

# **Informação Tecnológica e Seleção de Materiais**

## Technological Information and Materials Selection

**Leandro Innocentini Lopes de Faria – leandro@nit.ufscar.br**

Universidade Federal de São Carlos/Departamento de Engenharia de Materiais - Brasil

**José Angelo Rodrigues Gregolin – gregolin@nit.ufscar.br**

Universidade Federal de São Carlos/Departamento de Engenharia de Materiais - Brasil

**Raimundo Nonato Macedo dos Santos – raimund@ipt.br**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo/CITEC - Brasil

### **ABSTRACT**

The selection and substitution of materials is one of the most complex steps in the process of product development, because of the number of available materials and the variety of criteria to attend on the several applications. The now existing procedures for materials selection haven't been attending the industrial needs for using the information on materials and processes.

In this work, an information treating procedure has been developed and it includes search, recovering and bibliometric treating of information available for electronic databasis, useful for the materials selection and substitution. The procedure permits a periodic knowledge updating and monitoring of technological innovation.

The steps of the procedure include a subject contextualization by using de IPC - International Patent Classification, the integration of information recovered from several sources in an Operational Database and presentation of results in the form of tables and graphics, after automatic bibliometric treating of the information. The procedure is useful for identifying researchers, companies, researches institutions as well as materials and technologies dealing with the focused subject.

In order to study the application of the procedure, the product "brake lining pads" and the themes "asbestos-free materials" and "noise and vibrations" have been focused. The results show that asbestos-free brake lining pads have been obtained by many available materials compositions, but the most studied is the substitution of asbestos by other fibers, in a polymeric matrix composite. The results also show that noise and vibration of brake system have been studied by mathematic modelling, computer simulation and specific designed tests, and that the materials themselves haven't been taking an important role on this kind of problem solving.

The information treating developed procedure can be very useful for suport decision on materials selection and substitution, specially for complex situations.

**PALAVRAS-CHAVE:** Seleção de Materiais; Substituição de Materiais; Pastilhas de Freio; Informação Tecnológica; Tratamento Automatizado da Informação; Classificação Internacional de Patentes; Bases de Dados.

**KEYWORDS:** Materials Selection; Materials Substitution; Brake Lining Pads; Technological Information; Automated Information Treatment; International Patents Classification; Databasis.

# Informação Tecnológica e Seleção de Materiais

## INTRODUÇÃO

Posicionada na interface entre as áreas de Materiais e de Design do Produto, a seleção ou substituição de materiais pode ser compreendida como uma atividade voltada para a determinação da estética, da qualidade, do custo e da integridade química, física, funcional, de forma e de dimensões dos produtos, durante a realização das tarefas para as quais foram projetados. A crescente busca das indústrias por competitividade torna maior a importância da Seleção de Materiais, uma vez que a sua boa realização pode refletir em menores custos, maior durabilidade e melhor performance do produto, dentre outros ganhos. Apesar dessa importância, que vem crescendo também com o aumento do número e especificidade dos materiais disponíveis, os atuais procedimentos de realização da seleção de materiais ainda não atendem satisfatoriamente às novas necessidades da indústria<sup>(1,2)</sup>.

O procedimento tradicional para a realização da seleção ou substituição de materiais é composto, simplificada, por duas etapas principais: a) a identificação de restrições e necessidades baseadas na análise do *design* de produto ou na detecção de falhas no produto já em uso, e b) a indicação do material que melhor atende a essas restrições e necessidades, usando, para isso, dados encontrados em *handbooks*, bases de dados numéricas, ensaios de laboratórios, experiências pessoais e outras fontes de informação. Esse procedimento limita o aproveitamento das informações sobre os novos materiais e processos.

Algumas alternativas de apoio à seleção têm sido buscadas, como o uso de guias, bases de dados fatuais, *softwares*, sistemas especialistas e outras. De qualquer maneira, um procedimento plenamente satisfatório, definitivo, ainda não foi desenvolvido<sup>(3)</sup>.

Quando é necessária a seleção de materiais com base na sua resistência ao desgaste, a questão é ainda mais complexa, pois o desgaste é um fenômeno dependente do material e também do sistema em que este é aplicado. Torna-se então impraticável um ensaio universal para avaliar a resistência ao desgaste e a obtenção de dados confiáveis sobre a resistência dos materiais em condições reais de operação<sup>(4)</sup>.

O número de fontes de informação científica e tecnológica tem crescido exponencialmente e o desenvolvimento dos bancos de dados eletrônicos, tais como Dialog<sup>®</sup>, Questel-Orbit<sup>®</sup> e STN<sup>®</sup>, permite cada vez mais o acesso à informação na dimensão global, sem necessidade de deslocamento físico e em tempo real. Muitas dessas fontes apresentam informações sobre materiais, seus processamentos, propriedades e custos e podem ser empregadas como apoio à tomada de decisão na Seleção de Materiais<sup>(5)</sup>. É o caso das bases de dados World Patent Index Latest<sup>®</sup>, Compendex<sup>®</sup>, Metadex<sup>®</sup>, Rapra<sup>®</sup>, Engineering Materials Abstracts<sup>®</sup> e Chemical Abstracts<sup>®</sup>, dentre outras.

Outra fonte de informação importante é a Classificação Internacional de Patentes - CIP, disponibilizada para consulta através da base de dados em *CD-ROM* IPC:CLASS<sup>®</sup>. A CIP é o sistema de classificação documentária que organiza os documentos de patentes, procurando manter uma neutralidade quanto à sua linguagem e vocabulário. Através da CIP é possível observar como um assunto se insere em uma esfera maior do contexto de sua tecnologia, ou, por outro lado, como a tecnologia envolvida se divide em "sub-temas" associados ao assunto, permitindo o planejamento de uma estratégia de busca adequada à recuperação de informação referente à questão a ser respondida. A Classificação Internacional de Patentes é também útil para a obtenção de informações sobre inovações tecnológicas<sup>(5,6)</sup>.

A maior facilidade de acesso às fontes de informação e o constante crescimento do volume de conhecimento gera um fenômeno conhecido como super-oferta de informação, caracterizado pela abundância de informações pertinentes ao assunto estudado e a conseqüente dificuldade na identificação das informações realmente vitais. Devido à

impossibilidade de leitura humana de grandes volumes de informação, é necessário o desenvolvimento de procedimentos de tratamento automatizado que permitam a identificação das informações vitais, em meio ao grande volume de informações úteis<sup>(5,6,7,8)</sup>.

Algumas metodologias da Bibliometria já têm sido empregadas com sucesso em outras áreas, notadamente na realização da Inteligência Competitiva e do Monitoramento Tecnológico, para disponibilizar a informação vital ao tomador de decisão. Essas metodologias procuram evidenciar os principais temas de pesquisa, pesquisadores e instituições ligados a um assunto focalizado e podem ser adaptadas à realização da seleção ou substituição de materiais<sup>(2,9)</sup>. Os estudos bibliométricos baseiam-se principalmente na aplicação das leis de Zipf, de Bradford e de Lotka, que descrevem os fenômenos relacionados à distribuição de frequência dos registros de documentos ou dos elementos neles contidos<sup>(10)</sup>.

Para estudar a aplicação de metodologias da Bibliometria como auxílio à Seleção ou Substituição de Materiais, foi realizado um estudo sobre o produto "pastilha de freio" e os temas "eliminação do amianto dos materiais de fricção" e "ruídos e vibrações do sistema de freio".

## **PROCEDIMENTO**

O estudo realizado envolveu a identificação dos temas "eliminação do amianto dos materiais de fricção utilizados em pastilha de freio" e "ruídos e vibrações do sistema de freios", considerados como importantes por especialistas no assunto. A partir da definição desses temas, procurou-se verificar a sua real importância e identificar informações vitais de caráter técnico (materiais disponíveis para a fabricação do produto focalizado e as matérias-primas empregadas) e estratégico (temas de pesquisa, pesquisadores, empresas e instituições de pesquisa ligados ao produto focalizado). O procedimento adotado envolveu as seguintes etapas:

### **Contextualização do assunto**

Como forma de adquirir rapidamente conhecimentos sobre o assunto em questão, foram feitas consultas ao *SAE - Handbook*, ao *ASM - Metals Handbook* e à base de dados IPC:CLASS<sup>®</sup>, incluindo a Classificação Internacional de Patentes e seus índices.

### **Seleção de bases de dados úteis como fontes de informação e recuperação da informação**

As bases de dados Ei Compendex Plus<sup>®</sup>, Metadex<sup>®</sup>, Engineered Materials Abstracts<sup>®</sup> e Materials Business File<sup>®</sup> foram selecionadas como fontes de informação para a realização deste trabalho. Em conjunto, elas abordam o sistema de freio e os materiais empregados na fabricação da pastilha de freio, tanto do ponto de vista da engenharia e seus sistemas, ensaios e equipamentos, como do ponto de vista técnico e comercial dos materiais, sejam eles metálicos, poliméricos, cerâmicos ou compósitos. As buscas realizadas nestas bases de dados foram amplas, procurando recuperar a maior parte da informação disponível sobre freios, amianto, ruídos e vibrações, sem a preocupação de evitar a informação dispersiva.

### **Reformatação dos dados e criação da Base de Dados Operacional**

Para facilitar a integração de dados provenientes das diferentes bases de dados utilizadas e a sua posterior recuperação de maneira unificada, foi criada uma base de dados chamada Operacional. Antes de serem consolidados na Base de Dados Operacional, os

registros passaram por um processo de reformatação para adquirirem um padrão único de apresentação. Após a reformatação, a criação da Base de Dados Operacional foi realizada através da importação dos dados pelo *software* Folio Views<sup>®</sup>.

### Consulta à Base de Dados Operacional

A partir da base de dados operacional foram feitas buscas para a recuperação de registros referentes ao produto pastilha de freios e aos temas "eliminação de amianto dos materiais de fricção para pastilha de freios" e "ruídos e vibrações do sistema de freios". Esses três subconjuntos de registros, apresentados na TABELA 1, foram preparados separadamente para o tratamento bibliométrico.

TABELA 1: Expressões de busca utilizadas na recuperação de registros na Base de Dados Operacional.

TABLE 1: Search strategies used to recover information of the Operational Database

<b>Tema Focalizado</b>	<b>Expressão de Busca</b>	<b>Nº de Registros</b>
"pastilha de freio" (busca I)	(brake or brakes) and (lining or linings or pad or pads)	196
"eliminação do amianto dos materiais de fricção para pastilha de freio"	busca I and ("asbestos-free" or "non-asbestos" or (asbestos and (eliminat* or substitut* or replac*)))	31
"ruídos e vibrações do sistema de freio"	busca I and (noise or vibration*)	21

### Reformatação para tratamento bibliométrico

Os três conjuntos de registros recuperados a partir da Base de Dados Operacional passaram por mais uma etapa de reformatação para realização de ajustes finais antes do tratamento bibliométrico.

### Tratamento bibliométrico

Para a realização dos tratamentos bibliométricos necessários a esse trabalho, foi utilizado o software Dataview<sup>®</sup>, desenvolvido pelo *Centre de Recherche Rétrospective de Marseille - CRRM*. O tratamento realizado envolveu a determinação das frequências de ocorrência de palavras (número de registros em que uma palavra ocorre) e de co-ocorrência de palavras (número de registros em que duas palavras definidas ocorrem). Através desse tratamento, os dados textuais foram transformados em dados numéricos. Estes foram utilizados para a classificação da informação em Trivial, Útil ou Dispersiva e a apresentação dos principais temas de pesquisa, materiais, matérias-primas, empresas e pesquisadores ligados ao produto focalizado e as redes de relacionamento existentes entre esses elementos.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Contextualização do Produto

Através de consultas à Classificação Internacional de Patentes foi possível adquirir rapidamente uma visão geral sobre produtos, tecnologias e materiais relacionados ao assunto

focalizado. Essa etapa permitiu um preparo conceitual, facilitando o trabalho de um especialista em materiais ou em informação com pouca familiaridade em relação ao produto pastilha de freio.

Foram identificados dois focos importantes sobre o assunto freios na Classificação Internacional de Patentes: as Sub-Classes B60T - "Sistemas de controle de freios e suas partes" e F16D - "Acoplamentos; Embreagens; Freios."

A Sub-Classe B60T e seus grupos componentes, mostrados na FIGURA 1, tratam de aspectos relativos ao controle de freios. Por exemplo, em relação aos sistemas de freios, podem ser vistos aspectos relativos à iniciação e transmissão de sua ação desde o pedal até os elementos finais atuantes. Além disso, a FIGURA 1 mostra que a transmissão pode ser ou não assistida por mecanismos que atuam como multiplicadores da força aplicada pelo motorista ao pedal de freio, e que esses mecanismos de assistência podem ser mecânicos, hidráulicos, pneumáticos ou a vácuo. Verifica-se também que são importantes as modificações para facilitar o resfriamento dos freios, os mecanismos para ajustar a força de frenagem, o controle de frenagens contínuas e aspectos relacionados a válvulas e outras peças para sistemas de freio.

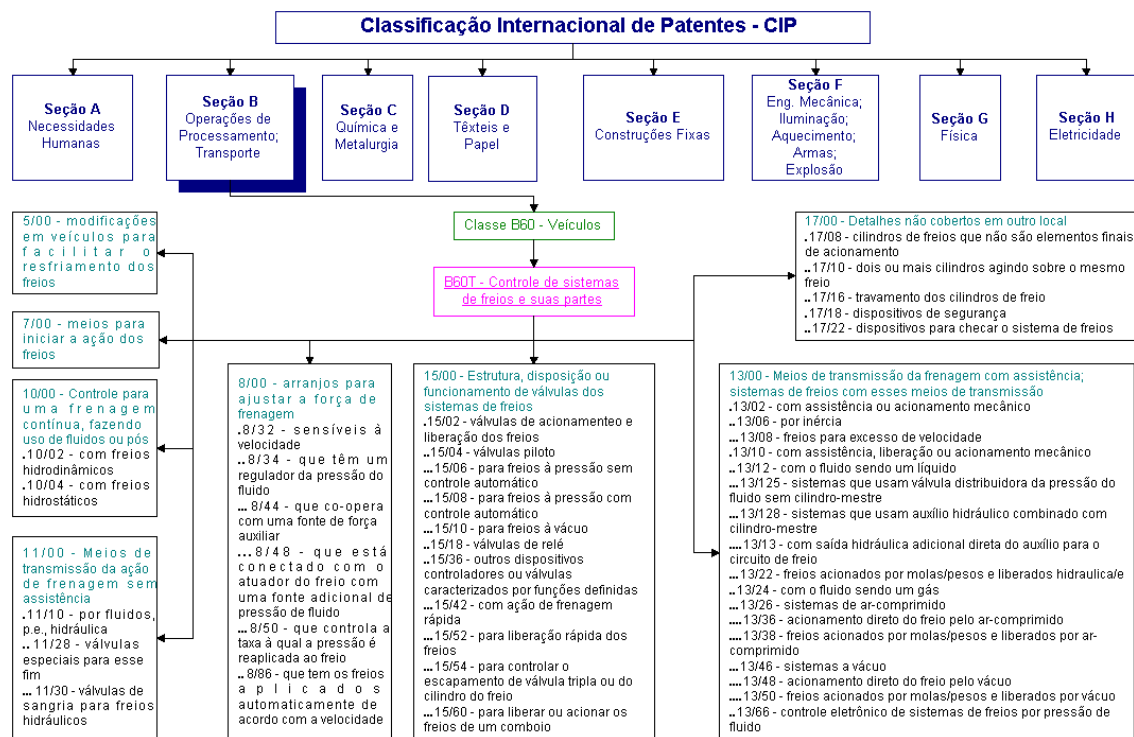


FIGURA 1: Sub-Classe B60T e os aspectos de controle da ação dos freios.

FIGURE 1: Sub-Class B60T and brakes action control features.

A Sub-Classe F16D e seus grupos contemplam aspectos mecânicos dos freios. As FIGURAS 2 e 3 apresentam os tipos de freios existentes: freios a tambor, a disco, de resistência a fluidos e automáticos, dentre outros. São mostradas as peças e as combinações entre freios, embreagens e acoplamentos.

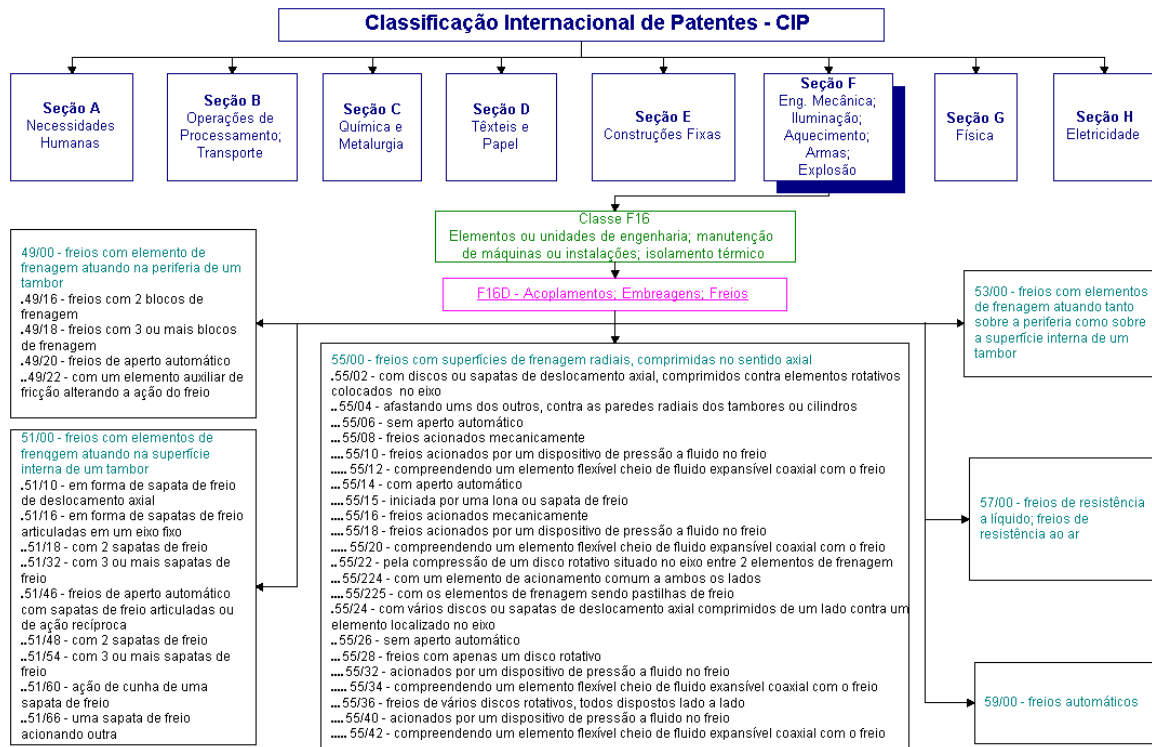


FIGURA 2: Sub-Classe F16D e os aspectos mecânicos dos freios. Continua na FIGURA 3.  
 FIGURE 2: Sub-Class F16D and brakes mechanical features. Continues in FIGURE 3.

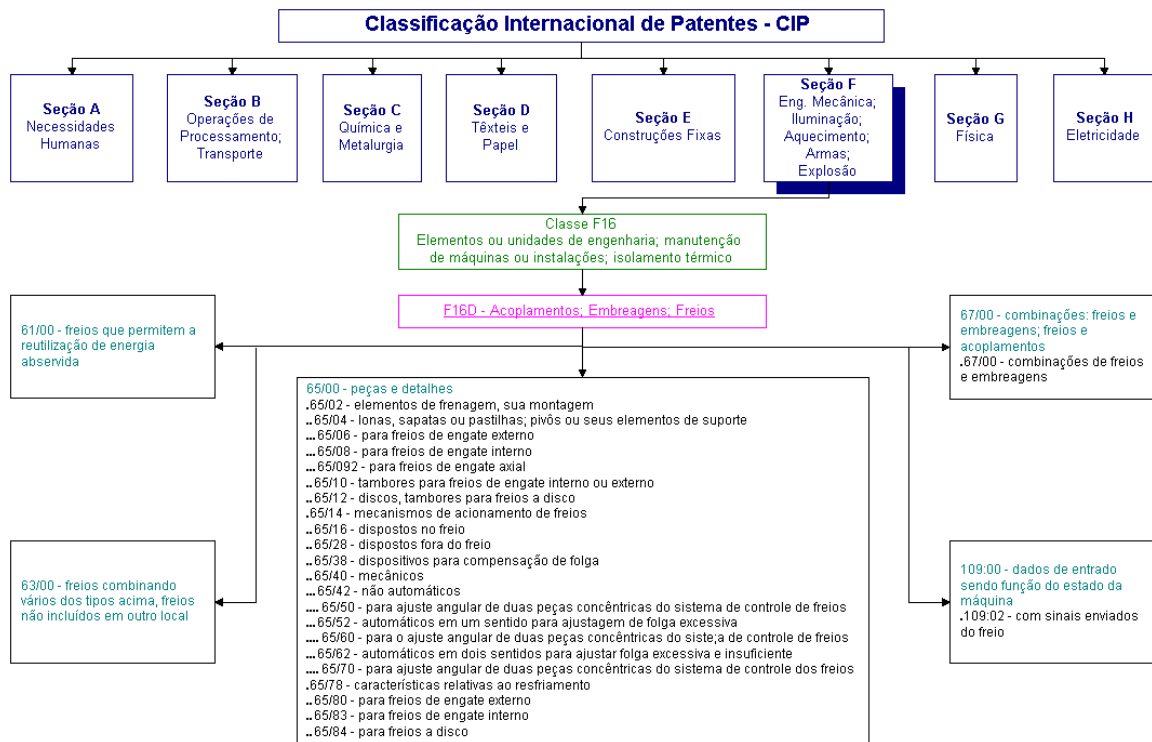


FIGURA 3: Sub-Classe F16D e os aspectos mecânicos dos freios. Continuação da FIGURA 2.

FIGURE 3: Sub-Class F16D and brakes mechanical features. Continuation of FIGURE 2.

Como continuidade à contextualização por meio da consulta à Classificação Internacional de Patentes - CIP, foi possível identificar o grupo C08J-005/14 "Manufatura de artigos ou de materiais abrasivos ou de fricção", referente às patentes que tratam dos materiais

utilizados na fabricação de pastilhas de freio. Outros aspectos referentes as pastilhas de freio são apresentados na TABELA 2.

TABELA 2: grupos da Classificação Internacional de Patentes que tratam de materiais de fricção.

TABLE 2: *International Patents Classification groups that focus in friction materials.*

Grupos da CIP	Assuntos abordados
B21J-015/14	máquinas de rebitar especiais para artigos específicos, p.e., materiais de fricção
B29L-031:16	modelagem ou união de plásticos ou materiais no estado plástico para fabricação de elementos de fricção, p.e., materiais de fricção para freios
F16D-065/04	Montagem de lonas, sapatas ou pastilhas
F16D-069/02	fixação do revestimento (de pastilha ou lonas)

### Informações obtidas através de tratamento bibliométrico dos dados

- Aspectos estratégicos relacionados ao assunto "pastilha de freio"

O tratamento bibliométrico realizado com os 196 registros recuperados sobre "pastilha de freio" possibilitou a identificação de 482 descritores, cuja distribuição de freqüências é apresentada na FIGURA 4. De acordo com a distribuição de freqüências e mantendo um certo grau de arbitrariedade, pôde-se separar os descritores em três zonas de informação:

- **Informação Trivial:** contendo descritores de alta freqüência;
- **Informação Útil:** contendo descritores de freqüência média;
- **Informação Dispersiva ou Ruído Estatístico:** contendo descritores de freqüência muito baixa e que representam ou as informações não pertinentes ao assunto ou as informações de caráter inovador.

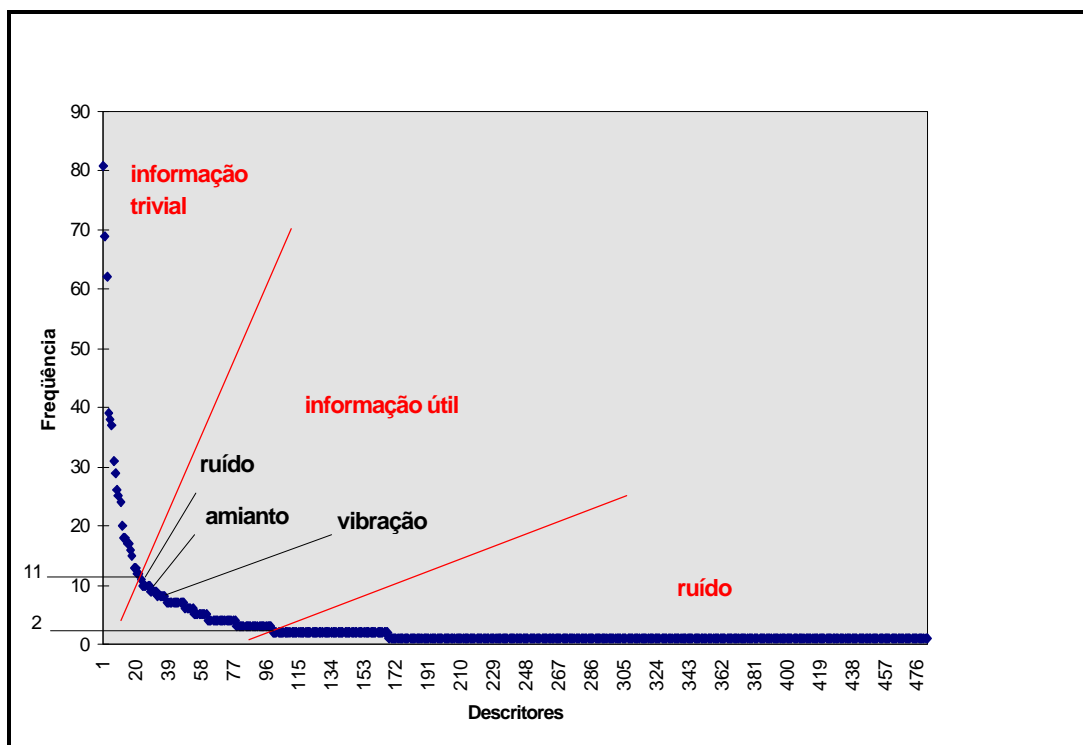


FIGURA 4: Lei de Zipf aplicada aos descritores dos 196 registros do assunto "pastilha de freio".

FIGURE 4: Zipf's Law applied to descriptors of the subject "brake lining pads".

Observa-se que os descritores "amianto", "ruído" e "vibração", representantes dos temas escolhidos para estudo, estão dentro da região de informação útil. Isso indica que esse temas já possuem certa maturidade dentro do desenvolvimento de pastilhas de freios e representam focos importantes de pesquisa. Já presença dos descritores "freios" e "revestimento para freios" logo no início da região de informação trivial comprova que as registros recuperados são pertinentes ao assunto "pastilha de freio".

Na TABELA 4 são mostrados os descritores de maior frequência. Pode-se verificar que tem sido dada atenção à seleção e à substituição dos materiais de fricção utilizados em pastilhas de freio, como indicam as elevadas frequências desses descritores. Também é evidenciada a importância dos temas escolhidos para estudo nesse trabalho.

TABELA 4: Descritores mais frequentes nos registros sobre materiais de fricção para freios.

TABLE 4: The most frequent descriptors about brake friction materials.

Nº	Descritores	Frequência
1	freios (brakes)	81
2	revestimento de freio (brake lining)	69
3	fricção (friction)	62
4	materiais compósitos (composite materials)	39
5	propriedades mecânicas (mechanical properties)	38
6	<b>seleção de materiais (materials selection)</b>	<b>37</b>
7	usos finais - aplicações (end uses)	31
8	<b>substituição de materiais (materials substitution)</b>	<b>29</b>
9	discos de freios (brake disks)	26
10	materiais de fricção (friction materials)	25
11	patentes (patent)	24
12	desgaste (wear)	20
13	artigo científico (journal article)	18
14	desgaste de materiais (wear of materials)	18
15	revestimento (lining)	17
16	modelos matemáticos (mathematical models)	17
17	resinas fenólicas (phenolic resins)	16
18	ferro fundido (cast iron)	15
19	automóveis (automobiles)	13
20	compósitos carbono-carbono (carbon-carbon composites)	13
21	freios para impedir movimento (brakes (for arresting motion))	12
22	tribologia (tribology)	12
23	resistência ao desgaste (wear resistance)	11
24	aço (steel)	10
25	compósitos com fibras (fiber composites)	10
26	desgaste friccional (frictional wear)	10
27	<b>ruído (noise, acoustic)</b>	<b>10</b>
28	fricção durante deslizamento (sliding friction)	10



<b>29</b>	<b>amianto (asbestos)</b>	<b>9</b>
30	componentes de aviões (aircraft components)	9
31	componentes de automóveis (automotive components)	9
32	embreagens (clutches)	9
33	método do elemento finito (finite element method)	8
34	compósitos com partículas (particulate composites)	8
35	rotores (rotors)	8
<b>36</b>	<b>vibração (vibration)</b>	<b>8</b>
37	taxa de desgaste (wear rate)	8
38	efeitos da composição (composition effects)	7

A partir dos descritores contidos na região de informação útil, com frequências entre 3 e 11, foram construídos grupos fechados de descritores que, dentro dessa faixa de frequências, relacionam-se somente entre si. Um desses grupos é apresentado na TABELA 5. Esse grupo de descritores mostra que os temas "técnicas matemáticas", "simulação computacional" e "método dos elementos finitos" são ligados ao ruído e à vibração e têm sido focalizados em pesquisas.

TABELA 5: Grupo de descritores que se associam formando um grupo fechado.

TABLE 5: Closed descriptors group associated with the theme "noise and vibration of brake systems"

Nº	Descritores	Frequência
<b>1</b>	<b>ruído (noise, acoustic)</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>vibração (vibration)</b>	<b>8</b>
3	método dos elementos finitos (finite element method)	8
4	simulação computacional (computer simulation)	7
5	técnicas matemáticas (mathematical techniques)	6
6	efeitos da pressão (pressure effects)	5
7	equipamentos e partes de automóveis (automobile parts and equipment)	5
8	tensões (stresses)	4
9	vibração de máquinas (machine vibration)	4
10	dinamômetros (dynamometers)	4
11	redução de ruído (noise abatement)	3
12	análise (analysis)	3

A TABELA 6 apresenta as principais empresas e instituições de pesquisa e a TABELA 7 apresenta os principais pesquisadores, todos ligados ao produto pastilha de freio. Na TABELA 6 são destacados as únicas empresa e universidade brasileiras a publicarem sobre o assunto, de acordo com as fontes de informação consultadas.

TABELA 6: Principais empresas e instituições de pesquisa que publicaram sobre "pastilha de freio".

TABLE 6: Main companies and research centers which published about brake lining pads.

Nº	Empresas/Instituições de Pesquisa	Frequências	
		Total	Em co-autoria

1	allied-signal	11	0
2	nissin	5	0
3	university of belgrade	5	0
4	du pont	4	0
5	ferodo	4	0
6	akebono brake industry	3	0
7	daimler-benz	3	2
8	general motors	3	0
9	hindustan aeronautics	3	1
10	honda	3	0
11	military technical college of egypt	3	0
12	aircraft braking systems	2	0
13	e.t.s. de ingenieros de bilbao	2	0
14	mintex don ltd	2	0
15	mitsubishi aluminium	2	1
16	railway technical research institute	2	1
17	sncf	2	0
18	textar	2	0
19	toyota	2	0
20	tribo-diagnostics corp	2	0
21	universitat karlsruhe	2	2
22	university of cape town	2	0
23	university of tokyo	2	0
24	abex	1	0
<b>48</b>	<b>fras-le</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>90</b>	<b>universidade federal do rio grande do sul</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
-	outras 69 empresas ou instituições de pesquisa	1	-

TABELA 7: Principais pesquisadores que publicaram sobre "pastilha de freio".  
 TABLE 7: Main researchers who published about brake lining pads.

Nº	Autores	Frequências	
		Total	Em co-autoria
1	rhee, s k	12	12
2	jacko, m g	11	11
3	tsang, p h s	11	11
4	anderson, a e	4	1
5	inoue, m	4	3
6	kato, t	4	4
7	todorovic, j	4	4
-	outros 9	3	-
-	outros 53	2	-
-	outros 210	1	-

Com os dados apresentados nas TABELAS 5 e 6 foi possível estabelecer conexões entre empresas e os temas ligados ao ruído e à vibração, apresentadas na TABELA 8.

TABELA 8: Pares formados entre empresas e descritores da TABELA 5.  
 TABLE 8: Couples formed between companies and the TABLE 5 descriptors.

Pares Empresa x Descritor	Frequência dos Pares
allied-signal x noise, acoustic	2
allied-signal x vibration	2
e.t.s. de ingenieros de bilbao x computer simulation	2
e.t.s. de ingenieros de bilbao x machine vibration	2
general motors x finite element method	2
general motors x mathematical techniques	2
military technical college of egypt x vibration	3

A partir dos pesquisadores identificados, foram construídos grupos de pesquisadores que mantêm relacionamento forte entre si. A TABELA 9 apresenta o principal desses grupos de pesquisadores. Os índices de correlação calculados para os pares formados entre esses pesquisadores, iguais ou próximos de 1, indicam que eles publicam quase que exclusivamente juntos. A TABELA 10 apresenta a única empresa com quem o principal grupo de pesquisadores identificado mantém ligação. O comportamento dos relacionamentos apresentados por esse grupo é também válido para os demais, indicando que os grupos de pesquisadores são fortemente ligados a uma empresa e que a interação entre grupos praticamente não existe. Como decorrência de um estudo desta natureza, a partir da identificação desses pesquisadores, empresas e instituições de pesquisa e dos relacionamentos existentes entre eles, é possível, por exemplo, o estabelecimento de um programa de monitoramento de suas publicações, sejam elas artigos científicos ou patentes, por meio de consultas periódicas a bases de dados eletrônicas.

TABELA 9: Principal grupo de pesquisadores sobre "pastilha de freio".  
 TABLE 9: Researchers main group about brake lining pads.

<b>Par de Pesquisadores</b>	<b>Índice de Correlação</b>	<b>Frequência do Par</b>
jacko, m g - rhee, s k	0,957	11
jacko, m g - tsang, p h s	1	11
rhee, s k - tsang, p h s	0,957	11

TABELA 10: Relacionamento entre o principal grupo de autores e uma empresa.  
 TABLE 10: Relationship between the authors main group and one company.

<b>Par Empresa-Autor</b>	<b>Índice de Correlação</b>	<b>Frequência do Par</b>
allied-signal x rhee, s k	0,862	10
allied-signal x jacko, m g	0,807	9
allied-signal x tsang, p h s	0,807	9

- Aspectos relevantes sobre a eliminação do amianto dos materiais de fricção para freios

As TABELA 11 e 12 apresentam, respectivamente, os materiais de fricção sem amianto para pastilhas de freio e suas matérias-primas, mencionados nos registros consultados.

TABELA 11: Materiais de fricção para pastilha de freio sem amianto.  
 TABLE 11: Friction materials for brake lining pads without asbestos.

<b>Nº</b>	<b>Materiais</b>	<b>Frequência</b>
<b>1</b>	<b>material orgânico</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>semi-metálico</b>	<b>3</b>
3	resina epoxi reforçada com aramida	1
4	resina fenólica reforçada com aramida	1
5	resina fenólica modificada reforçada com fibra de carbono	1
6	resina fenol-formaldeídica reforçada com fibra de carbono	1
7	resina epoxi reforçada com carbono	1
8	resina fenólica reforçada com carbono	1
<b>9</b>	<b>compósito carbono-carbono</b>	<b>1</b>
10	resina fenólica modificada reforçada com fibra de vidro	1
11	resina fenol-formaldeídica reforçada com fibra de vidro	1
12	resina epoxi reforçada com vidro	1
13	resina fenólica reforçada com vidro	1
14	resina fenólica modificada reforçada com fibra mineral	1
15	resina fenol-formaldeídica reforçada com fibra mineral	1
16	resina fenólica modificada reforçada com fibra de fosfato	1
17	resina fenol-formaldeídica reforçada com fibra de fosfato	1
18	resina fenólica modificada reforçada com fibra "wollastokup"	1

19	<b>resina</b> fenol-formaldeídica reforçada com fibra "wollastokup"	1
20	<b>resina</b> fenólica modificada reforçada com fibra de wollastonita	1
21	<b>resina</b> fenol-formaldeídica reforçada com fibra de wollastonita	1

TABELA 12: Matérias-primas utilizadas na fabricação de materiais de fricção para freios sem amianto.

TABLE 12: Raw materials used in the production of friction materials for brakes without asbestos.

Nº	Matéria-Prima	Frequência
1	<b>fibra</b> de aramida (aramid fiber)	11
2	<b>fibra</b> de carbono (carbon fiber)	6
3	<b>fibra</b> de vidro(glass fiber)	5
4	lã de aço (steel wool)	3
5	resina fenol-formaldeídica (phenol-formaldehyde resin)	2
6	resina fenólica(phenolic resin)	2
7	<b>fibra</b> de silicato de alumínio (aluminum silicate fiber)	1
8	<b>fibra</b> de basalto (basalt fiber)	1
9	resina fenólica modificada (cashew-modified phenolic resin)	1
10	pó de cobre (copper powder)	1
11	resina epoxi (epoxy resin)	1
12	<b>fibra</b> de silicato de magnésio hidratado (hydrated magnesium silicate fiber)	1
13	lã mineral(mineral cotton wool)	1
14	<b>fibra</b> mineral(mineral fiber)	1
15	polímero pcnsl (pcnsl polymer)	1
16	fenilona (phenilone)	1
17	<b>fibra</b> de fosfato (phosphate fiber)	1
18	<b>fibra</b> de poliacrilonitrila (polyacrylonitrile fiber)	1
19	<b>fibra</b> de titanato de potássio (potassium titanate fiber)	1
20	<b>fibra</b> sintética de silicato (synthetic silicate fiber)	1
21	<b>fibra</b> "wollastokup" (wollastokup fiber)	1
22	<b>fibra</b> de wollastonita (wollastonite fiber)	1

É mostrado através da TABELA 12, que a fibra de aramida é a matéria-prima que aparece com mais frequência nos registros pesquisados. A aramida é uma das fibras que têm sido mais pesquisadas, ao lado das fibras de carbono e de vidro, para substituir o amianto na composição desses materiais.

A análise das TABELAS 11 e 12 indica que a eliminação do amianto tem sido buscada principalmente através da sua substituição por outras fibras, mantendo como matriz um material similar aos já utilizados. Compósitos de matriz metálica e os compósitos de carbono reforçado com fibras de carbono também aparecem como possíveis substitutos para os materiais que contém amianto.

- Aspectos relevantes da seleção e substituição de materiais para redução de "ruídos e vibrações do sistema de freio"

Os materiais e matérias-primas relacionados ao tema "ruídos e vibrações do sistema de freio", identificados a partir dos registros consultados, são apresentados nas TABELAS 13 e 14. O pequeno número de materiais e matérias-primas identificados indica que, em relação a esse tema, há uma preocupação maior com outros aspectos do que com os materiais em si. Esse fato é reforçado pela TABELA 5 que apresenta os principais temas de pesquisa relacionados aos ruídos e vibrações no sistema de freios. Não há qualquer menção a materiais nessa tabela.

TABELA 13.: Materiais de fricção para pastilha de freio relacionados à redução de ruídos e vibrações.

TABLE 13: Friction Materials for brake lining pads related to noises and vibrations reduction.

Nº	Material	Frequência
1	sintered material	2
2	carbon composite	1
3	carbon graphite material	1
4	iron	1
5	semimetallic	1
6	steel	1
7	synthetic	1

TABELA 14: Matérias-primas utilizadas em materiais de fricção visando redução de ruídos e vibrações

TABLE 14: Raw materials used in the friction materials aiming at noises and vibrations reduction.

Nº	Matéria-Prima	Frequência
1	graphite	3
2	cashew nut resin	1
3	copper base alloys	1
4	iron	1
5	molibdenum	1
6	steel fibers	1

A partir da TABELA 5 pode-se ressaltar como principais focos de desenvolvimento relacionados a ruídos e vibrações no sistema de freios: a) Técnicas de Monitoramento; b) Máquinas para estudo da vibração; c) Modelos Matemáticos; d) Simulação computacional e e) Amortecedores de vibração.

## CONCLUSÃO

Os resultados permitem estabelecer conclusões sobre o produto pastilha de freio e o procedimento adotado.

### Conclusões sobre o produto pastilha de freio

- A partir da Classificação Internacional de Patentes foi possível visualizar os aspectos mecânicos e de controle da ação dos sistemas de freios e identificar o grupo C08J-005/0014 como o principal para materiais de pastilhas de freios.

- Foi verificado que eliminar o amianto dos materiais de fricção e reduzir ruídos e vibrações do sistema de freios são preocupações importantes para a indústria de freios.
- A eliminação do amianto do material de fricção tem sido buscada principalmente através da sua substituição por outras fibras, tais como fibra de aramida, de vidro ou de carbono, mantendo um material orgânico similar como matriz.
- Foi verificada a existência de um grupo fechado contendo os descritores ruído, vibração, técnicas matemáticas, simulação computacional, método dos elementos finitos, dinamômetros e máquinas de vibração o que caracteriza uma associação estreita entre estas áreas de estudo. Esta constatação também leva a crer que os materiais não são, no momento, uma preocupação fundamental para a solução dos problemas de ruído e vibração, já que nenhum material foi incluído nesse grupo.

### **Conclusões sobre o procedimento utilizado**

- Foi possível desenvolver um procedimento de busca, recuperação, tratamento, análise e disponibilização da informação, utilizável no processo de seleção e substituição de materiais.
- A Classificação Internacional de Patentes mostrou-se útil para a contextualização do assunto, proporcionando a visualização de vários aspectos do sistema de freio, como tecnologias e produtos relacionados, e a inserção do produto pastilha de freio nesse sistema.
- Este procedimento permite a identificação de conhecimentos úteis e sua atualização periódica a respeito dos materiais disponíveis para a fabricação de pastilhas de freio automotivo e outros aspectos tecnológicos ligados ao produto focalizado.
- O procedimento também pode ser aplicável para o apoio à seleção ou substituição de materiais em outros produtos, principalmente quando são escassos os conhecimentos disponíveis sobre os novos materiais e as inovações tecnológicas associadas.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- (1) ASHBY, M.F. Materials selection in conceptual design. **Materials Science and Technology**, v.5, p.517-525, jun.1989.
- (2) FARIA, L.I.L. **Informação tecnológica e seleção de materiais: estudo de caso sobre pastilha de freio automotivo**. São Carlos : Gráfica da UFSCar, 1997, p.191 Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia de Materiais/UFSCar, 1997.
- (3) EDWARDS, K.L. Towards more effective decision support in materials and design engineering. **Materials & Design**, v.15, n.5, 1994.
- (4) GREGOLIN, J.A.R. **Desenvolvimento de ligas Fe-C-Cr-(Nb) resistentes ao desgaste**. Campinas : Universidade Estadual de Campinas, 1990, p.228 Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia de Campinas/UNICAMP, 1990.
- (5) SANTOS, R.N.M.; VARGAS, L.; QUONIAM, L. & GREGOLIN, J.A.R. Informação científica e tecnológica: estratégia de exploração da informação para a tomada de decisão. **Ciência da Informação**, v.23, n.2, p.190-196, maio/ago.1994.
- (6) SANTOS, R.N.M. **Rationalisation de l'usage de la classification internationale des brevets par l'analyse fonctionnelle, pour répondre a la demande de l'information industrielle**. Marselha : Université de Droit, d'Economie et des Sciences d'Aix-Marseille, 1995. p.310 Tese (Doutorado) - Faculté des Sciences et Techniques de Saint Jérôme, 1995.

- (7) CANDORET, J.P. et al. La bibliométrie: un outil de veille technologique pour l'entreprise. **CETIM-Informations**, n.116, p.89-95, 1990.
- (8) COURT, A.W.; CULLEY, S.J. A survey of information access and storage among engineering designers. **Materials & Design**, v.14, n.5, p.275-278, 1993.
- (9) DOU, H. Maîtriser la prolifération de l'information grâce à la bibliometrie. **Technologies Internationales**, n.9, p.42-44, nov.1994
- (10) ROSTAING, H. **Veille technologique et bibliométrie**: concepts, outils, applications. Marselha : Université de Droit et des Sciences d'Aix-Marseille, 1993, p.353. Tese(Doutorado) Faculté des Sciences et Techniques de Saint Jérôme, 1993.