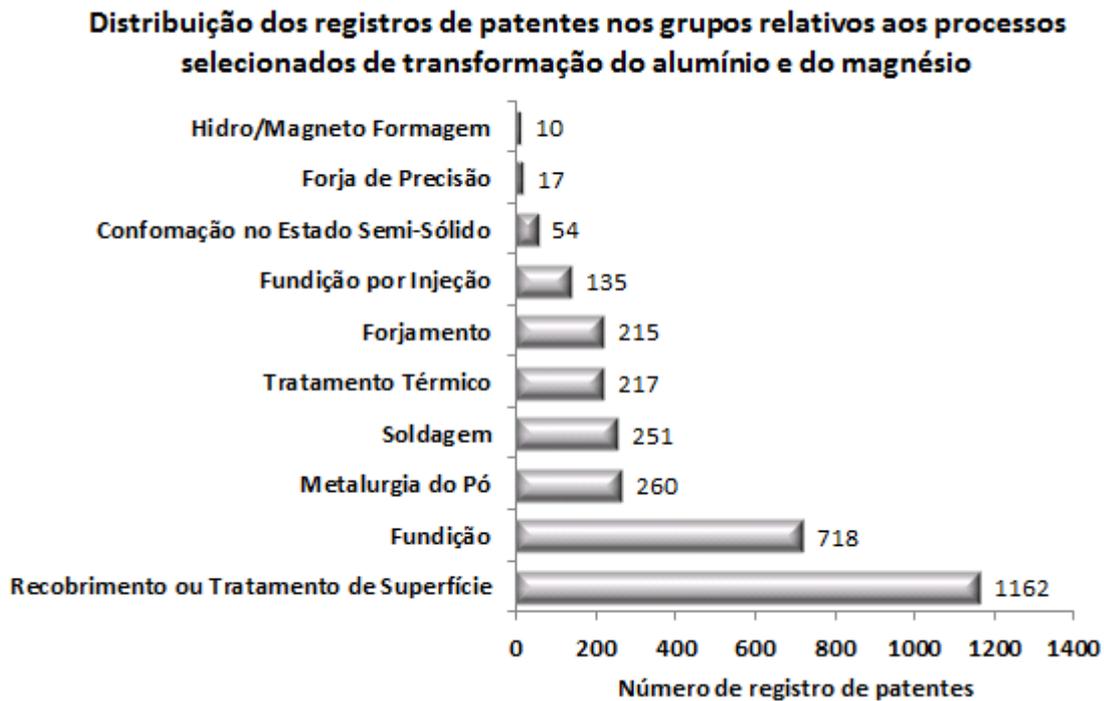


Figura 4.6 Distribuição dos registros de patente nos grupos relativos aos processos selecionados de transformação do alumínio e do magnésio utilizados em trem de força automotivo.

Com os dados recuperados da base de dados *Derwent Innovations Index* organizados e classificados desta maneira no *software VantagePoint*, torna-se possível a criação de indicadores de interesse, fazendo a interrelação conveniente das informações dos registros de patentes contidas nas diferentes tecnologias englobadas no estudo: Lubrificantes, Aços, Alumínio ; Polímeros; Cerâmicas, Materiais Compósitos, Vidros (e Fibras de Vidro), Magnésio; Cobre; Materiais relacionados à Metalurgia do pó; Materiais inteligentes; Fibra de carbono; Nanotecnologia; Ferros fundidos; e Metais amorfos. A ênfase da análise será dada aos materiais que se relacionam ao uso do Alumínio e do Magnésio.

5 Resultados e discussão

5.1 Patenteamento de tecnologias selecionadas de materiais relativas ao trem de força de veículos automotivos

O patenteamento, ao longo do tempo, das tecnologias de materiais selecionadas pode ser observado nas Figuras 5.1 a 5.3 que apresentam a quantidade de documentos de patentes depositados para cada tecnologia em períodos convenientemente agrupados de cinco em cinco anos.

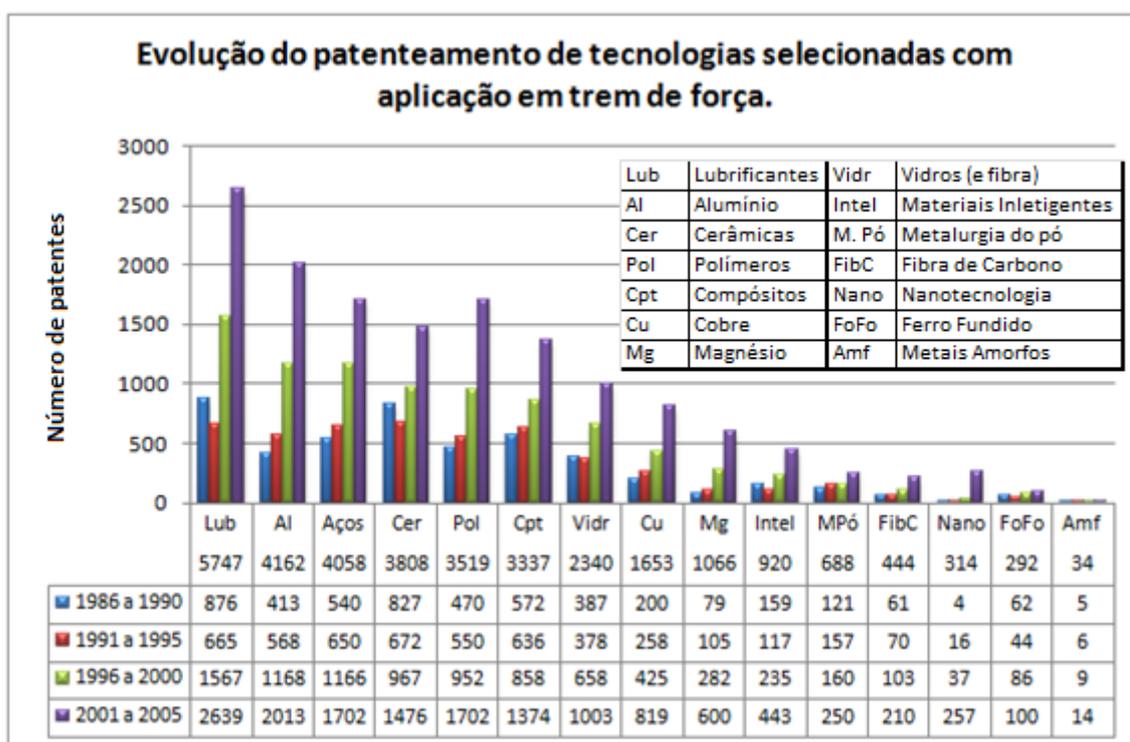


Figura 5.1 Evolução do patenteamento das tecnologias de materiais selecionadas com aplicação em trem de força automotivo.

É possível notar na Figura 5.1 que todas as tecnologias selecionadas apresentam aumento no volume de documentos patenteados nos últimos períodos, sendo que o maior volume de patentes concentra-se em tecnologias que envolvam lubrificantes.

A utilização de nanotecnologia aplicada em sistemas de trem de força automotivo, alinhando-se às afirmações da ANFAVEA [7], apresenta grande destaque em relação à taxa de aumento do patenteamento: 595% de aumento no volume de documentos considerando o último período (2001 a 2005) em relação ao penúltimo (1996 a 2000), sendo que o último período representa 82% do total de documentos em relação ao período total do estudo (1986 a 2005).

Tecnologias relacionadas à utilização do magnésio aparecem em segundo lugar com um aumento de 113% no último período, que corresponde a 56% da totalidade de documentos relacionados ao uso do magnésio, indicando possibilidades de crescimento na participação deste metal em relação ao percentual de peso dos veículos, mostrado nas Figuras 3.3 e 3.4 [20, 21]. Se há grande evolução do volume de patenteamento, verifica-se indicativo de aumento na intenção de exploração comercial de uma tecnologia. Todas as outras tecnologias apresentaram evolução no último período inferior a 90%, além do percentual referente à totalidade de documentos inferior a 50%.

Dentre os materiais metálicos, observa-se que o volume de patenteamento relacionado a tecnologias que fazem uso de metais de baixa densidade, como o caso do alumínio e do magnésio, têm ganhado bastante força nos últimos períodos. As tecnologias relacionadas ao uso do alumínio em sistemas de trem de força automotivo ultrapassam o volume de patenteamento observado para as tecnologias relacionadas ao aço, indicando possível tendência para substituições de matéria-prima de alguns componentes, por exemplo, carcaças de câmbio ou blocos de motores. Outras tecnologias de materiais como por exemplo os polímeros, cerâmicas e compósitos que possam eventualmente aliar baixa densidade com boas propriedades mecânicas, ou ainda um bom desempenho relacionado a fenômenos de superfície e desgaste, também apresentam uma grande evolução de patenteamento quase chegando ao patamar de tecnologias como a do aço.

Ao analisar os diagramas propostos por Ashby [37 e 38], vide Anexo 2, as informações de mudança do percentual em peso dos materiais utilizados em automóveis [20 e 21], e os requisitos e regulamentações levantados na

literatura [3, 7, 13 - 18, 20 - 22], verifica-se que os resultados explicitados no último parágrafo podem ser apontados como consequência da crescente preocupação ambiental imposta pelo mercado consumidor e pelas recentes regulamentações [17 e 18] que forçam a fabricação de veículos e seus componentes com redução do impacto ambiental, o que é favorecido com a redução de peso e melhorias em eficiência global de sistemas, por exemplo, através de melhores relações peso/potência, melhorias em sistemas de mancais, etc., conseqüentemente contribuindo com a redução do consumo de energia e das emissões de gases para a atmosfera.

O desdobramento do patenteamento das aplicações voltadas para trem de força (mostrados na Figura 5.1) em aplicações voltadas para os subconjuntos relativos a motores e transmissões automotivos pode ser visto respectivamente nas Figuras 5.2 e 5.3.

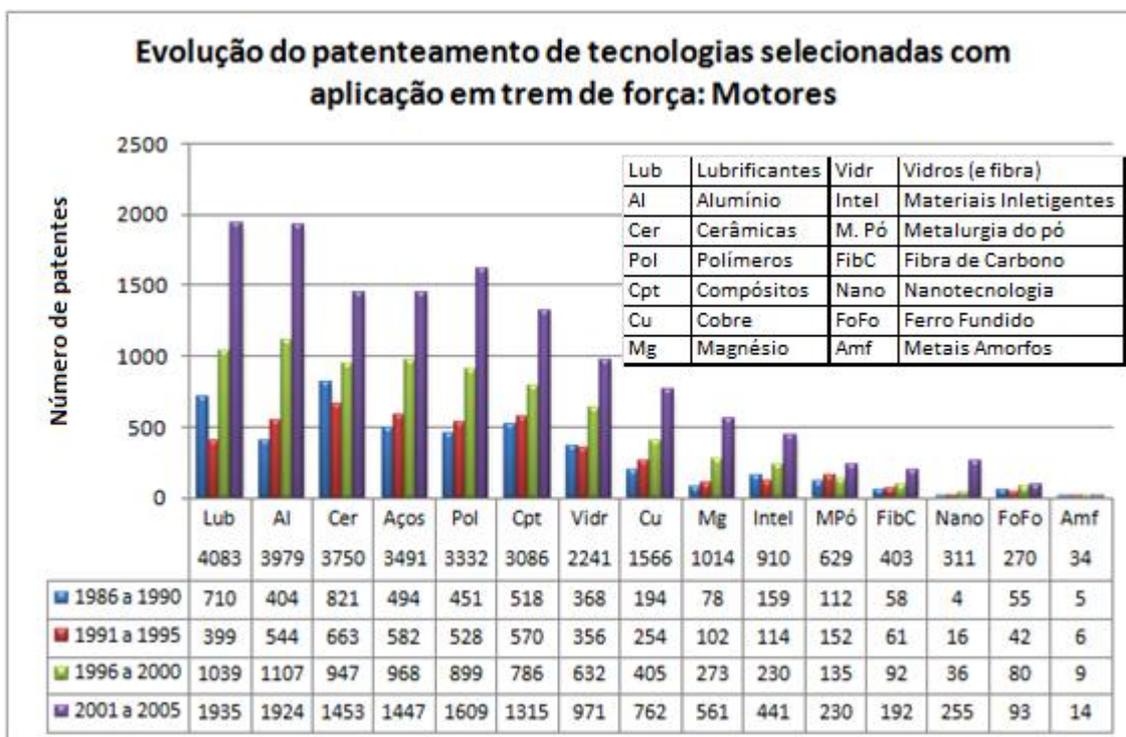


Figura 5.2 Evolução do patenteamento das tecnologias de materiais selecionadas com aplicação em trem de força automotivo: Subconjunto Motor

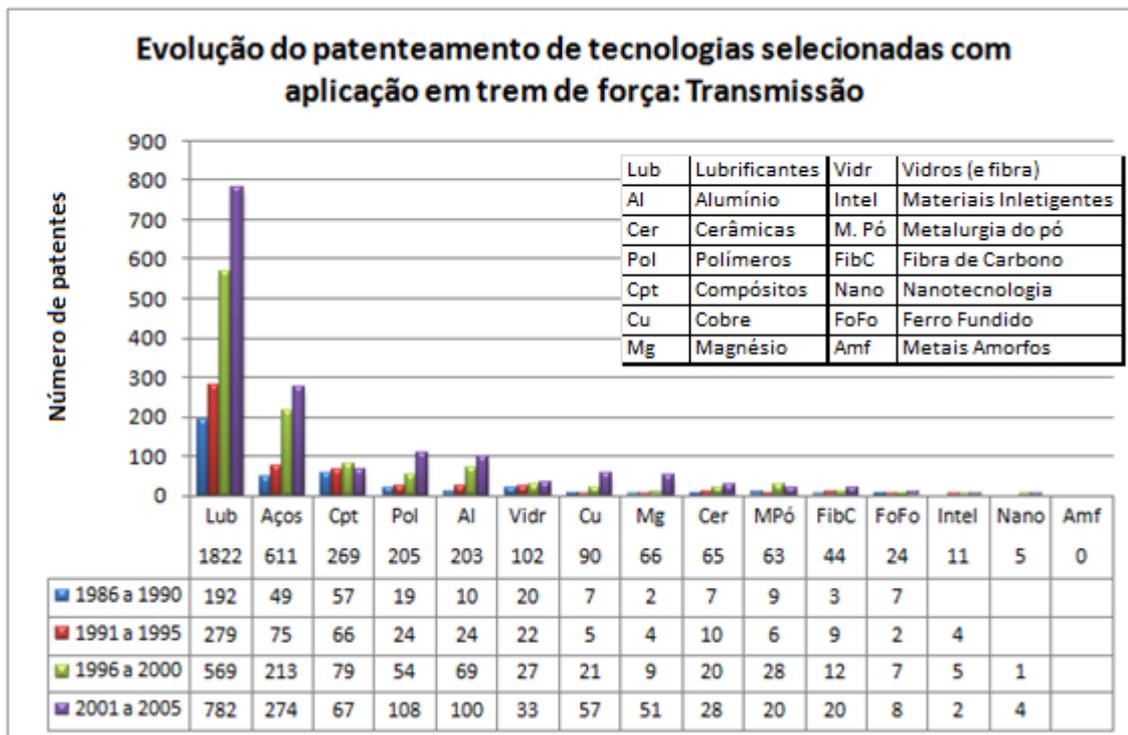


Figura 5.3 Evolução do patenteamento das tecnologias de materiais selecionadas com aplicação em trem de força automotivo: Subconjunto Transmissão

Verifica-se que o número de patentes voltadas para motores é significativamente maior, comparado com o volume das patentes voltadas para transmissões, em todas as tecnologias de materiais estudadas. Este resultado pode representar a maior complexidade tecnológica na seleção e aplicação de materiais presenciada nos motores, possivelmente devido a requisitos de projeto mais severos como as maiores temperaturas de trabalho exigidas nesta aplicação, além de outros parâmetros envolvidos. Outro fato que deve contribuir com esta maior dinâmica de patenteamento é o maior número de componentes e sub-sistemas necessários na construção do motor quando comparado à transmissão.

Nota-se também que ocorre pequeno declínio de patenteamento somente para as tecnologias relacionadas a compósitos, metalurgia do pó, e materiais inteligentes, considerando aplicação em sistemas de transmissões de veículos automotivos, Figura 5.3. Para o caso dos motores (Figura 5.2) todas as tecnologias apresentam evolução no patenteamento.

Para a aplicação em motores, o aumento no volume de patenteamento em tecnologias de alumínio nos dois últimos períodos em relação ao aço é notável, enquanto que na aplicação em transmissões o volume de patentes relacionadas ao alumínio ainda mostra-se bastante inferior em relação ao aço.

O alumínio é um metal de baixa densidade que, dependendo do processo de conformação e elementos de liga utilizados, pode adquirir propriedades próximas ou até equivalentes à algumas ligas de aço [23 – 28, 37-39]. Os diagramas de Ashby [37], ilustrados no Anexo 2, mostram de maneira clara um comparativo de propriedades mecânicas destas duas classes de metais, além de trazer informações sobre custo, reciclabilidade, temperatura de serviço, etc.. Estas informações, quando aliadas ao fato de haver um menor número de itens e sub-sistemas em um sistema de transmissão automotiva quando comparado ao sistema motor, ajudam a justificar o grande aumento no volume de patenteamento das tecnologias relacionadas à utilização de alumínio com aplicação em motores.

Por outro lado, ao levar-se em conta a evolução das tecnologias de processamento de alumínio [21, 23 – 28], é possível inferir uma grande oportunidade de substituição de componentes de aço por componentes feitos em alumínio que ainda não é totalmente explorada.

A diferença de volume de material dos componentes presentes nas duas aplicações em questão, motores e transmissões, também contribui para esta tendência de substituição de material constituinte. Nos motores existe maior quantidade de componentes com grandes volumes e de cargas com solicitações concentradas em regiões críticas, o que possibilita o uso de soluções envolvendo recobrimento superficial. Tais componentes ao serem fabricados a partir de metais de baixa densidade, como é o caso do alumínio, podem gerar ganhos em redução de massa mais significativos quanto maior for o volume do componente, sem contar a possibilidade de redução de volume de material utilizando técnicas de design inteligente ou ainda o uso de alternativas de materiais não metálicos e compósitos.

Além do destaque dado ao alumínio na aplicação em motores, é interessante o posicionamento das tecnologias de materiais cerâmicos também

à frente das tecnologias dos aços, no que diz respeito ao volume de documentos, fato que não ocorre para a aplicação em transmissões.

Uma hipótese que pode servir como uma das justificativas deste grande volume de documentos relacionados às cerâmicas é dada pela utilização destes materiais como recobrimentos superficiais. Ao realizar-se uma busca rápida de algumas palavras chave nos campos que contém os títulos e os resumos destes documentos, verifica-se que cerca de 40% dos documentos estão relacionados a recobrimentos superficiais, e a utilização de compostos cerâmicos na composição de lubrificantes e graxas. Verifica-se também que outros 20%, aproximadamente, estão relacionados a sistemas que envolvam ação catalítica em reações químicas, como em catalisadores de gases efluentes da combustão, por exemplo, em motores de combustão interna.

Levando-se em consideração que o sub-sistema de exaustão de gases não foi abordado neste estudo, 20% dos documentos apontando esta aplicação é um número bastante representativo, reforçando a importância destes materiais na aplicação que se relaciona ao tratamento de efluentes do processo de combustão interna nos veículos. Estes sistemas catalíticos são geralmente constituídos de uma “colméia” cerâmica impregnada com metais nobres e outras substâncias químicas que incrementam a velocidade das reações químicas em gases efluentes da combustão, necessárias para diminuir os impactos ambientais causados pelos gases e partículas emitidos pelo sistema de exaustão de motores de combustão interna.

No tocante aos materiais ferrosos, especificamente, é percebido grande interesse em tecnologias relativas ao aço, enquanto que os ferros fundidos se apresentam como uma classe de material com poucas inovações (em termos de patenteamento) nas aplicações de motores e transmissões para o período de estudo.

Nos sistemas de transmissão, é interessante observar que existem tecnologias com atividade de patenteamento mais recente, como é o caso dos materiais inteligentes e nanotecnologia. Estas tecnologias, além dos metais amorfos, também apresentam indicativo de atividade de patenteamento recente

nos motores, onde aparecem em maior volume e datam de períodos anteriores aos observados para a aplicação em transmissões.

Devido ao baixo número de documentos na aplicação em transmissões, a rápida leitura dos títulos e resumos permite verificar que a aplicação de nanotecnologia em sistemas de transmissão é dada principalmente em sistemas lubrificantes e na utilização de nanofiltros para óleos, além da aplicação de nanofilmes em componentes que necessitem de propriedades diferenciadas no que diz respeito aos fenômenos tribológicos e de superfície, como adesão e fricção. Já no caso dos materiais inteligentes, verifica-se a utilização em sensores, atuadores e dispositivos de controle, explorando principalmente propriedades piezoelétricas e de memória de forma apresentadas por algumas classes de materiais [37 – 39].

Ainda considerando a aplicação em transmissões, a tecnologia relacionada à utilização de fibras de carbono se destaca por apresentar em torno de 25% dos documentos relacionados à fabricação de eixos de transmissão, uma alternativa interessante no que diz respeito à redução de massa do veículo, uma vez que tais componentes são geralmente feitos de aço, porém, esta alternativa ainda não é tão interessante do que diz respeito ao custo quando comparada às alternativas metálicas, como mostram os diagramas de seleção propostos por Ashby (Anexo 2) [37 e 38]. Outros 50% dos documentos tratam de aplicações deste material como fibra de reforço em correias e sistemas de embreagens.

No caso de tecnologias de lubrificantes, grande número de documentos é observado nas duas aplicações. Este fato infere grande importância no que diz respeito aos aspectos tribológicos, tanto nos motores quanto na transmissão, e contribui para reforçar a importância da inclusão de tecnologias de lubrificantes no campo de estudos da ciência e engenharia de materiais, por exemplo, através do estudo e desenvolvimento de substâncias e compostos orgânicos ou inorgânicos e sua interação com fenômenos de superfície e contato quando adicionados em óleos lubrificantes.

É importante ressaltar que o maior volume de patenteamento verificado para algumas tecnologias como lubrificantes, aços, polímeros, cerâmicas, e

compósitos, pode ser compreendido também pela indicação de que tais tecnologias podem ser tratadas como grupos mais genéricos e que, portanto, reúnem famílias tecnológicas maiores, enquanto que as tecnologias relacionadas ao alumínio e ao magnésio podem ser consideradas mais específicas em termos do sistema internacional de classificação de documentos de patentes – CIP (IPC) [73]. Por exemplo, a tecnologia de polímeros pode ser desmembrada em polímeros termoplásticos e termofixos, desmembráveis mais ainda, assim como os lubrificantes também podem ser desdobrados em sólidos e líquidos, que por sua vez ainda podem ser divididos em tixotrópicos ou reopéxicos, e assim por diante. Este fato indica que quanto maior for a especificidade dada no estudo de uma tecnologia de material baseado em patentes, melhor deve ser a comparação de evolução de tecnologias de materiais em aplicações específicas, considerando indicadores de volume de documentos em escala temporal.

Tendo em vista o valor do alumínio e do magnésio como metais importantes para a evolução tecnológica dos motores e transmissões do trem de força automotivo, de acordo com os resultados apresentados até o momento e como mostram MUNHOZ JR, et al (2007) [21] e POWERS (2000) [20], além das análises dos diagramas bidimensionais de Ashby [37 e 38], optou-se por um maior aprofundamento do estudo dessas tecnologias específicas.

Como descrito no Capítulo 4 (Materiais e métodos), fez-se necessário o refinamento dos resultados obtidos para tecnologias que fazem uso do alumínio e do magnésio, excluindo as patentes relacionadas a ligas de ferro, de acordo com a Figura 4.3, o que possibilita o trabalho focado em documentos que se relacionam majoritariamente a utilização destes metais como constituintes principais das ligas metálicas estudadas a partir deste ponto. O resultado deste refinamento é mostrado na Figura 5.4 (a – refinamento relativo ao alumínio; b – refinamento relativo ao magnésio).

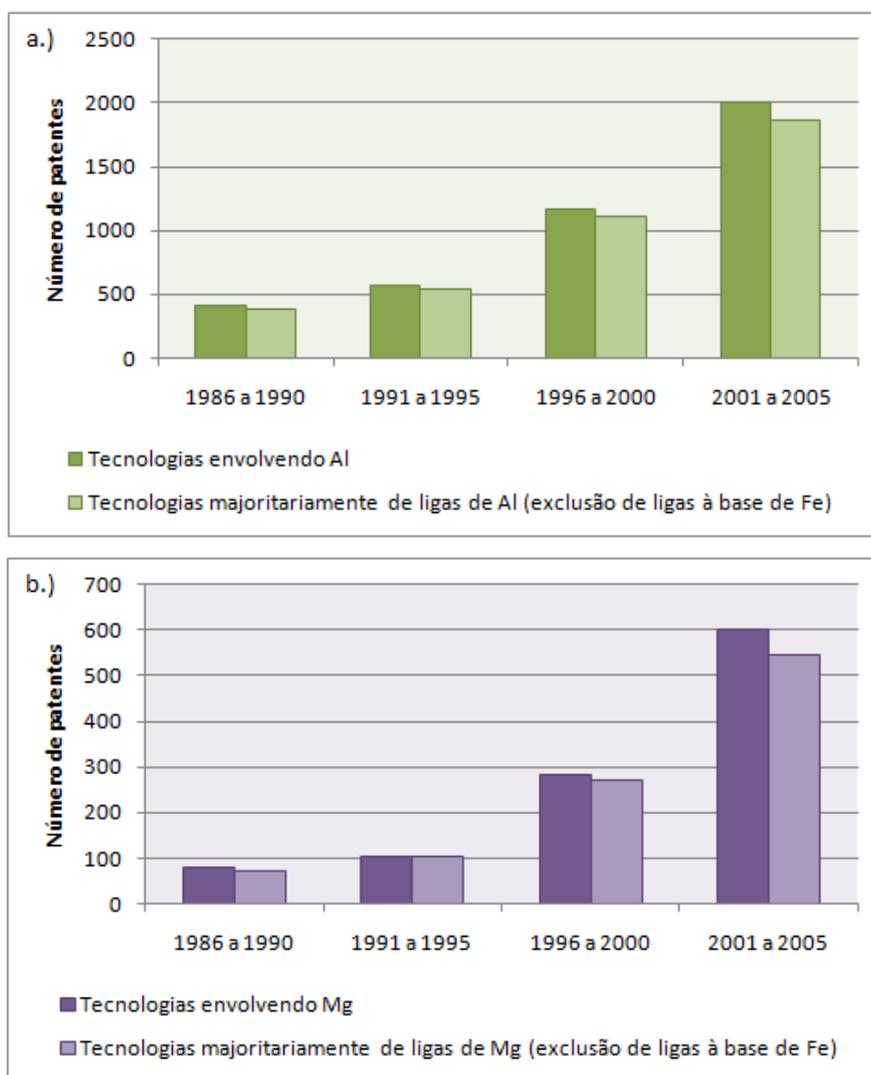


Figura 5.4 Comparativo da evolução do patenteamento em tecnologias de (a) alumínio e (b) magnésio, e a exclusão dos documentos relacionados com ligas a base de ferro

Em relação ao alumínio, Figura 5.4-a, foram excluídos 268 (duzentos e sessenta e oito) documentos de patentes num total de 4162 (quatro mil cento e sessenta e dois), enquanto que para o magnésio, Figura 5.4-b, foram 77 (setenta e sete) de um total de 1066 (mil e sessenta e seis), que correspondem a aproximadamente sete por cento do total de documentos em ambos os casos.

5.2 Patenteamento em tecnologias associadas majoritariamente a ligas de alumínio e ao trem de força de veículos automotivos

5.2.1 Panorama geral de patenteamento

A Figura 5.5 mostra a evolução do patenteamento de tecnologias majoritariamente relacionadas à utilização de alumínio em sistemas de trem de força automotivo, onde se observa um período em que não há atividade crescente do patenteamento de 1996 até 1994. A partir de 1994 se inicia um período de crescimento quase linear até 2005, havendo somente uma pequena descontinuidade em 2004.

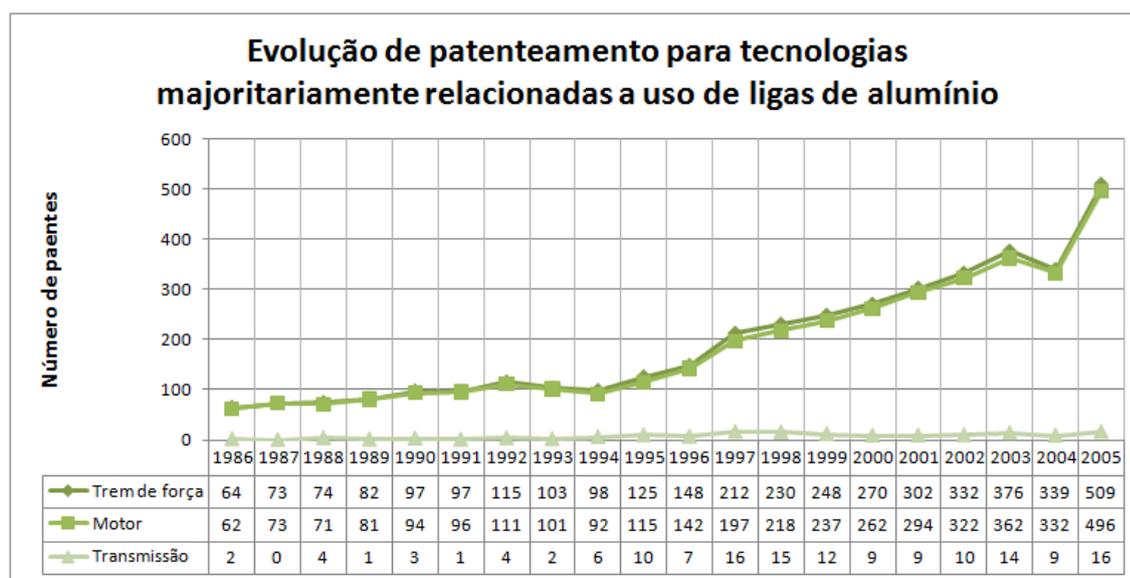


Figura 5.5 Evolução do patenteamento de tecnologias relacionadas majoritariamente ao uso de ligas de alumínio em sistemas de trem de força automotivo.

Quase todo o crescimento observado é devido à aplicação em motores, fazendo com que o crescimento no volume de patenteamento em transmissões pareça praticamente nulo frente à escala de crescimento imposta pelo patenteamento em motores. Esta crescente evolução no patenteamento a partir de 1994 possivelmente pode ser atribuída a uma reação das empresas

atuantes no mercado automotivo em função das diversas diretrizes governamentais de cunho social, econômico, e ambiental, a partir da “Agenda 21” [54 e 55], em 1992, tendo em vista o alinhamento destas diretrizes com as interessantes propriedades que o alumínio pode oferecer como elemento principal em ligas não ferrosas [37 – 39].

Considerando que redução de massa é um requisito importante de mercado [7, 13, 14, 20 – 22], os motores apresentam maiores possibilidades de ganhos, pois são constituídos de itens que geralmente utilizam em sua fabricação um maior volume de material se comparado aos itens dos sistemas de transmissão. Outro fato importante que deve contribuir para a grande discrepância no número de patentes entre as aplicações é a maior quantidade de itens, partes e peças contidas nos motores quando comparados às transmissões. Devido a estas diferenças, é necessário tratar os dois grupos de aplicação, motor e transmissão, como dois universos diferentes no que diz respeito à aplicação do alumínio.

5.2.2 Aplicação do alumínio no subconjunto de motor

O estudo da evolução do patenteamento das diferentes formas de processamento das ligas de alumínio em sistemas motores de automóveis apresenta distribuição conforme mostra a Figura 5.6, de acordo com a metodologia utilizada.

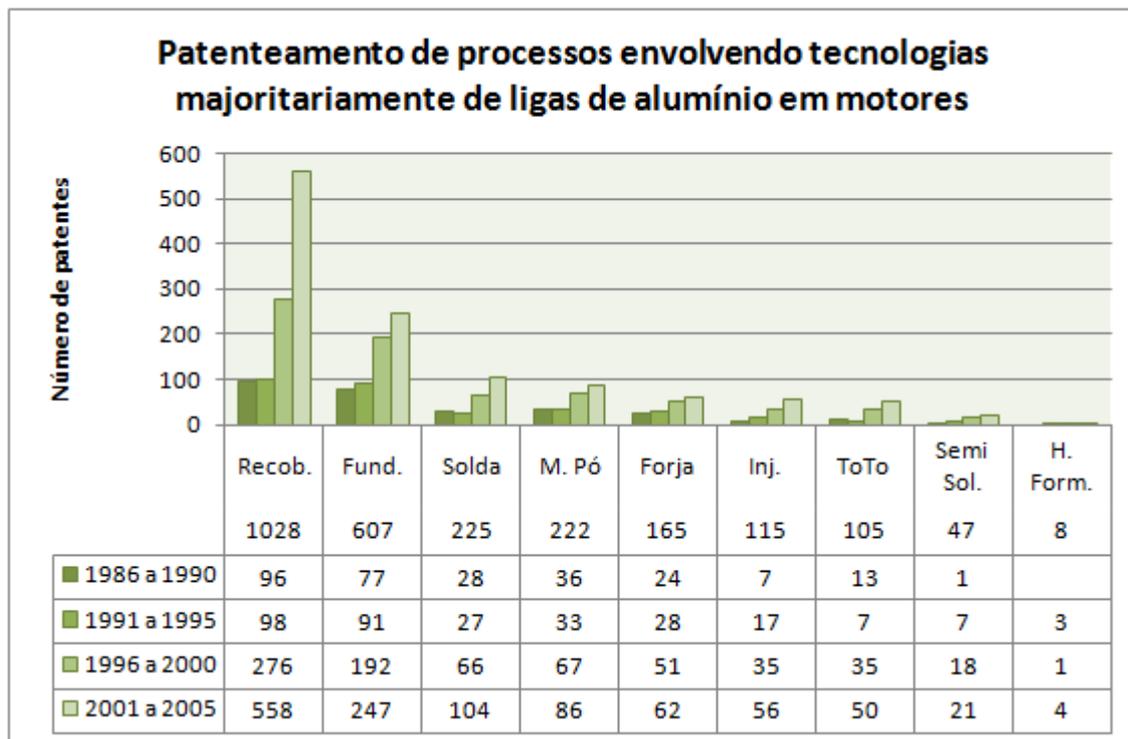


Figura 5.6 Patenteamento de processos envolvendo tecnologias majoritariamente de ligas de alumínio na fabricação de motores automotivos.

É possível observar que ocorre grande evolução no patenteamento dos dois últimos períodos para a maioria dos processos selecionados, em especial para processos de recobrimento superficial ou engenharia de superfícies. Na seqüência, em ordem decrescente de volume, vêm os processos de fundição, soldagem, metalurgia do pó, forjamento, injeção, tratamentos térmicos, conformação no estado semi-sólido, e hidro-formagem ou magneto-formagem, ficando de fora o processo de forjamento de precisão.

Processos mais recentes como o de conformação no estado semi-sólido e hidro/magneto formagem, ainda apresentam volumes de patenteamento relativamente baixos quando comparados às outras formas de processamento. Apesar de serem considerados bastante promissores em função das boas características do produto final [23 e 24], uma justificativa possível para o baixo volume de patentes pode ser atribuída às dificuldades ainda existentes para

utilização destes processos em larga escala [25], sendo que os avanços mais significativos nesta área datam de publicações recentes[26 – 28].

Volumes baixos de patenteamento podem sugerir duas situações distintas para os pesquisadores interessados em estudar estas e outras tecnologias que eventualmente apresentem estas condições. A primeira situação sugere que tais formas de processamento apresentam pouca utilização para a aplicação, neste caso para motores, em função de seus limites tecnológicos não permitirem ou dificultarem muito seu desenvolvimento. Por exemplo, quando houverem condições termodinâmicas, limites físicos ou químicos intrínsecos a estas tecnologias de materiais que não permitam seu desenvolvimento em tal tipo de processamento [6].

Por outro lado, não havendo limitantes intrínsecos ao material, a segunda situação possível indica uma grande oportunidade de exploração e desenvolvimento de tais tecnologias, permitindo que os pesquisadores que trabalham nestas linhas de pesquisa tenham maiores chances de patenteamento e, conseqüentemente, possam obter direitos de exploração comercial de tais tecnologias. Esta situação ocorre normalmente quando são estudadas tecnologias mais recentes ou até embrionárias.

O inverso deste fenômeno ocorre para os processamentos onde há grande ocorrência de documentos de patentes, como é observado em processos de fundição e de tratamento superficial. Nestes casos os processos apresentam considerável utilização na aplicação em questão, sugerindo que devam estar mais próximos de seus limites tecnológicos (físico-químicos) de desenvolvimento, o que implica em maiores esforços de desenvolvimento para conseguir progressos significantes [6] e dignos de patenteamento.

Os documentos que aparecem no processamento por hidro-formagem são em sua grande maioria⁶ relacionados à deformação de tubos ou estruturas

⁶ É possível encontrar viés não somente em materiais metálicos e não metálicos como também em componentes. Por exemplo, houve uma ocorrência de documento em hidro-formagem que não se relaciona à aplicação em motores, se tratando de um suporte de pára-brisa em alumínio registrado pela patente alemã da Opel de código DE19537618-A1. Este documento pode ser utilizado como exemplo da dificuldade de criar expressões de busca que restrinjam suficientemente a matéria desejada sem perder informações importantes. Neste caso a recuperação se deu em função do documento citar a melhora no acesso ao compartimento do motor.

que envolvam formato tubular e passagem de gases como nos coletores de admissão, carcaças e até tanques de combustível.

Observando em mais detalhes o processo com maior volume de patenteamento, recobrimento e tratamentos de superfície⁷, destacam-se processos classificados com o código CIP “C23C” sendo estes caracterizados principalmente pelo uso de difusão, conversão química ou substituição, evaporação a vácuo, pulverização catódica, e recobrimentos por implantação de íons ou por deposição química em fase de vapor. Estes documentos representam quase 50% do volume. Com cerca de 10% do volume, aparecem documentos relacionados a processos para aplicação de líquidos ou de outros materiais fluentes às superfícies em geral.

Para o caso dos processamentos sob fundição, ganham destaque com cerca de 20% do total de documentos os processos classificados com o código CIP “B22D 019”, que dizem respeito ao vazamento dentro, sobre, ou envolta de objetos que constituem parte integrante do produto. No tocante à aplicação, o maior destaque é dado para utilização em componentes de cilindros ou cabeçote de cilindros (em torno de 15% dos documentos), seguido da aplicação do alumínio fundido em carcaças e pistões (aproximadamente 5% para cada caso).

Além da investigação da evolução dos diferentes processos de transformação das tecnologias de alumínio, também foram avaliadas as relações das tecnologias de processamento com as características técnicas dos produtos, necessidades do mercado consumidor, e regulamentações de mercado. Mapas de co-ocorrência foram utilizados para ilustrar graficamente tais relações e seu funcionamento e interpretação pode ser consultado no Apêndice 4. A Figura 5.7 traz um mapa de co-ocorrência com as informações considerando tecnologias de alumínio.

⁷ Assim como ressaltado para o caso de hidro/magneto formagem, em recobrimentos verifica-se que cerca de 10% dos documentos fazem menção ao uso do alumínio como constituinte em materiais não metálicos, principalmente cerâmicos como, por exemplo, silicatos aluminosos, reforçando a dificuldade observada na técnica utilizada no que diz respeito à utilização de expressões de busca que restrinjam suficientemente a matéria desejada sem perder informações importantes.

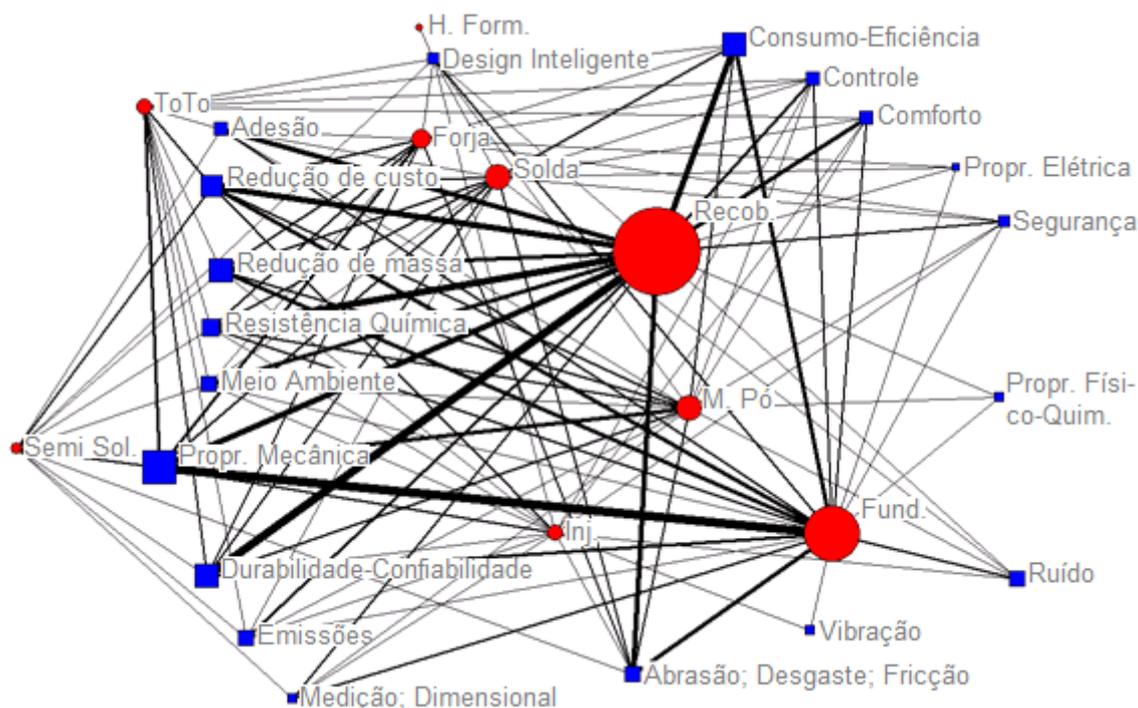


Figura 5.7 Mapa de co-ocorrência de patentes compreendendo os diferentes processamentos do alumínio em motores, com as características técnicas do produto, necessidades e regulamentações de mercado.

Na Figura 5.7 é possível observar que embora os documentos relacionados a propriedades mecânicas e tratamentos de superfície tenham apresentado maior volume de patentes, sua relação com base nas co-ocorrências não é tão forte como a relação observada entre o processo de fundição e as propriedades mecânicas do produto. Outras relações de grande destaque são entre tratamentos de superfície e a durabilidade-confiabilidade do produto, além da relação com propriedades de resistência química. Para a aplicação de alumínio em motores, todos os itens listados como características técnicas do produto, necessidades e regulamentações de mercado, apresentam pelo menos uma co-ocorrência com alguma das alternativas de processamento selecionadas, sendo que os maiores volumes de patenteamento são observados para documentos associados a propriedades mecânicas, durabilidade, eficiência e consumo de combustível, redução de massa, redução de custos, emissões, resistência química e meio ambiente.

É interessante ressaltar que os mapas de co-ocorrência apresentados neste trabalho não consideram escala de tempo, e trazem apenas um panorama referente ao período total do estudo (1986 a 2005) em relação à possível correlação dos requisitos considerados e dos processamentos referentes à utilização de alumínio em motores automotivos, no caso da Figura 5.7, não permitindo inferir tendências ou apontar grupos de processamento que vêm desenvolvendo melhor um requisito ou outro ao longo do tempo. Portanto, este tipo de mapa serve como subsídio **adicional** para a seleção de materiais com base nos métodos tradicionais [44 – 47].

Definida uma tecnologia de material através dos métodos tradicionais, este tipo de mapa pode auxiliar na escolha de um ou mais processo de fabricação que já tenha historicamente apresentado patente relacionada a algum requisito técnico, regulamentação ou necessidade de mercado. Por exemplo, na seleção de um componente para motor automotivo feito em alumínio, que necessite de requisitos relacionados à segurança, propriedades elétricas e vibração, o mapa da Figura 5.7 sugere que o processamento por fundição deve oferecer maiores chances de sucesso ou maiores possibilidades de se encontrar alguma solução relacionada em documentos de patentes.

Através da sobreposição de mapas similares ao da Figura 5.7 construídos com informações de diferentes períodos, é possível incluir a escala temporal no estudo e inferir evoluções entre correlações dos requisitos técnicos, regulamentações e necessidades de mercado com as técnicas de processamento aplicadas não só ao uso do alumínio em motores, como também de qualquer outra tecnologia de materiais através da aplicação da metodologia apresentada neste estudo. Fazendo uso de recursos multimídia, é possível ainda inserir interatividade aos mapas e possibilitar ao usuário, por exemplo, selecionar somente os nós e interações que julgue mais importantes, o que torna a visualização mais objetiva e clara.

5.2.3 Aplicação do alumínio no subconjunto de transmissão

Para a aplicação de tecnologias relacionadas ao uso do alumínio em sistemas de transmissão, observa-se um volume bastante inferior de documentos num comparativo na aplicação em motores.

Os códigos CIP de maior incidência apontam a aplicação desta tecnologia de materiais principalmente em: sistemas de engrenagens (código CIP: F16H); eixos, eixos flexíveis, elementos dos mecanismos dos eixos de manivela, peças rotativas outras que não elementos de engrenagem, mancais (F16C); acoplamentos, embreagens, freios (F16D); além de correias, cabos ou cordas utilizados principalmente para fins de acionamento, correntes, acessórios utilizados principalmente para esse fim (F16G).

A evolução do patenteamento considerando as alternativas de processamento nesta aplicação (Figura 5.8) também apresenta algumas diferenças em relação a motores (Figura 5.6).

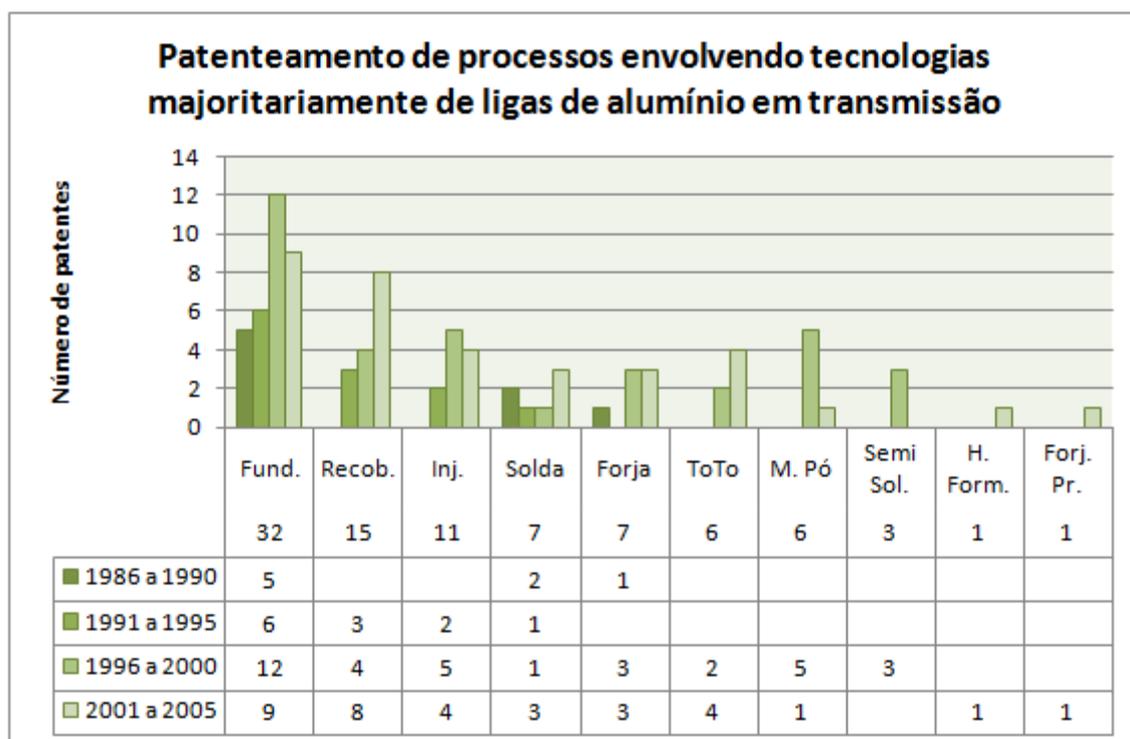


Figura 5.8 Patenteamento de processos envolvendo tecnologias majoritariamente de ligas de alumínio na fabricação de

transmissões automotivas.

Dentro dos processos estudados o maior volume de patenteamento é dado em tecnologias de processamento relacionadas à fundição, seguidas por tratamentos superficiais e processos de injeção.

Considerando o processamento via fundição, analisando os códigos CIP de maior ocorrência, destacam-se documentos relativos à aplicação de alumínio em: dispositivos do controle da engrenagem de mudança de velocidade em veículo; engrenagens do sistema diferencial; e carcaças do sistema de engrenagens. Também é verificado maior interesse em processos que permitam o vazamento dentro, sobre ou em volta de objetos que constituem parte integrante do produto, além de interação com processos de injeção.

Quanto aos recobrimentos, a mesma análise por codificação CIP não evidencia claramente quais os componentes de maior interesse, mas há indicação de que existe interesse em utilizar recobrimentos multicamadas, onde existem pelo menos dois revestimentos sobrepostos, aplicados não necessariamente pelo mesmo processo de recobrimento.

Através da leitura dos títulos das patentes referentes aos processos de injeção, é possível dizer que estes documentos se relacionam em sua maioria a componentes, como pistões e trocadores, em sistemas de controle ou em bombas de sistemas de transmissão automática. Uma patente que chama atenção em função de sua aplicação não ser tão comum é a patente japonesa da montadora Honda, de código JP9019104-A, que trata de um motor elétrico instalado integralmente nas rodas para propulsão de veículo elétrico.

No período mais recente, para as tecnologias de soldagem, destaca-se o documento de código JP2004138209-A, da empresa japonesa Daihatsu Motor Co. Ltd., que trata de utilização de soldagem por fricção na junção entre eixo e flange estriada em sistema de transmissão sem marcha (*stepless transmission*).

Dentre os três documentos classificados para processamento no estado semi-sólido, todos também aparecem classificados no processamento por

injeção. O documento de origem japonesa, JP2001214869-A, chama atenção por tratar de uma bomba de óleo para sistema de transmissão automática com componentes constituídos em compósito de matriz metálica porosa, onde os poros são impregnados com uma liga de alumínio.

Nos dois processos de hidro-formagem e de forja de precisão, com atividade de patenteamento mais recente, aparecem documentos somente no último período, e a utilização do alumínio aparece como material de um componente de ferramenta utilizada em processo de magneto formagem (neste caso um item contido na classe dos processos de hidro-formagem), ou ainda como elemento de liga em um aço, para o caso do processo envolvendo forja de precisão. O mesmo caso de aplicação como elemento de liga também é fortemente observado nos documentos relativos a tratamentos térmicos, e em menor intensidade para processos de forja em geral.

Mesmo tomando-se todo o cuidado para retirar ligas ferrosas neste segmento do estudo, ainda verifica-se o eventual aparecimento de documento que não apresenta conexão direta com o foco em questão: ligas de alumínio em sistemas de transmissão automotiva. Este fato reforça a dificuldade ainda observada no estado da técnica em relação a filtrar os dados de entrada para o estudo.

O relacionamento entre os processos e as características do produto, regulamentos e necessidades de mercado pode ser observado na Figura 5.9.

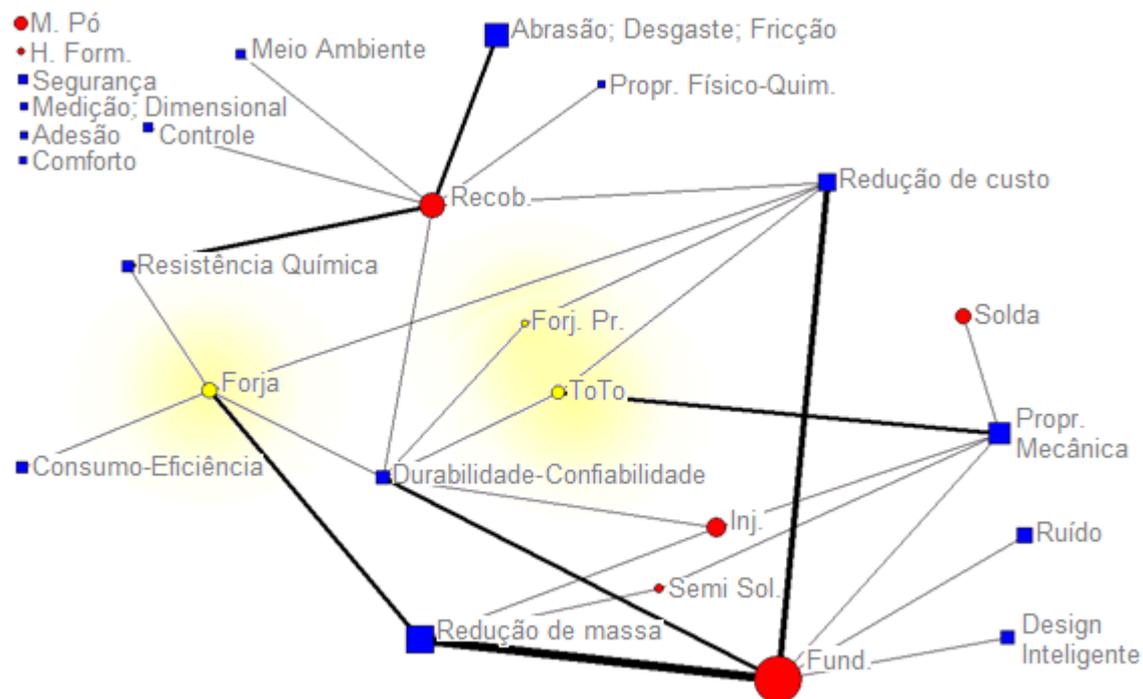


Figura 5.9 Mapa de co-ocorrência de patentes compreendendo os diferentes processamentos do alumínio em transmissões, com as características técnicas do produto, necessidades e regulamentações de mercado.

Obs.: Os nós com destaque em amarelo identificam processos que se relacionam a documentos com maior incidência de uso do alumínio como elemento de liga.

A relação apontada no mapa como sendo a mais forte é entre os processos de fundição e redução de massa, além de reduções em custos e relações com durabilidade e confiabilidade do produto. É interessante notar que o processamento no estado semi-sólido ou via injeção, apesar de apresentar documentos co-ocorrentes no processo de fundição, não aponta relação com reduções de custo, o que reforça a importância da seleção e filtro correto dos grupos de tecnologias de interesse. Outras interações que aparecem em destaque são entre os recobrimentos e as propriedades tribológicas e relacionadas a fenômenos de superfície, além de resistência química.

Neste mapa da Figura 5.9, de maneira diferente ao mapa da Figura 5.7, aparecem no canto superior esquerdo nós que não apontam co-ocorrência com

nenhum outro nó. Este fato deve ser olhado com cuidado. Cabe lembrar que durante o processo de criação dos grupos correspondentes às características do produto, necessidades do mercado e regulamentações, foi aplicado um filtro nas expressões com ocorrência menor que quatro, portanto, existem chances destes nós não apresentarem co-ocorrências em função das expressões que fariam parte de um dos grupos criados terem sido filtradas.

Compartilhando a mesma ressalva da última observação, os itens de vibração e propriedades elétricas não apresentaram nenhum documento de patente relacionado a esta aplicação. O ponto central é que baixo número de co-ocorrências ou até mesmo a ausência destas não significa necessariamente que o grau de importância destes nós seja nulo, o que reforça a utilização destes mapas como auxiliares e complementares, mas não mandatórios no que diz respeito à seleção de diferentes processamentos e materiais.

Mantendo todas estas considerações feitas no item 5.2, uma análise similar pode ser feita em respeito às tecnologias que fazem uso do magnésio.

5.3 Patenteamento em tecnologias associadas majoritariamente a ligas de magnésio e trem de força de veículos automotivos

5.3.1 Panorama geral do patenteamento

De maneira análoga ao que foi observado para as tecnologias relacionadas à utilização de ligas majoritariamente de alumínio, a evolução do patenteamento das tecnologias relacionadas ao uso de ligas majoritariamente de magnésio, Figura 5.10, mostra um período onde há pouca variação no volume de patentes até o ano de 1995, porém com volume bastante inferior em relação ao alumínio, além de um leve pico pouco antes de se iniciar o crescimento no número de documentos. A partir de 1995 se inicia um crescimento quase linear até o final de 2002, quando o volume de patenteamento volta a ser praticamente constante até 2005.

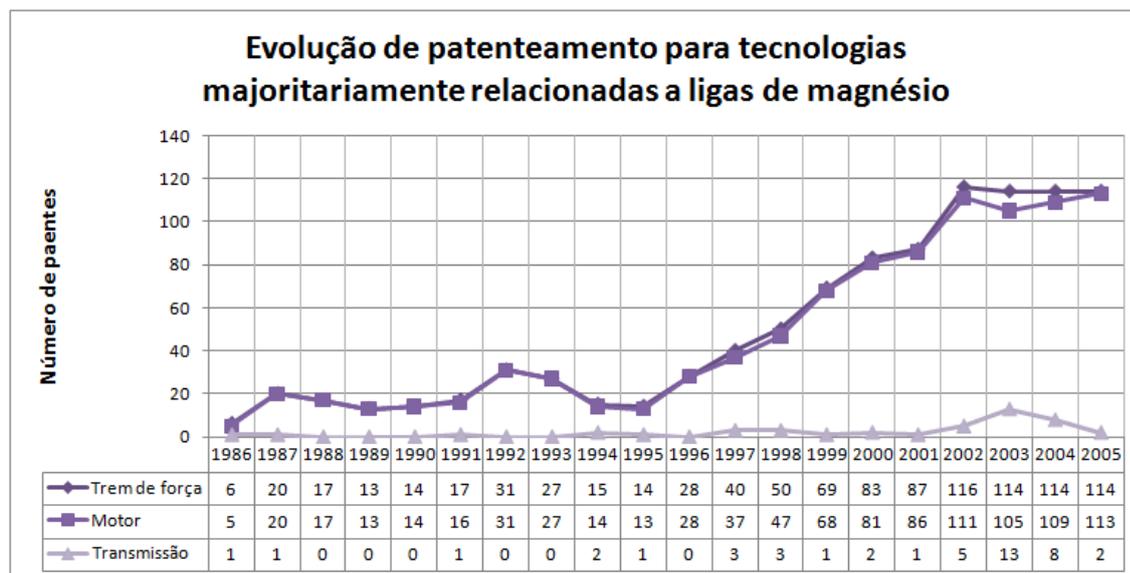


Figura 5.10 Evolução do patenteamento de tecnologias relacionadas ao uso de ligas de magnésio em sistemas de trem de força automotivo.

Ainda fazendo analogia ao alumínio, quase todo o crescimento no volume de patenteamento observado em sistemas de trem de força automotivo é devido à aplicação em motores, e esta crescente evolução no patenteamento a partir de 1995 também pode ser possivelmente atribuída a uma reação das empresas atuantes no mercado automotivo em função da “Agenda 21” [11, 12], além de outras regulamentações ambientais, considerando o alinhamento das diretrizes deste documento de 1992 com as propriedades que o magnésio pode oferecer como elemento principal em ligas não ferrosas [44 – 46].

Diferente do caso observado na aplicação em motores, uma evolução mais considerável no patenteamento destas tecnologias aplicadas em transmissões é observada somente a partir de 2002, ocorrendo uma posterior queda. Este crescimento seguido de queda pode ser entendido como um indicativo de recente pico de interesse comercial na utilização do magnésio para esta aplicação, ou também como indicativo de defasagem de entrada dos dados de patentes na base de dados para estes períodos mais recentes. Estas hipóteses podem ser reforçadas, comprovadas ou negadas a partir da realização de uma nova busca, mais recente, fazendo uso da mesma metodologia descrita neste trabalho.

A separação por aplicação também se mostra interessante no caso da utilização do magnésio em sistemas de trem de força automotivo.

5.3.2 Aplicação do magnésio no subconjunto de motores

Na aplicação das tecnologias relacionadas ao magnésio no subsistema de motores, os processamentos com maior volume de documentos são os tratamentos superficiais e a fundição, com um volume de documentos cerca de três ou quatro vezes maior em comparação com as outras tecnologias de processamento, como mostra a Figura 5.11.

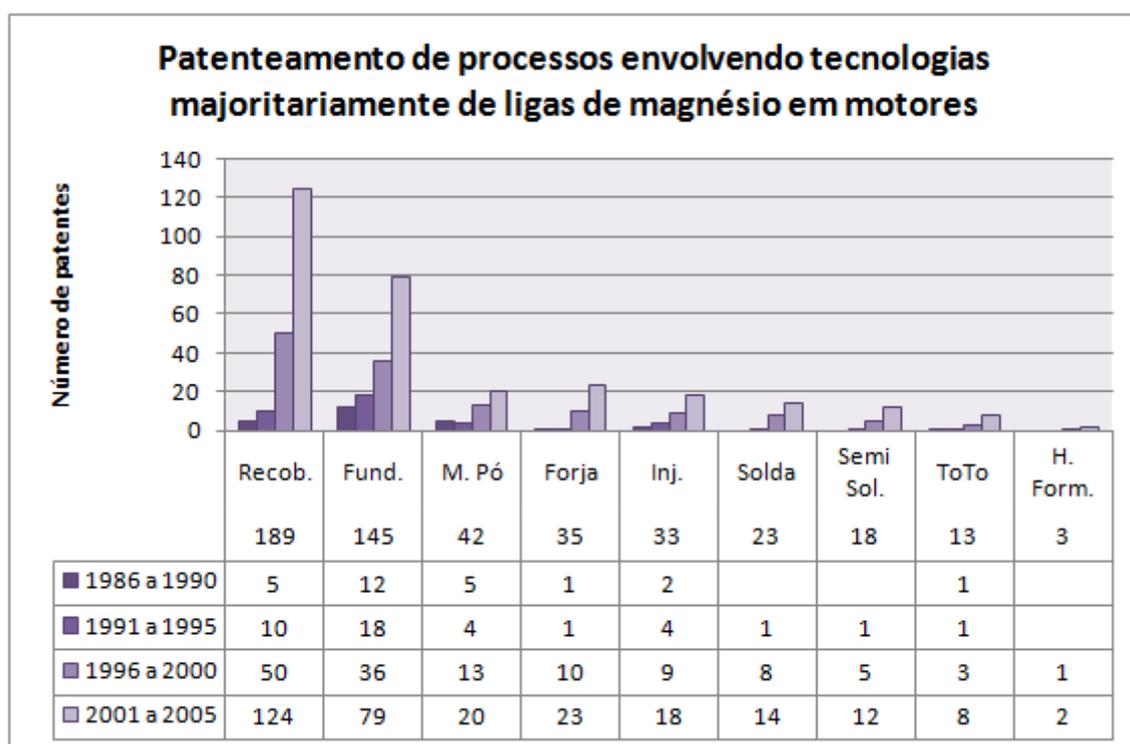


Figura 5.11 Patenteamento de processos envolvendo tecnologias majoritariamente de ligas de magnésio na fabricação de motores automotivos.

Também é possível observar que ocorre grande evolução no patenteamento dos dois últimos períodos, sendo que o número de documentos no último período é superior a duas vezes o volume do período anterior para a

maioria dos processos estudados, com exceção à metalurgia do pó e soldagem, que apresentam taxas de crescimento um pouco menores.

Na análise de ocorrência dos códigos CIP há indicação de utilização do processo de recobrimento principalmente em medidas contra a corrosão e erosão em pás de máquinas ou motores de deslocamento não positivo. Utilizações de filmes para recobrimento em sistemas catalíticos nos sistemas de exaustão de gases e ainda de filmes para recobrimento de peças metálicas. Ao juntar os revestimentos multicamadas com a gama de aplicações citadas, têm-se uma representatividade de cerca de 70% dos documentos relacionados ao processo de recobrimento.

Dentre os processos de fundição em geral, além das ligas a base de magnésio, e ligas gerais não ferrosas contendo magnésio, verifica-se alguma contaminação nos resultados de documentos referentes a ligas de alumínio contendo magnésio. Esta separação é difícil devido ao fato da grande maioria das ligas a base de magnésio, observadas no código CIP, apresentarem como segundo elemento principal o alumínio. Como as buscas iniciais para recuperação dos documentos foram feitas utilizando códigos CIP e expressões literais, esta contaminação é praticamente inevitável sem que haja omissão de documentos importantes relativos à aplicação e tecnologia em questão. Por exemplo, a exclusão de expressão literal relacionada ao alumínio pode excluir dos resultados os documentos relacionados a ligas de magnésio que possuam alumínio.

Com a leitura de alguns poucos títulos de documentos, foi possível identificar sem dificuldade um título que tratava de utilização de composto de magnésio como material de bloco de motor de combustão interna, mas apresentava em seu descritivo também a utilização de uma liga a base de alumínio (Patente americana de número US2006269437-A1).

Quanto aos diferentes processamentos de fundição, é possível observar maior volume de documentos com códigos relacionados a processos de fundição sob pressão ou injeção, processos com tratamento do metal no molde enquanto está fundido ou dúctil, vazamento dentro, sobre ou envolta de objetos

que constituem parte integrante do produto, e ainda máquinas e instalações para vazamento de lingotes.

No que diz respeito aos componentes fundidos, podem ser citados cilindros e cabeçotes de cilindros, pistões e carcaças.

A análise dos documentos do processo com atividade de patenteamento mais recente e de menor volume, hidro-magneto formagem, traz um documento que se refere à utilização de ligas de magnésio/alumínio na fabricação de tanque de combustível através deste processo, outro documento traz matéria referente ao processamento de um tubo dobrável em baixas temperaturas, confeccionado em liga utilizando um mínimo de 80% de magnésio, e de aplicação em sistemas de suporte (berço) de motores, aplicação que necessita de boas propriedades mecânicas. Uma das patentes ainda cita o uso do magnésio, entre 3 a 5%, como elemento de liga em liga de alumínio.

A mesma análise permite dizer que o processo de tratamento térmico se confunde um pouco com outros processos que envolvam trocas térmicas ou transformações induzidas pela temperatura, por exemplo, nos processos de fundição. Um bom exemplo deste fenômeno é o documento de patente alemão da montadora DaimlerChrysler, DE19917175, datado de 1999, que trata do processamento e obtenção de um compósito para produção de componentes de resfriamento em células de combustível ou em componentes eletrônicos. O processo de obtenção deste material compreende fundição por injeção, e uma espécie de sinterização chamada de tratamento térmico, produzindo um material leve ($3,1 \text{ g/cm}^3$), com propriedades interessantes de condutividade térmica ($60 \text{ W/m}^*\text{K}$), e resistência mecânica na faixa de 400 MPa. Embora não tenha sido constatado indicativo de processamento via metalurgia do pó durante a análise particular deste registro, constata-se a presença do código CIP "B22F", referente a este tipo de processamento.

É interessante notar que o processo de tratamento térmico pode se confundir com vários processos que envolvam alterações de temperatura, não necessariamente envolvendo alterações de fase sólida em ligas metálicas,

como pode pensar um indivíduo familiarizado com a utilização deste termo neste tipo de aplicação.

O processamento no estado semi-sólido também apresenta volume relativamente baixo e atividade relativamente recente de patenteamento. As aplicações encontradas são bastante diversificadas, segundo a leitura dos títulos das patentes. A utilização em pistões de acionamento, componentes do sistema de aceleração, e aplicações que requerem aplicações estruturais em altas temperaturas é observada. Bem como uma grande variação de elementos de liga, havendo até ligas com elementos químicos classificados como terra rara.

Segundo a metodologia utilizada, o mapa de co-ocorrências entre tecnologias de processamento, características técnicas dos produtos, necessidades do mercado consumidor, e regulamentações é mostrado na Figura 5.12.

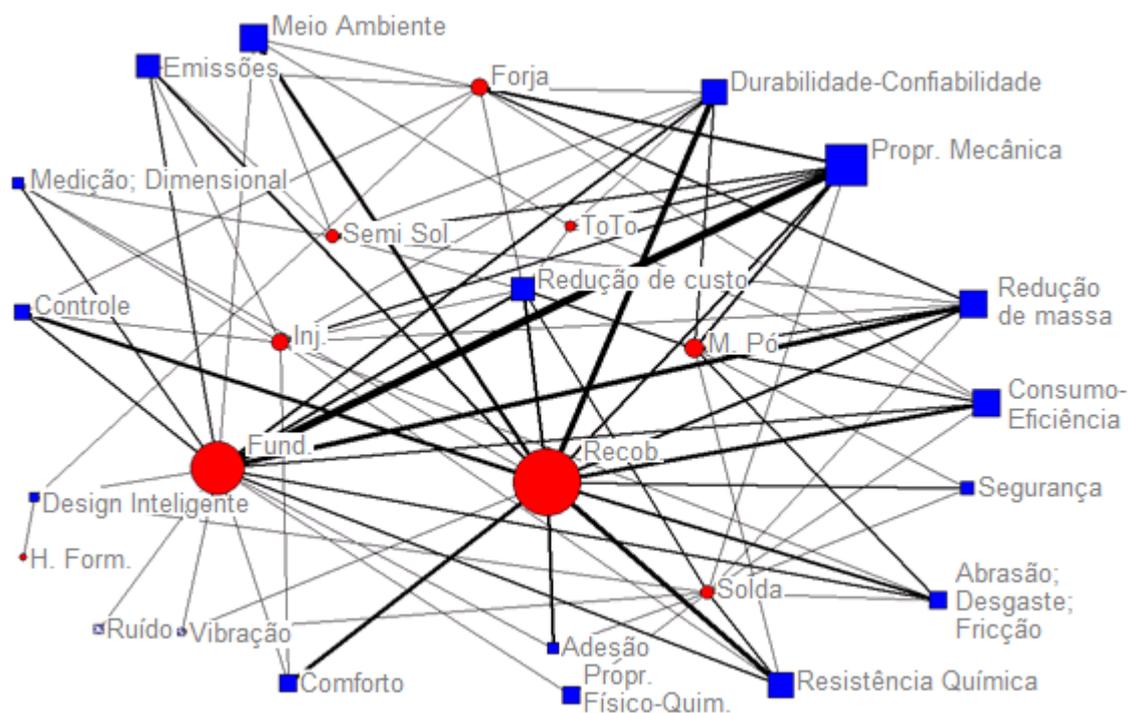


Figura 5.12 Mapa de co-ocorrência de patentes compreendendo os diferentes processamentos do magnésio em motores, com as características técnicas do produto, necessidades e regulamentações de mercado.

As maiores interações considerando as co-ocorrências nos registros de patentes são observadas entre os processos de fundição e as propriedades mecânicas e possibilidades de redução de massa, além das interações entre os processos que envolvem recobrimentos superficiais com durabilidade e confiabilidade, propriedades relacionadas aos fenômenos de superfícies e meio ambiente, bastante próximo do observado para a aplicação de alumínio em motores.

A interação entre os recobrimentos, emissões e meio ambiente pode ser interpretada de pelo menos duas maneiras, levando em consideração as aplicações e diferentes processos levantados no estudo de patenteamento. Segundo foi observado, alguns documentos se relacionam com fenômenos de catálise e redução de emissões, estabelecendo relação direta entre os recobrimentos e os fatores ambientais. Além desta relação ainda pode ser citada uma relação indireta em função das melhoras de eficiência e consumo (relação também observada na Figura 5.12) reduzindo também o impacto ambiental e as emissões.

A interação entre processamento no estado semi-sólido e redução de custos chama atenção, pois a literatura traz os altos custos de produção da matéria prima como sendo um dos fatores limitantes na utilização deste processo em larga escala [31], sendo que os avanços mais significativos nesta área datam de publicações principalmente posteriores a 2005 [32 – 34]. Este fato também é observado na aplicação de alumínio (Figura 5.7), mas devido ao maior número de interações sua visualização é dificultada. Ao analisar com mais detalhes esta interação na aplicação em motores para ambos os casos, alumínio (Figura 5.7) e magnésio (Figura 5.12), verifica-se a presença de sete documentos para o primeiro caso e dois documentos para o segundo, sendo que estes dois documentos que aparecem na tecnologia de magnésio também estão presentes na aplicação da tecnologia de alumínio.

Em função do processamento no estado semi-sólido ser classificado no código CIP como uma variação do processamento por injeção, tais documentos

também aparecem classificados no processamento via injeção, fato que pode justificar parcialmente a interação com redução de custos.

Nenhum documento de patente relacionado a propriedades elétricas ou processamento relativo a forja de precisão foi constatado, sendo que todos os itens restantes apresentam pelo menos uma co-ocorrência com alguma forma de processamento.

5.3.3 Aplicação do magnésio no subconjunto de transmissão

Para a aplicação de tecnologias relacionadas ao uso do magnésio em sistemas de transmissão, observa-se o menor volume encontrado para os casos específicos do estudo. A evolução do patenteamento considerando as diversas formas de processamento pode ser observada na Figuras 5.13. Há ocorrência de documentos em apenas seis dos dez processamentos, ficando de fora os processos: forja de precisão, hidro/magneto formagem, soldagem e metalurgia do pó.

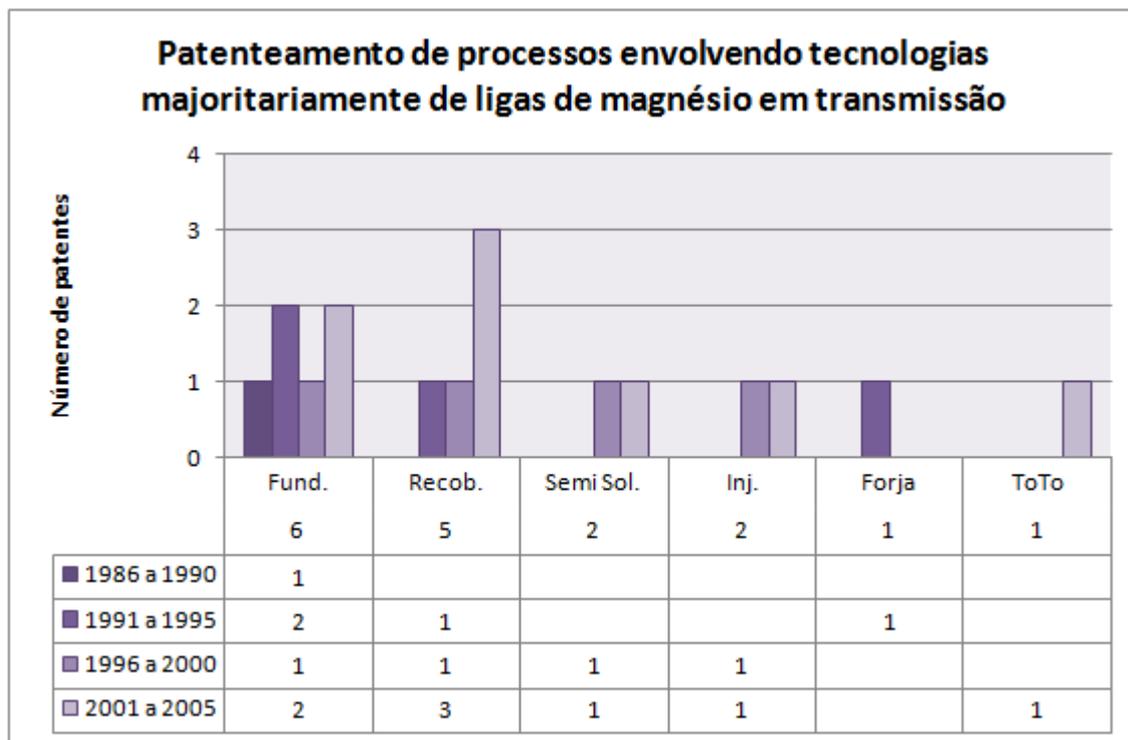


Figura 5.13 Patenteamento de processos envolvendo tecnologias majoritariamente de ligas de magnésio na fabricação de

transmissões automotivas.

Dentro os processos estudados, o maior volume de patenteamento é verificado para o processo de fundição, sendo que este também é o processo com registro mais antigo. Verificando os registros, é possível identificar que os dois registros relacionados a processo de injeção e processamento no estado semi-sólido são os mesmos. Estes registros também fazem parte do grupo de processos de fundição.

Um destes dois registros em questão (com referência aos semi-sólidos) é relativo à patente de número JP10265865-A, depositada em conjunto no ano de 1997 pelas empresas japonesas Mazda Motor Corp e Matsuda, e trata de um molde de injeção para processamento de semi-sólidos onde o canal injetor possui múltiplos aquecedores, de controle independente, capazes de produzir regiões com diferentes frações de material sólido. Quanto ao material utilizado, o documento cita uma liga de magnésio-estrôncio. Segundo o documento, as vantagens deste processamento são a obtenção de peças com grande acuracidade dimensional, em função da fração de material líquida que preenche o molde com perfeição, além de ótimas propriedades de resistência mecânica obtidas em função das características da fração de fase sólida. Estas características estão de acordo com o que propõe a literatura que aborda este tipo de processamento [29 e 30].

O outro documento, de número JP2005329442-A, depositado no ano de 2004 pela empresa Toyota em associação com outras empresas japonesas, protege um método de produção de uma válvula de controle utilizada em sistemas de transmissão automática de múltiplos estágios e também em sistemas de transmissão continuamente variada (CVT – *Continuously Variable Transmission*). A leitura do registro não traz informações suficientes para esclarecer sua correlação com o processamento no estado semi-sólido. Para tanto, faz-se necessário a leitura do documento e algumas de suas referências por inteiro, o que não é escopo deste trabalho.

A empresa coreana Hyundai Motor Co. Ltd. é a responsável pelo depósito do outro documento presente no período mais recente relacionado somente ao

processo de fundição. Este documento, apontado no registro com os registros de patente KR2005045720-A e KR527957-B, trata do processamento e obtenção de uma carcaça para transmissão automotiva constituída de liga de magnésio, onde a carcaça em questão apresenta características de absorção de vibrações em função do material utilizado, melhorando ruído, vibração e conforto, além de proporcionar redução de massa. Quanto ao processamento, o registro destaca a presença de um pino de resfriamento de pequenas dimensões, instalado para aumentar a eficiência de troca térmica com o ambiente durante o processo de solidificação do material. Este registro também chama atenção pelo fato de apresentar dois números de documento de patente para um mesmo país. Geralmente os sufixos envolvendo letras, como “A” ou “B”, indicam qual o status da avaliação deste documento pelo órgão público competente, porém o número costuma ser o mesmo variado apenas o sufixo.

Consultando este documento no sítio de internet do escritório de patentes da Koréia, é constatado que os dois números correspondem ao mesmo documento em diferentes estágios do processo de avaliação, mas a compreensão em maiores detalhes é prejudicada pelo idioma.

Embora a maioria dos países esteja se adequando às recomendações da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI), não é difícil observar o idioma ainda como uma forma de barreira natural ao processo de registro, obtenção ou busca de patentes em alguns países, como o caso da Koréia e China, por exemplo.

O registro que consta no processo de forja também aparece no processamento via fundição, e trata da deformação mecânica de uma liga de magnésio para produção de componente para transmissão automotiva. No entanto, ao efetuar a leitura deste registro verifica-se que este processo de forja é na verdade um pré-processamento para a posterior fundição de uma liga de magnésio. O registro não traz mais detalhes sobre o processo, mas é bastante razoável inferir que se trata de um processo com forte relação ao processo de conformação no estado semi-sólido, alinhando-se com as alternativas de processo observadas na literatura [29-34]

Quanto aos registros relacionados a processos envolvendo recobrimentos superficiais, a rápida leitura de seus títulos permite ressaltar a utilização de recobrimentos a base de materiais poliméricos em diversas aplicações diferentes, como por exemplo, em eixos e carcaças. No registro que aborda tratamento térmico, a utilização do magnésio é dada como elemento de liga em uma liga de alumínio para endurecimento via tratamento térmico.

A correlação dos diversos processamentos com as características do produto, exigências de mercado e regulamentações é mostrada na Figura 5.14.

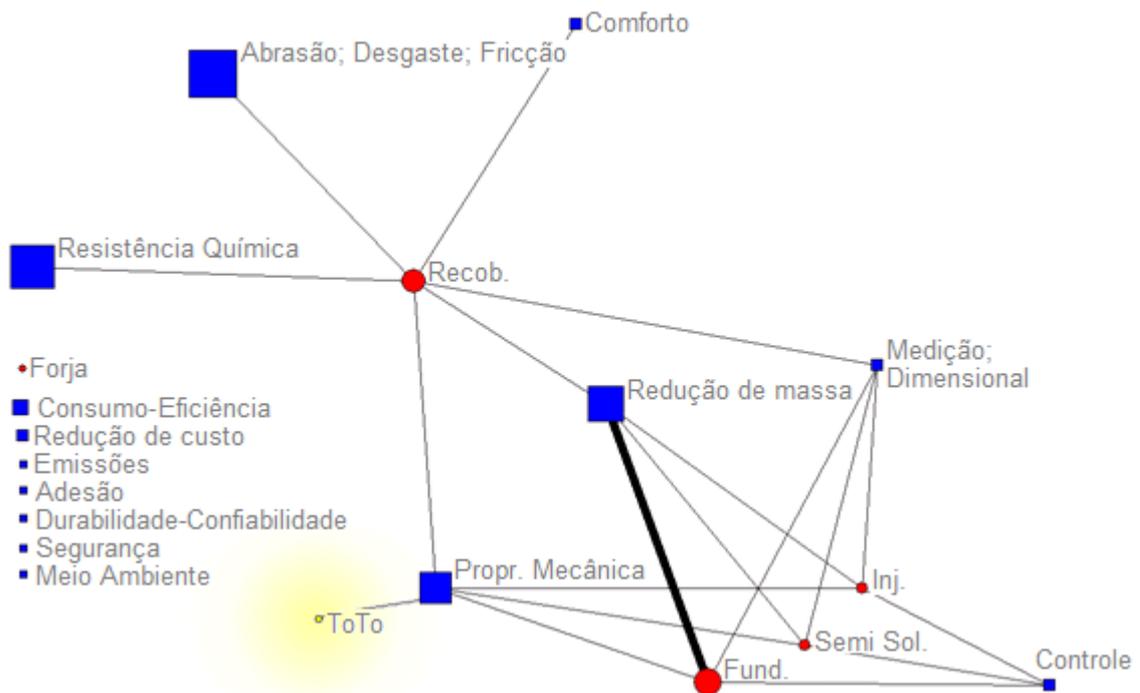


Figura 5.14 Mapa de co-ocorrência de patentes compreendendo os diferentes processamentos do magnésio em transmissões, com as características técnicas do produto, necessidades e regulamentações de mercado.

Obs.: O nó com destaque em amarelo identifica o processo que se relaciona a documentos com maior incidência de uso do magnésio como elemento de liga.

Devido ao baixo volume de documentos encontrados na aplicação de magnésio em transmissão automotiva, observa-se o mesmo fenômeno que ocorre na Figura 5.9, onde aparecem no canto superior esquerdo nós que não apontam co-ocorrência com nenhum outro nó. Vale lembrar que o baixo número de co-ocorrências ou até mesmo a ausência destas não significa necessariamente que o grau de importância destes nós seja nulo.

Novamente a relação apontada no mapa como sendo a mais forte ocorre entre os processos de fundição e redução de massa, sendo que as características que aparecem com maior incidência são relacionadas a abrasão, desgaste, fricção e resistência química.

Considerando os resultados apresentados até para o uso das tecnologias de alumínio e de magnésio em sistemas de trem de força automotivo, é notável a grande correlação existente entre os processamentos, requisitos de mercado, características dos produtos e regulamentações. Além destas análises, também é possível fazer investigações dos maiores depositantes de patentes nestas tecnologias e suas possíveis correlações com estas características e processos estudados até então, bem como a investigação das origens destes documentos, proporcionando um panorama geral dos principais atores do mercado de trem de força automotivo e suas respectivas forças tecnológicas.

5.4 Principais titulares e países de origem das patentes relacionadas ao uso de tecnologias de alumínio e magnésio em trem de força de veículos automotivos

Durante a apresentação e discussão dos resultados nos itens anteriores 5.2 e 5.3, foi constatada a interação entre as tecnologias de alumínio e magnésio. Devido a esta interação, o estudo dos principais atores do mercado, bem como a identificação das regiões ou países de origem destas tecnologias será feito considerando as duas tecnologias num único grupo, fornecendo um panorama geral dos maiores depositantes. A Tabela 5.1 traz uma lista com os nomes dos 108 (cento e oito) maiores depositantes de documentos de patentes relativos à utilização de tecnologias de magnésio e alumínio em sistemas de

trem de força automotivo, dentre um total de 3787 (três mil setecentos e oitenta e sete) depositantes.

Tabela 5.1 Ranking dos principais titulares com maior número de depósitos para tecnologias relacionadas ao alumínio com aplicação em trem de força automotivo (com número de patentes maior ou igual a nove).

#Pat	Empresa (Titular)	#Pat	Empresa (Titular)	#Pat	Empresa (Titular)
206	GENERAL ELECTRIC CO	20	BEHR GMBH & CO	12	UBE IND LTD
165	TOYOTA JIDOSHA KK	20	GENERAL MOTORS CORP	12	VISTEON GLOBAL TECHNOLOGIES INC
133	NISSAN MOTOR CO LTD	20	ISUZU MOTORS LTD	11	ALSTOM SWITZERLAND LTD
77	NIPPONDENSO CO LTD	20	ROLLS-ROYCE PLC	11	AUDI AG
76	HITACHI LTD	18	FURUKAWA ELECTRIC CO LTD	11	DAIMLER-BENZ AG
65	HONDA MOTOR CO LTD	18	KUBOTA CORP	11	ENGELHARD CORP
65	SIEMENS AG	18	SNECMA MOTEURS	11	FORD MOTOR CO
51	UNITED TECHNOLOGIES CORP	18	TOYODA JIDOSHOKKI SEISAKUSHO KK	11	HAZEL B T
48	MITSUBISHI JUKOGYO KK	17	MTU AERO ENGINES GMBH	11	NAGARAJ B A
47	DENSO CORP	17	NIPPON LIGHT METAL CO	11	NIPPON CHEM KOGYO KK
46	COLGATE PALMOLIVE CO	16	DAIDO TOKUSHUKO KK	11	NIPPON JIDOSHA BUHIN SOGO
46	TOSHIBA KK	16	HONDA GIKEN KOGYO KK	11	NISSHIN STEEL CO LTD
43	DAIMLERCHRYSLER AG	16	SHOWA DENKO KK	11	PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA
43	NGK SPARK PLUG CO LTD	15	AISIN SEIKI KK	11	TOYO DENKI SEIZO KK
42	SHOWA ALUMINUM CORP	15	DAIDO METAL CO LTD	10	BABCOCK-HITACHI KK
36	HONEYWELL INT INC	15	FORD GLOBAL TECHNOLOGIES LLC	10	BASF AG
35	NGK INSULATORS LTD	15	JOHNSON MATTHEY PLC	10	DAIDO METAL KOGYO KK
34	TOYODA AUTOMATIC LOOM WORKS	15	MAZDA KK	10	DENKI KAGAKU KOGYO KK
33	HITACHI METALS LTD	15	SUMITOMO LIGHT METAL IND CO	10	DOKURITSU GYOSEI HOJIN BUSSHITSU ZAIRYO
32	HYUNDAI MOTOR CO LTD	14	ALSTOM TECHNOLOGY LTD	10	MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD
31	ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND	14	BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG	10	MITSUBISHI DENKI KK
30	NIPPON STEEL CORP	14	MITSUBISHI ELECTRIC CORP	10	MITSUBOSHI BELTING LTD
29	MITSUBISHI MATERIALS CORP	14	MITSUBISHI MOTOR CORP	10	UNISIA JECS CORP
29	TOYOTA CHUO KENKYUSHO KK	14	RENAULT SAS	10	YAMAHA HATSUDOKI KK
28	SUMITOMO ELECTRIC IND CO	14	SNECMA	9	ANONYMOUS
28	VOLKSWAGEN AG	14	SNECMA MOTEURS SA	9	CALSONIC CORP
27	BOSCH GMBH ROBERT	13	DAIHATSU MOTOR CO LTD	9	DAROLIA R
27	SUZUKI KK	13	IBIDEN CO LTD	9	FUJI HEAVY IND LTD
26	KOBE STEEL LTD	13	INFINEUM INT LTD	9	HITACHI CAR ELECTRONICS KK

26	KYOCERA CORP	13	MATSUDA KK	9	IDEMITSU KOSAN CO LTD
23	MITSUBISHI HEAVY IND CO LTD	13	MATSUSHITA DENKI SANGYO KK	9	ISUZU CERAMICS KENKYUJO KK
22	DELPHI TECHNOLOGIES INC	13	mitsui MINING & SMELTING CO LTD	9	MAZDA MOTOR CORP
22	FORD GLOBAL TECHNOLOGIES INC	13	SHOWA ALUMINIUM CO LTD	9	METALLGESELLSCHAFT AG
22	TOYO KOGYO CO	12	SPITSBERG I	9	MITSUBISHI ALUMINIUM CO LTD
21	TOKAI RUBBER IND LTD	12	SUMITOMO METAL IND LTD	9	NIPPON SEIKO KK
21	YAMAHA MOTOR CO LTD	12	TOCALO CO LTD	9	TOYO RUBBER IND CO LTD

É possível observar que a maioria das empresas com volumes mais significativos de patentes são as empresas japonesas, sendo que as montadoras mais atuantes são: Toyota, Nissan, Honda, e Mitsubishi. Na Figura 5.15 é possível observar a distribuição das patentes em função de seus países de origem, identificando as regiões mais atuantes no que diz respeito à proteção do capital intelectual desenvolvido, indicando também que estes sejam países que desenvolvem tais tecnologias. Para confirmar a hipótese de que os países com maior volume de patentes são os maiores desenvolvedores de patenteamento de tecnologias majoritariamente relacionadas à utilização de ligas de alumínio e ligas de magnésio em sistemas de trem de força automotivo, é necessário um estudo mais detalhado de indicadores de produção científica, por exemplo, em relação à publicação de artigos, e sua correlação com os indicadores de patentes gerados neste trabalho.

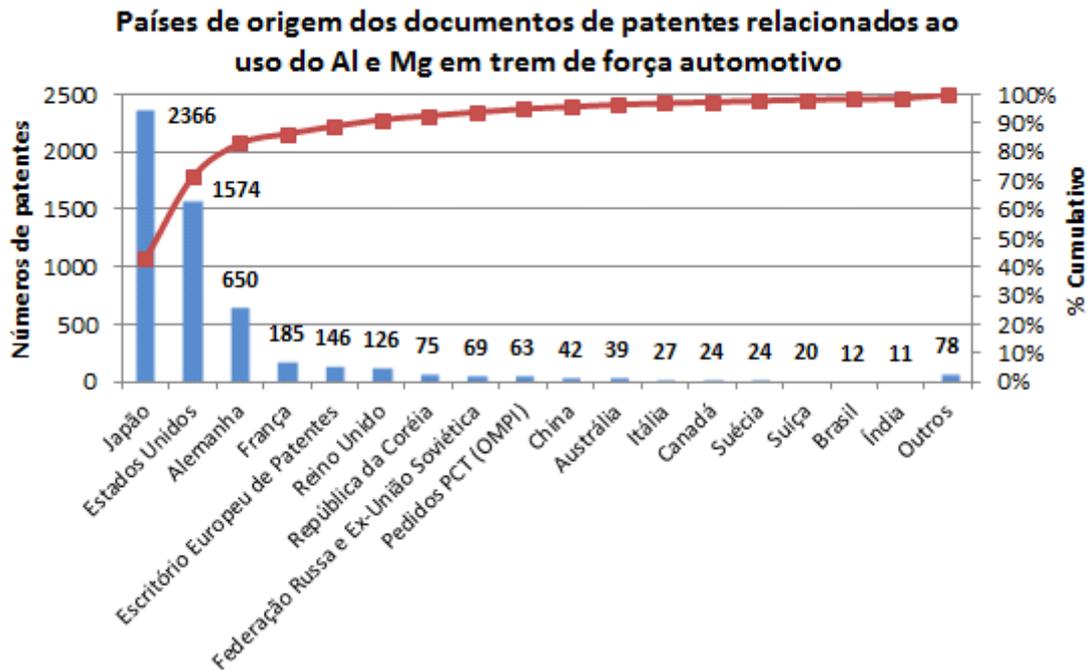


Figura 5.15 Países de origem dos documentos de patentes relacionados ao uso do alumínio e do magnésio em trem de força automotivo.

Países desenvolvidos representam a grande maioria dos detentores das patentes. Com exceção da Itália, os países formadores do bloco econômico que contém as seis maiores economias mundiais, denominado de “G6”, despontam entre os maiores depositantes, com destaque para Japão e Estados Unidos que juntos representam em torno de 75% dos documentos.

Os países em desenvolvimento que compõe o bloco econômico denominado de “BRIC” (Brasil, Rússia, Índia e China) ainda têm pouca representatividade no patenteamento de tecnologias neste setor. O Brasil aparece em 16º na classificação, à frente da Índia por um único documento, e com um volume correspondente a 0,5% do volume de patentes do Japão, o país com maior volume de documentos na aplicação de alumínio e magnésio em sistemas de trem de força automotivo.

5.5 Considerações finais sobre o patenteamento de materiais aplicados em trem de força automotivo

A partir dos resultados obtidos, é possível estabelecer as seguintes considerações gerais:

- Dentro das condições e tecnologias de materiais selecionadas, as tecnologias de lubrificantes são a de maior volume de patenteamento, no tocante ao trem de força de veículos automotivos, seguidas de tecnologias envolvendo alumínio, aços, materiais cerâmicos, poliméricos, compósitos e outras. No subsistema referente à transmissão, os aços aparecem com maior patenteamento do que o alumínio, mas em motores perdem espaço.
- Há interesse crescente e recente no patenteamento de documentos relativos à utilização de nanotecnologia em sistemas de trem de força automotivo quando comparado às demais tecnologias de materiais estudadas. Destaca-se a utilização de nanotecnologia em lubrificantes.
- Apresentam uma grande evolução de patenteamento tecnologias de materiais que consigam aliar baixo peso com boas propriedades mecânicas, além de materiais ligados a um bom desempenho relacionado a fenômenos de superfície e desgaste. Isso sugere uma tendência de exploração comercial maior para estes tipos de materiais na aplicação de trem de força automotivo.
- Dentre as tecnologias de baixo peso, as que envolvem o uso do alumínio se mostram em destaque, sendo que o número de documentos já supera tecnologias de materiais tradicionalmente utilizadas, como as de aços.
- Nas tecnologias de baixo peso, também há indicativo de crescimento da participação de tecnologias envolvendo o magnésio no trem de força.
- Há indicativo de maior complexidade tecnológica na seleção e aplicação de materiais presenciados no subsistema relativo a motores e sistemas de propulsão, em comparação a subsistemas de transmissão.

- Há forte alinhamento entre a evolução do patenteamento das tecnologias estudadas com os requisitos de mercado levantados, com vistas às características técnicas dos materiais/produtos, necessidades dos consumidores, e regulamentações, tais como: Redução de custos; Redução de peso (para economia de combustível); Meio-Ambiente (economia de combustível, redução de emissões, combustíveis alternativos, reciclagem); Segurança; Conforto; Customização / Variabilidade; e Arquitetura do(s) produto(s).
- Existe patenteamento tratando da substituição de materiais metálicos tradicionalmente utilizados na confecção de eixos em sistemas de trem de força por materiais alternativos e de baixa densidade como compósitos de matriz polimérica reforçados com fibra de carbono, geralmente em forma de eixos tubulares. Porém, sob o ponto de vista de exploração comercial, ainda há restrições em função de altos custos.

Quanto à utilização de tecnologias majoritariamente relacionadas a ligas de alumínio em motores automotivos:

- Os processos mais patenteados são relacionados a recobrimentos superficiais e tecnologias de fundição.
- Nos processos de recobrimento superficial há maior tendência de exploração comercial para tecnologias relacionadas ao uso de difusão, conversão química ou substituição, evaporação a vácuo, pulverização catódica, e recobrimentos por implantação de íons ou por deposição química em fase de vapor. Características destacadas neste processo têm relação com a vida do produto e resistência química.
- Nos processos de fundição destaca-se a fusão de produtos compostos por mais de um componente, não necessariamente parte do fundido, principalmente envolvendo cilindros ou cabeçotes de cilindros, carcaças e pistões. Característica apontada como principal neste processo é a relação com propriedades mecânicas.

Quanto à utilização de tecnologias majoritariamente relacionadas a ligas de alumínio em sistemas de transmissão automotivo:

- Os processos mais patenteados atualmente são relacionados a tecnologias de fundição e recobrimentos superficiais.
- Nos processos de fundição, destacam-se documentos relativos à aplicação da técnica em: dispositivos do controle da engrenagem de mudança de velocidade em veículo; engrenagens do sistema diferencial; e carcaças do sistema de engrenagens. Processos envolvendo fusão de produtos compostos por mais de um componente, não necessariamente fazendo parte do fundido também recebem destaque, além de interação com processos de injeção. Características principais são apontadas como reduções de massa e custo.
- Em processos de recobrimento, destacam-se recobrimentos multicamadas, onde existem pelo menos dois revestimentos sobrepostos não necessariamente pelo mesmo processo de recobrimento.

Quanto à utilização de tecnologias majoritariamente relacionadas a ligas de magnésio em motores automotivos:

- Os processos mais patenteados atualmente são relacionados a recobrimentos superficiais e tecnologias de fundição.
- Nos processos de recobrimento superficial há maior tendência de exploração comercial para tecnologias relacionadas a revestimentos multicamadas, medidas contra corrosão e erosão em pás de turbinas, por exemplo. Além de recobrimentos para catálise de gases. Características destacadas neste processo têm relação com a vida do produto e resistência química.
- Nos processos de fundição destaca-se a fusão de produtos compostos por mais de um componente, não necessariamente parte do fundido, principalmente envolvendo cilindros ou cabeçotes de cilindros, carcaças e pistões. Características principais pontadas neste processo são em relação a propriedades mecânicas e redução de massa.

Quanto à utilização de tecnologias majoritariamente relacionadas a ligas de magnésio em sistemas de transmissão automotivo:

- É observado volume bastante baixo de documentos.
- O processo mais importante em termos de patenteamento é o de fundição, havendo destaque para a fundição sob pressão, além de processamento no estado semi-sólido. A característica que marca nestes processos é a redução de massa.

Quanto aos atores do mercado e países de origem:

O Japão é o país que mais protege tecnologias relacionadas ao uso de ligas majoritariamente contendo alumínio e magnésio em sistemas de trem de força automotivo. As montadoras de maior destaque neste sentido são: Toyota, Nissan, Honda e Mitsubishi.

6 Conclusões

O trabalho contribui para a automatização parcial da aplicação da ferramenta de análise de registros de patenteamento no ciclo de inteligência competitiva, além de apresentar um método para análise de expressões em variáveis de texto aberto. Quando aplicada a tecnologias de materiais ou componentes específicos de produto, agrega informações importantes para a tomada de decisão no âmbito da seleção de materiais e seus processamentos, com paralelo aos anseios do mercado e características técnicas.

Quanto às metodologias e técnicas empregadas os resultados permitem concluir o seguinte:

- Na realização de pesquisa envolvendo o patenteamento, que pode ser atualizada periodicamente, é importante a atenção sob as expressões de busca, que devem também ser atualizadas, inclusive em função do código CIP, que pode sofrer modificações a cada versão revisada.
- O grande número e a crescente produção de patentes no campo pesquisado tornam cada vez mais necessária a automação da coleta, tratamento e análise da evolução das invenções.
- Quanto maior a especificidade dada ao estudo de uma tecnologia de material com base em patentes, melhor deve ser a separação de documentos não pertinentes com uso de filtros aplicados na recuperação dos documentos. No entanto, há o aumento da probabilidade de serem omitidos documentos importantes.
- A metodologia contribui para a melhor análise do patenteamento de tecnologias de processamento e produto e sua relação com os mercados: produtor e consumidor. É aplicável a texto integral de patente, mas é preciso maior nível de automatização para agilizar o processamento. Novas tecnologias de mineração de dados (datamining) são importantes para vencer os desafios da análise de conteúdo de patentes e de publicações técnico-científicas com base no estudo de patentes.

- Os grupos de dicionários de sinônimos (thesaurus) criados a partir dos códigos CIP e leitura parcial dos títulos e registros, de um modo geral, se mostraram bastante alinhados com os mapas de co-ocorrências criados a partir da metodologia, além de eficientes embora haja limitações impostas pelo filtro de corte estabelecido (ocorrência menor que quatro). Para um resultado mais acurado, sem a necessidade de leitura e classificação manual dos termos, torna-se interessante alimentar esses grupos criados com dicionários de sinônimos e expressões comerciais, disponíveis na literatura, de conhecimento de especialistas, e de sítios da internet específicos ao assunto em estudo.
- Embora a maioria dos países esteja se adequando às recomendações da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI), observa-se que o idioma e a cultura do país de origem afetam a qualidade dos dados e são elementos que incrementam a dificuldade na elaboração e análise de indicadores de patentes.

7 Sugestões para futuros trabalhos

A partir dos resultados obtidos, pode-se sugerir a realização das seguintes pesquisas:

- Estudo e desenvolvimento de ferramenta de recuperação de documentos em linguagem XML, possibilitando a extração de documentos completos de bases de dados como a do Escritório Europeu de Patentes (www.epo.org) em alta velocidade.
- Estudo da otimização de recuperação de documentos visando melhor qualidade de entrada de dados em estudos de prospecção. Estudos de caso interessantes a se fazer são para as tecnologias de metais não ferrosos como é o caso de cobre, magnésio, e alumínio metálicos e suas ligas.
- Automatização da classificação dos dados contidos em variáveis de texto aberto, como é o caso para conteúdo textual das patentes, de modo a dinamizar o processo de análise e correlação da informação contida nos documentos de patente na íntegra, sem que haja necessidade de leitura.
- Estudos detalhados da aplicação de materiais relacionados à nanotecnologia; materiais inteligentes; metais amorfos; metalurgia do pó; e sua utilização em componentes de sistemas de trem de força automotivo.
- Avaliação da correlação entre as tecnologias de cerâmicas e nanotecnologia com as tecnologias de lubrificantes e com os processos de recobrimento superficial com base em informação contida em documentos de patentes, buscando alternativas para aumento de vida e correto “amaciamento” de partes móveis de sistemas de trem de força automotivo em relação a solicitações de desgaste.
- Estudo detalhado das patentes das tecnologias de materiais restantes, que não alumínio e magnésio.

Referências bibliográficas

1. RAETZ, M.; DOMBY, D.; PIPPEN, C. 2008 Global Market Databook. Crain Communications Inc. 2008. Automotive News, June 3, 2008, Disponível em: <<http://www.autonews.com/assets/PDF/CA48781620.PDF>> Acesso em: 20/07/2008.
2. SAE – Society of Automotive Engineering, 2008. Power Train: Quo Vadis, heavy-duty engine. Truck & Bus Engineering Online. Disponível em: <<http://www.sae.org/mags/AEI/POWER/2996>> Acesso em: 10/08/2008.
3. AUTOMOTIVE ONLINE. Automobile Transmission System - A Brief Outline, August 18, 2008 Available in <<http://www.automotive-online.com/articles/2008/08/automobile-transmission-system.html>>, access in sept 2008.
4. EASTERBROOK, G. What's bad for G.M. is.... Nova York: The New York Times, 12 de junho de 2005. Disponível em: <http://www.nytimes.com/2005/06/12/weekinreview/12gregg.html?_r=1&ei=5070&en=ecb31b994c3d753a&ex=1119240000&emc=eta1&pagewanted=all>. Acesso em: 14/05/2007.
5. GILLESPIE, T. D. Fundamentals of Vehicle Dynamics. SAE International. 1992. p.1-4.
6. MARTINO, J. P. Technological forecasting for decision making. New York: McGraw-Hill. 1993. 460p.
7. ANFAVEA – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/50anos.html>> Acesso em: 22/06/2007.
8. PORTER, M. E. Vantagem Competitiva: Criando e sustentando um desempenho superior. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1986. (Traduzido de: Competitive Advantage. 1985)
9. WILSON, D., PURUSHOTHAMAN, R. Dreaming with BRICs: The path to 2050. Global Economic Papers. Paper 99. New York: Goldman Sachs. 2003
10. OICA - Organisation Internationale des Constructeurs 'Automobiles. Statistics. 2008. Disponível em: <<http://oica.net/category/production-statistics/>>. Acesse em novembro de 2008.
11. WIKIPEDIA. Automotive industry. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Automotive_industry> Acesso em outubro 2008.

12. FINANCIAL TIMES. In depth: Global financial crisis. Disponível em: <<http://www.ft.com/indepth/global-financial-crisis> > Acesso em outubro 2008.
13. DOE. The 21st Century Truck Partnership: Roadmap and Technical White Papers. US Department of Energy (DOE). Document 21 CTP 0003, Dezembro, 2006.
14. SMMT. Foresight Vehicle. Technology Roadmap Technology and Research Directions for Future Road Vehicles, Society of Motor Manufacturers and Traders Ltd (SMMT), London, 2004, 69 p.
15. ANEJA, Et Al. Integrated Engine and Aftertreatment Technology Roadmap for EPA 2010 Heavy-duty Emissions Regulations. Detroit Diesel, DaimlerCrysler Company, 2005. In: US Department of Energy. Disponível em: <www.eere.energy.gov/vehiclesandfuels/pdfs/deer_2005/session1/2005_deer_aneja.pdf > Acesso em agosto, 2008.
16. AULBUR, W. G. DAIMLER: Future Mobility, 2007. Disponível em: <http://www.powermin.nic.in/whats_new/pdf/Germany_Mercedes.pdf > Acesso em março 2008.
17. USEPA - US Environment Protection Agency. Heavy-Duty Highway Diesel Program. Disponível em: <<http://www.epa.gov/otaq/highway-diesel/index.htm> >. Acesso em outubro de 2008.
18. EC - European Community. Transport & Environment: Road Vehicles. Disponível em: <<http://ec.europa.eu/environment/air/transport/road.htm> > Acesso em outubro de 2008.
19. AGEON, G. Le fardier de Cugnot. Société des Ingénieurs de l'Automobile. 1989. Disponível em: <<http://www.ile-de-france.dire.gouv.fr/vehicules/homolo/cnrv/histoire.htm>> Acesso em: 15 fev. 2008
20. POWERS, F. W. Automotive Materials in the 21st Century. Advanced Materials & Processes. Michigan. Maio, 2000, p. 38-41.
21. MUNHOZ JR, D., GREGOLIN, J. A. R., FARIA, L. I. L., ANDRADE, T. F. Automotive Materials: current status, technology trends and challenges. Society of Automotive Engineers Inc. Congresso SAE Brasil, 2007, São Paulo, SP. SAE Technical Papers Series (Paper No. 2007-01-26171). São Paulo, SP: SAE BRASIL. 2007.

22. UNITED STATES DEPARTMENT OF ENERGY, ENERGY EFFICIENCY AND RENEWABLE ENERGY: Fuel economy – Partnership for a new generation of vehicles. Disponível em: <<http://www.fueleconomy.gov/feg/PNGV.shtml>>, Acesso em: 15 fev. 2008
23. BIROL, Y. Thermomechanical processing of an aluminium casting alloy for thixoforming. *Journal of Alloys and Compounds*. (in press), 2009, 8p.
24. VENCL, A., BOBIC, I., MISKOVIC, A. Effect of thixocasting and heat treatment on the tribological properties of hypoeutectic Al–Si alloy. *Wear*, vol. 264, 2008, p. 616–623.
25. YURKO, MARTINEZ, FLEMINGS. Commercial development of the semisolid rheocasting (SSR TM) process. *Metallurgical Science and Technology*, vol. 21, n. 1, 2003, p. 9-15.
26. BIROL, Y. A357 thixoforming feedstock produced by cooling slope casting, *Journal of Materials Processing Technology*, vol. 186, 2007, p. 94–101.
27. ROBERT, M.H. comunicação pessoal de ROBERT, Maria Helena (Professora Titular, Universidade Estadual de Campinas, Unicamp, Brasil), março de 2009, de acordo com o conteúdo de seu artigo: Robert, M.H. Partial melting as an efficient method to produce rheocast alloy slurries, *Transactions of the Japan Foundrymen's Society*, vol 12, 1993, p45-52.
28. ZOQUI, E. J., ROBERT, M.H. Contribution to the study of mechanisms involved in the formation of rheocast structure. *Journal of Materials Processing Technology* 109 (2001) p. 215-219.
29. DELPHI Corporation. Delphi MagneRide. Michigan. 2005. Disponível em: <<https://delphi.com/shared/pdf/ppd/chsteer/magneride.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2008.
30. DELPHI Corporation. Delphi Magneto-Rheological Powertrain Mount. Michigan. 2005b. Disponível em: <https://delphi.com/shared/pdf/ppd/chsteer/mr_pwrtrn_mount.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2008.
31. AKEHURST, S. Lean Powertrain Development. EPSRC – Eng. and Physical Sciences Research Council. Reino Unido. Disponível em: <<https://staff.bath.ac.uk/enssa/LPDev.htm> >. Acesso em: 15 abr. 2007.
32. WIKIPEDIA. Powertrain. Automotive industry. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Powertrain> > Acesso em: out. 2008b.

33. BOOTH, L. Presentation of the executive vice president Ford of Europe and premier Automotive Group Ford Motor Company. In: Automotive News website, 2007, 40 p. Disponível em:
<http://www.autonews.com/assets/pdf/07_ane_ptc/pres_booth.pdf >
Acesso em: out. 2008.
34. HANCOCK, D. The future of propulsion systems: fueling the automotive future. In: Automotive News Europe. New Power Train Technologies Conference, Amsterdam, 28 de março de 2007. Disponível em:
<http://www.autonews.com/files/07_ane_ptc/presentations.html > Acesso em: ago, 2008.
35. THUN, S. Key Findings: Dealer and Consumer Survey. In: Automotive News Europe. New Power Train Technologies Conference, Amsterdam, 28 de março de 2007. Disponível em:
<http://www.autonews.com/files/07_ane_ptc/presentations.html > Acesso em: ago, 2008.
36. PRICE WATERHOUSE COOPERS. Global Automotive Perspectives: Preparing to Compete. Issue 1, 2010. Disponível em:
<http://www.pwc.com/en_GX/gx/automotive/issues-trends/pdf/global_automotive_perspectives_2010_1.pdf> Acesso em: mar, 2010.
37. ASHBY, M. F. Materials Selection in Mechanical Design. Oxford: Butterworth Heinemann. 1999. 502p.
38. ASHBY, M.; SHERCLIFF, H.; CEBON, D. Materials Engineering, Science, Processing and Design. Elsevier: University of Cambridge, Reino Unido. 2007. 527p.
39. FERRANTE, M. Seleção de Materiais. São Carlos: EdUFSCar. 2002. 286p.
40. ROCCO, G. C., GREGOLIN, J. A. R., FARIA, L. I. L. Metodologias de prospecção tecnológica na área de materiais. 3º Workshop de design e materiais – Seleção de materiais e processos. Porto Alegre: Fundação Luiz Englert. 2007.
41. FLEISHER, C. S.; BENSOUSSAN, B. E. Strategic and Competitive Analysis: Methods and Techniques for Analyzing Business Competition. New Jersey: Pearson Education, Inc. 2003. 457p.
42. LIKER, J. K. O modelo Toyota: 14 Princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2005. (Traduzido de: The Toyota Way)

43. COSTA, F.R. Situação atual e perspectivas de utilização de materiais no interior de aeronaves executivas. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos – PPGCEM. São Carlos, 2009.
44. FARIA, L. I. L. Informação Tecnológica e Seleção de Materiais: estudo de caso sobre pastilha de freio automotivo. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos – PPGCEM. São Carlos, 1997.
45. FARIA, L. I. L.; GREGOLIN, J. A. R.; SANTOS, R. N. M. Technological Information And Materials Selection. Information Science for Decision Making. The International Journal of Information Science for Decision Making (Online), Marseille, França. v.1, p.27-42, 1998.
46. VANSTON, J. H. Better Forecasts, better plans, better results. Research Technology Management. Industrial Research Institute. v.46, n.1, p.47-58. Jan/Fev 2003.
47. VANSTON, J. H., VANSTON, L. K. Testing the Tea Leaves: Evaluating the validity of forecasts. Research Technology Management, Industrial Research Institute. v.47, n.5, p.33-39. Set/Out 2004.
48. FULD, L. M. The new competitor intelligence: The complete resource for finding, analyzing, using information about your competitors. New York: John Wiley & Sons, Inc. 1995. 482p.
49. HERRING, J. P. Tópicos fundamentais de inteligência: Processo para identificação e definição de necessidades de inteligência. Em: PRESCOTT, E. P., MILLER, S. H. Inteligência Competitiva na Prática. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2002. 274-291p. 371p.
50. PORTER, A. L, SCHOENEC, D. J, FREY, P. R, HICKS, D. M, LIBAERS, D. P. Mining the Internet for Competitive Technical Intelligence. Competitive Intelligence Magazine. vol.10, n.5, p.24-28, setembro-outubro, 2007.
51. PORTER, A. L.; CUNNINGHAM, S. W. Tech Mining: Exploiting New Technologies to Competitive Advantage. New Jersey: John Wiley & Sons. 2005. 384p.
52. CHRISTENSEN, C. M. O Crescimento pela Inovação: Como crescer de forma sustentada e reinventar o sucesso. Rio de Janeiro: Elsevier. 2003. (Traduzido de: The Innovator's Solution)
53. OECD – Organization for Economic Co-Operation and Development. World Bank to step up co-operation on sustainable growth, climate change, innovation and other topics. Disponível em: < http://www.oecd.org/documentprint/0,3455,en_2649_201185_39800765_1_1_1_1,00.html > Acesso em dezembro de 2007.

54. UN – United Nations: Department of Economic and Social Affairs. Agenda 21. Disponível em: < <http://www.un.org/esa/dsd/agenda21/> > Acesso em: 20 mar, 2008.
55. WIKIPEDIA. Agenda 21. Disponível em: < http://pt.wikipedia.org/wiki/ECO-92#Agenda_21 > Acesso em: 17 mar, 2008.
56. STAL, E., CAMPANÁRIO, M. A., ANDREASSI, T., SBRAGIA, R. Inovação: como vencer este desafio empresarial. São Paulo: Clio Editora. 2006.
57. GOMES, E., BRAGA, F. Inteligência Competitiva: Como transformar informação em um negócio lucrativo. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2004. 144p.
58. ABRAIC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ANALISTAS DE INTELIGÊNCIA COMPETITIVA. (Brasília, DF) Inteligência Competitiva. Disponível em: <<http://www.abraic.org.br/v2/glossario.asp?letra=l>>. Acesso em: 2 out. 2007.
59. NIT/Materiais – Núcleo de Informação Tecnológica em Materiais - UFSCar. Manual de inteligência competitiva. São Carlos. 2004. 38p.
60. BUCHANAN, L.; O'CONNELL, A. A Brief History of Decision Making. Harvard Business Review. Jan, 2006. p.32-41.
61. INPI – Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Disponível em: <<http://www.inpi.gov.br/menu-esquerdo/informacao> > Acesso em: 17/02/2008.
62. EPO – European Patent Office: Espacenet Disponível em: <http://ep.espacenet.com/?locale=en_EP&view=intro> Acesso em: 17/02/2008.
63. GORDON, T. T, COOKFAIR, A. S. Patent Fundamentals for Scientist and Engineers. New York: CRC Press LLC, 2000. 2ª Ed.
64. WIPO – World Intellectual Property Organization. 2008. Disponível em: <http://www.wipo.int/patentscope/en/patents_faq.html#inventions>. Acesso em: 20 fev. 2008.
65. BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para assuntos Jurídicos. Decreto - lei nº 9.279, de 14 de maio 1996. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9279.htm > Acesso em: 25 jan. 2008.

66. BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para assuntos Jurídicos. Decreto - lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/Lei/L10.973.htm > Acesso em: 12 jun, 2008.
67. KONOLD, William G. et al. What every engineer should know about patents. 2 ed. Cincinnati: Wood, Herron & Evans, c1989. 183 p. -- (What Every Engineer Should Know; v.24) ISBN 0-8247-8010-8.
68. BARROSO, W. B. G.; QUONIAN, L.; GREGOLIN, J. A. R.; FARIA, L. I. L. Analysis of a database of public domain Brazilian patent documents based on the IPC. World Patent Information, v.25, n.1, p.63-69. 2003.
69. MOGEE, M. E. Patents and technology intelligence. Em: ASHTON, W. B., KLAVANS, R. A. Keeping abreast of science and technology: Technical intelligence for business. Ohio: Battelle Press, 1997. 560p.
70. INPI – Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br/menu-esquerdo/patente/pasta_processamento > Acesso em: 17/02/2008.
71. FARIA, L. I. L. Prospecção tecnológica em materiais: Aumento da eficiência do tratamento bibliométrico. São Carlos: EdUFSCar. 2001. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Departamento de Engenharia de Materiais, DEMa/UFSCar, São Carlos.
72. TODOROV, A. Uso da informação tecnológica no desenvolvimento e patenteamento de biotecnologia. Em EMERICK et al. Novas tecnologias na genética humana: avanços e Impactos para a saúde. Rio de Janeiro: GESTEC-Nit, 2007. p. 233-244. Disponível em: <http://www.ghente.org/publicacoes/novas_tecnologias/informacao_tecnologica_patenteamento.pdf > Acesso em: 10/12/2007.
73. WIPO - World Intellectual Property Organization: IPC - International Patentig Code. Disponível em: < <http://www.wipo.int/classifications/ipc/ipc8/?lang=en> > Acesso em: 20 fev. 2008.
74. GREGOLIN, J. A. R., FARIA, L. I. L., CHAGAS, A., ET AL. Estudo prospectivo de novos materiais para o setor meronáutico/espacial: Relatório final. CECOMPI, CTA, INPE e NIT – UFSCar, 2007. 159p
75. BREITZMAN, A. F. Assessing an Industry's R&D Rapidly: A Case Study Using Data-Driven Categorization in a Consumer Products Area. Competitive Intelligence Review. vol. 11, n.1, p.58-64, 2000.

76. GREGOLIN, J. A. R., ANTUNES, A. M. S. Estudo prospectivo sobre tecnologias de fabricação de moldes para injeção de plásticos. São Carlos: NIT / Materiais – UFSCar e SIQUIM - UFRJ, 2002. Disponível em: < <http://www.nit.ufscar.br/finep/> >. Acesso em 25 set. 2007
77. FREITAS, H., JANISSEK, R. Análise Léxica e Análise de Conteúdo: Técnicas complementares, seqüenciais e recorrentes para exploração de dados qualitativos. Porto Alegre: Sphinx. Editora Sagra Luzzatto. 2000. 176p.
78. THOMSON REUTERS. Products and Services: Derwent Innovations Index. < http://thomsonreuters.com/products_services/legal/legal_products/intellectual_property/Derwent_Innovations_Index?parentKey=477804 > Acesso em: dez, 2009.
79. ESPACENET. EPO - European Patent Office. Disponível em: < http://ep.espacenet.com/help?topic=detailedcoverage&method=handleHelpTopic&locale=en_ep > Acesso em: dez, 2009.

APÊNDICE 1

Expressões de busca utilizadas para recuperar os dados da base de dados *Derwent Innovations Index*.

A1.1 Aplicação

- Motores
 - TS=((engine\$ OR propulsion unit\$ OR propulsion system\$ OR propelled) AND (vehicle OR vehicles OR car OR cars OR automotive OR automobile)) NOT TS=(railroad* OR railway* OR train* OR rail OR aircraft* OR airplane* OR subway* OR boat* OR ship* OR suspension OR steering OR steer OR tyre OR tyres OR "vehicle wheels" OR "vehicle Wheel" OR wheel OR levitati*) OR IP=(F01B* OR F01C* OR F01D* OR F02B* OR F03* OR B60K* OR B60L*) NOT IP=(B61* OR B63* OR B64* OR B60K-017* OR B60K-020* OR B60K-023*)

- Transmissão
 - TS=("automatic power transmission*" or "automatic speed change power transmission*" or "hydraulic transmission" or "continuously variable transmission*" or "infinitely-variable transmission*" or "hydrostatic transmission*" or ("manual transmission*" and vehicle*) or "gear transmission*" or "planetary transmission*" or ("electro-mechanical transmission*" and vehicle*) or ("electromechanical transmission*" and vehicle*) or "stepless transmission*" or ("automatic transmission*" and vehicle*) or "vehicle power transmission*" or "transmission* for motor vehicle*") OR IP=(B60K-017* OR B60K-020* OR B60K-023*)

A1.2 Tecnologias de Materiais

- Ferros Fundidos
 - TS=("cast iron") or IP=(C21B* OR C21C-001/00 OR C21C-001/08 OR C21C-001/10 OR C21D-005*)

- Polímeros
 - TS=(polymer*) OR IP=(C08*)

- Materiais Inteligentes
 - TS=("shape memory" or "smart material*" OR "smart alloy*" OR "intelligent material*" or "magnetostrictive material*" OR "piezoelectric material*" OR "electrostrictive material*" or chromogenic* OR halochromic* OR "electrochromic* thermochromic*" OR photochromic*) OR IP=(H01L-041* OR C09K-009*)

- Nanotecnologia
 - TS=(nano* not (nano3 or nano2 or nanosecond*)) or IP=(B82*)

- Compósitos
 - TS=(composite* or "compound material*" or "fiber reinforc*" or "fibre reinforc*" or preimpregnat* or "pre impregnat*" or prepreg* or prepeg*) or IP=(B29C-070* or C22C-049* or C22C-047* or C03C-014* or C04B-035/71 or C08J-005* or C22C-101* or C22C-111* or C22C-121*)

- Cobre
 - TS=(copper) or IP=(C22C-009* not C01*)

- Magnésio
 - TS=(magnesium) or IP=(C22C-023* not (C01* or c04b-009*))

- Alumínio
 - TS=(aluminium or aluminum) OR IP=(C22C-021* not (C07C-031* OR C01F-007* OR C07F-005* OR C01B*))

- Fibra de Carbono
 - TS=("carbon fiber*" OR "carbon fibre*") OR IP=(D01F-009* not (D01F-009/02 or D01F-009/04 or D01F-009/08 or D01F-009/10))

- Vidros e Fibra
 - TS=((glass* not "glass transition") or (glass* not "carbon fiber")) or IP=(C03C* or B32B-017/06 or C03B*)

- Cerâmicas
 - TS= ceramic* OR IP=(C04B-033* OR C04B-035* OR C04B-037*)

- Metais Amorfos
 - TS=("amorphous alloy*" OR "amorphous metal*" or "glass* metal*" or "liquidmetal*" or "liquid alloy*" or "glass* alloy*") or IP=(C22C-045*)

- Metalurgia do pó
 - TS=("sinter* metal*" or "sinter* alloy*" or "Powder metal*") or IP=(B22F*)

- Aços
 - TS=(steel*) or IP=(C21B* OR C21C-005*)

- Lubrificantes
 - TS=(lubricant* or lubricat*) or IP=(C10M*)

APÊNDICE 2

Expressões que constituem os grupos de termos correlacionados com as características do produto, necessidades do mercado consumidor, e regulamentações.

Tabela A2.1 Lista de expressões do grupo: Propriedade Elétrica

<i>Good electric conductivity</i>	<i>Good electroconductivity</i>	<i>High magnetic permeability</i>
-----------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------

Tabela A2.2 Lista de expressões do grupo: Vibração

<i>Engine vibration</i>	<i>Vibration control</i>	<i>Vibration transmission</i>
<i>Reduced vibration</i>	<i>Vibration isolator</i>	<i>Vibration-proof property</i>
<i>Resonance</i>	<i>Vibration proof rubber</i>	<i>Vibration-resistant</i>
<i>Vibration absorber</i>	<i>Vibration proof rubber composition</i>	-

Tabela A2.3 Lista de expressões do grupo: Design Inteligente

<i>Compact design</i>	<i>Excellent external appearance</i>	<i>Simple construction</i>
<i>Compact size</i>	<i>Excellent moldability</i>	<i>Simple design</i>
<i>Design simplicity</i>	<i>Favorable moldability</i>	<i>Simple manner</i>
<i>Easy Access</i>	<i>Good appearance</i>	<i>Simple manufacture</i>
<i>Easy assembly</i>	<i>Good mouldability</i>	<i>Simple technique</i>
<i>Easy fit</i>	<i>Lightweight design</i>	<i>Simplified construction</i>
<i>Easy installation</i>	<i>Modular design</i>	<i>Simplified design</i>
<i>Easy maintenance</i>	<i>Modular structure</i>	<i>Size reduction</i>
<i>Easy manufacture</i>	<i>Reduced size</i>	<i>Small motor</i>
<i>Easy starting</i>	<i>Saves space</i>	<i>Small size</i>
<i>Efficient assembly</i>	<i>Simple assembly</i>	<i>Small volume</i>
<i>Excellent appearance</i>	<i>Simple configuration</i>	-

Tabela A2.4 Lista de expressões do grupo: Abrasão; Desgaste; Fricção

<i>Abrasion loss</i>	<i>Friction modifier</i>	<i>Low wear</i>
<i>Abrasion resistant</i>	<i>Friction reduction</i>	<i>Premature wear</i>
<i>Abrasion-resistant material</i>	<i>Friction resistant</i>	<i>Reduced abrasion</i>
<i>Antifriction coating</i>	<i>Friction wear</i>	<i>Reduced engine wear</i>
<i>Antiwear</i>	<i>Friction-reducing property</i>	<i>Reduced friction</i>
<i>Antiwear additive</i>	<i>Good abrasion resistance</i>	<i>Reduced wear</i>
<i>Antiwear agent</i>	<i>Good wear</i>	<i>Slidable</i>
<i>Anti-wear agent</i>	<i>Good wear-resistant</i>	<i>Slide</i>
<i>Antiwear quality</i>	<i>High abrasion resistance</i>	<i>Slide surface</i>
<i>Anti-wear quality</i>	<i>High friction coefficient</i>	<i>Sliding friction</i>
<i>Cavitation-erosion</i>	<i>High wear resistant</i>	<i>Viscosity improver</i>
<i>Erosion protection</i>	<i>Improved abrasion resistance</i>	<i>Wear inhibitor</i>
<i>Erosion resistant</i>	<i>Improved wear resistance</i>	<i>Wear resistant</i>
<i>Erosion resistant coating</i>	<i>Increases wear resistance</i>	<i>Wear resistant coating</i>
<i>Excellent abrasion resistance</i>	<i>Low friction</i>	<i>Wear resistant iron@-based sintered alloy current collecting pantograph slider</i>
<i>Excellent antiwear quality</i>	<i>Low friction characteristics</i>	<i>Wear resistant material</i>
<i>Excellent wear resistance</i>	<i>Low friction coefficient</i>	<i>Wear resistant surface</i>
<i>Excess wear</i>	<i>Low friction property</i>	<i>Wear-resistant property</i>
<i>Friction loss</i>	-	-

Tabela A2.5 Lista de expressões do grupo: Controle

<i>Accurate control</i>	<i>Good stability</i>	<i>Improved sensitivity</i>
<i>Control</i>	<i>High sensitivity</i>	<i>Improved stability</i>
<i>Easy handling</i>	<i>High speed response</i>	<i>Precise control</i>
<i>Good balance</i>	<i>High stability</i>	<i>Stability</i>

Tabela A2.6 Lista de expressões do grupo: Consumo-Eficiência

<i>Consumption</i>	<i>High thermal efficiency</i>	<i>Low oil consumption</i>
<i>Convert heat energy</i>	<i>High-efficient</i>	<i>Low power consumption</i>
<i>Economic efficiency</i>	<i>Higher efficiency</i>	<i>Low pressure loss</i>
<i>Efficient fuel combustion</i>	<i>Higher thermal conductivity</i>	<i>Lower fuel consumption</i>
<i>Efficient heat transfer</i>	<i>High-heat conductance</i>	<i>Lower viscosity</i>
<i>Efficient lubrication</i>	<i>High-torque</i>	<i>Lubricant effect</i>
<i>Efficient power generation</i>	<i>Hydride</i>	<i>Lubrication property</i>
<i>Efficient transmission</i>	<i>Improved combustion</i>	<i>Oil consumption</i>
<i>Energy absorption</i>	<i>Improved combustion efficiency</i>	<i>Oil flow improver</i>
<i>Energy consumption</i>	<i>Improved cooling efficiency</i>	<i>Optimum lubricity</i>
<i>Engine efficiency</i>	<i>Improved efficiency</i>	<i>Power consumption</i>
<i>Engine performance</i>	<i>Improved engine efficiency</i>	<i>Providing lubricity</i>
<i>Engine speed</i>	<i>Improved engine performance</i>	<i>Reduced consumption</i>
<i>Engine torque</i>	<i>Improved fuel consumption</i>	<i>Reduced energy consumption</i>
<i>Enhanced efficiency</i>	<i>Improved fuel economy</i>	<i>Reduced fuel consumption</i>
<i>Excellent lubricity</i>	<i>Improved fuel efficiency</i>	<i>Reduced oil consumption</i>
<i>Excellent performance</i>	<i>Improved heat conduction</i>	<i>Reduced pressure</i>
<i>Fuel consumption</i>	<i>Improved lubrication system</i>	<i>Reduced pressure loss</i>
<i>Fuel cost</i>	<i>Improved lubricity</i>	<i>Reduced viscosity</i>
<i>Fuel economy</i>	<i>Improved performance</i>	<i>Save energy</i>
<i>Fuel efficient</i>	<i>Improving thermal conduction</i>	<i>Save fuel</i>
<i>Good heat conduction</i>	<i>Increase combustion efficiency</i>	<i>Save oil</i>
<i>Good lubricity</i>	<i>Increase fuel economy</i>	<i>Self-lubricant</i>
<i>Good performance</i>	<i>Increase fuel efficiency</i>	<i>Self-lubrication property</i>
<i>Good sliding property</i>	<i>Increase power</i>	<i>Solid lubricant</i>
<i>Good thermal conduction</i>	<i>Increase power output</i>	<i>Solid lubricant film</i>
<i>Greater efficiency</i>	<i>Increased efficiency</i>	<i>Superior performance</i>

<i>High hydrogen storage capacity</i>	<i>Increased engine efficiency</i>	<i>Thermal efficiency</i>
<i>High lubricity</i>	<i>Increased overall efficiency</i>	<i>Thermal energy converter</i>
<i>High Power</i>	<i>Increases performance</i>	<i>Turbine efficiency</i>
<i>High power output</i>	<i>Low energy consumption</i>	<i>Vehicle fuel efficiency</i>
<i>High speed</i>	<i>Low fuel consumption</i>	<i>Volumetric efficiency</i>
<i>High thermal conductance</i>	<i>High thermal efficiency</i>	<i>Work efficiency</i>

Tabela A2.7 Lista de expressões do grupo: Conforto

<i>Automated</i>	<i>Impact absorber</i>	<i>Smooth operation</i>
<i>Automatic</i>	<i>Improved appearance</i>	<i>Smooth running</i>
<i>Comfort</i>	<i>Improved heat-resisting</i>	<i>Smooth surface</i>
<i>Excellent heat-resistant</i>	<i>Low heat conductivity</i>	<i>Smother</i>
<i>Excellent heat-resistant property</i>	<i>Lower thermal conductivity</i>	<i>Superior heat resistance</i>
<i>Favorable heat resistance</i>	<i>Portable</i>	<i>Thermal barrier coating system</i>
<i>Good heat-resisting</i>	<i>Protected thermal barrier coating</i>	<i>Thermal barrier coating tbc</i>
<i>High heat insulation</i>	<i>Reduced thermal conductivity</i>	<i>Thermal insulation property</i>
<i>High heat resistance</i>	<i>Shiny appearance</i>	<i>Thermal protection</i>
<i>High thermal resistance</i>	<i>Smooth</i>	<i>Thermal resistant</i>
<i>Higher heat resistance</i>	-	-

Tabela A2.8 Lista de expressões do grupo: Adesão

<i>Adhesion</i>	<i>Excellent adhesion</i>	<i>High adhesion strength</i>
<i>Adhesion power</i>	<i>Favorable adhesion</i>	<i>High bond strength</i>
<i>Adhesion promoter</i>	<i>Good adhesion</i>	<i>Improved adhesion</i>
<i>Adhesive property</i>	<i>Good bond</i>	<i>Superior adhesion</i>
<i>Coating adhesion</i>	<i>High adhesion</i>	-

Tabela A2.9 Lista de expressões do grupo: Durabilidade-Confiabilidade

<i>Anti-fatigue characteristic</i>	<i>High reliability</i>	<i>Long lifetime</i>
<i>Bearing life</i>	<i>High-temperature durability</i>	<i>Long operating life</i>
<i>Cycle life</i>	<i>Improved durability</i>	<i>Long pot life</i>
<i>Durable</i>	<i>Improved fatigue resistance</i>	<i>Long service life</i>
<i>Durable life</i>	<i>Improved fatigue strength</i>	<i>Longevity</i>
<i>Engine life</i>	<i>Improved operation reliability</i>	<i>Maintenance free</i>
<i>Enhanced durability</i>	<i>Improved quality</i>	<i>Operating life</i>
<i>Enhanced reliability</i>	<i>Improved reliability</i>	<i>Product quality</i>
<i>Excellent durability</i>	<i>Improved resistance</i>	<i>Prolonged life</i>
<i>Excellent fatigue characteristics</i>	<i>Increase durability</i>	<i>Reliability increase</i>
<i>Excellent fatigue resistance</i>	<i>Increase life</i>	<i>Reliable</i>
<i>Excellent fatigue strength</i>	<i>Increase lifetime</i>	<i>Reliable manner</i>
<i>Excellent heat resistant aging property</i>	<i>Increased service life</i>	<i>Reliable Seal</i>
<i>Excellent reliability</i>	<i>Life</i>	<i>Service life</i>
<i>Extended service life</i>	<i>Life duration</i>	<i>Stable quality</i>
<i>Extended working life</i>	<i>Life span</i>	<i>Superior durability</i>
<i>Fatigue resistant</i>	<i>Lifespan</i>	<i>Thermal aging resistance</i>
<i>Favorable durability</i>	<i>Lifetime</i>	<i>Thermal deterioration</i>
<i>Good durability</i>	<i>Little maintenance</i>	<i>Use life</i>
<i>Good fatigue strength</i>	<i>Long life</i>	<i>Weather-resistant</i>
<i>High durability</i>	<i>Long life coolant</i>	<i>Work life</i>
<i>High fatigue strength</i>	-	-

Tabela A2.10 Lista de expressões do grupo: Redução de Peso

<i>Engine weight</i>	<i>Lightweight material</i>	<i>Reduced wt</i>
<i>Light material</i>	<i>Lightweight metal</i>	<i>Weight balance</i>
<i>Light weight</i>	<i>Low density</i>	<i>Weight loss</i>
<i>Light wt</i>	<i>Low weight</i>	<i>Weight ratio</i>
<i>Lighter material</i>	<i>Low wt</i>	<i>Weight reduction</i>
<i>Lightweight</i>	<i>Reduced mass</i>	<i>Weldable</i>
<i>Lightweight construction</i>	<i>Reduced weight</i>	-

Tabela A2.11 Lista de expressões do grupo: Meio Ambiente

<i>Biodegraded</i>	<i>Environment-friendly</i>	<i>Reduced pollution</i>
<i>Depollution</i>	<i>Global warming</i>	<i>Re-use</i>
<i>Depollution 1</i>	<i>Low-temperature operation</i>	<i>Self-cleaning</i>
<i>Eco-friendly</i>	<i>Non-polluting</i>	<i>Solar energy</i>
<i>Environment</i>	<i>Pollution</i>	<i>System depollution system</i> <i>1 oxidation catalyst 2 exhaust pipe 3 engine 4 turbocompressor 5 turbocompressor 6 common fuel</i>
<i>Environmental conservation</i>	<i>Pollution control</i>	<i>Used lubricant</i>
<i>Environmental contaminants</i>	<i>Purification</i>	<i>Water soluble container</i>
<i>Environmental pollution</i>	<i>Purification ability</i>	<i>Water-lubricated</i>
<i>Environmental protection</i>	<i>Recycling</i>	<i>Water-soluble</i>
<i>Environmental protective coating</i>		

Tabela A2.12 Lista de expressões do grupo: Emissões

<i>Air cleaner</i>	<i>Exhaust gas catalyst</i>	<i>Nox emission</i>
<i>Ashless</i>	<i>Exhaust gas cleaning catalyst</i>	<i>Particulate emission</i>
<i>Backlash</i>	<i>Exhaust gas emission</i>	<i>Pollutant emission</i>
<i>Baffle</i>	<i>Exhaust gas purification</i>	<i>Purifying exhaust gases</i>
<i>Canister</i>	<i>Exhaust gas purification method</i>	<i>Purifying nitrogen oxide</i>
<i>Carbon monoxide emission</i>	<i>Exhaust gas purificn</i>	<i>Reduced emission</i>
<i>Clean air</i>	<i>Exhaust gas purified catalyst</i>	<i>Reduced smoke</i>
<i>Clean engine</i>	<i>Exhaust gas purifier</i>	<i>Reducing nitrogen oxide</i>
<i>Clean fuel</i>	<i>Exhaust gas treatment</i>	<i>Remove nitrogen oxide</i>
<i>Cleans exhaust gás</i>	<i>Fuel emission</i>	<i>Removes impurities</i>
<i>CO emission</i>	<i>Hydrocarbon emission</i>	<i>SCR catalyst</i>
<i>Efficient purification</i>	<i>Low emission</i>	<i>Scrubber</i>
<i>Engine exhaust emission</i>	<i>Lower emission</i>	<i>Unavoidable impurity</i>
<i>Exhaust catalyst</i>	<i>Nitrogen oxide adsorber</i>	<i>Waste gas purification</i>
<i>Exhaust emission</i>	<i>Nitrogen oxide emission</i>	<i>Water purification</i>
<i>Exhaust emission control</i>	<i>Nitrogen oxide nox emissions</i>	-

Tabela A2.13 Lista de expressões do grupo: Resistência Química

<i>Acid-resistant</i>	<i>Corrosion-resist</i>	<i>High temperature oxidation-resistant</i>
<i>Anti-corrosion</i>	<i>Corrosion-resistant film</i>	<i>Hot corrosion resistance</i>
<i>Anti-corrosion agent</i>	<i>Excellent chemical-resistance</i>	<i>Improved corrosion resistance</i>
<i>Anticorrosion property</i>	<i>Excellent corrosion resistance</i>	<i>Improved oxidation stability</i>
<i>Anticorrosive</i>	<i>Excellent oil resistance</i>	<i>Improved oxide resistance</i>
<i>Antioxidant</i>	<i>Excellent oxidation resistance</i>	<i>Increased oxidation resistance</i>
<i>Anti-oxidant</i>	<i>Excellent oxidation stability</i>	<i>Internal oxidation</i>
<i>Anti-oxidant additive</i>	<i>Favorable corrosion resistance</i>	<i>Non-corrosive</i>
<i>Antioxidant properties</i>	<i>Galvanic corrosion</i>	<i>Oxidation inhibitor</i>
<i>Antioxidant(s)</i>	<i>Good corrosion</i>	<i>Oxidation resistant property</i>
<i>Chemical resistant</i>	<i>Good corrosion resistance</i>	<i>Oxidation-resistant</i>
<i>Corrosion inhibition</i>	<i>Good oxidation resistance</i>	<i>Oxidation-resistant coating</i>
<i>Corrosion inhibitor</i>	<i>Good oxidation stability</i>	<i>Reduced corrosion</i>
<i>Corrosion protecting coating</i>	<i>Good oxidn</i>	<i>Rust inhibitor</i>
<i>Corrosion protection</i>	<i>High corrosion-resistant</i>	<i>Rust proof property</i>
<i>Corrosion resistant coat</i>	<i>High temperature corrosion resistance</i>	<i>Solvent-resistant</i>
<i>Corrosion resistant property</i>	-	-

Tabela A2.14 Lista de expressões do grupo: Propriedade Mecânica

<i>Compression strength</i>	<i>Good mechanical strength</i>	<i>High-hard</i>
<i>Crack proof property</i>	<i>Good rigidity</i>	<i>High-temperature-resistant steel</i>
<i>Crack resistance</i>	<i>Good strength</i>	<i>Impact modifier</i>
<i>Creep resistant</i>	<i>Good tensile strength</i>	<i>Impact resistance</i>
<i>Creep strength</i>	<i>Greater strength</i>	<i>Impact strength</i>
<i>Excellent creep rupture strength</i>	<i>Hardened</i>	<i>Improved ductility</i>
<i>Excellent ductility</i>	<i>Hardened surface</i>	<i>Improved impact resistance</i>
<i>Excellent flexibility</i>	<i>High creep rupture strength</i>	<i>Improved mechanical properties</i>
<i>Excellent fluidity</i>	<i>High creep strength</i>	<i>Improved mechanical strength</i>
<i>Excellent foam collapse property</i>	<i>High ductility</i>	<i>Improved rigidity</i>
<i>Excellent hardness</i>	<i>High elasticity</i>	<i>Improved strength</i>
<i>Excellent high-temperature strength</i>	<i>High flexibility</i>	<i>Improved toughness</i>
<i>Excellent impact strength</i>	<i>High fracture toughness</i>	<i>Increase strength</i>
<i>Excellent mechanical characteristic</i>	<i>High impact resistance</i>	<i>Increases rigidity</i>
<i>Excellent mechanical property</i>	<i>High impact strength</i>	<i>Low ductility</i>
<i>Excellent mechanical strength</i>	<i>High mechanical strength</i>	<i>Lower hardness</i>
<i>Excellent rigidity</i>	<i>High resistant</i>	<i>Lower strength</i>
<i>Excellent stiffness</i>	<i>High rigidity</i>	<i>Mechanical strength</i>
<i>Excellent strength</i>	<i>High shear stability</i>	<i>Mouldable</i>
<i>Excellent tensile strength</i>	<i>High stiffness</i>	<i>Pressure resistant</i>
<i>Excellent toughness</i>	<i>High strength</i>	<i>Reduced stress</i>
<i>Favorable fluidity</i>	<i>High strength material</i>	<i>Reduced thermal stress</i>
<i>Formable</i>	<i>High tensile strength</i>	<i>Shock-resistant</i>

<i>Fracture toughness</i>	<i>High thermal shock resistance</i>	<i>Stiffened</i>
<i>Good ductility</i>	<i>High thermal stress</i>	<i>Strength</i>
<i>Good flexibility</i>	<i>High tough</i>	<i>Strengthened</i>
<i>Good impact resistance</i>	<i>High yield</i>	<i>Thermal shock resistant</i>
<i>Good mechanical characteristics</i>	<i>Higher resistance</i>	<i>Torsion rigidity</i>
<i>Good mechanical property</i>	<i>Higher strength</i>	-

Tabela A2.15 Lista de expressões do grupo: Redução de Custo

<i>Assembly cost</i>	<i>Efficient mechanism</i>	<i>Low cost</i>
<i>Assembly time</i>	<i>Efficient operation</i>	<i>Low cost process</i>
<i>Cheap</i>	<i>Efficient production</i>	<i>Low cost product</i>
<i>Cheaper</i>	<i>Efficient utilization</i>	<i>Low-cost manufacture</i>
<i>Construction cost</i>	<i>Excellent machinability</i>	<i>Lower cost</i>
<i>Cost effective</i>	<i>Excellent productivity</i>	<i>Mass production</i>
<i>Cost reduced</i>	<i>Fabrication cost</i>	<i>Minimal cost</i>
<i>Cost reduction</i>	<i>Good castability</i>	<i>Operating cost</i>
<i>Cost-effective manner</i>	<i>Good machinability</i>	<i>Process costs</i>
<i>Cost-effective method</i>	<i>Good processing</i>	<i>Product cost</i>
<i>Decreases cost</i>	<i>Good workability</i>	<i>Reduced manufacture cost</i>
<i>Economic manner</i>	<i>High productivity</i>	<i>Reduced mfg</i>
<i>Economic manufacture</i>	<i>Higher production</i>	<i>Reduced product cost</i>
<i>Economic operation</i>	<i>Improved production</i>	<i>Reduced time</i>
<i>Effective operation</i>	<i>Increasing production</i>	<i>Reducing material cost</i>
<i>Effective usage</i>	<i>Inexpensive</i>	<i>Saves cost</i>
<i>Effective utilization</i>	<i>Inexpensive material</i>	<i>Short time</i>
<i>Efficient conversion</i>	<i>Inexpensive process</i>	<i>Workability</i>
<i>Efficient manufacture</i>	<i>Inexpensive structure</i>	-

Tabela A2.16 Lista de expressões do grupo: Ruído

<i>Decrease noise</i>	<i>Noise generation</i>	<i>Silence</i>
<i>Engine noise</i>	<i>Noise level</i>	<i>Sound absorber material</i>
<i>Engine sound</i>	<i>Noise reducer</i>	<i>Sound absorption</i>
<i>Exhaust noise</i>	<i>Noise reduction</i>	<i>Sound insulation material</i>
<i>Low acoustic transfer loss</i>	<i>Noise transmission</i>	<i>Sound insulation performance</i>
<i>Low noise</i>	<i>Quiet</i>	<i>Sound-proof</i>
<i>Low noise level</i>	<i>Reduced noise generation</i>	<i>Sound-proof material</i>
<i>Noise</i>	<i>Reduced noise level</i>	<i>Vibration noise</i>
<i>Noise absorber</i>	-	-

Tabela A2.17 Lista de expressões do grupo: Segurança

<i>Air bag</i>	<i>Flame retardant resin composition</i>	<i>Reduced risk</i>
<i>Excellent flame retardance</i>	<i>Flame-resistant</i>	<i>Safe</i>
<i>Fire retardant</i>	<i>High safety</i>	<i>Safety</i>
<i>Fire-proofing</i>	<i>Non-flammable</i>	<i>Secure</i>
<i>Flame retardant</i>	<i>Non-toxic</i>	<i>Structure stability</i>

Tabela A2.18 Lista de expressões do grupo: Medição; Dimensional

<i>Accurate measure</i>	<i>Good dimensional stability</i>	<i>High temperature stability</i>
<i>Dimensional accuracy</i>	<i>Good thermal stability</i>	<i>High thermal stability</i>
<i>Dimensional stability</i>	<i>Heat stability</i>	<i>Improved thermal stability</i>
<i>Dimensionally stable</i>	<i>High dimensional accuracy</i>	<i>Increases accuracy</i>
<i>Excellent dimensional accuracy</i>	<i>High dimensional stability</i>	<i>Long term stability</i>
<i>Excellent dimensional stability</i>	<i>High heat stability</i>	<i>Shape stability</i>
<i>Excellent heat stability</i>	<i>High precision</i>	<i>Size accuracy</i>
<i>Excellent stability</i>	-	-

Tabela A2.19 Lista de expressões do grupo: Propriedade Físico-Química

<i>Antifreeze</i>	<i>Grease cutting property</i>	<i>Moisture resistant</i>
<i>Anti-freeze</i>	<i>Grease release performance</i>	<i>Oil resistant</i>
<i>Antifreeze composition</i>	<i>High temperature application</i>	<i>Oil-soluble</i>
<i>Excellent fuel barrier property</i>	<i>High temperature resistant</i>	<i>Spallation resistance</i>
<i>Excellent grease cutting property</i>	<i>Hydrolysis resistance</i>	<i>Temperature-resistant</i>
<i>Fuel barrier property</i>	<i>Improved interfacial tension</i>	<i>Water proof</i>
<i>Gas-permeable</i>	<i>Low permeability</i>	<i>Water resistance</i>

APÊNDICE 3

Expressões de busca utilizadas para criar a lista de processos a partir dos registros encontrados para as tecnologias de materiais referentes ao uso do Alumínio e do Magnésio.

Tabela A3.1 Expressões de busca consideradas para criar os grupos relativos às técnicas de processamento.

Busca de Processamento dentro do Vantage Point nos arquivos de Al e Mg	Abreviação	Descrição
TS=(thixocast* OR ("semi solid*" AND cast*)) OR IP=(B22D-017/00)	Semi. Sol.	Conformação no Estado Semi-Sólido
TS=(weld*) OR IP=(B23K* OR F16B -005/08 OR F16B-011/00 OR B29C-065* OR B21F- 015/00)	Solda	Soldagem
TS=(forg*) or IP=(B21J* or B21K* or B21D*)	Forja	Forjamento
TS=("net shape" AND forg* OR "precision forg*") or IP=(C21D-008/00)	Forj. Pr.	Forja de Precisão
TS=("die casting" or "die cast*") or IP=(B22D-017*)	Inj.	Injeção
B22D* casting ; cast*	Fund.	Fundição
TS=("sinter* metal*" or "sinter* alloy*" or "Powder metal*" OR "Powder alloy") or IP=(B22F*)	PM	Metalurgia do Pó
IP=(C23C*) coat* ; surface treatm* ; Surface enginee* ; surface harde*	Recob.	Tratamento de Superfície
IP=(C21D*) heat ADJACENT treat*	ToTo	Tratamento Térmico
TS=(Hydroforming or hydroform*) or IP=(B21D-026*)	H.Form.	Hidro/Magneto Formagem

APÊNDICE 4

Nos mapas de co-ocorrência, os círculos (normalmente vermelhos) representam as diferentes formas de processamento enquanto que os quadrados azuis representam as características técnicas do produto, além das necessidades e regulamentações de mercado.

Estas figuras geométricas são chamadas de nós, e seus tamanhos serão tão maiores quanto maior for o número total de documentos de patentes encontrados para cada um dos nós no período entre 1986 e 2005. As linhas de ligações entre os nós aparecem somente quando um mesmo documento de patente faz referência entre ambos os nós, ou seja, quando houver co-ocorrência das expressões ou códigos utilizados para montar cada nó em um mesmo documento de patente. Análogamente ao tamanho dos nós, as linhas de ligação serão mais espessas quanto maior for o número de documentos co-ocorrentes. Nós que não apontam co-ocorrência com nenhum outro nó mas aparecem no estudo não apresentam linha de ligação com nenhum outro nó e normalmente ficam posicionados nos cantos dos mapas. As posições dos nós não têm significado prático.

Não são ilustradas nestes mapas as co-ocorrências dentro das mesmas categorias de nós, por exemplo, documentos que estejam relacionados à metalurgia do pó e também a tratamentos térmicos, ambos nós da categoria dos tipos de processos.

É interessante ressaltar que os mapas do co-ocorrência apresentados neste trabalho não consideram escala de tempo, e trazem apenas um panorama referente ao período total do estudo (1986 a 2005) em relação à possível correlação dos requisitos considerados e dos processamentos dos materiais selecionados, não permitindo inferir tendências ou apontar grupos de processamento que vêm desenvolvendo melhor um requisito ou outro ao longo do tempo. Portanto, este tipo de mapa serve como subsídio **adicional** para a seleção de materiais com base nos métodos tradicionais [44 – 47].

Definida uma tecnologia de material através dos métodos tradicionais, este tipo de mapa pode auxiliar na escolha de um ou mais processo de

fabricação que já tenha historicamente apresentado patente relacionada a algum requisito técnico, regulamentação ou necessidade do mercado de interesse.

Através da sobreposição destes mapas, quando construídos com informações de diferentes períodos, é possível fazer animações com recursos multimídia e incluir a escala temporal no estudo, e assim inferir evoluções entre correlações dos requisitos técnicos, regulamentações e necessidades de mercado com as técnicas de processamento aplicadas nos materiais de interesse através da aplicação da metodologia apresentada neste estudo.

Fazendo ainda o uso de recursos multimídia, é possível ainda inserir interatividade aos mapas e possibilitar ao usuário, por exemplo, selecionar somente os nós e interações que julgue mais importantes, o que torna a visualização mais objetiva e clara.

A Figura A4 traz uma ilustração genérica dos mapas construídos neste estudo.

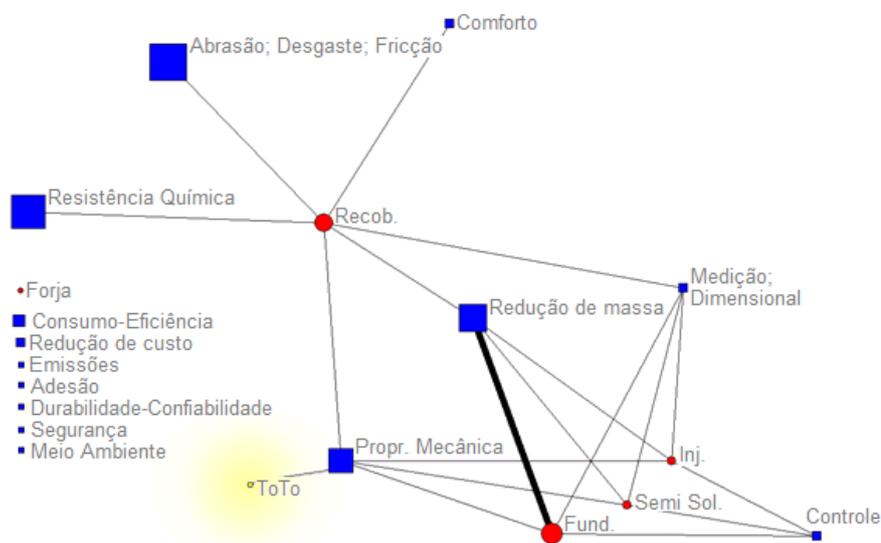


Figura A4 Mapa ilustrativo de co-ocorrência de patentes compreendendo os diferentes técnicas de processamento de um material e aplicação específicos, com as características técnicas do produto, necessidades e regulamentações de mercado.

ANEXO 1

Excertos de pedido de patente europeia relacionada a materiais de fricção para embreagens e freios

	Europäisches Patentamt European Patent Office Office européen des brevets	 (11) EP 1 039 167 A1
(12) EUROPEAN PATENT APPLICATION		
(43) Date of publication: 27.09.2000 Bulletin 2000/39	(51) Int. Cl. ⁷ : F16D 69/02	
(21) Application number: 00106101.9		
(22) Date of filing: 21.03.2000		
(84) Designated Contracting States: AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE Designated Extension States: AL LT LV MK RO SI	<ul style="list-style-type: none"> • Hughes, Douglas Anthony Wixom, Michigan 48393 (US) • Vukovich, Dennis Tracey Plymouth, Michigan 48170 (US) • Fernandez, Josevaldo Roberto 13320-040 Salto-SP (BR) 	
(30) Priority: 23.03.1999 US 125710 P	(74) Representative: Patentanwälte Rüger, Barthelt & Abel Webergasse 3 73728 Esslingen (DE)	
(71) Applicant: EATON CORPORATION Cleveland, Ohio 44114-2584 (US)		
(72) Inventors: <ul style="list-style-type: none"> • Davis, Alan Richard Plainwell, Michigan 49080 (US) 		

(54) Inertia brake cone clutch friction material

(57) Disclosed herein is an improved friction element having a porous, woven carbon fabric friction material including individual carbon fibers coated with pyrolytic carbon, the friction material having an adhesion surface and an initial engagement surface. The adhesion surface is bonded to a solid substrate. The friction material engagement surface is improved by forming a final engagement surface by removing at least about 0.001 inch layer of material. Also disclosed is a method for forming a friction element having a pyrolytic carbon friction material, as well as a method for preparing the surface of a pyrolytic carbon friction material. By increasing the density of the material at an engagement surface by removing at least about 0.001 inch of material, the rate of initial wear of the friction material is substantially reduced.

EP 1 039 167 A1

Description**RELATED APPLICATIONS**

[0001] This application claims priority of previously filed provisional U.S. Application Serial No. 60/125,710, filed March 23, 1999.

FIELD OF THE INVENTION

[0002] The present invention relates to a friction material for clutches and brakes, and more specifically to a method for forming a carbon composite friction element having carbon composite friction material.

BACKGROUND OF THE INVENTION

[0003] Friction transmission and energy absorption devices, such as clutches, brakes, transmissions and the like, typically include two parts which are selectively disengaged and engaged to cooperatively act as a drive or brake. One or both of the engaging surfaces of these parts typically has a friction material bonded to a metal part. In wet transmission devices, an oil or other suitable cooling medium is circulated about and between the engaging surfaces of the two parts.

[0004] Several of the many desirable characteristics sought in a friction material are low cost, high wear resistance, high heat resistance, high coefficients of friction, consistent coefficients of friction over a wide heat and load range and time periods, and close or identical static and dynamic coefficients of friction. Differences in static and dynamic coefficients of friction are believed to cause the phenomenon of stick-slip or chatter in clutches and brakes. The friction material incorporated in the present invention is relatively inexpensive, exhibits a high level of these desirable characteristics, and eliminates or virtually eliminates chatter when used in wet clutches and brakes.

[0005] The material incorporated herein is a carbon composite material produced by a CVD process and is generally referred to as pyrolytic carbon. Herein, carbon and graphite materials produced by CVD on a carbon or graphite cloth will be referred to as pyrolytic carbon material unless explicitly stated otherwise.

[0006] It has been discovered that pyrolytic carbon material having multiple layers of cloth substrate highly densified by CVD infiltration provides chatter-free results when run against a metal, such as steel or iron, in a wet clutch or brake. This discovery reduces the amount of composite material required for a given clutch or brake and therefore reduces costs. Pyrolytic carbon when used in wet clutches and brakes, seems to be insensitive to the lubricating or cooling oil used.

[0007] In certain wet clutch and brake applications requiring relatively thin amounts of friction material in the range of 0.080 to 0.100 inches, pyrolytic carbon material may be formed of a single porous layer of cloth

substrate or two or three interwoven porous layers of fabric which is infiltrated by CVD for relatively short periods of time.

[0008] Tests of this relatively thin and quickly infiltrated material have provided excellent results in wet clutches and brakes having the material running against steel and against itself. Further, when formed of a single layer of woven fabric, this material seems to exhibit improved bonding characteristics when it is adhesively bonded to a support member such as a steel disc used in a limited slip differential or to a cone in a clutch brake.

[0009] U.S. Pat. No. 4,291,794 to Bauer discloses the use of a woven carbon fabric material as the friction material for such applications. The material preferably is a single ply and consists of porous, woven carbon cloth in which individual fibers are coated with pyrolytic carbon. This patent discloses that such a material can be bonded to a metallic backing member by commercially available, high temperature adhesives. Synthetic rubber-phenolic resin base thermosetting adhesives are commonly used for this purpose.

[0010] The starting material for the contact surface of a friction element is pyrolytic carbon in the form of sheets or pads of a desired configuration that are punched, cut or otherwise suitably blanked out of the sheet material. A thin layer of the pyrolytic carbon material to be bonded to a solid substrate is removed, preferably by abrasion means, prior to applying the adhesive to an adhesion surface of the material. While this surface removal step can be performed on individual pads, it is more conveniently and preferably performed by removing a surface layer on one side of the entire sheet prior to blanking out the pads. The pyrolytic carbon friction material is then bonded to the surface of a solid substrate. The friction material has an engagement surface for contact with another element.

[0011] Although the pyrolytic friction material used in the manufacture of frictional elements and the method for forming friction elements and friction material therefor is excellent, the surface density of the material at the engagement surface is relatively low compared to the density of the material 0.005 inch below the engagement surface as formed. The relatively low surface density results in a high rate of initial wear. Thus, it would be desirable to yield a friction material having an increased surface density which would improve the dimensional stability of the material.

SUMMARY OF THE INVENTION

[0012] It is a feature of the present invention to provide a method for forming a friction element having a porous, woven carbon fabric friction material including individual carbon fibers coated with pyrolytic carbon, where the friction material is bonded to a solid substrate, the method comprises the steps of providing a meshed cloth substrate having a discernable surface texture formed of carbon fibers, coating the substrate

7

EP 1 039 167 A1

8

ing drawings and claims that various changes, modifications and variations can be made therein without departing from the true spirit and fair scope of the invention as defined in the following claims.

Claims

1. A method for forming a friction element having a porous, woven carbon fabric friction material including individual carbon fibers coated with pyrolytic carbon, the friction material bonded to a solid substrate, said method comprising the steps of:

providing a meshed cloth substrate having a discernible surface texture formed of carbon fibers;
 coating the substrate with carbon deposited on the fibers to a level forming a friction material having a relatively open mesh with the discernible surface texture of the cloth substrate being substantially the same after the coating is applied;
 bonding the friction material to a solid substrate surface; and
 removing at least a 0.001 inch layer of material from the surface of the friction material.

2. The method according to claim 1, wherein said step of removing a layer of material is carried out by an abrasion process.

3. The method according to claim 1, wherein the layer of material removed is between about 0.002 to 0.005 inch.

4. A method for preparing a surface of a porous, woven carbon fabric friction material including individual carbon fibers coated with pyrolytic carbon, the friction material having an adhesion surface and an engagement surface, the material adhesion surface bonded to a solid substrate, said method comprising the step of:

removing at least a 0.001 inch layer of material from the engagement surface of said friction material.

5. The method according to claim 4, wherein said step of removing a layer of material is carried out by an abrasion process.

6. The method according to claim 4, wherein the layer of material removed is between about 0.002 to 0.005 inch.

7. A friction element having a porous, woven carbon fabric friction material including individual carbon fibers coated with pyrolytic carbon, said friction

material having an adhesion surface and an initial engagement surface, said adhesion surface bonded to a solid substrate, the improvement comprising:

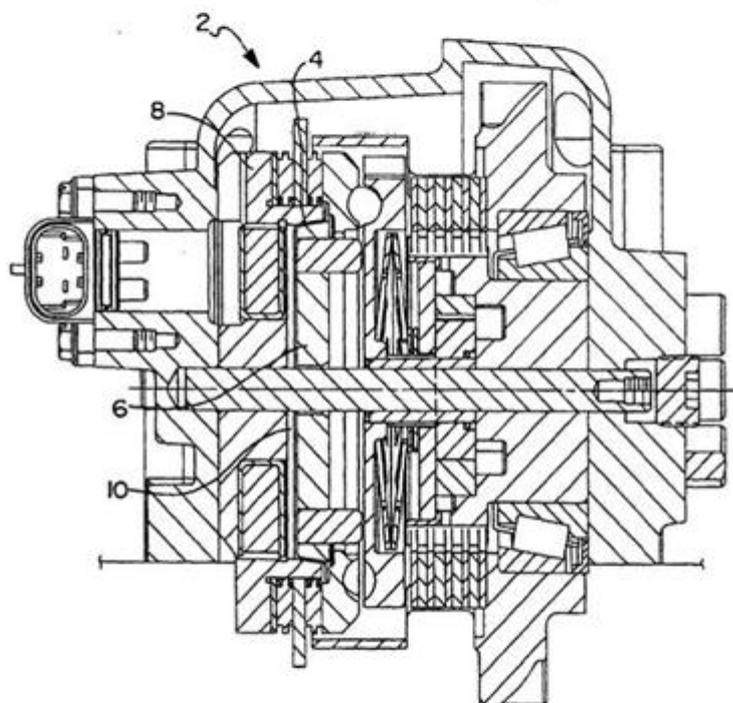
said friction material engagement surface improved by forming a final engagement surface by removing at least a 0.001 inch layer of material from said initial engagement surface.

8. The friction element according to claim 7, wherein said final engagement surface is formed by an abrasion process.

9. The friction element according to claim 7, wherein the layer of material removed is between about 0.002 to 0.005 inch.

5

EP 1 039 167 A1



EP 1 039 167 A1

FIG 3

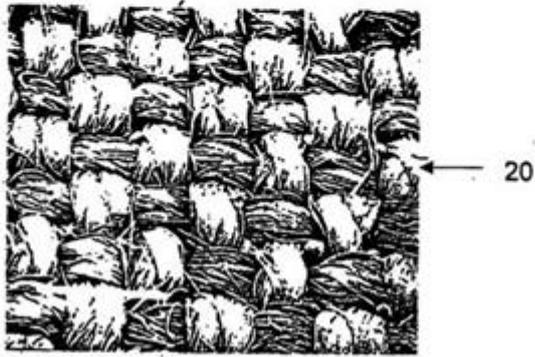


FIG 4



EP 1 039 167 A1



European Patent Office

EUROPEAN SEARCH REPORT

Application Number
EP 00 10 6101

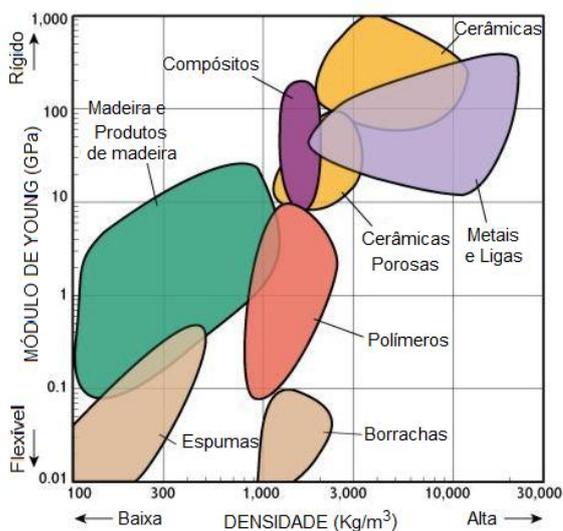
DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT			
Category	Citation of document with indication, where appropriate, of relevant passages	Relevant to claim	CLASSIFICATION OF THE APPLICATION (Int.Cl.7)
Y	EP 0 027 598 A (GOODRICH CO B F) 29 April 1981 (1981-04-29) * page 3, line 30 - line 36 * * page 7, line 12 - line 33 * * page 8, line 19 - page 9, line 19; claims 9,10 * D & US 4 291 794 A 29 September 1981 (1981-09-29)	1,2,4,5, 7,8	F16D69/02
Y,P	US 5 895 716 A (TARASEN WILLIAM L ET AL) 20 April 1999 (1999-04-20) * column 4, line 12 - line 36; claims 1-25 *	1,2,4,5, 7,8	
A	EP 0 037 104 A (EATON CORP) 7 October 1981 (1981-10-07) * page 5, line 18 - page 6, line 7 * * page 7, line 2 - page 8, line 23; claims 1-7 * D & US 4 700 823 A 20 October 1987 (1987-10-20)	1,4,7	
The present search report has been drawn up for all claims.			TECHNICAL FIELDS SEARCHED (Int.Cl.7) F16D
Place of search THE HAGUE		Date of completion of the search 6 July 2000	Examiner Boulon, A
<p>CATEGORY OF CITED DOCUMENTS</p> <p>X : particularly relevant if taken alone Y : particularly relevant if combined with another document of the same category A : technological background D : non-written disclosure P : intermediate document</p> <p>T : theory or principle underlying the invention E : earlier patent document, but published on, or after the filing date D : document cited in the application L : document cited for other reasons A : member of the same patent family, corresponding document</p>			

EP FORM 1500 (01/02) (P/AC/01)

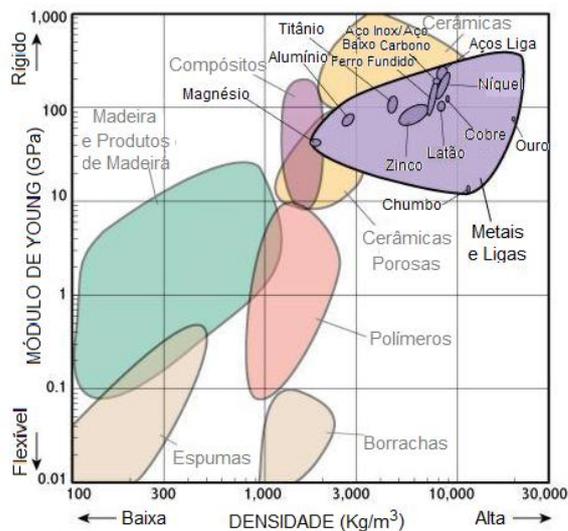
ANEXO 2

Diagramas de Ashby [37 e 38] de interesse ao trabalho.

- Módulo de Young *versus* Densidade

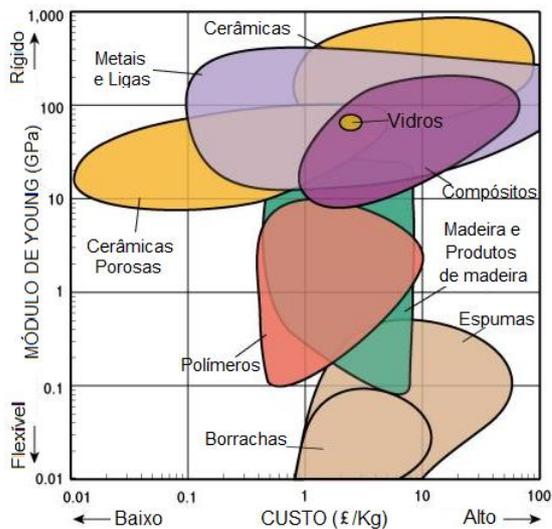


Classes de materiais

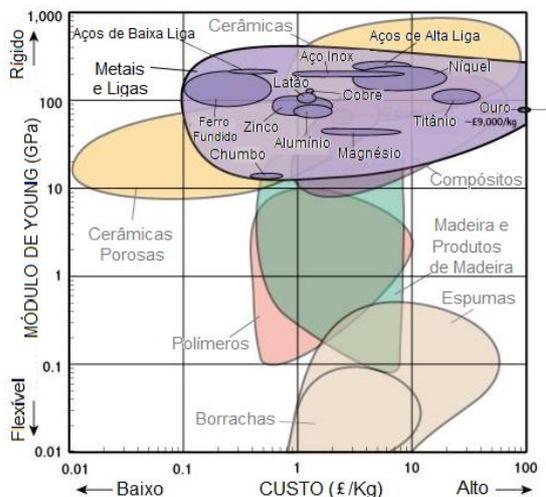


Metais e ligas metálicas em detalhe

- Módulo de Young *versus* Custo

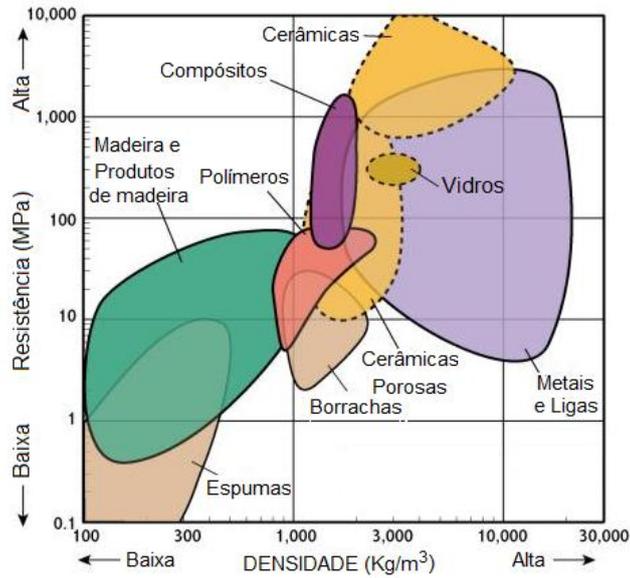


Classes de materiais

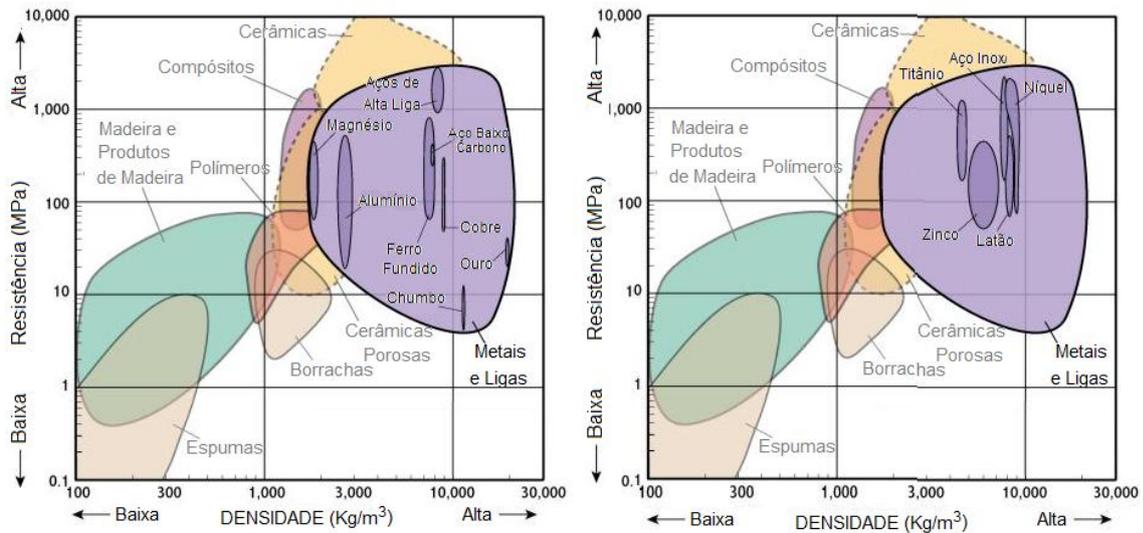


Metais e ligas metálicas em detalhe

- Resistência *versus* Densidade

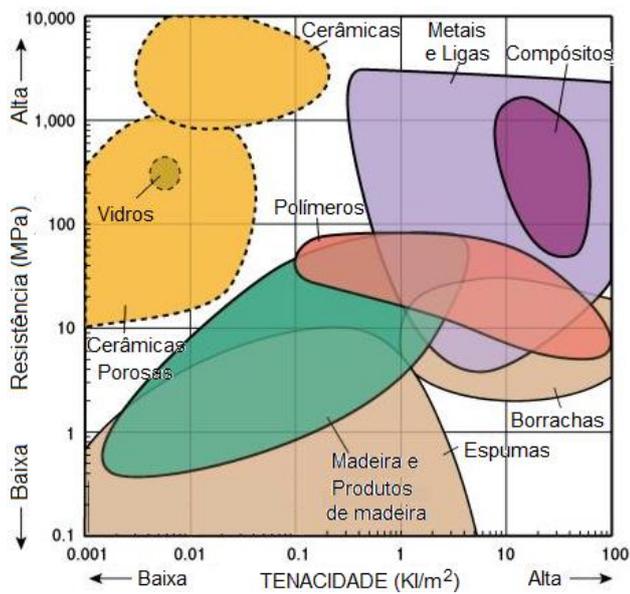


Classes de materiais

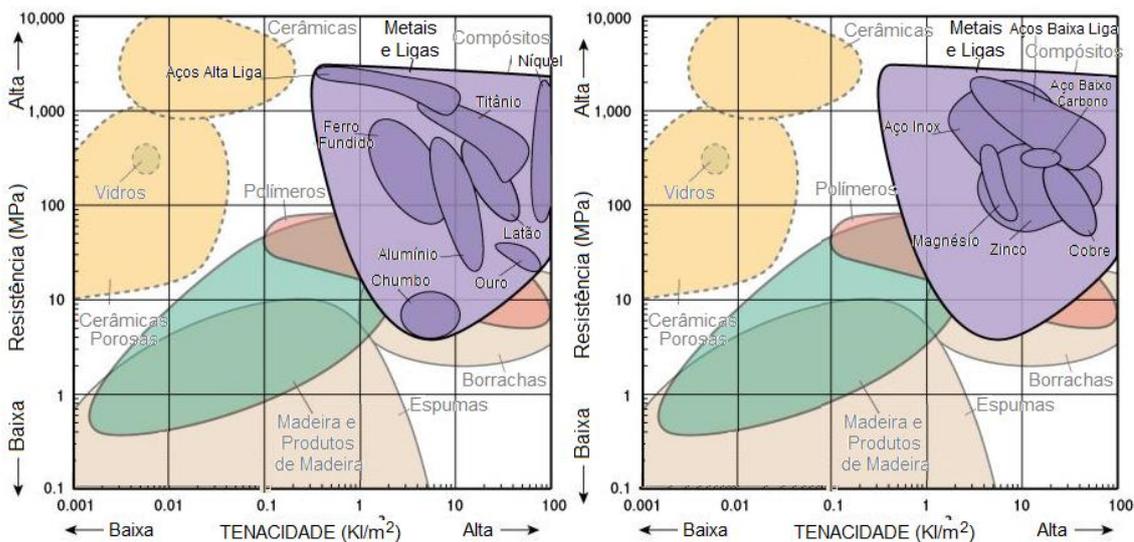


Metais e ligas metálicas em detalhe

- Resistência versus Tenacidade

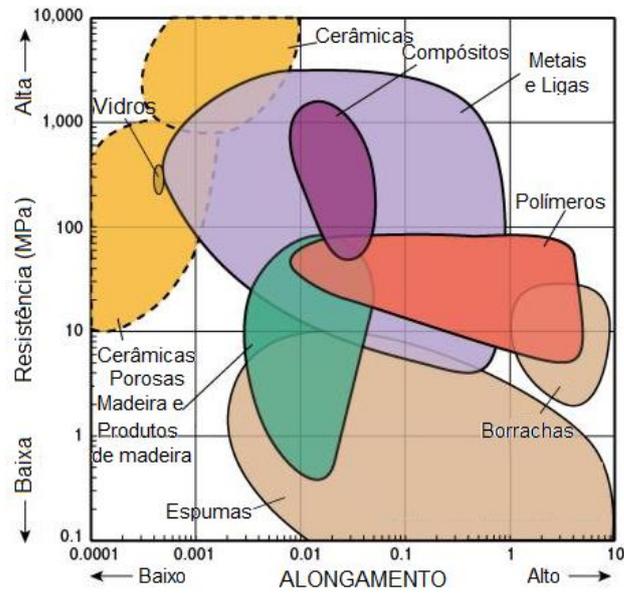


Classes de materiais

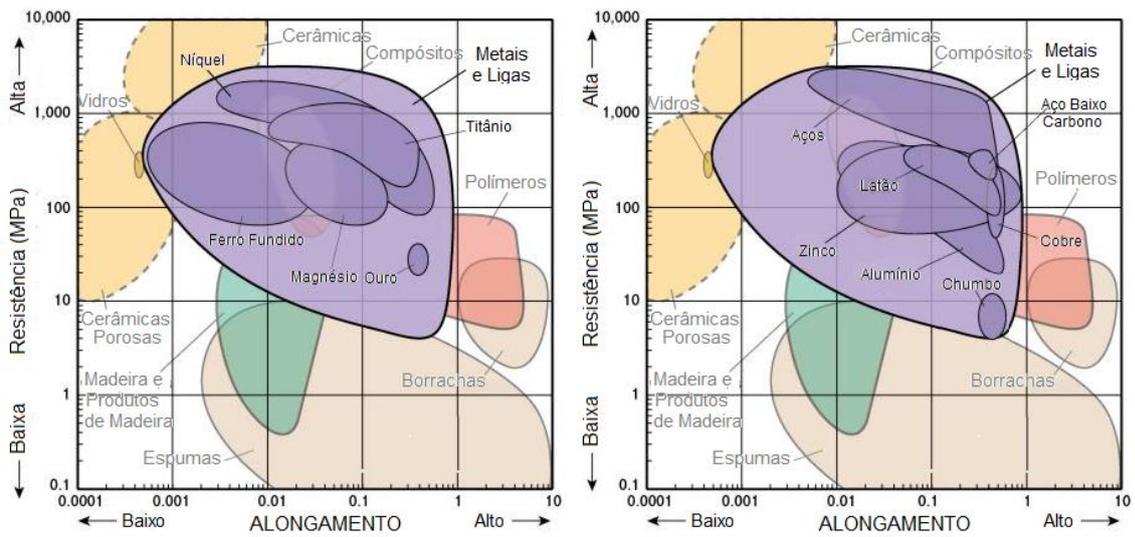


Metais e ligas metálicas em detalhe

- Resistência *versus* Alongamento (deformação)

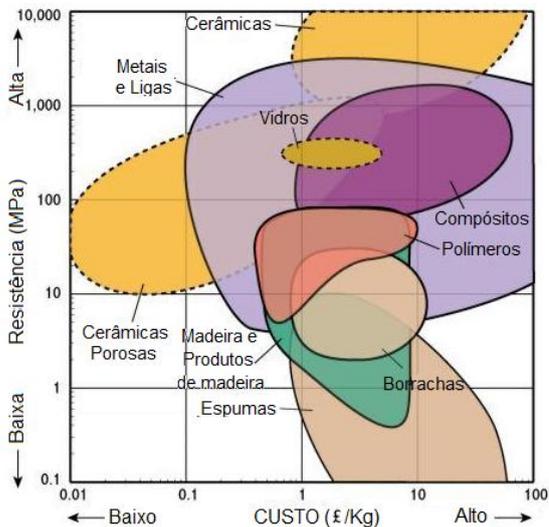


Classes de materiais

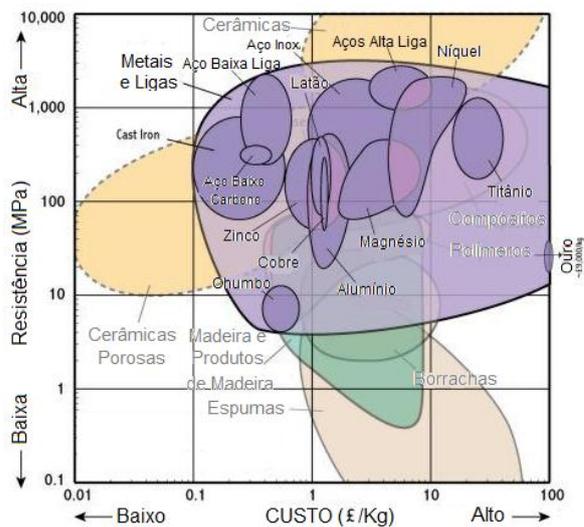


Metais e ligas metálicas em detalhe

• Resistência versus Custo

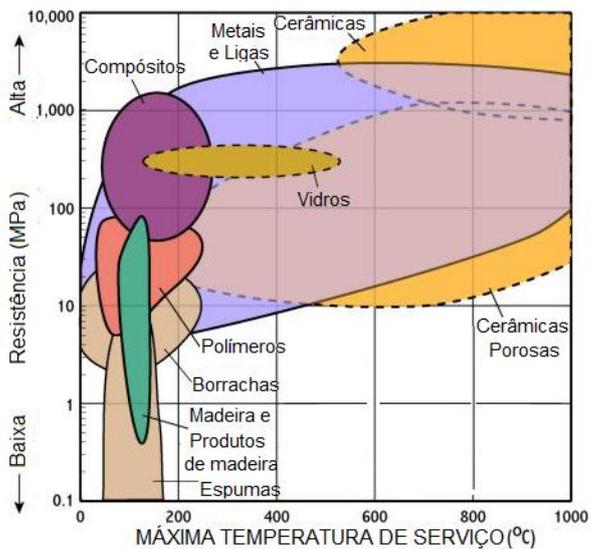


Classes de materiais

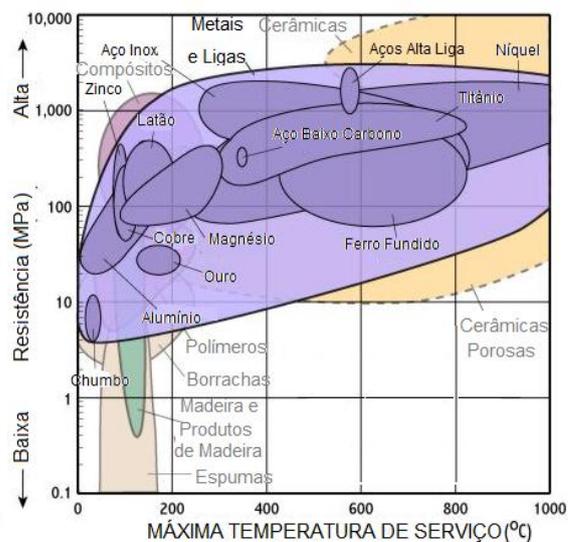


Metais e ligas metálicas em detalhe

• Resistência versus Máxima temperatura de serviço

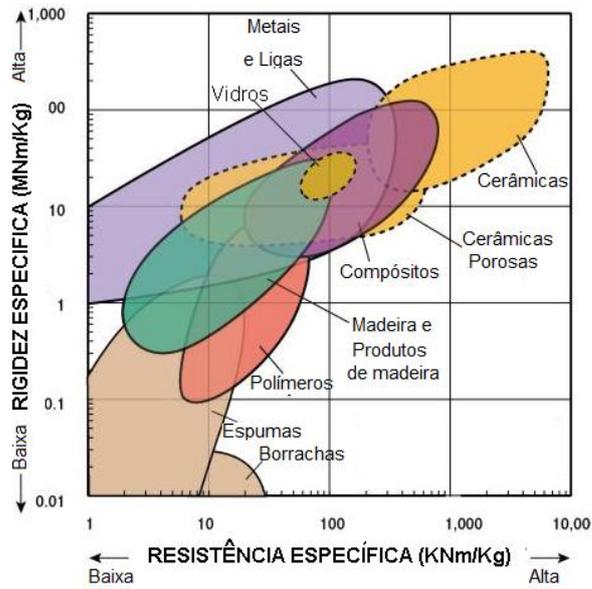


Classes de materiais

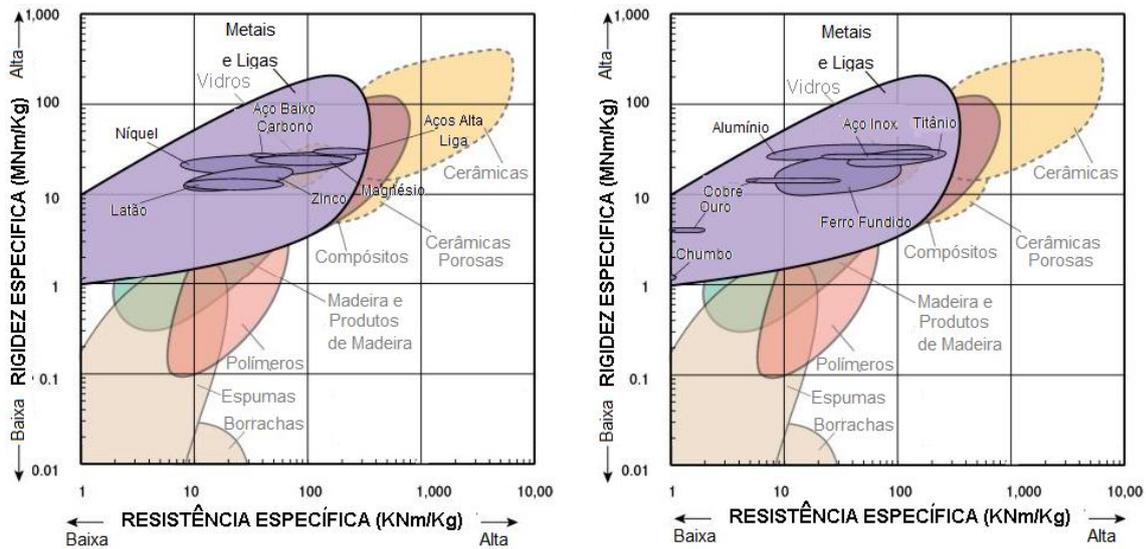


Metais e ligas metálicas em detalhe

- Rigidez específica⁸ versus Resistência específica



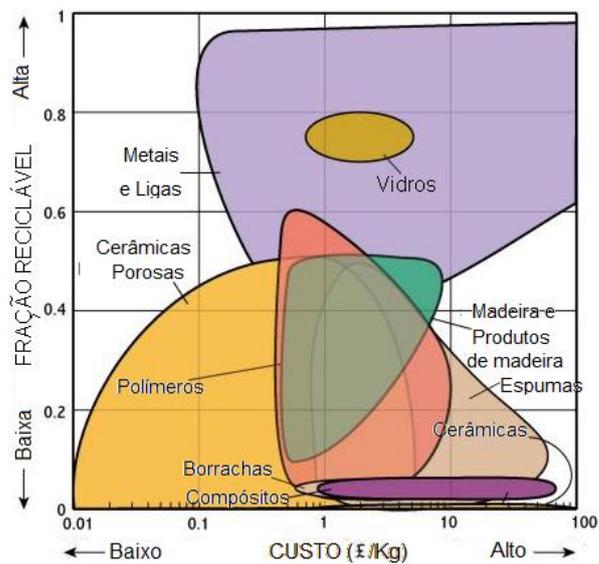
Classes de materiais



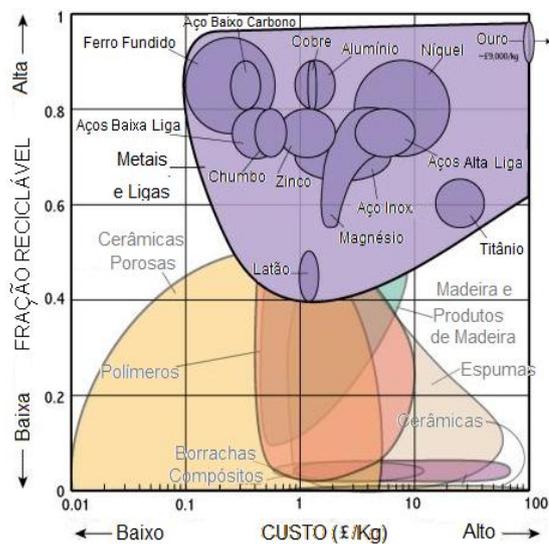
Metais e ligas metálicas em detalhe

⁸ Propriedades seguidas da palavra “específica” são divididas pela densidade.

- Fração reciclável *versus* Custo



Classes de materiais



Metais e ligas metálicas em detalhe