

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

**PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA EM MATERIAIS:
AUMENTO DA EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO BIBLIOMÉTRICO.
APLICAÇÃO NA ANÁLISE DE TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE
RESISTENTES AO DESGASTE**

Leandro Innocentini Lopes de Faria

SÃO CARLOS
2001

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

**PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA EM MATERIAIS:
AUMENTO DA EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO BIBLIOMÉTRICO.
APLICAÇÃO NA ANÁLISE DE TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE
RESISTENTES AO DESGASTE**

Leandro Innocentini Lopes de Faria

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

Orientador: Prof. Dr. José A. R. Gregolin – PPG-CEM/UFSCar

Orientador: Prof. Dr. Luc Quoniam – Université de Toulon et du Var

Co-orientadora: Profa. Dra. Wanda A. M. Hoffmann – PPG-CEM/UFSCar

Agência Financiadora: FAPESP

Doutorado realizado em Co-tutela com a Université Aix-Marseille III

SÃO CARLOS

2001

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

F224pt

Faria, Leandro Innocentini Lopes de.

Prospecção tecnológica em materiais: aumento da eficiência do tratamento bibliométrico. Aplicação na análise de tratamentos de superfície resistentes ao desgaste / Leandro Innocentini Lopes de Faria. -- São Carlos : UFSCar, 2005.

187 p.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2001.

1. Análise de dados. 2. Prospecção tecnológica. 3. Bibliometria. 4. Tratamento superficial. I. Título.

CDD: 001.4225 (20^a)

Para Mariangela e Lorena.

VITAE DO CANDIDATO

Mestre em Engenharia de Materiais pela UFSCar (1997)

Engenheiro de Materiais pela UFSCar (1994)

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA DA TESE DE DOUTORADO DE

LEANDRO INNOCENTINI LOPES DE FARIA

APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E ENGENHARIA DE MATERIAIS, DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, EM 07 DE DEZEMBRO DE 2001.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Angelo R. Gregolin
Orientador
Universidade Federal de São Carlos

Prof. Dr. Luc Quoniam
Orientador
Université de Toulon et du Var

Prof. Dr. José de Anchieta Rodrigues
Universidade Federal de São Carlos

Prof. Dr. Henri Dou
Université Aix-Marseille III

II

Prof. Dr. Walter José Botta Filho
Universidade Federal de São Carlos

AGRADECIMENTOS

Muitas pessoas e instituições colaboraram para a realização deste trabalho. Espero ter oportunidade de retribuir a todos. Até lá, agradeço sinceramente:

Aos professores **José Angelo Rodrigues Gregolin** e **Luc Quoniam**, pela orientação atenciosa, pelos ensinamentos e pela oportunidade de aprender com pessoas de grande riqueza profissional e humana;

À professora **Wanda Aparecida Machado Hoffmann**, co-orientadora deste trabalho, pela parceria diária, discussões e sugestões que foram fundamentais para a melhoria dos resultados;

Aos membros da banca de defesa, professores **José de Anchieta Rodrigues**, **Henri Dou** e **Walter José Botta Filho**, aos membros da banca de qualificação e aos “rapporteurs”, pela disposição em ler e discutir este trabalho;

À **FAPESP**, pelo apoio financeiro;

Ao **NIT/Materiais** - Núcleo de Informação Tecnológica em Materiais, do Departamento de Engenharia de Materiais da UFSCar pelo incentivo e suporte, e à sua equipe, **Adriana, Almeida, Andrea, Dan, Eder, Estela, Gerson, Gislaine, Gregolin, Jandira, Leonardo, Luciano, Lucilda, Pagliarussi, Pedro, Roni, Roseli, Sônia, Vera** e **Wanda**, pelo apoio e torcida pelo sucesso deste trabalho;

Ao **PPG-CEM** - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais da UFSCar, principalmente aos professores **José de Anchieta Rodrigues**, **Claudemiro Bolfarini** e **Luiz Antonio Pessan**, coordenadores do programa durante a realização deste trabalho, por aceitar a realização da co-tutela. Agradeço também ao **Geraldo** e à **Oceania**, pelo suporte prestado;

Ao **CRRM** - Centre de Recherche Rétrospective de Marseille, particularmente ao professor **Henri Dou**, por aceitar a realização da co-tutela e pela permissão de uso dos programas Dataview e Matrisme. Agradeço também à equipe do CRRM - LEPONT, principalmente aos professores **Hervé Rostaing**, **Valérie Leveille** e **Eric Boutin**, pela acolhida durante 6 meses;

À minha família, pelo apoio constante.

A todos, muito obrigado.

RESUMO

O volume de informação hoje existente e em acelerado crescimento requer maior eficiência da análise para a tomada de decisão. Apesar das bases de dados eletrônicas não serem estruturadas para a prospecção tecnológica, sua profusão torna cada vez mais importante a análise bibliométrica automatizada para a produção de indicadores. Torna-se então etapa fundamental a preparação dos dados, levando em conta as tecnologias estudadas, as características da base empregada e da recuperação de informações, além das tecnologias de programação.

No presente trabalho foram desenvolvidas soluções para aumentar a eficiência da análise bibliométrica a partir de bases de dados essenciais sobre a ciência e tecnologia dos materiais. Foi desenvolvida solução inédita para a base Metadex, permitindo agrupamento automático de processos, propriedades, fatores que influenciam processos e propriedades e formas dos materiais. Também foi criada uma nova base contendo os mais de 30 milhões de registros reestruturados a partir da Web of Science, contendo a inserção de todos os autores citados além do primeiro (o único originalmente disponível), inserção de classificação, melhoria de recuperação de dados e outras. Complementarmente, foi desenvolvido aperfeiçoamento para a Derwent Innovation Index, melhorando o estudo tecnológico de diferentes países.

Os procedimentos foram aplicados ao estudo prospectivo de tecnologias de tratamentos de superfície para compressores herméticos e foi possível criar e analisar indicadores das principais tecnologias para redução de desgaste, relações entre aplicações e tipos de revestimento, entre áreas de P&D e países, entidades, empresas e pesquisadores expressivos.

Os métodos desenvolvidos podem ser também adaptados para outras bases de dados e aplicados a outros estudos de prospecção tecnológica, tanto na área de materiais como em outros campos do conhecimento científico e tecnológico.

**PROSPECTION TECHNOLOGIQUE EN MATERIAUX:
L'AUGMENTATION DE L'EFFICACITE DU TRAITEMENT BIBLIOMETRIQUE.
UNE APPLICATION DANS L'ANALYSE DES TRAITEMENTS DE SURFACE
RESISTANT A L'USURE**

RESUME

Le volume croissant d'information requiert aujourd'hui une grande efficacité de l'analyse pour la prise de décision. Bien que les bases de données électroniques ne soit pas structurées pour la prospection technologique, leur profusion rend néanmoins essentielle l'analyse automatisée pour produire des indicateurs. La préparation des données est alors une étape fondamentale, qui doit prendre en compte les technologies étudiées, les caractéristiques de la base utilisée, la récupération des informations, ainsi que les technologies de programmation.

Nous avons développé des solutions pour augmenter l'efficacité de l'analyse bibliométrique à partir de bases de données importantes concernant la science et la technologie des matériaux:

- Une solution inédite pour la base *Metadex* en permettant un groupement automatique des procédés, des propriétés, des facteurs qui influent sur les processus et les propriétés et des formes des matériaux.
- Une nouvelle base qui comprend plus de 30 millions de documents, réorganisés à partir du *Web of Science*, avec l'insertion de tous les auteurs cités, en plus du premier (l'unique disponible à l'origine), l'insertion de classification et une amélioration de la récupération des données, entre autres...
- Optimisation du *Derwent Innovation Index* pour une comparaison technologique des différents pays.

Nous avons appliqué les procédés à l'étude prospective des technologies de traitements des surface, créé et analysé des indicateurs sur ces technologies, ceci dans le domaine pour la réduction de l'usure.

Les méthodes développées peuvent être adaptées à d'autres bases de données et appliquées à d'autres prospections technologiques dans tous les domaines de la science et la technologie.

**TECHNOLOGICAL FORECASTING IN MATERIALS:
EFFICIENCY INCREASE OF BIBLIOMETRIC TREATMENT.
APPLICATION IN ANALYSIS OF WEAR RESISTANT SURFACE TREATMENTS**

ABSTRACT

Nowadays, there is a wide information bulk in accelerated increase that needs high efficiency of analysis to the decision maker. Databases spreading become more important the production of indicators to technological forecasting by using automated bibliometric analysis. Although, the most databases aren't structured for this goal. In this way, it becomes fundamental the data preparation considering the technologies studied, the features of database used and of information retrieved, besides of the programming technologies.

In this work, it was developed solutions to increase the efficiency of bibliometric analysis from essential databases in materials science and technology. New solution was developed to the Metadex database that allowed automatic grouping of processes, properties, factors that can influence properties and processes and shape of materials. Also, it was created a new database contained more than 30 millions of restructured records from Web of Science, inserting all the cited authors besides the first (the only one available), classification inserting, improvement of data retrieval and others. Study complementary was developed to improve the Derwent Innovation Index that improved the technological study of different countries.

The methods were applied to the forecasting study of hermetic compressor surface treatments. It was possible to create and analyze indicators of the main surface treatment technologies to decrease wear, relations between applications and coatings types, among R&D fields, countries, institutions, companies and renowned researches. Also, the developed methods can be adaptable to as other databases as other technological forecasting studies like materials field or other technological and scientific knowledge fields.

PUBLICAÇÕES

EM PERIÓDICOS CIENTÍFICOS NACIONAIS

HOFFMANN, W. A.M. et al. Monitoramento de tecnologias de materiais utilizados em anéis de pistão de motores automotivos. **Revista de Ciência e Tecnologia**, v. 5, n. 1, p. 1-18, 2001.

EM ANAIS DE EVENTOS CIENTÍFICOS INTERNACIONAIS

FARIA, L. I. L. et al. Mapping knowledge through co-occurrence of keywords – the case of surface treatments In: CONFERENCE ON SCIENTOMETRICS AND INFORMETRICS, 7., 1999, Colima. **Proceedings...** Colima: International Society for Scientometrics and Informetrics, 1999. p. 5-8.

FARIA, L. I. L. et al. Monitoramento de tecnologias de tratamentos superficiais para compressores herméticos. In: SEMINARIO LATINO-IBEROAMERICANO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA, 8., 1999, Valencia. **Anais...** Valencia, 1999.

HOFFMANN, W. A. M. et al. The usage of Metadex modifying terms for bibliometric analysis: study on piston ring. In: COLLOQUE SUR LES SYSTÈMES D'INFORMATION ÉLABORÉE, 7., 1999, França. **Anais...** França: Ile Rousse, 1999

HOFFMANN, W. A M. et al. Monitoramento e prospecção de tecnologias de materiais utilizados em anéis de pistão de motores automotivos. SEMINARIO LATINO-IBEROAMERICANO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA, 8., 1999, Valencia. **Anais...** Valencia, 1999.

EM ANAIS DE EVENTOS CIENTÍFICOS NACIONAIS

HOFFMANN, W. A M.; FARIA, L. I. L.; GREGOLIN, J. A R. Monitoramento de tecnologias de tratamentos superficiais resistentes ao desgaste. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE METALURGIA E MATERIAIS, 54., 1999, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 1999

HOFFMANN, W. A. M.; FARIA, L. I. L.; GREGOLIN, J. A. R. Mapeamento de informações por bibliometria em metais e aeronáutica. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE INTELIGÊNCIA COMPETITIVA E GESTÃO DO CONHECIMENTO, 1., 1999, Rio de Janeiro. **Anais...** RJ: FINEP, 1999.

TOMBOLATO, E.; FARIA, L. I. L.; HOFFMANN, W. A. M. Integração de dados para estudo da aplicação de materiais em compressores, In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 7., 1999, São Carlos. **Anais...** UFSCar, 1999.

FARIA, L. I. L.; GREGOLIN, J. A. R.; HOFFMANN, W. A. M. Prospecção tecnológica de tratamentos de superfície resistentes ao desgaste como elemento de apoio ao desenvolvimento do produto compressores herméticos para refrigeração. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 2., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000.

BARBOZA, A. et al. Reestruturação de dados da área de tratamentos de superfície coletados a partir da base de dados Web of Science para realização de análise bibliométrica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, 14., 2000, São Pedro. **Anais...** São Pedro: DEMa, UFSCar, 2000.

FARIA, L. I. L. et al. Prospecção de tecnologias para inovação de materiais e processos de recobrimento. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 21., 2000, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2000

FARIA, L. I. L. et al. Monitoramento de tecnologias de tratamentos superficiais para resistência ao desgaste em compressores herméticos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS DOS MATERIAIS, 8., 1998, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 1998.

HOFFMANN, W. A. M.; FARIA, L. I. L.; GREGOLIN, J. A. R. Monitoramento de tecnologias de tratamentos superficiais resistentes ao desgaste. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE METALURGIA E MATERIAIS, 54., 1999, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 1999.

ÍNDICE DE ASSUNTOS

	Pág
BANCA EXAMINADORA.	i
AGRADECIMENTOS.	iii
RESUMO.	v
RESUME.	vii
ABSTRACT.	ix
PUBLICAÇÕES.	xi
SUMÁRIO.	xiii
ÍNDICE DE TABELAS.	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.	xv
1. INTRODUÇÃO	1
2. ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA APLICADA À PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA EM MATERIAIS	7
2.1. Fundamentos de prospecção tecnológica e inteligência competitiva	7
2.2. Bases de dados para análise de informação em materiais	15
2.3. Tratamento automatizado e análise bibliométrica da informação.	30
2.4. Contextualização das tecnologias de tratamentos de superfície para compressores herméticos	61
3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	73
3.1. Softwares	73
3.2. Equipamentos	76
3.3. Métodos de preparação de dados coletados do Metadex, Web of Science e Derwent Innovation Index	78
3.4. Metodologia de análise aplicada à prospecção tecnológica de tratamentos de superfície	79
3.4.1. Metodologia para análise de dados do Metadex	80
3.4.2. Metodologia para análise de dados da Web of Science	81
3.4.3. Metodologia para análise de dados do Derwent Innovation Index	81
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	89

4.1. Proposição e implementação de métodos para aumento da eficiência da análise bibliométrica	89
4.1.1. Oportunidades para aumento da eficiência relativa ao Metadex.	89
4.1.2. Execução do método proposto para preparação de dados do Metadex	93
4.1.3. Oportunidades para aumento da eficiência relativa à Web of Science	96
4.1.4. Execução do método proposto para preparação dos dados da Web of Science e criação da BiblioWoS	108
4.1.5. BiblioWos: uma nova base de dados criada a partir da Web of Science	110
4.1.6 Oportunidades para aumento de eficiência relativa ao Derwent Innovation Index	114
4.1.7. Execução do método proposto para preparação de dados do Derwent Innovation Index	117
4.2. Prospecção de tecnologias de tratamentos de superfície de materiais para aumento da resistência ao desgaste em compressores herméticos	122
4.2.1. Indicadores relativos à resistência ao desgaste	122
4.2.2. Indicadores relativos materiais para compressoes herméticos.	134
4.2.3. Indicadores relativos a recobrimentos de materiais	137
4.2.4. Indicadores relativos a compressores herméticos	145
4.2.5. Indicadores relativos a desgaste de compressores herméticos.	152
5. CONCLUSÃO	163
6. SUGESTÕES PARA O PROSSEGUIMENTO DA PESQUISA	167
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	169
APÊNDICE A.	185

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1: N° de autores e respectivos n° de publicações sobre um tema.....	32
Tabela 2.2: N° de artigos de 50 periódicos que abordam um assunto. . .	33
Tabela 2.3: Cálculos realizados para ilustração da Lei de Bradford.	34
Tabela 2.4: Contagens realizadas por Zipf sobre o livro <i>Ulysses</i>	36
Tabela 2.5: Indicadores baseados na análise de citações (SPINAK,1996a ; GARFIELD, 1999; MENEHINI, 2000; TESTA, 1998; MAURO, 2001)	42
Tabela 2.6: Métodos para endurecimento superficial de aços (ASM, 1990)	70
Tabela 3.1: Buscas para prospecção tecnológica sobre tratamentos de superfície resistentes ao desgaste para compressores herméticos.	79
Tabela 3.2: Expressão de busca para recuperação de registros sobre resistência ao desgaste no Metadex.	80
Tabela 3.3: Expressão de busca para recuperação de registros sobre resistência ao desgaste no Metadex.	81
Tabela 3.4: Expressão de busca para recuperação de registros na BiblioWoS.	81
Tabela 3.5: Expressões de busca utilizadas para a recuperação de patentes sobre compressores herméticos.	82
Tabela 3.6: Número de patentes recuperadas sobre compressores herméticos nas 3 expressões de busca utilizadas.	83
Tabela 3.7: focos de busca de patentes e expressões de busca empregadas.	86
Tabela 3.8: Expressão de busca para recuperação de patentes sobre desgaste de compressores.	87
Tabela 4.1: Descritores de Metadex formados pela combinação de termos primários e modificadores do <i>Thesaurus of Metallurgical Terms</i>	90

Tabela 4.2: Campos presentes na BiblioWoS e seus conteúdos.	107
Tabela 4.3: Tratamentos de superfície associados à resistência ao desgaste.	122
Tabela 4.4: Processos e variáveis mais estudados quanto a efeito sobre a resistência ao desgaste.	119
Tabela 4.5: Materiais e produtos que tiveram suas propriedades mecânicas estudadas no contexto da resistência ao desgaste.	124
Tabela 4.6: Recobrimentos resistentes ao desgaste mais estudados no período.	125
Tabela 4.7: Materiais e produtos cujo recobrimento visando à resistência ao desgaste foi estudado.	129
Tabela 4.8: Principais pares substrato-recobrimento pesquisados.	130
Tabela 4.9: Ranking de palavras-chave associadas a compressores herméticos.	135
Tabela 4.10: Tratamentos de superfície para compressores herméticos.	135
Tabela 4.11: Materiais para recobrimento de compressores herméticos.	136
Tabela 4.12: Ranking de pesquisadores em tecnologias de materiais para compressores herméticos.	136
Tabela 4.13: Ranking de entidades com publicações sobre tecnologias de materiais para compressores herméticos.	137
Tabela 4.14: Ranking de autores por publicação em recobrimentos e filmes.	140
Tabela 4.15: Publicações, citações e auto-citações dos autores mais citados na área de recobrimentos e filmes.	141
Tabela 4.16: Ranking de entidades brasileiras com publicações sobre recobrimentos e filmes no período de 1993 a 1997.	144
Tabela 4.17: Ranking de autores de artigos contendo ao menos um autor brasileiro.	145
Tabela 4.18: Número de patentes relacionadas a tratamentos de superfície e sua intersecção com desgaste e compressores herméticos.	153

Tabela 4.19: Empresas com patentes de compressores herméticos e desgaste.	154
Tabela 4.20: Subclasses da Classificação Internacional de Patentes extraídos das patentes que abordam compressores herméticos e desgaste.	155
Tabela 4.21: Patentes de tratamentos de superfície para compressores .	156
Tabela 4.22: Patentes sobre aplicação de sinterização a compressores	157
Tabela 4.23: Focos de desenvolvimento tecnológico das empresas.	158
Tabela 4.24: Tratamentos de superfície para redução de desgaste em compressores herméticos.	159
Tabela A.1: Patamares mínimo e máximo adotados para as variáveis avaliadas.	185
Tabela A.2: Configurações testadas, tempos e efeitos de cada variável.	187

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Etapas do procedimento de monitoramento, iniciado pelo Diagnóstico (BOUTIN, 1997 ; AFNOR, 1998)	09
Figura 2.2: Esquema representativo do tratamento automatizado da informação	14
Figura 2.3: Informação disponível para análise bibliométrica automatizada	15
Figura 2.4: Evolução dos número de artigos presentes na Web of Science e em suas bases de dados componentes	17
Figura 2.5: Taxa de crescimento do número de artigos presentes na Web of Science e em suas bases de dados componentes.	17
Figura 2.6: Comparação de coberturas entre Compendex e Web of Science.	23
Figura 2.7: Representação do esforço envolvido nas várias etapas da análise da informação. Adaptado de (LEEDS, 2000).	27
Figura 2.8: Exemplo de preparação da informação auxiliada por <i>software</i>	29
Figura 2.9: Gráfico representativo da Lei de Lotka, segundo dados da tabela 2.1.	32
Figura 2.10: Representação da Lei de Bradford, segundo dados da tabela 2.3	34
Figura 2.11: Representação da distribuição de freqüência típica de elementos bibliométricos" (ROSTAINING, 1993)	36
Figura 2.12 Separação de vocabulário não-controlado em 4 zonas (ROSTAINING, 1996)	38
Figura 2.13: Participação de artigos brasileiros publicados em periódicos científicos internacionais indexados, em relação à América Latina e Mundo, 1981-2000 (MCT, 2001)	41
Figura 2.14: Mapeamento de colaboração entre países no assunto estrutura molecular de proteínas em 1993 segundo dados da Web of Science. (GREGOLIN, 2001)	44

Figura 2.15: Estágio de ciclo de vida (MOGEE, 1997).	50
Figura 2.16: Mapa de citação de patentes (Mogee, 1997)	52
Figura 2.17: Etapas do tratamento automatizado da informação	55
Figura 2.18. Representação esquemática de uma processo de eletrodeposição (WEIL e SHEPPARD, 1990).	63
Figura 3.1: Micros Athlon K7 utilizados na reestruturação dos dados.	77
Figura 3.2: Servidor Pentium III 800 Mhz que hospedará a nova base de dados.	77
Figura 3.3: <i>No-breaks</i> que ligam os micros à rede elétrica de emergência.	78
Figura 3.4: Número de patentes originadas de cada país, considerando todas as patentes ou apenas as patentes depositadas em mais de um país.	84
Figura 4.1: Criação de novos campos segundo o método proposto	91
Figura 4.2: Método proposto para preparação dos dados do Metadex e sua integração à análise automatizada da informação.	92
Figura 4.3: Fluxograma da preparação desenvolvida para o Metadex.	94
Figura 4.4: Mudança de estrutura dos dados recuperados no Metadex após aplicação do procedimento desenvolvido.	95
Figura 4.5: Apresentação de resultados de busca na Web of Science. Em destaque, opções de seleção de artigos e limite de recuperação.	97
Figura 4.6: Registro recuperado a partir da Web of Science. Destaque: nome dos autores, afiliação dos autores com endereços e autores citados.	98
Figura 4.7: Representação hierárquica dos dados da Web of Science	99
Figura 4.8: Registro com os campos identificados da Web of Science e seus significados.	100
Figura 4.8 (continuação): Registro com os campos identificados da Web of Science e seus significados.	101
Figura 4.9: Mudanças ocorridas na Web of Science ao longo de sua cobertura.	102

Figura 4.10: Método proposto para preparação de dados da Web of Science e criação da BiblioWoS e sua integração à análise automatizada.	103
Figura 4.11: Inserção dos nomes dos periódicos em cada registro de artigo	104
Figura 4.12: exemplo de códigos e autores presentes no índice de autores criado na operação 5 (exceto primeiros autores).	105
Figura 4.13: Campo Autores Citados antes e depois da 6ª operação.	105
Figura 4.14: Exemplo de registro antes da codificação para o Folio	106
Figura 4.15: Registro da figura 4.14 após a codificação para o Folio.	106
Figura 4.16: Nomes dos arquivos texto utilizados.	108
Figura 4.17: Seqüência de processamento seguida para a criação da BiblioWoS	109
Figura 4.18: Exemplo de registro da BiblioWoS para acesso local.	111
Figura 4.19: Interface "Guided Search" da BiblioWoS acessível localmente.	112
Figura 4.20: Exemplo de registro da BiblioWoS para acesso local.	112
Figura 4.21: Interface "Guided Search" da BiblioWoS para internet.	113
Figura 4.22: Recuperação de dados a partir da versão local da BiblioWoS.	113
Figura 4.23: Método proposto para preparação dos dados do Derwent Innovation Index e sua integração à análise automatizada da informação.	116
Figura 4.24: Fluxograma da preparação desenvolvida para o Innovation Index.	118
Figura 4.25: Mudança de estrutura dos dados recuperados do Innovation Index após aplicação do procedimento desenvolvido.	119
Figura 4.26: Nitretos estudados como recobrimentos para resistência ao desgaste	126
Figura 4.27: Principais recobrimentos de carbonetos estudados para resistência ao desgaste	127

Figura 4.28: Principais ligas metálicas estudadas para uso como recobrimentos resistentes ao desgaste	127
Figura 4.29: Aços estudados para utilização como recobrimentos para resistência ao desgaste	128
Figura 4.30: Principais substratos recobertos com nitreto de titânio	131
Figura 4.31: Principais substratos recobertos com ligas à base de níquel	131
Figura 4.32: Principais recobrimentos para aço carbono	132
Figura 4.33: Mapeamento de formas de aplicação de ligas metálicas para resistência ao desgaste.	133
Figura 4.34: Mapeamento de formas de aplicação de carbonetos para resistência ao desgaste	134
Figura 4.35: Distribuição por país de áreas do conhecimento ligadas a recobrimentos e filmes pesquisadas	138
Figura 4.36: Distribuição por país de áreas do conhecimento ligadas a recobrimentos e filmes pesquisadas	139
Figura 4.37: Mapa de co-citações de autores mostrando grupos de autores co-citados, áreas do conhecimento e palavras-chave relacionadas a cada grupo. Ligação mínima = 20	142
Figura 4.38: Número de patentes originadas de cada país considerando apenas as patentes válidas em mais de um país.	146
Figura 4.39: Países onde foram depositadas patentes sobre compressores herméticos.	147
Figura 4.40: Depósitos anuais de patentes entre 1990 e 1999.	147
Figura 4.41: Número anual de empresas tecnologicamente ativas	148
Figura 4.42: Ciclo de vida do produto compressores herméticos	149
Figura 4.43: Empresas com patentes depositadas sobre compressores herméticos.	150
Figura 4.44: Mapeamento de tecnologias de compressores herméticos.	151
Figura 4.45: Mapeamento de aplicações de compressores herméticos.	152

1 INTRODUÇÃO

Num mundo em rápida mutação, marcado por constantes desenvolvimentos científicos e tecnológicos, integração de mercados e acirrada competição econômica, as organizações precisam de informação para decidir quais as melhores estratégias e ações para sua sobrevivência e desenvolvimento (RETOURNA, 1995).

A disponibilidade atual de informação é enorme. Mais de 1 milhão de novas patentes são depositadas anualmente no mundo todo e o número de títulos de livros à venda atinge a marca de 3,2 milhões (DERWENT, 2001 ; LYMAN, 2000). A informação disponível em formato eletrônico também tem crescido. Em 1995, já havia cerca de 8.000 bases de dados eletrônicas disponíveis para acesso público e no ano 2000 o Lexis-Nexis, um dos maiores serviços de acesso pago a informação on line, tinha 2,5 bilhões de documentos disponíveis, equivalentes a 28 terabytes (PORTER, 1995 ; GIESKES, 2000).

A necessidade das organizações por informação estratégica e o aumento do estoque e fluxo de informação despertou o interesse pela prospecção tecnológica e pela inteligência competitiva, atividades voltadas para prover as organizações com a informação necessária para o posicionamento e ação estratégicos frente às ameaças e oportunidades do ambiente competitivo.

No Brasil particularmente, desde os anos 90, diversas organizações têm se dedicado à formação de recursos humanos, ao desenvolvimento de metodologias, à aplicação interna e à prestação de serviços de prospecção tecnológica e inteligência competitiva, incluindo: MCT - Ministério de Ciência e Tecnologia; MDIC - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior; FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos; IBICT - Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia; INPI – Instituto Nacional de Propriedade Industrial; INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial; NIT/Materiais – Núcleo de Informação Tecnológica em Materiais do Departamento de Engenharia de Materiais da UFSCar; SIQUIM – Sistema de Informação sobre a Indústria Química da UFRJ;

NIC - Núcleo de Inteligência Competitiva da UnB; FABI – Faculdade de Biblioteconomia da PUCAMP; GESID – Grupo de Estudo em Sistemas de Informação e Apoio à Decisão da UFRGS; Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFSC; INT - Instituto Nacional de Tecnologia; CITEC – Centro de Informação Tecnológica do IPT; TECPAR – Instituto de Tecnologia do Paraná; FBTS - Fundação Brasileira de Tecnologia da Soldagem; CenDoTeC - Centro Franco-Brasileiro de Documentação Técnica e Científica; Petrobrás; CPqD e outros.

Em 1997 foi dado um passo importante para a formação de recursos humanos e disseminação do interesse pela prospecção tecnológica e inteligência competitiva no Brasil com o lançamento do Curso de Especialização em Inteligência Competitiva, oferecido anualmente pelo INT em parceria com o IBICT, a Escola de Comunicação da UFRJ e o CRRM da Université Aix-Marseille III da França.

O próprio CRRM teve papel importante no crescimento do interesse pela prospecção tecnológica e inteligência competitiva no Brasil, através de diversas parcerias e interações com instituições brasileiras.

Além do número de entidades ativas, há indicativos mostrando o crescimento do interesse pela área de prospecção tecnológica e inteligência competitiva no Brasil, entre eles: a) a realização do 2º Workshop Brasileiro de Inteligência Competitiva e Gestão do Conhecimento, promovido pela FINEP, IBICT, CenDoTeC e demais parceiros em outubro de 2001 em Florianópolis e que contou com a 450 participantes (no 1º Workshop, em 1999, estavam presentes cerca de 100 participantes); b) a recente criação da ABRAIC - Associação Brasileira dos Analistas de Inteligência Competitiva e c) a existência de pelo menos 3 estudos prospectivos de envergadura atualmente em andamento no Brasil: o "Programa ProspeCTar"¹, do MCT, o "Programa Brasileiro de Prospectiva Tecnológica Industrial"², do MDIC e o "Estudo prospectivo do setor químico-farmacêutico e da área de novos materiais"³ promovido pela FINEP com execução pelo SIQUIM e o NIT/Materiais.

¹ <http://www.mct.gov.br/cct/prospectar/Default.htm>

² <http://www.mdic.gov.br/progacoes/tecnologia/programabrasileiropti.html>

³ <http://www.nit.ufscar.br/moldes/>

O NIT/Materiais foi criado em 1994 com o objetivo contribuir para o desenvolvimento da indústria brasileira através da prestação de serviços de informação tecnológica na área de materiais. Logo o NIT/Materiais identificou que os estudos de prospecção tecnológica e inteligência competitiva têm grande impacto sobre a competitividade na área de tecnologias de materiais e incorporou a realização desses estudos em sua linha de atuação.

Além de uma diversidade de outros serviços de informação tecnológica, incluindo consultas técnicas para solução de problemas industriais específicos, análises de custos e de *layout* de produção, realização de treinamentos, cursos e encontros científicos e planejamento estratégico de empresas, o NIT/Materiais tem obtido sucesso na aplicação de estudos prospectivos e de inteligência competitiva para empresas de micro a grande porte, nacionais ou multinacionais, dos setores industriais de plásticos e borrachas, metal-mecânico, cerâmico, de auto-peças e outros. Além das empresas, entidades patronais, associações comerciais, sindicatos de trabalhadores, grupos de pesquisa e órgãos do governo tem recorrido aos estudos feitos pelo NIT/Materiais.

Os estudos de inteligência competitiva e prospecção tecnológica exigem o uso e técnicas avançadas de tratamento e análise da informação. O NIT/Materiais, através do seu Laboratório de Informação em Materiais – LABIMAT, pesquisa e desenvolve metodologias e ferramentas de informação, úteis para dar suporte às atividades de extensão tecnológica na área de materiais. O NIT/Materiais conta com 3 doutores, 4 doutorandos, mestrandos, alunos de iniciação científica e estagiários, atuantes na linha de pesquisa "informação tecnológica e estratégica em materiais" e envolvendo parcerias com o CRRM – LEPONT, a FINEP, o SIQUIM, o IPT, o INPI e outras instituições.

O grande desafio na área de prospecção tecnológica e inteligência competitiva é o desenvolvimento de métodos e ferramentas para analisar a grande quantidade de informação disponível e produzir a informação de valor estratégico para as organizações. Tendo em vista o crescimento na última década do número e variedade de bases de dados eletrônicas, muita atenção

tem sido dada ao aproveitamento dessas fontes de informação para análise automatizada, podendo ser destacado o uso da bibliometria para a produção de indicadores de ciência e tecnologia

A aplicação da prospecção tecnológica e da inteligência competitiva aos tratamentos de superfície é de grande interesse, tendo em vista que os materiais são oportunidades de inovação, intensamente dependentes de informação e tecnologia. Os compressores herméticos passam por uma fase de desenvolvimento provocado por mudanças na legislação que tornaram mais restritivo o uso de gases refrigerantes

Nesse contexto, o objetivo principal deste trabalho é o desenvolvimento de métodos de preparação automatizada dos dados recuperados de bases de dados eletrônicas para melhorar os resultados obtidos através da análise bibliométrica e que possam ser aplicados pelo NIT/Materiais ou outras organizações para a prospecção tecnológica e a inteligência competitiva na área de materiais.

Neste trabalho, é feita uma revisão bibliográfica sobre o tratamento automatizado da informação no contexto da prospecção tecnológica e da inteligência competitiva. São enfocados a produção de indicadores de ciência e tecnologia a partir da análise bibliométrica, a identificação de bases de dados eletrônicas adequadas para o estudo de tecnologias de materiais, a necessidade de preparação de dados para obter bons resultados na análise bibliométrica e os principais tipos de tratamentos de superfície para o aumento da resistência ao desgaste.

No procedimento experimental são apresentados os softwares e equipamentos. Também são apresentadas as metodologia de preparação e análise bibliométrica dos dados utilizados no trabalho.

Na primeira parte de Resultados e Discussão é feita a proposição e implementação de métodos para a preparação de dados do Metadex, da Web of Science e do Derwent Innovation Index. Na segunda parte do capítulo são apresentados os indicadores sobre tratamentos de superfície para resitência ao desgaste de compressores herméticos obtidos através da análise bibliométrica dos dados preparados.

Os resultados obtidos permitem algumas conclusões: os métodos propostos são adequados para utilização de análise bibliométrica automatizada; a realização de estudos caso a caso permite a generalização dos métodos de preparação dos dados; a finalização da BiblioWoS abre caminho para a realização de uma série de estudos antes inviáveis na área de materiais ou em outras áreas da ciência e tecnologia e, por último, é avaliado que os métodos propostos serão úteis para a atuação do NIT/Materiais.

2 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA APLICADA À PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA EM MATERIAIS

2.1 Fundamentos de prospecção tecnológica e inteligência competitiva

A prospecção tecnológica surgiu nos anos 50 em razão da competição na área de tecnologia militar. A obrigação de estar tecnologicamente à frente do rival e os longos ciclos de desenvolvimento tecnológico levaram os governos da época a buscar formas de antecipar as tecnologias que seriam necessárias no futuro para o prosseguimento dos projetos em andamento. Isso permitia planejar e priorizar ações de P&D para que a tecnologia estivesse desenvolvida no momento necessário (PORTER, 1999).

A prospecção tecnológica baseia-se tanto em informação proveniente de bases de dados como da experiência pessoal de especialistas, para sugerir quais serão os desenvolvimentos futuros. No início das atividades de prospecção tecnológica, havia grande preocupação em quantificar a previsão, especificando quanto tempo levaria para os desenvolvimentos ocorrerem e quais seriam os custos relacionados à tecnologia, dentre outras medidas. Recentemente, surgiu uma nova abordagem que propõe menos preocupação com a quantificação das previsões e um horizonte de antecipação mais distante (LINSTONE, 1999).

Nos anos 90, as empresas substituíram os governos como principais competidores tecnológicos. Com isso, ganhou força a inteligência competitiva, uma atividade associada à prospecção tecnológica, cuja preocupação é identificar quem detém ou desenvolve que tecnologias, conhecimentos, processos, produtos e mercados, para antecipar desenvolvimentos futuros em curto e médio prazos (QUONIAM et al, 1993 ; BOUQUET, 1997 ; BARANAUSKAS, 1998). Empresas que atuam em setores competitivos precisam de informação sobre tecnologias emergentes para melhorar processos e introduzir novos produtos. No entanto, na era da informação, os ciclos de vida tecnológicos são mais curtos, o que pressiona as equipes de P&D das empresas a apresentarem resultados de aplicação imediata e

aumenta o interesse em descobrir e antecipar os desenvolvimentos tecnológicos "dos outros" (PORTER, 1999). A competição também passa a envolver outros aspectos além de tecnologia, como finanças, marketing, logística, parcerias e mercados de atuação (McGONAGLE e VELLA, 1998).

Há diversas técnicas disponíveis para a realização da prospecção tecnológica e da inteligência competitiva. Podem ser citados o método Delphi, para levantamento de opiniões consensuais de especialistas por meio de questionários anônimos, interativos e iterativos; a extrapolação de tendências, que investiga como uma tecnologia evoluiu até o presente e procura extrapolar essa evolução para o futuro; a modelagem correlativa, que visa identificar padrões de interação entre fatos tecnológicos; o monitoramento; o método de cenários e os métodos normativos, dentre outros (TARAPANOFF, 1995 ; VALERIANO, 1998).

O Monitoramento tecnológico é uma das técnicas mais úteis para a prospecção tecnológica e a inteligência competitiva. Ele complementa e facilita outras técnicas, ajudando na definição de variáveis que devem ser incluídas em modelamentos e em análises de tendências. Ele é também importante para a identificação de especialistas para participar de método Delphi e na elaboração de questões críticas para a criação de Cenários (PORTER e DETAMPEL, 1995).

O Monitoramento consiste em coletar, analisar e validar informação sobre desenvolvimentos científicos e tecnológicos em uma área de interesse definida e para dar suporte a uma ação ou decisão específica. Ele pode ser um estudo isolado que é iniciado e concluído em poucos meses ou um esforço contínuo e iterativo. (HOFFMANN et al, 1999). Em qualquer situação, o monitoramento é realizado com base exclusivamente em informação de uso público, embora nem sempre gratuita.

As empresas podem ter seus próprios sistemas de inteligência competitiva, ou recorrer a serviços de organizações especializadas, principalmente no caso de estudos isolados. Nos dois casos, o monitoramento envolve a participação e interação de especialistas em informação, de

especialistas no assunto estudado e da pessoa que fará uso da informação produzida no monitoramento: o tomador de decisão (QUONIAM et al, 1993).

A execução do monitoramento engloba várias etapas, conforme mostra a figura 2.1.

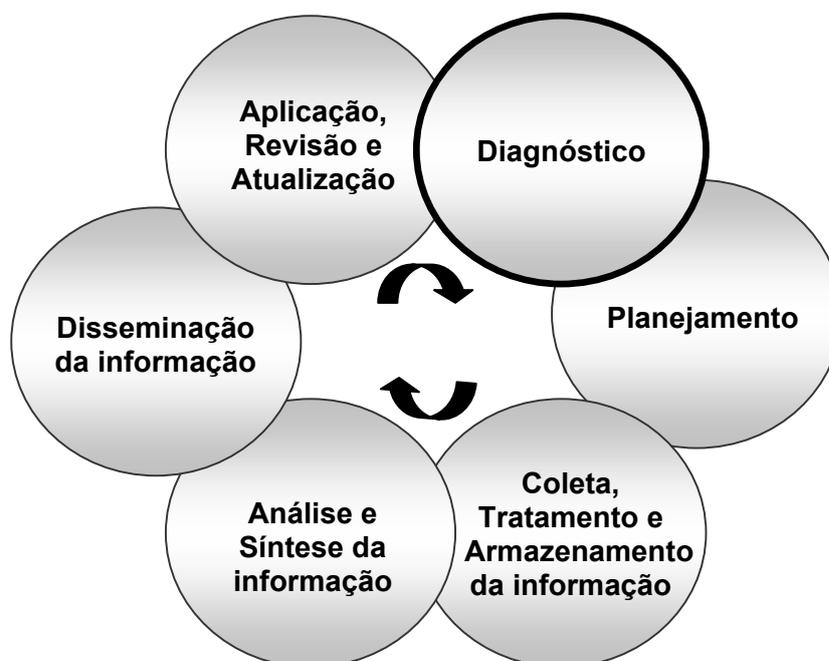


Figura 2.1: Etapas do procedimento de monitoramento, iniciado pelo Diagnóstico (BOUTIN, 1997 ; AFNOR, 1998).

Uma das principais dificuldades relacionadas à recuperação de informação útil para a realização do monitoramento é a má definição das necessidades de informação do tomador de decisão. Quando o assunto não é corretamente e suficientemente definido, ocorre a recuperação de uma grande quantidade de informação pouco pertinente, e portanto, de baixa qualidade (FARIA, 1997 ; SANTOS, 1994). O **diagnóstico** abrange a descrição precisa do assunto de interesse e da utilização final da informação que será produzida. A interação com o tomador de decisão é fundamental nesta etapa.

Normalmente, o especialista em informação tem conhecimento apenas superficial sobre o assunto focalizado no monitoramento. É fundamental que ele compreenda rapidamente o contexto científico e tecnológico em que se

insere o assunto e adquira o vocabulário específico para que a interação com especialistas e o tomador de decisão seja eficiente.

A realização de buscas exploratórias em bases de dados e a consulta a obras de referência é bastante útil nesta fase. A CIP - Classificação Internacional de Patentes é uma fonte de informação importante para a contextualização do assunto. A CIP organiza hierarquicamente as áreas tecnológicas a partir de 8 seções principais que se subdividem sucessivamente até atingir 65 mil códigos que descrevem tecnologias bastante específicas e são atribuídos a patentes no mundo todo (OMPI, 1979). Através da CIP é possível observar como um assunto se insere numa esfera maior do contexto de sua tecnologia, ou, por outro lado, como o assunto divide-se em sub-áreas. A CIP é importante também para obtenção de informação sobre inovação tecnológica (SANTOS, 1995)

Dicionários técnicos, tesouros e handbooks também são importantes para conhecer a terminologia específica sobre o assunto (FARIA, 1997).

Levando-se em consideração os objetivos do monitoramento e as características da área de conhecimento envolvida e suas terminologias, é feito o **planejamento** que deve envolver a determinação dos tipos de informação necessários para o estudo, a seleção das fontes onde a informação deve ser coletada e a definição dos tipos de análise que serão feitos com a informação coletada para a produção da informação estratégica para o tomador de decisão (HOFFMANN, 1997).

Em geral, o monitoramento utiliza informação formal (artigos, patentes, bases de dados, relatórios, etc) e informal (conversas em eventos, opinião de especialistas, etc). As bases de dados estão entre as principais fontes de informação formal para o monitoramento. Existem empresas especializadas em vender acesso a bases de dados, chamados serviços de informação. Alguns dos mais importantes serviços de informação são Dialog, Questel-Orbit, STN, Reuters e Lexis-Nexis. O Dialog, por exemplo, disponibiliza para seus assinantes cerca de 600 bases de dados científicas, de patentes, de negócios e de notícias. O Lexis-Nexis conta com cerca de 2,5 bilhões de documentos em suas bases de dados para acesso pago via internet (GIESKES, 2000).

Para a seleção de bases de dados utilizadas como fontes de informação, é necessário realizar uma análise do seu conteúdo, do período e assuntos cobertos, das opções de recuperação da informação, da qualidade dos dados e do custo da informação, entre outros fatores.

Apesar de essencial, a informação proveniente de bases de dados não é suficiente para a boa realização do monitoramento. A informação informal, buscada através de contatos com especialistas, por exemplo, é necessária para complementar e validar conhecimentos sobre o assunto estudado (DOU, 1997). Os especialistas podem ser encontrados tanto a partir da rede de relacionamentos de quem faz o monitoramento como a partir de buscas realizadas em bases de dados.

A Internet também é uma fonte de informação importante pela diversidade temática apresentada e pelo seu baixo custo de utilização. Ela pode ser considerada ao mesmo tempo como fonte de informação formal e informal. Alguns exemplos de fontes de informação formal disponíveis na Internet são as bases de dados de patentes do Brasil, da Europa e dos Estados Unidos. Essas fontes podem ser consideradas formais uma vez que existe um controle sobre os dados inseridos. Já a informação que está dispersa na rede, fora de bases de dados, são consideradas como informais, uma vez que não existem garantias quanto à sua perenidade e veracidade (BAR-ILAN, 1997 ; OBERSON, 1997).

A internet também oferece oportunidades para localização de especialistas em temas específicos, como os sites de universidades e de cadastramento de profissionais, com destaque no Brasil para a Plataforma Lattes, do CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, 2001).

A **coleta da informação** a partir de bases de dados exige a elaboração de expressões de busca, contendo as palavras-chave relevantes, buscadas nos campos adequados e utilizando linguagem específica de cada base de dados. É importante conhecer os recursos de busca que cada base de dados oferece, como operadores booleanos, operadores de proximidade, caracteres curinga, campos de palavras-chave, classificação e citações. A seleção da

estrutura em que será recuperada a informação de acordo com sua utilização posterior também é importante pois há estruturas apropriadas para a leitura humana e outras mais adequadas para o tratamento automatizado da informação.

A informação não disponível eletronicamente, contida em normas, livros, catálogos e relatórios, tem um processo de recuperação praticamente artesanal. No entanto, é informação importante para complementação da informação de origem eletrônica.

O monitoramento não é apenas busca de informação. As necessidades de informação do tomador de decisão normalmente são bastante específicas e a informação necessária não se encontra pronta em nenhum lugar. A informação coletada precisa ser organizada e explorada para que a partir dela seja produzida uma nova informação, de importância estratégica para o tomador de decisão (FARIA, 1997). A **análise e síntese da informação** pode ser feita por meio de classificações e estatísticas, por exemplo, até que seja obtida uma informação sob medida para as necessidades do tomador de decisão: precisa, confiável, completa e sintética.

A informação analisada e sintetizada precisa chegar ao usuário e isso pode ser feito por meio de apresentações, bases de dados ou relatórios. Normalmente, em uma organização, são necessários diferentes níveis de conhecimento sobre o assunto monitorado. Por isso, recomenda-se a **disseminação da informação** através de 4 relatórios com diferentes níveis de informação (HOFFMANN, 1999 ; BOUTIN, 1997):

- *Relatório Estratégico*: contém a informação estratégica, utilizada para a tomada de decisão. Deve ser sintético, com apenas uma página e conter uma descrição breve do assunto monitorado e recomendações de como o tomador de decisão deve agir;
- *Relatório Geral*: contém uma análise da informação recuperada durante o monitoramento. Deve conter um texto apoiado por figuras, gráficos e mapas para sintetizar a informação em cerca de 30 páginas;
- *Relatório Completo*: abrange toda a informação recuperada e analisada. Inclui cópias integrais dos artigos científicos, patentes, normas ou outros documentos

lidos; cópias dos registros de artigos e patentes extraídos de bases de dados; cópias dos conteúdos de sites pesquisados na internet; transcrições da informação coletada junto a especialistas e fontes de informação informal. Esse relatório deve permitir que o interessado no assunto monitorado possa aprofundar seus conhecimentos. Não há limite de páginas para esse relatório;

- *Relatório de Atualização*: identifica e descreve as fontes de informação mais significativas consultadas e os procedimentos de acesso, de modo a permitir futuras atualizações de conhecimento.

É importante revisar os resultados obtidos com o monitoramento e avaliá-los quanto à utilidade e à profundidade da informação reunida, permitindo o aprimoramento do procedimento e o preenchimento de lacunas sobre o assunto monitorado. A **atualização dos resultados** inclui a verificação sobre mudanças das necessidades que podem ocorrer entre o início e o término do monitoramento ou o prolongamento da monitoramento sem prazo definido para terminar. A atualização envolve a varredura das fontes de informação utilizadas e a busca de outras fontes de informação relevantes para acrescentar novos dados aos relatórios.

A disponibilização de bases de dados eletrônicas aumentou a oferta de informação sobre praticamente qualquer assunto (DOU, 1994 ; PORTER, 2000 ; WORMELL, 1998). No entanto, quando há muita informação disponível, o processo de análise e síntese da informação torna-se mais complexo, exigindo o uso de metodologias adequadas. O fato das bases de dados oferecerem informação abundante, estruturada e eletrônica motivou o surgimento de metodologias de análise da informação auxiliada por computadores, visando à elaboração de informação de alto valor agregado para o tomador de decisão (QUONIAM, 1993)

O *data mining* ou mineração de dados é a atividade voltada para a descoberta de novas informações a partir da identificação de padrões de distribuição e relacionamento de elementos presentes em grandes conjuntos de dados (ZANASI, 2000). Um caso específico do *data mining* é o *text mining*, voltado para a análise e criação de informação a partir de textos estruturados (ZHU, PORTER, 1999). *Data mining* e *text mining* baseiam-se no uso de

linguística, inteligência artificial e estatística para tratar a informação de forma automatizada (ZANASI, 2000).

Recentemente, tem aumentado o uso da bibliometria, atividade voltada para a quantificação da comunicação escrita, para o tratamento automatizado da informação no contexto da prospecção tecnológica e da inteligência competitiva (PORTER, 1995 ; QUONIAM, 1993). A bibliometria já era empregada para estudos de avaliação da produção científica envolvendo o tratamento de grande quantidade de informação para elaboração de indicadores, como rankings de pesquisadores, entidades ou países e mapas de correlação entre pesquisadores, empresas, áreas da ciência ou tecnologias (RINIA, 1998 ; VAN RAAN, 1997). Os indicadores são uma forma de sintetizar e agregar valor à informação.

O processo de tratamento automatizado da informação baseado na bibliometria pode ser sintetizado conforme a figura 2.2

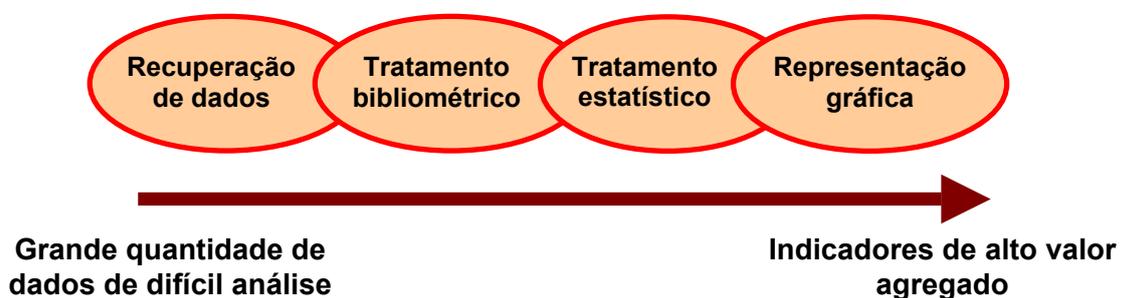


Figura 2.2: Esquema representativo do tratamento automatizado da informação

Nos últimos anos tem crescido o número de bases de dados disponíveis, principalmente via internet, o que aumenta a importância do tratamento automatizado da informação.

2.2 Bases de dados para análise de informação em materiais

O surgimento e a disseminação das bases de dados eletrônicas aumentaram consideravelmente as potencialidades da aplicação do tratamento automatizado da informação. Elas são grandes arquivos armazenados em computadores e contém informações bibliográficas de artigos científicos e de patentes, como título, resumo, autores, fonte, palavras-chave, classificações, citações e etc. Ainda são poucas as bases de dados que fornecem o texto integral dos documentos indexados, entre elas as bases de dados de patentes do Escritório de Patentes dos Estados Unidos (<http://www.uspto.gov>) e do Escritório Europeu de Patentes (<http://ep.espacenet.com>) e as bases de dados inseridas no Projeto Biblioteca Eletrônica da FAPESP (<http://www.probe.br> e <http://www.scielo.br>).

As bases de dados permitem a recuperação rápida de arquivos texto contendo dados bibliográficos estruturados de artigos e patentes em grande quantidade, como ilustra a figura 2.3. (DOU, 1994 ; FARIA, 1997). Os arquivos recuperados podem ser facilmente transferidos do computador em que está a base de dados para o computador onde estão os softwares de análise.

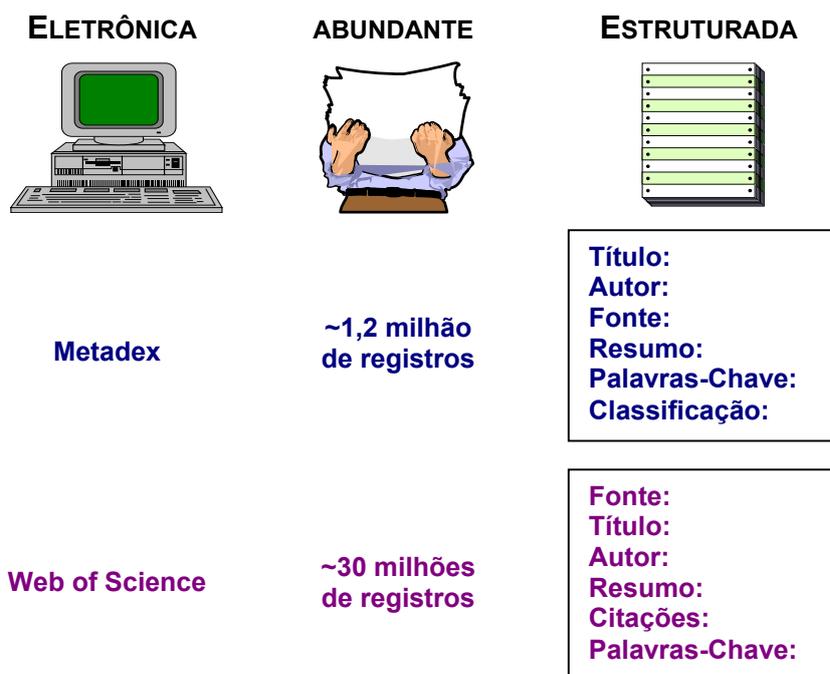


Figura 2.3: Informação disponível para análise bibliométrica automatizada.

Inicialmente disponíveis para consulta via linha telefônica e modem ou através de CD-ROMs, é cada vez maior o número de bases de dados disponíveis via internet (*WideWorldWeb*). O Dialog (<http://www.dialog.com>), um dos maiores serviços de acesso à informação, conta hoje com cerca de 600 bases de dados eletrônicas disponíveis para consulta via internet (DIALOG, 2001).

As universidades e entidades de fomento à pesquisa em diversos países têm procurado proporcionar o acesso da comunidade acadêmica a bases de dados científicas e tecnológicas via internet. Na França, o CNRS – Centre National de la Recherche Scientifique oferece a todos os seus pesquisadores o serviço BiblioSciences, em parceria com a empresa SilverPlatter. Não há custo para os pesquisadores e o acesso a várias bases de dados é ilimitado.

No Brasil, a CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e a FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, em parceria com diversas empresas e instituições como a SilverPlatter, a Elsevier e a BIREME, oferece acesso ao portal Periódicos (<http://www.periodicos.capes.gov.br>) onde estão disponíveis cerca de 13 bases de dados bibliográficas e periódicos com artigos em texto integral, entre outros serviços.

A **Web of Science** é uma das bases de dados disponíveis desde 1997 para instituições de ensino e pesquisa do Brasil em uma parceria FAPESP-CAPES. A Web of Science proporciona acesso a 3 bases de dados de artigos científicos contendo citações produzidas pelo *ISI – Institute for Scientific Information: Science Citation Index Expanded - SCI, Social Science Citation Index – SSCI e Arts & Humanities Citation Index - AHCI*. A Web of Science contém informação bibliográfica e citações de mais de 30 milhões de artigos científicos publicados a partir de 1945, conforme mostrado na figura 2.4, totalizando cerca de 55 Gigabytes de informação armazenada, e apresentando uma taxa de crescimento de aproximadamente 1,2 milhão de artigos por ano, conforme apresentado na figura 2.5.

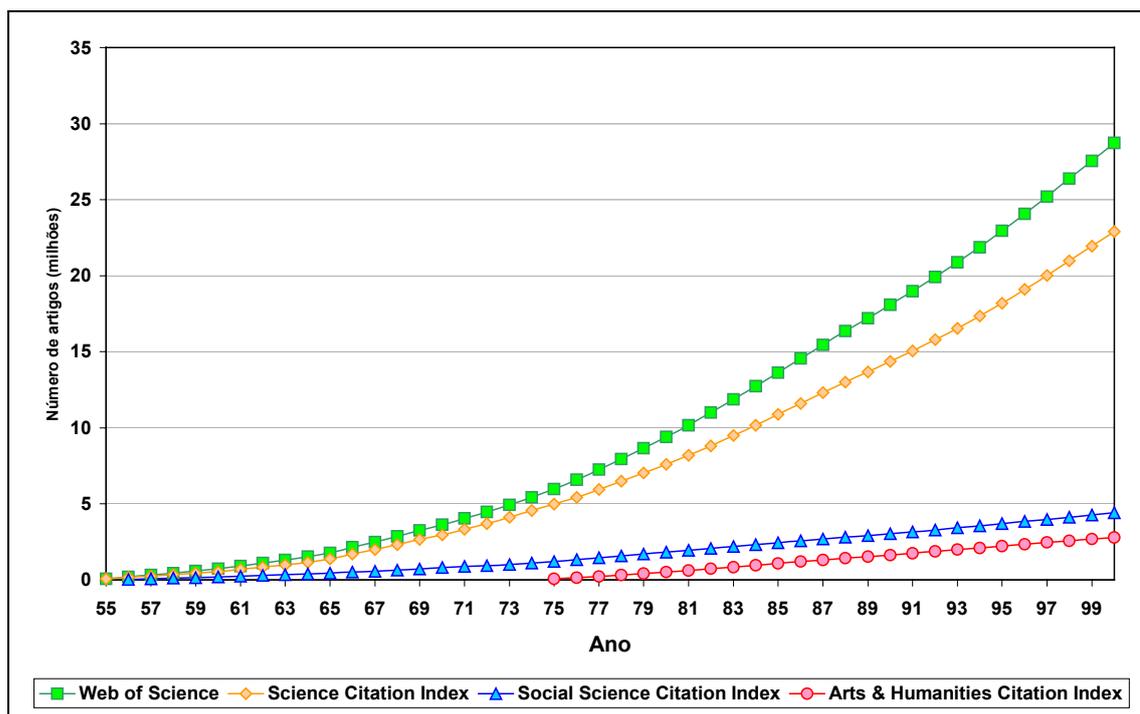


Figura 2.4: Evolução dos número de artigos presentes na Web of Science e em suas bases de dados componentes.

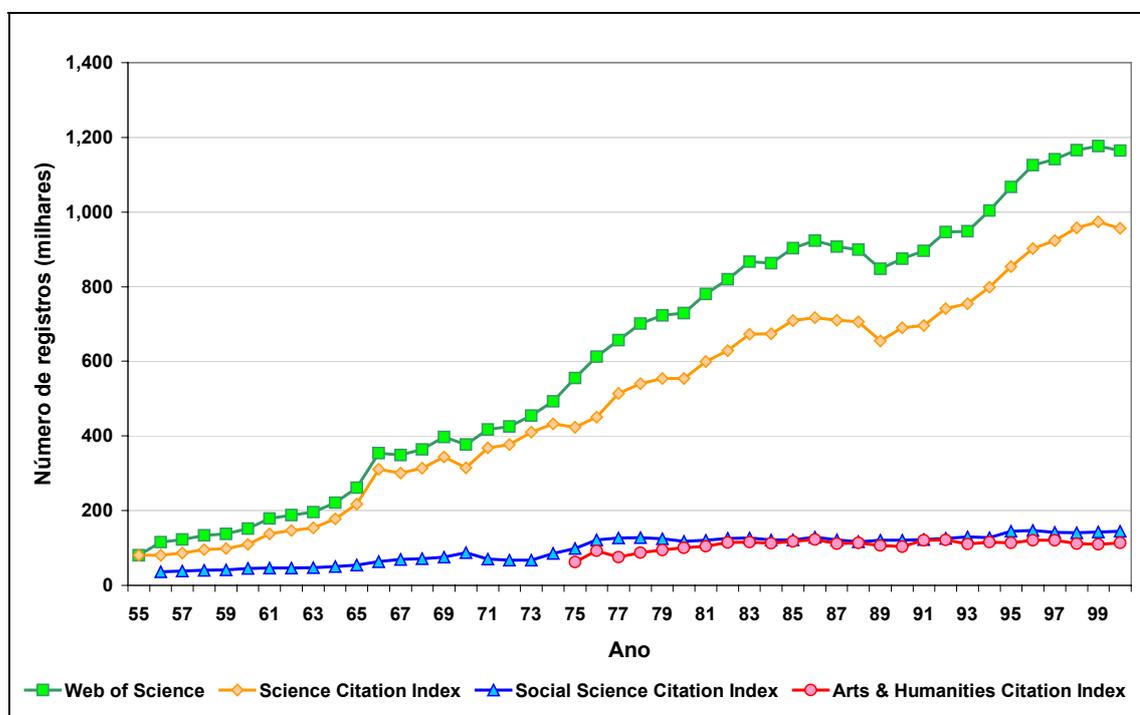


Figura 2.5: Taxa de crescimento do número de artigos presentes na Web of Science e em suas bases de dados componentes.

O conteúdo da Web of Science é equivalente à soma das 3 bases de dados produzidas pelo ISI:

- Science Citation Index Expanded - SCI: Base de dados multidisciplinar que indexa 5.300 periódicos de 164 áreas da ciência. É a base de dados científica mais conhecida internacionalmente e principal fonte de informação para a análise de citações. Representa mais de 75% do conteúdo da Web of Science. Contém cerca de 23 milhões de artigos indexados e cresce a uma taxa de 19 mil novos artigos por semana. Cerca de 70% dos artigos indexados apresentam resumos em inglês (FAPESP, 2000 ; ISI, 1997 ; ISI, 1998). Algumas das áreas do conhecimento cobertas são:

- | | | |
|-----------------|-------------------------|---------------|
| • Agricultura | • Ciência dos Materiais | • Oncologia |
| • Astronomia | • Cirurgia | • Pediatria |
| • Biologia | • Farmacologia | • Psiquiatria |
| • Bioquímica | • Física | • Química |
| • Biotecnologia | • Matemática | • Veterinária |
| • Botânica | • Medicina | • Zoologia |
| • Ciência da | • Neurologia | |

- Social Sciences Citation Index - SSCI: Base de dados multidisciplinar que indexa 1.700 periódicos de 50 áreas das ciências sociais. Contém aproximadamente 4,4 milhões de artigos indexados e cresce a uma taxa de 2.900 novos artigos por semana. Aproximadamente 60% dos artigos indexados apresentam resumo em inglês (FAPESP, 2000 ; ISI, 1998 ; ISI, 1997a). Algumas das áreas do conhecimento cobertas são:

- | | | |
|-------------------------|---------------|------------------------|
| • Antropologia | • Filosofia | • Questões sociais |
| • Abuso de substâncias | • História | • Relações industriais |
| • Ciência da informação | • Legislação | • Saúde pública |
| • Ciência política | • Linguística | • Sociologia |
| • Estudos da mulher | • Psicologia | • Trabalho comunitário |
| • Estudos urbanos | • Psiquiatria | |

- **Arts & Humanities Citation Index - AHCI:** base de dados multidisciplinar que indexa 1.100 periódicos das áreas de artes e humanidades. Conta atualmente com cerca de 2,8 milhões de artigos indexados e cresce a uma taxa de 2.500 novos artigos por semana (FAPESP, 2000 ; ISI, 1998). Algumas das áreas do conhecimento cobertas são:

- Arqueologia
- Arquitetura
- Arte e Dança
- Estudos asiáticos
- Filosofia
- Folclore
- Idiomas
- Lingüística
- Literatura
- Música
- Poesia
- Rádio, TV e cinema
- Religião
- Revisões literárias
- Teatro

A Web of Science proporciona a recuperação de dados bibliográficos, tais como título, autores, entidades de afiliação dos autores e seus endereços, nome do periódico onde o artigo foi publicado, citações e ano de publicação, dentre outros, de todos os artigos indexados. Para artigos indexados a partir de janeiro de 1991, podem ser obtidos também o resumo em inglês e as palavras-chave que descrevem o artigo.

As informações sobre os artigos podem ser buscadas pelos nomes dos autores, pelos nomes dos periódicos, pelas instituições de afiliação dos autores ou por palavras que constem de seus títulos. Para artigos indexados a partir de 1991, as buscas podem ser feitas também por palavras-chave ou por palavras do resumo.

Uma característica que torna as bases de dados contidas na Web of Science únicas é a inclusão de dados referentes às citações nos seus registros de artigos. Isso cria a possibilidade de busca de informação através das citações e de recuperação de dados referentes a artigos citados. Assim, além dos recursos tradicionais, é possível buscar artigos que citaram um autor ou um artigo específico e, para um dado artigo, é possível encontrar os artigos que o citaram e os que foram citados por ele, constituindo uma configuração em rede pela qual é possível "pular" de um artigo para outro.

A presença de informação sobre citações na Web of Science também é fundamental para a análise de citações e de co-citações, que são metodologias

das mais importantes para o tratamento automatizado da informação e a elaboração de indicadores bibliométricos. No entanto, quando criou suas bases de dados, o ISI decidiu apresentar nos dados sobre citações apenas o nome do primeiro autor de cada artigo citado. Esse fato tem como consequência a sub-avaliação do número de citações recebidas pelos pesquisadores (COURTIAL, 1990 ; SPINAK, 1996a).

Outra característica que diferencia a Web of Science de outras bases de dados é o fato de ela ser multiafiliação. A Web of Science indica todos os países de origem dos autores de artigos, mas não fornece informação precisa sobre que autor é de que país. Por isso, é possível identificar com precisão os artigos publicados com a participação de pelo menos um autor de determinado país, mas a identificação dos autores de um determinado país é imprecisa (SPINAK, 1998).

Em vez de indexar um grande número de periódicos de cada área do conhecimento, o ISI se propõe a avaliar os periódicos e selecionar os melhores de cada área para indexá-los. O ISI estabelece alguns pré-requisitos considerados mínimos para a inclusão de um periódico nas suas bases de dados, entre eles (TESTA, 1997):

- regularidade de publicação;
- diversidade internacional de autores e autores citados;
- qualidade editorial do periódico, incluindo a apresentação de informação bibliográfica e de referências bibliográficas completas, afiliação dos autores, título e resumo descritivos;
- presença de título, resumo e palavras-chave em inglês
- avaliação por pares para decisão de publicação de artigos no periódico

Os periódicos que atendem a esses pré-requisitos são avaliados principalmente com base na análise de citações, na lei de distribuição de Bradford e na "lei de concentração" proposta de Garfield para a decisão se serão inseridos na cobertura do ISI. Segundo a Lei de Bradford, um número relativamente pequeno de periódicos publica a maioria dos resultados significativos da pesquisa científica. Garfield propõe uma complementação

dessa lei segundo a qual os periódicos que compõe o Núcleo de uma área de conhecimento cobrem boa parte da Dispersão de outras áreas e dessa maneira bastaria a uma base de dados indexar os periódicos que compõe os núcleos de todas as áreas do conhecimento para cobrir também grande parte da dispersão dessas áreas (SPINAK, 1998). Análises de citação recentes indicam que 150 periódicos são responsáveis por 25% dos artigos publicados e 50% dos artigos citados e que 2.000 periódicos são responsáveis por 85% dos artigos publicados e 95% dos artigos citados (TESTA, 1997).

Apesar de haver concordância no meio acadêmico sobre a concentração da publicação de resultados científicos em um número relativamente pequeno de periódicos, há controvérsias sobre os critérios utilizados pelo ISI para selecionar os periódicos indexados. Muitos pesquisadores afirmam que os critérios adotados pelo ISI privilegiam a inclusão de periódicos dos Estados Unidos e de países de língua inglesa nas suas bases de dados. Dos mais de 8.500 periódicos indexados pela Web of Science, aproximadamente 3.200 são provenientes dos Estados Unidos e apenas 16 do Brasil. (VELHO, 2001 ; SPINAK, 1998 ; LUWELL, 1999).

Por serem bases de dados com um conjunto único de características (multidisciplinares, com dados de afiliação de todos os autores, informação sobre as citações e 30 milhões de registros) a Web of Science e seus componentes SCI, SSCI e AHCI são utilizadas no mundo todo para a elaboração de indicadores em grande parte dos estudos de avaliação científica. No Brasil tanto o Ministério da Ciência e Tecnologia como a FAPESP utilizam dados do ISI para a elaboração de seus indicadores de ciência e tecnologia (MCT, 2001 ; FAPESP, 1998).

Além da Web of Science e suas componentes, as outras únicas bases de dados multidisciplinares de importância expressiva são a **Pascal** e a **Francis**, produzidas pelo Instituto Nacional de Informação Científica e Técnica da França (<http://www.inist.fr>). Juntas, elas contam hoje com cerca de 16,5 milhões de registros de artigos científicos. Estudo recente mostra que a Pascal e a Web of Science têm coberturas complementares e que o uso da Pascal

enriquece a análise da produção científica a partir de indicadores (CENDOTEC, 2001).

Além das bases de dados multidisciplinares, há muitas bases de dados voltadas para a cobertura de áreas específicas da ciência e tecnologia. Para a área de metalurgia em particular, o **Metadex** é a base de dados que proporciona a melhor cobertura das publicações científicas. Ela é produzida pela *The Materials Information Society* (<http://www.asm-intl.org>) e cobre documentos científicos sobre metais e ligas metálicas, e corresponde às publicações em papel “Metals Abstracts”, “Metals Abstracts Index” e “Alloys Index”.

O Metadex disponibiliza aproximadamente 1,2 milhão de referências bibliográficas e resumos de artigos científicos, livros, patentes, dissertações, teses, artigos de conferências e outros tipos de documentos (MATERIALS INFORMATION, 1996). Os principais tópicos abordados são processos de fabricação, propriedades e aplicações de metais e ligas metálicas, classes de materiais, compostos intermetálicos e sistemas metálicos.

O Metadex está disponível para acesso através de *CD-ROM* ou *on line*. A versão em *CD-ROM*, distribuída pelo Dialog cobre o período de 1966 até o presente, com atualização a cada três meses. O Metadex também está disponível para acesso via internet no Dialog.

Além dos dados bibliográficos, os registros do Metadex são classificados e indexados com palavras-chave (descritores). A classificação define grandes áreas de estudo dos materiais, como por exemplo: Compósitos, Estruturas e Componentes de Engenharia, Produção de Ligas Ferrosas, Propriedades Mecânicas, Extração e Refino e Fundição. Cada um dos documentos é classificado como pertencente a um ou mais desses assuntos. A indexação dos registros do Metadex é feita de acordo com descritores pertencentes a um tesauro do próprio produtor do Metadex. Os descritores definem materiais, produtos,

aplicações, processos, propriedades e formas dos materiais. Mais detalhes sobre os descritores do Metadex podem ser vistos no anexo 1.

A especialização do Metadex na metalurgia tornam essencial a utilização dessa base de dados para estudos bibliométricos realizados sobre essa área do conhecimento.

Na área de engenharia, o **Compendex**, produzido pela empresa Engineering Index (<http://www.ei.com>), conta hoje com mais de 6 milhões de registros de artigos de periódicos, artigos de congressos e relatórios desde 1970. Através de um convênio com a CAPES, o Compendex está disponível via internet, sem custo para o usuário, nas universidades públicas brasileiras. Sua cobertura na engenharia é mais profunda que a da Web of Science, com 5.000 publicações no Compendex contra 785 periódicos de engenharia na Web of Science, como ilustra a figura 2.6.

Química	Engenharia	Física	Ciências Sociais	Medicina e Saúde	Outras áreas
	785 periódicos	Web of Science 30 milhões de registros multidisciplinar			
	2.600 periódicos	Compendex 6 milhões de registros Especializada			

Figura 2.6: Comparação de coberturas entre Compendex e Web of Science.

Exemplos de outras bases de dados que cobrem áreas específicas da ciência e tecnologia são o Chemical Abstracts (American Chemical Society - <http://www.cas.org>), para a química e o Inspec (Institution of Electrical Engineers - <http://www.iee.org.uk/publish/inspec/>) para a física, eletrônica, computação e tecnologia de informação.

Existem ainda importantes bases de dados científicas brasileiras. A **SciELO** (<http://www.scielo.br>), criada em 1997 através de cooperação entre a FAPESP e a BIREME, contém cerca de 14.000 artigos indexados e disponibilizados na íntegra, parte deles em português e parte em inglês. Apesar de ser ainda recente e relativamente pequena, ela é importante para a análise da pesquisa científica brasileira devido à cobertura focada em revistas brasileiras de qualidade. Das 63 revistas indexadas atualmente na SciELO, apenas 16 estão indexadas na Web of Science.

A **Plataforma Lattes** (<http://lattes.cnpq.br>), fruto de esforço do CNPq e de parceiros em reunir e disponibilizar informação sobre e para a comunidade acadêmica brasileira. Atualmente, a Plataforma Lattes conta com cerca de 111 mil currículos de professores, pesquisadores e alunos de pós-graduação brasileiros, além de sua produção científica, linhas de pesquisa e grupos de pesquisa de que participam, dentre outras informações, o que a torna uma fonte fundamental para a análise da produção científica brasileira.

As bases de dados de patentes constituem importante fonte de informação técnica e tecnológica. O **Derwent Innovation Index**, produzido pela empresa Derwent (<http://www.derwent.com>) é uma das mais importantes bases de dados internacionais de patentes. Ela contém mais de 10 milhões de documentos de patentes desde 1963, cobrindo as áreas de química, engenharia, eletricidade e eletrônica. Ela está disponível para instituições de ensino e pesquisa do Brasil em uma parceria FAPESP-CAPES (<http://dii.derwent.com>).

Como a maior parte das bases de dados de patentes, o Innovation Index permite a busca de patentes por nome de inventor, nome da empresa detentora da patente, códigos da Classificação Internacional de Patentes e palavras presentes no título e resumo das patentes. No entanto, o Innovation Index tem características que o diferenciam de outras bases de dados de patentes.

A Derwent chama de “família de patentes” o conjunto de patentes depositadas em vários países sobre a mesma invenção. No Innovation Index, cada registro corresponde a uma família de patente. Essa característica é

importante para evitar a contagem de uma invenção depositada em vários países como várias invenções e também para indicar todos os países onde determinada invenção foi depositada, o que indica uma intenção de exploração ou reserva de mercado (MOGEE, 1997).

Os títulos e resumos das patentes inseridas no Derwent são revisados para tornarem-se mais concisos e descreverem melhor as invenções e reivindicações. Além disso, a Derwent classifica e indexa os documentos de patentes. A classificação é feita automaticamente e fornece uma indicação da área tecnológica em que a patente está inserida. A indexação é feita através da atribuição manual de um ou mais códigos (Derwent Manual Codes) que indicam a novidade e a aplicação das patentes. (DERWENT, 2001)

A empresas detentoras de patentes são identificadas tanto pelo nome como por um código atribuído pela Derwent (Company Codes). Os códigos de empresa têm a função de agrupar as empresas controladas por um mesmo grupo sob um código único. Existem cerca de 21.000 códigos de empresas. No entanto, apenas empresas com um mínimo de patentes depositadas recebem um código padronizado. Empresas que não atingem esse valor mínimo e inventores independentes recebem códigos não padronizados (COURTIAL, 1990).

O Innovation Index apresenta informação sobre os documentos (patentes ou artigos científicos) citados nas patentes. As citações existentes em patentes são diferentes das citações de documentos científicos. Elas são atribuídas pelo funcionário do Instituto de Propriedade Industrial encarregado de examinar e julgar se o pedido de patente deve ou não ser concedido. O examinador cita na patente documentos que ele considera relevantes para a invenção e que podem determinar a limitação das reivindicações feitas pelo inventor. As citações de patentes permitem a realização de análises de valor econômico, de significância tecnológica e de ciclo de vida das invenções (MOGEE, 1997).

Uma das limitações do Innovation Index, comum a todas as bases de dados de patente, é o atraso de informação referente aos anos mais recentes. A publicação de patentes segue uma dinâmica diferente da publicação de

artigos científicos e os países têm diferentes procedimentos de publicação das patentes. No maior parte dos países, as patentes são publicadas 18 meses após a sua data de prioridade (data do depósito da patente no primeiro país em que ela foi depositada), independentemente de terem sido concedidas, indeferidas ou ainda estarem em julgamento. Os Estados Unidos só publicam patentes após a sua concessão, o que leva cerca de 2 anos desde o depósito. Esse fato faz com que em geral os dados de patentes para os 2 anos mais recentes estejam incompletos e torna recomendável que as patentes sejam utilizadas em estudos de períodos mais longos (MOGEE, 1997).

Pelas suas características, o Innovation Index é uma das bases de dados de patentes mais úteis para a elaboração de indicadores de tecnológicos a partir de tratamento automatizado da informação.

É importante considerar que cada base de dados reflete a produção científica ou tecnológica de uma forma única. É preciso conhecer as bases de dados disponíveis para poder selecionar as mais adequadas à natureza do estudo que se pretende realizar. A utilização de mais de uma base de dados normalmente enriquece os resultados da análise pois proporciona visões que podem ser comparadas sobre o assunto estudado.

Apesar do uso de bases de dados ter facilitado o acesso à informação, as bases de dados normalmente são construídas para armazenamento e localização de documentos. Raramente os dados recuperados podem ser diretamente utilizados pelos softwares de análise bibliométrica automatizada (QUONIAM, 1993 ; MOGEE, 1997).

Em grande parte das aplicações do tratamento automatizado, a estrutura da informação recuperada das bases de dados é incompatível com o padrão necessário para o uso dos softwares. Em outras situações, a informação extraída das bases de dados precisa ser complementada com informação proveniente de outras fontes. Nesse contexto, torna-se vital a preparação dos dados, uma etapa de ligação entre a recuperação e o tratamento bibliométrico, que tem grande impacto sobre a qualidade dos resultados da análise (RINIA, 1998 ; VAN RAAN , 1997 ; KOSTOFF, 1997).

A preparação dos dados deve ajustar-se às condições em que o tratamento é realizado. Para estudos focalizados e de duração relativamente curta, como alguns dos trabalhos de inteligência competitiva, a preparação dos dados normalmente é desenvolvida especificamente para esse estudo. Para estudos sistemáticos e de duração mais longa, como a produção de indicadores para a avaliação da produção científica, a preparação dos dados torna-se um processo contínuo e sistemático que visa à criação de um sistema de informação perene, aprimorado ao longo do tempo com a experiência resultante de sucessivas aplicações (VAN RAAN, 1997).

A manipulação de dados, da ordem de Gbytes em alguns casos, para a implementação de sistemas prontos para a realização de análises, é uma tarefa que exige trabalho de alta qualidade (VAN RAAN, 1997). Estima-se que a preparação dos dados consuma cerca de 60% de todo o esforço empreendido no tratamento automatizado, como indica a figura 2.7 (LEEDS, 2000).

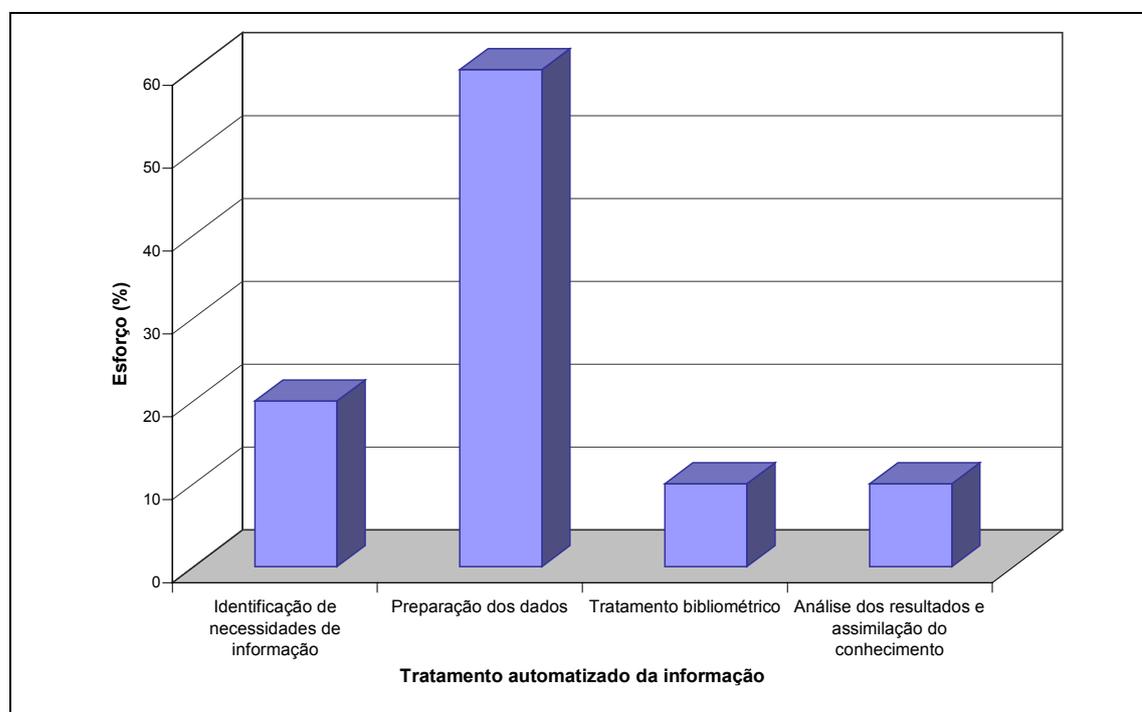
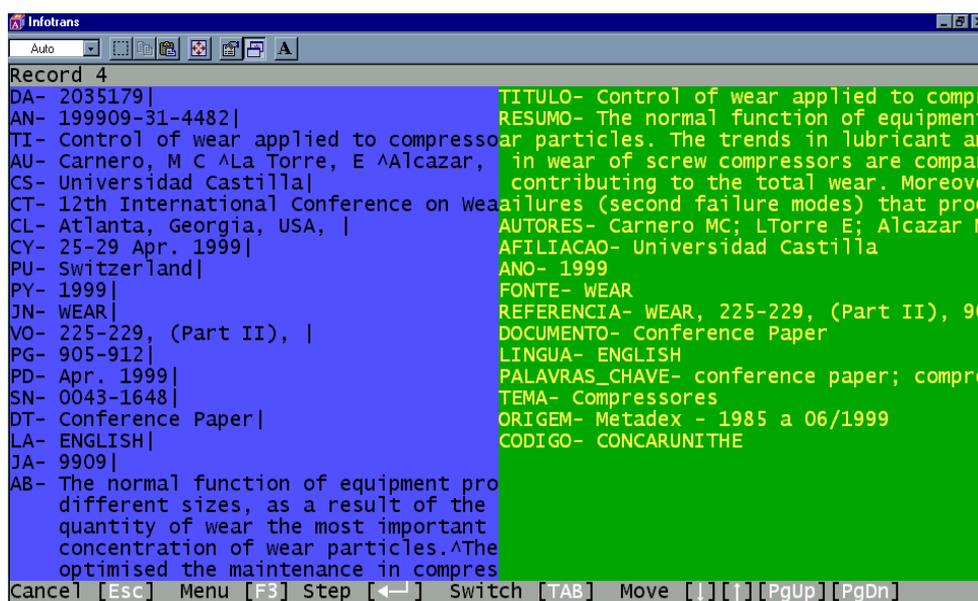


Figura 2.7: Representação do esforço envolvido nas várias etapas da análise da informação. Adaptado de (LEEDS, 2000).

Como a recuperação da informação em bases de dados e a análise bibliométrica são assistidos por computador, também a preparação deve ser tanto quanto possível automatizada, para não constituir um gargalo no processo de tratamento automatizado. Algumas tarefas da preparação de dados que podem ser automatizadas incluem:

- Reestruturação de dados recuperados para adaptação à estrutura exigida pelos *softwares* de tratamento automatizado;
- Padronização e integração de dados recuperados em mais de um fonte de informação
- Reestruturação do conteúdo dos campos existentes, para correção de erros, agrupamento de conceitos e uniformização de nomes de autores ou organizações;
- Criação de novos campos a partir do conteúdo de campos já existentes;
- Criação de novos campos contendo informação externa à base de dados, como classificação, por exemplo;
- Eliminação de campos e dados desnecessários ao tratamento automatizado.

A preparação normalmente é feita a partir de arquivo texto (.txt) contendo os registros recuperados e têm como resultado um novo arquivo texto. A figura 2.8 apresenta um exemplo de preparação de dados utilizando o software infotrans, envolvendo a criação de um novo arquivo texto (à direita) a partir do arquivo texto recuperado da base de dados (à esquerda).



Antes da preparação

Depois da preparação

Figura 2.8: Exemplo de preparação da informação auxiliada por *software*.

Há alguns softwares que podem ser utilizados para a preparação automatizada dos dados, entre eles o Pro-Cite, o Folio Search and Replace e o Infotrans. Além dos *softwares* mencionados e outros, é possível utilizar linguagens de programação, como Visual Basic e Perl, para realizar a preparação dos dados, principalmente quando são necessárias operações mais complexas (SCHWARTZ, 1998).

A criação de uma base de dados operacional contendo os dados preparados, permite integrá-los e armazená-los antes do uso da bibliometria. Embora a criação de uma base de dados operacional seja opcional, uma vez que os dados preparados podem ser tratados sem a necessidade de armazenamento, ela é recomendada pois permite uma maior interação da pessoa que faz as análises com os dados. Essa interação permite a identificação de problemas com os dados não detectados anteriormente ou a verificação de possibilidades de ampliar ou restringir a busca realizada. Em estudos sistemáticos, a criação da base de dados operacional é obrigatória pois a qualidade desses estudos depende da constituição de um sistema de informação aprimorado ao longo do tempo e que incluindo dados bem preparados, ferramentas e metodologias adequadas (VAN RAAN, 1997).

Os softwares utilizados para a criação de bases de dados operacionais devem ter facilidade de importação e exportação de dados, além de recursos de busca avançados. Há diversos *softwares* comerciais capazes de gerar bases de dados com esses requisitos, entre eles o Idealist e o Folio.

2.3 Tratamento automatizado e análise bibliométrica da informação

A bibliometria pode ser definida como o ramo da Ciência que se ocupa em quantificar os processos de comunicação escrita, envolvendo o estudo quantitativo da produção, disseminação e uso da informação registrada (SPINAK, 1998; MACIAS-CHAPULA, 1998; ROSTAING, 1993 ; VAN RAAN, 1997). Embora o termo bibliometria só tenha sido criado em 1969 por Alan Pritchard, ela surgiu no início do século XX como uma forma dos cientistas e bibliotecários acompanharem o rápido desenvolvimento das várias áreas da ciência. Foi nessa época que os cientistas começaram a perceber que a quantidade de conhecimento científico gerado continuamente ultrapassava a sua capacidade de leitura, e portanto, era preciso criar novas formas de acompanhar o desenvolvimento da ciência, ou ao menos, da área do conhecimento de sua especialização (ROSTAING, 1996).

Também os profissionais da informação sentiram dificuldade em acompanhar o conhecimento gerado, mas sob um ponto de vista diferente: a cada dia surgiam novos periódicos e publicações e os responsáveis por centros de informação, na impossibilidade financeira de adquirir para o seu acervo todos os periódicos e publicações, precisaram buscar maneiras para selecionar quais eram os mais significativos (ROSTAING, 1996).

Além da bibliometria, há outras áreas que se ocupam da medição da informações. A cientometria consiste na aplicação das mesmas técnicas da bibliometria, mas estritamente a documentos científicos e com o objetivo de estudar a ciência e seus processos de comunicação. Existe também o termo informetria, empregado para o estudo dos aspectos quantitativos da informação em qualquer formato (e não apenas registros referenciais e textos completos,

como na bibliometria) e a qualquer grupo social (e não apenas a cientistas, como a cientometria). As fronteiras entre bibliometria, cientometria e informetria não são bem definidas e existe um certo caos terminológico na área (COURTIAL, 1990 ; MACIAS-CHAPULA, 1998; WORMELL, 1998 ; SPINAK, 1998 ; CALLON et al, 1993).

A bibliometria baseia-se na contagem de artigos científicos, patentes e citações. Dependendo da finalidade do estudo bibliométrico, podem ser considerados como dados tanto o texto escrito que compõe a publicação como os elementos presentes em registros sobre publicações extraídos de bases de dados bibliográficas, como nomes dos autores, título, fonte, idioma, palavras-chave, classificações e citações (ROSTAING, 1996 ; RAVICHANDRA RAO, 1986 ; ZHU et al, 1999).

Alguns pesquisadores observaram que a distribuição de freqüência dos dados em um texto ou em um conjunto de referências bibliográficas segue certos padrões. Essas observações deram origem às leis de Lotka, Bradford e Zipf que servem de base para diversas aplicações e técnicas de análise surgidas posteriormente (WORMELL, 1998).

Lotka preocupava-se em determinar a contribuição de cada autor para o avanço da Ciência. Em 1926 ele propôs um modelo que relacionava o número de publicações ao número de autores em um determinado tema científico. Lotka observou que, independente do tema focalizado, poucos autores têm um número elevado de publicações e muitos autores têm poucas publicações. Lotka identificou que o número de autores com um certo número de publicações obedece à relação (ROSTAING, 1996 ; COURTIAL, 1990 ; RAVICHANDRA RAO, 1986)

$$y = \frac{C}{x^2} \quad (2.1)$$

onde: **C** é uma constante, **y** é o n° de autores e **x** é o n° de publicações

Para ilustrar melhor o raciocínio de Lotka, podemos imaginar que, para um determinado assunto, foram encontrados 1000 autores que publicaram 1

artigo, 250 autores que publicaram 2 artigos, 111 autores que publicaram 3 artigos e assim por diante, conforme apresentado na tabela 2.1.

Tabela 2.1: Número de autores e respectivos nº de publicações sobre um tema.

Nº de Autores	Nº de Publicações
1000	1
250	2
111	3
62	4
40	5
28	6
20	7

Lotka plotou esses valores em escalas logarítmicas, conforme a figura 2.9, e observou que a melhor função para descrevê-los era uma reta.

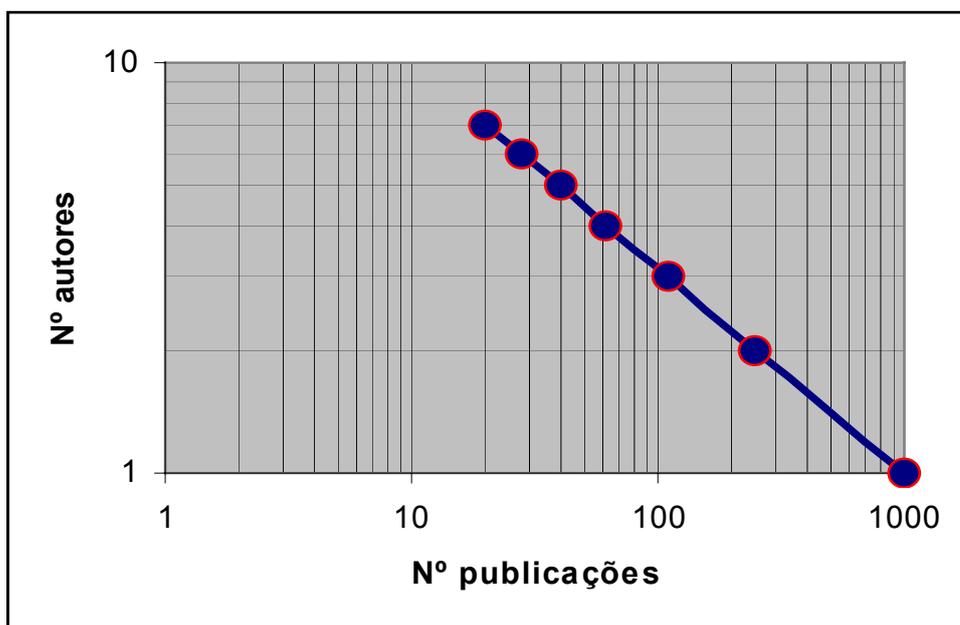


Figura 2.9: Gráfico representativo da Lei de Lotka, segundo dados da tabela 2.1.

Lotka deduziu que a equação da reta era $y = C/x^n$, onde C é uma constante determinada pela intersecção da reta com o eixo y . n pode ser determinado a partir da inclinação da reta. Uma inclinação de 45° corresponde

a $n = 2$. Lotka propôs que o valor de n seria sempre 2. Outros autores dizem que n tende mais para 3 que para 2. Outra corrente defende que para cada tema estudado há um valor ótimo de n que deve ser determinado (ROSTAINING, 1996 ; RAVICHANDRA RAO, 1986 ; EGGHE, 2001).

Bradford preocupava-se em desenvolver um método para selecionar os periódicos mais representativos para uma área da ciência. Em 1934 ele propôs um modelo para a repartição de periódicos segundo sua capacidade de representar um tema científico. Bradford observou que os periódicos contém artigos sobre muitos temas e escolheu o número de artigos relacionados ao tema focalizado, apresentado por cada periódico, como medida da capacidade do periódico representar o tema (ROSTAINING, 1996 ; BRADFORD, 1961)

A Lei de Bradford diz que uma vez selecionados os periódicos que abordam um assunto específico, contados os artigos sobre o assunto de cada periódico e organizada uma lista dos periódicos em ordem decrescente de número de artigos sobre o assunto, é possível formar grupos com número crescente de revistas e com número de artigos por grupo constante, segundo a proporção n, n^2, n^3, \dots , onde n é o número de revistas no primeiro grupo, chamado por Bradford de Núcleo (ROSTAINING, 1996 ; BRADFORD, 1961). Como ilustração, pode-se considerar um conjunto de 50 periódicos que abordam um assunto científico. O número de artigos sobre o assunto, encontrados em cada periódico, é mostrado na tabela 2.2.

Tabela 2.2: Número de artigos de 50 periódicos que abordam um assunto

Revista	Nº artigos								
A	4	K	4	U	2	e	1	o	1
B	1	L	8	W	1	f	2	p	2
C	4	M	1	V	6	g	1	q	1
D	6	N	4	X	6	h	1	r	4
E	2	O	2	Y	2	i	4	s	4
F	2	P	1	Z	1	j	2	t	1
G	1	Q	8	a	8	k	1	u	1
H	6	R	1	b	1	l	1	w	6
I	1	S	4	c	1	m	4	v	2
J	2	T	2	d	2	n	2	x	1

A partir da tabela 2.2 pode-se calcular os dados constantes nas colunas A e B da tabela 2.3. Esses dados são tratados para obtenção das colunas D e E da tabela 2.3 que são depois apresentados em forma gráfica.

Tabela 2.3: Cálculos realizados para ilustração da Lei de Bradford

A	B	C = ΣA	D = $\Sigma(A \times B)$	E = Log C
Nº Revistas	Nº artigos	Nº acumulado de revistas	Nº acumulado de (Nº revistas x Nº artigos)	Logaritmo do Nº acumulado de revistas
3	8	3	24	0,48
5	6	8	54	0,90
9	4	17	90	1,23
13	2	30	116	1,48
20	1	50	136	1,70

O gráfico obtido a partir das colunas D e E, apresentado na figura 2.10, ilustra a variação do número de artigos em função do logaritmo do número de periódicos.

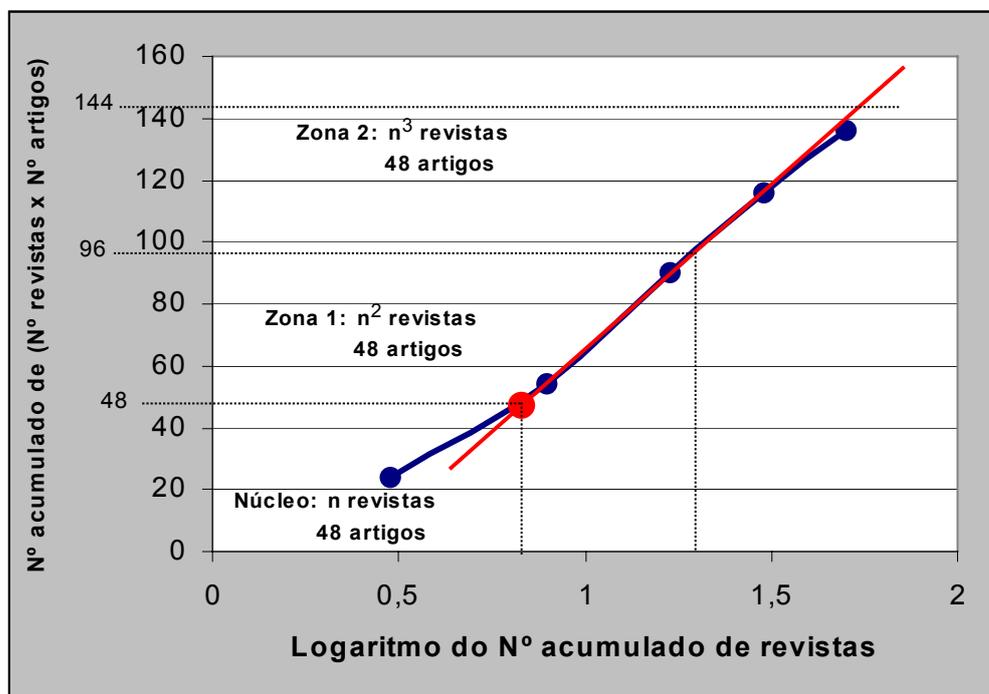


Figura 2.10: Representação da Lei de Bradford, segundo dados da tabela 2.3

Na maior parte da figura 2.10, a curva definida por D x E pode ser aproximada para uma reta. O ponto a partir do qual a curva passa a se ajustar

à reta determina o limite entre o Núcleo e a zona 1. O valor marcado no eixo x para esse ponto corresponde a n, o número de revistas contidas no Núcleo. O valor marcado no eixo y para esse ponto, indica o número de artigos por grupo de periódicos. Como o número de artigos por grupo é constante, basta repeti-lo ao longo do eixo y para determinar os limites entre as zonas 1 e 2, 2 e 3, e assim por diante.

Segundo Bradford, os n periódicos contidos no Núcleo são a base que um centro de informação precisa manter sobre um tema específico. A Lei de Bradford é aplicada em bibliotecas para otimizar a aquisição de periódicos para o acervo em função de recursos disponíveis. Também é utilizada pelo *Institute for Scientific Information* para selecionar quais periódicos devem fazer parte da cobertura das suas bases de dados, entre elas o *Science Citation Index*.

Zipf investigou a freqüência de ocorrência de palavras em um texto. Em 1949, ele propôs uma lei segundo a qual o número de vezes que uma palavra aparece em um texto multiplicada pela sua posição no *ranking* de freqüência das palavras do texto é uma constante (ROSTAINING, 1996). Ou seja:

$$f \times r = \text{constante} \quad (2.2)$$

onde f = freqüência de aparição da palavra, r = posição da palavra no ranking

Zipf chegou a essa conclusão após listar todas as 29.899 palavras presentes no livro *Ulysses* e verificar a freqüência de cada uma delas. Ele arranjou as palavras em ordem decrescente de freqüência de aparição e multiplicou, para todas as palavras, o seu posicionamento no *ranking* pela sua freqüência (ROSTAINING, 1996). A tabela 2.4 ilustra o trabalho realizado por Zipf.

Tabela 2.4: Contagens realizadas por Zipf sobre o livro *Ulysses*.

Posição da palavra no Ranking (r)	Frequência (f)	F x r
10	2.653	26.530
30	926	27.780
50	556	27.800
100	265	26.500
300	84	25.200
20.000	1	20.000
29.899	1	29.899

Zipf não propôs uma representação gráfica para sua lei, mas os dados obtidos por ele dão origem a uma curva semelhante à apresentada na figura 2.11. Esse tipo de curva é conhecido na bibliometria como "Núcleo e Dispersão", pois ela é formada por duas regiões, uma de elementos de alta frequência e outra de elementos de baixa frequência.

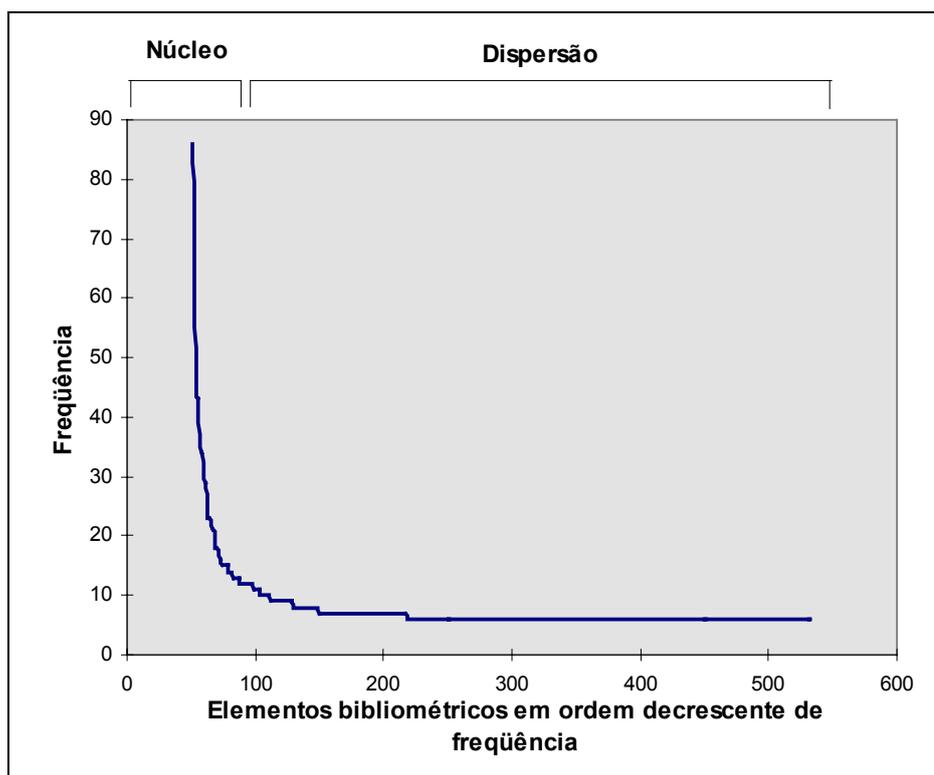


Figura 2.11: Representação da distribuição de frequência típica de elementos bibliométricos" (ROSTAIN, 1993)

É interessante notar que tanto os dados trabalhados por Lotka (n° de artigos por autor x autores em ordem decrescente de frequência) como por

Bradford (nº de artigos por periódico x periódicos em ordem decrescente de frequência) também dão origem a curvas do tipo Núcleo e Dispersão (ROSTAINING, 1996).

No caso da lei de Lotka, o núcleo concentra os autores que publicam mais artigos sobre um domínio científico e a dispersão contém os autores que publicam poucos artigos sobre esse mesmo domínio. De maneira geral, o núcleo contém a identidade do conjunto de dados estudados e a dispersão contém a individualidade e a variedade. As palavras do título de artigos publicados em uma revista contém principalmente as palavras do nome da revista. Isso indica uma identificação entre o artigo e a revista. Porém, algumas palavras do título não são palavras presentes no nome da revista e são essas palavras que diferenciam um artigo do outro, dentro de uma mesma revista (ROSTAINING, 1996).

Essa divisão da curva em duas zonas é a mais aceita pela comunidade científica, sendo que freqüentemente propõe-se que a separação entre Núcleo e Dispersão seja feita arbitrariamente na proporção de 20% e 80% respectivamente.

Porém, outros autores defendem a separação em 3 ou 4 zonas. A curva teria 3 zonas quando os elementos bibliométricos pertencem a um vocabulário controlado, como é o caso de nomes de autores, nomes de instituições, fontes, citações, códigos de classificação, palavras-chave e outros. Para elementos bibliométricos pertencentes a campos de vocabulário não controlado, como título, resumo e texto completo, escritos em linguagem natural, a curva teria 4 zonas (ROSTAINING, 1996 ; QUONIAM, 1992). Essa proposta é apresentada na figura 2.12.

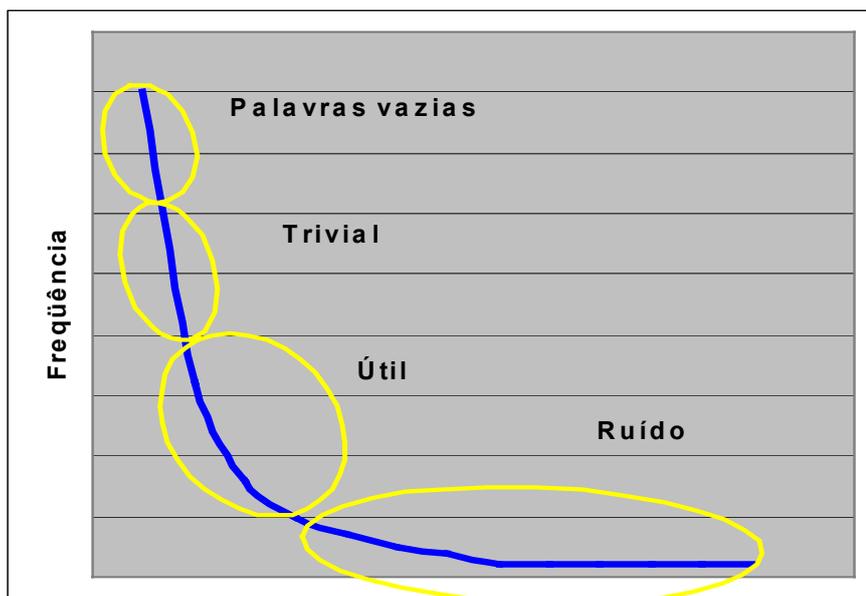


Figura 2.12 Separação de vocabulário não-controlado em 4 zonas (ROSTAING, 1996)

As seguintes significações podem ser dadas às diversas zonas de informação (ROSTAING, 1996 ; QUONIAM, 1992):

- **Palavras-vazias:** zona presente apenas para vocabulários não-controlados, com frequência superior à zona de informação trivial. Esta zona é composta por palavras que não contém nenhuma informação importante. São exemplos de palavras vazias: e, ou, para, com, sem, se, que, em, no, na, de, do, da, e outras.
- **Informação trivial:** zona de elementos bibliométricos de alta frequência. É a zona que define o tema central do conjunto de dados. Frequentemente, contém as palavras da expressão de busca utilizada na recuperação da informação em bases de dados;
- **Informação útil ou interessante:** zona de elementos bibliométricos de frequência intermediária. Mostra temas periféricos e informações potencialmente inovadoras;
- **Ruído:** zona de elementos bibliométricos de baixa frequência. Mostra os temas nascentes (sendo impossível diferenciar os que vingarão e os que cairão no esquecimento) e os erros de linguagem e de digitação;

A separação em zonas de informação de diferentes conteúdos é bastante útil para maximizar os resultados dos tratamentos bibliométricos. Métodos baseados na entropia de Shannon para calcular em que pontos estão as interfaces entre uma zona e outra têm avançado bastante e já apresentam sucesso sendo inclusive incorporados em software de análise bibliométrica (ROSTAINING, 1996).

A bibliometria e suas leis têm encontrado uma série de aplicações em centros de informação, tais como: identificação dos periódicos do núcleo de cada área do conhecimento, avaliação da cobertura e impacto de periódicos; formulação de políticas de aquisição e descarte de publicações; desenvolvimento de normas para padronização e de processos automatizados de indexação, classificação e confecção de resumos; identificação de usuários de diferentes áreas do conhecimento; avaliação dos serviços de disseminação seletiva de informação e estudos sobre dispersão e obsolescência da literatura científica (SPINAK, 1998; ROSTAINING, 1996).

A elaboração de indicadores de ciência e tecnologia é uma das principais aplicações da bibliometria e os métodos e técnicas de sua produção são um foco de pesquisa importante (VAN RAAN, 1997).

Indicadores são uma forma indireta de avaliar algo intangível, como ciência e tecnologia. Considerando a ciência e tecnologia como sistema gerador de informação, conhecimento e inovação, que requer insumos para funcionar e produz resultados, pode-se construir indicadores de ciência e tecnologia a partir da medição dos insumos aplicados e os resultados obtidos (SPINAK, 1998).

Os indicadores bibliométricos, obtidos com base na contagem da produção científica e tecnológica publicada, são indicadores de resultados. A obtenção desses indicadores é importante tanto para macro e micro análises, indo do posicionamento da produção científica de um país em relação aos outros até à comparação entre pesquisadores de uma mesma entidade.

A criação de indicadores bibliométricos baseia-se em duas medidas principais: a frequência e a co-ocorrência dos elementos presentes em registros bibliográficos. A frequência é o número de registros em que um

elemento aparece ao menos uma vez. A co-ocorrência é o número de registros em que dois elementos ocorrem simultaneamente. A partir da frequência e da co-ocorrência dos elementos são elaborados listas e matrizes aplicadas a diversos tipos de análise bibliométrica (ZHU, PORTER, 1999).

Segundo Tijssen e Van Raan (1994) indicadores bibliométricos podem ser classificados em a) de uma dimensão, baseados em frequências, ou b) de duas dimensões, baseados em co-ocorrências. Narin, Olivastro, Stevens (1994) sugerem outra classificação, onde os indicadores de duas dimensões são chamadas de indicadores de ligação e os indicadores de uma dimensão são divididos em indicadores de atividade (contagem de publicações) e indicadores de impacto (contagem de citações recebidas).

Os indicadores de atividade são os mais simples. Eles são criados a partir da contagem de publicações e visam à elaboração de listas de frequência ou rankings de pesquisadores, instituições, empresas e países. Em alguns casos, os indicadores de atividade são relacionados a um período como um todo e em outras situações é feita a contagem de publicações levando em conta a evolução ano a ano, por exemplo. Os indicadores de atividade são importantes para indicar quanto esforço está sendo feito e por quem na pesquisa e desenvolvimento de determinado assunto. Também é uma informação sobre o dinamismo do assunto que está sendo estudado. A figura 2.13 apresenta um exemplo de indicador de atividade, onde é comparado o percentual de publicações de pesquisadores brasileiros em relação aos de outros países da América Latina e do mundo todo.

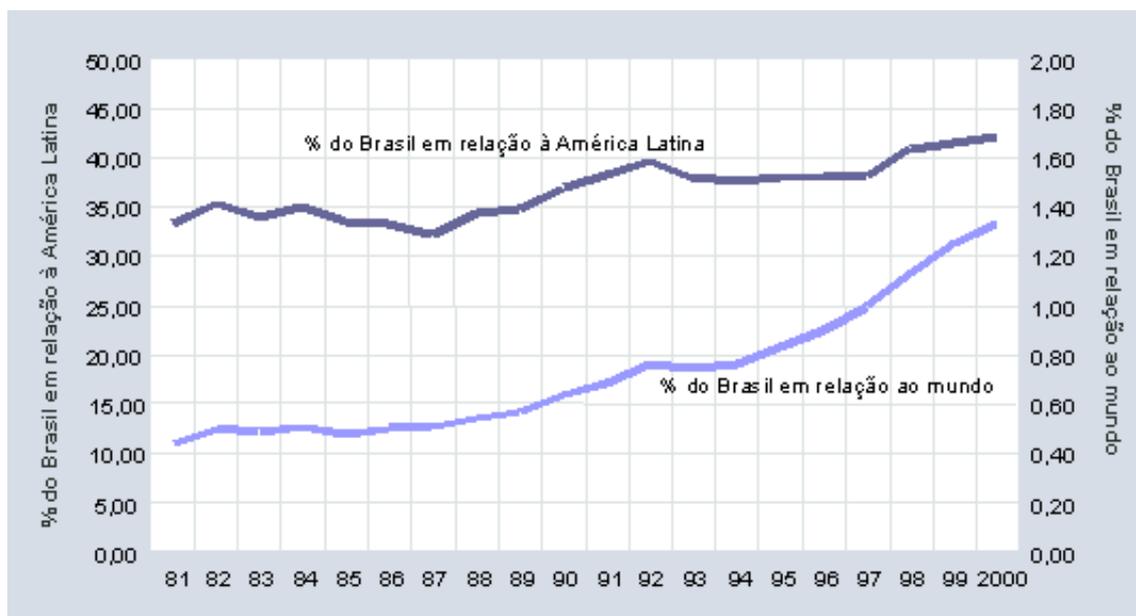


Figura 2.13: Participação de artigos brasileiros publicados em periódicos científicos internacionais indexados, em relação à América Latina e Mundo, 1981-2000 (MCT, 2001)

As técnicas baseadas na contagem de citações merecem destaque na elaboração de indicadores bibliométricos (VAN RAAN, 1997). As citações indicam as fontes de informação utilizadas pelos autores de artigos como base teórica de seu trabalho e são um meio de atribuir reconhecimento a quem é citado e de dar credibilidade à publicação de quem cita (MACIAS-CHAPULA, 1998 ; COURTIAL, 1990). As citações estabelecem os direitos de propriedade e prioridade da contribuição científica de um pesquisador, constituem importantes fontes de informação, ajudam a julgar os hábitos de uso da informação e mostram a literatura indispensável para o trabalho dos cientistas (FORESTI, 1990).

As citações ganharam nova importância quando a base de dados *Science Citation Index* foi criada pelo ISI – *Institute for Scientific Information* de Garfield, e seus dados sobre citações passaram a ser utilizados para a avaliação de pesquisadores e instituições (GARFIELD, 1995 ; FORESTI, 1990 ; FREITAS, 1997 ; MELLO, 1996, WORMELL, 1997).

Os indicadores de impacto, construídos a partir de dados de citações, são uma forma de medir a importância de artigos, periódicos, pesquisadores,

departamentos, instituições e países em determinado assunto científico ou tecnológico (PERSSON, 2000 ; SPINAK, 1996a ; VELHO, 2001). Avalia-se que quanto maior o número de citações recebidas por um pesquisador, maior o impacto da produção científica dele para o progresso da ciência.

O *Institute for Scientific Information* desenvolveu alguns indicadores de impacto baseados na análise de citações contidas em suas bases de dados que se tornaram padrão para a avaliação do impacto de pesquisadores, instituições, países e principalmente periódicos. Dois dos mais difundidos indicadores do ISI são apresentados na tabela 2.5 juntamente com suas equações e utilidade.

Tabela 2.5: Indicadores baseados na análise de citações (SPINAK,1996a ; GARFIELD, 1999; MENEGHINI, 2000; TESTA, 1998; MAURO, 2001)

Indicador	Definição	Utilidade	Equação
Índice de impacto ou Fator de impacto (<i>impact fator</i>)	Número médio de citações recebidas num ano pelos artigos publicados num periódico nos dois anos precedentes	Forma de avaliação da importância de periódicos, artigos e pesquisadores	Impacto = A/B , onde: A = n° de citações recebidas no ano Y pelos artigos publicados nos anos Y-1 ou Y-2; B = n° de artigos publicados nos anos Y-1 ou Y-2.
Índice de imediaticidade ou de tempo de citação (<i>immediacy index</i>)	Número médio de citações recebidas num ano pelos artigos publicados num periódico nesse mesmo ano	Indica quão rapidamente os artigos publicados em uma revista são citados.	Imediaticidade = A/B onde: A = n° de citações recebidas no ano Y por artigos publicados no ano Y B = n° de artigos publicados no ano Y

É importante notar que impacto, que é o que efetivamente as citações medem, não é sinônimo de qualidade (RINIA, 1998). O número de vezes que um autor é citado depende da qualidade do artigo, mas também de outros fatores, entre eles o número de artigos publicados pelo autor, a visibilidade dos periódicos em que artigos são publicados, o idioma em que são publicados e a cultura de cada comunidade científica da área (VELHO, 2001).

Além da elaboração de indicadores de impacto, a análise de citações tem outras aplicações importantes, como a classificação de periódicos por área da ciência (LEYDESDORFF, 1996).

Os indicadores de ligação ou relacionais são baseados em co-ocorrências de publicações, citações e palavras. Eles têm sido aplicados para elaboração de mapas descritivos do conhecimento e de redes de relacionamento entre pesquisadores, instituições e países.

A análise de co-publicação é utilizada para evidenciar a colaboração científica existente entre pesquisadores, instituições e países. Um estudo dessa natureza pode ser feito, por exemplo, focalizando uma área do conhecimento específico para verificar como os países colaboram na pesquisa sobre essa área ou para mapeamento de grupos de pesquisadores que trabalham juntos (COURTIAL, 1990 ; CALLON, 1993 ; BOUTIN, 1996).

O mapeamento de colaboração entre países é feito através da construção de matriz de co-ocorrência dos países de afiliação dos autores dos artigos. Essa matriz pode ser analisada por várias técnicas estatísticas para ressaltar aspectos diferentes da colaboração. A figura 2.14 apresenta um mapa de colaboração entre países na área de estrutura molecular de proteínas construída por análise de co-publicação a partir de dados recuperados do *Science Citation Index* via *Web of Science*, referentes ao ano de 1993, utilizando os softwares Dataview e Matrisme.

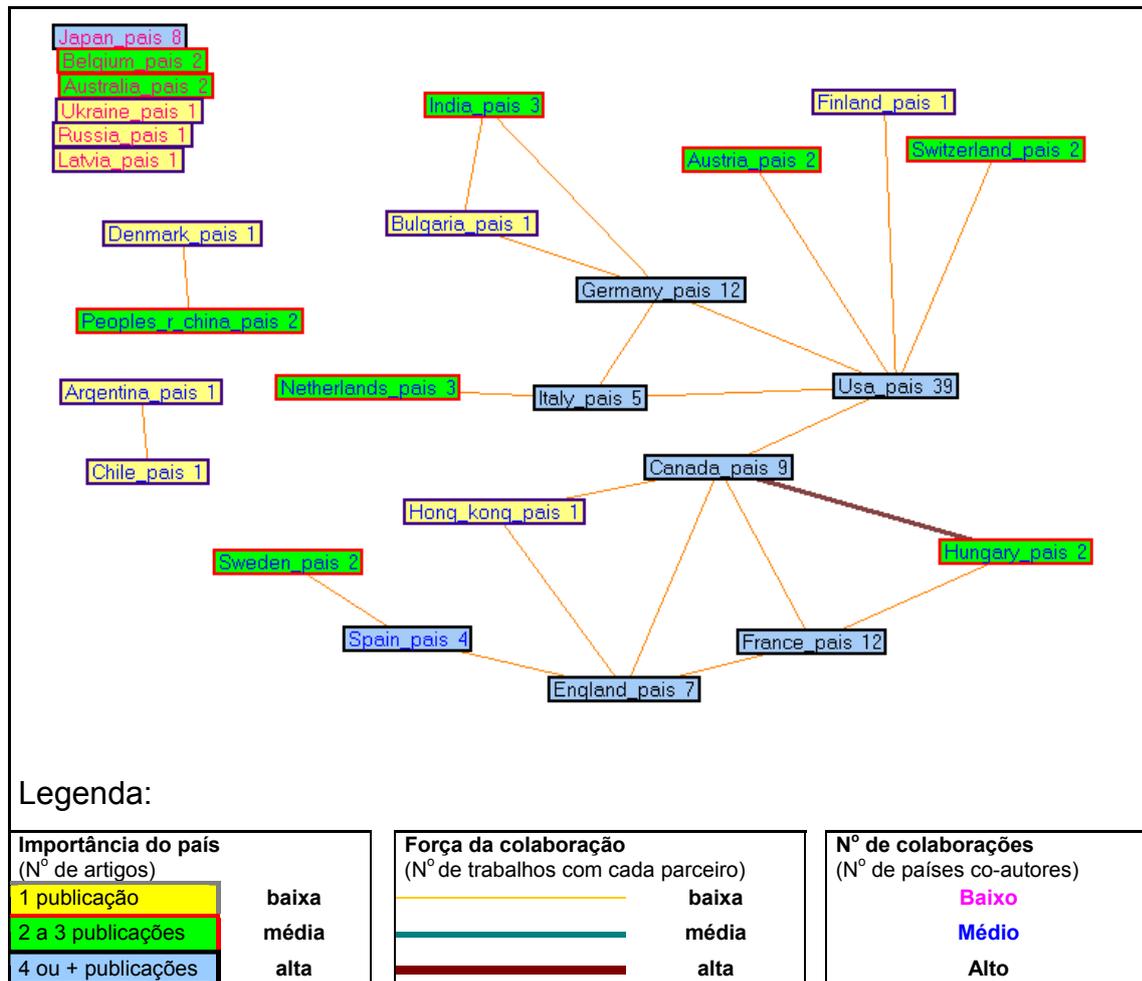


Figura 2.14: Mapeamento de colaboração entre países no assunto estrutura molecular de proteínas em 1993 segundo dados da Web of Science. (GREGOLIN, 2001)

A Figura 2.14 mostra a existência de 2 redes de colaboração principais, aparentemente liderados por Estados Unidos (Alemanha, Itália, Holanda, Bulgária e Índia) e França (Canadá, Inglaterra, Espanha, Suécia, Hungria e Hong Kong). Excetuando-se um trabalho entre Estados Unidos e Canadá, os pesquisadores dos países de uma rede não colaboram com os pesquisadores da outra rede, ou pelo menos não colaboraram em 1993. Japão, Austrália, Rússia e outros países não possuem colaboração no assunto e período estudados. A classificação dos países segundo Importância, Força de

colaboração e N° de colaboradores é feita automaticamente pelos softwares segundo a teoria de separação da informação nas zonas trivial, útil e ruído.

A análise de co-citações estuda as relações entre artigos citados juntos e o uso dessas relações para o mapeamento da ciência (SPINAK, 1996a ; COURTIAL, 1990). Essa técnica foi desenvolvida por Henry Small em 1973 e supõe que os autores e artigos freqüentemente co-citados estão mais próximos em termos da especialização científica que autores e artigos que raramente ou nunca ocorrem na mesma lista de referências (PERSSON, 2000 ; PORTER, 1995 ; COURTIAL, 1990).

De maneira geral, a análise se inicia com a identificação dos artigos mais citados de uma determinada área da ciência. O número de vezes que esses artigos são co-citados dois a dois é verificado, criando uma matriz que é submetida a análise estatística para agrupamento dos artigos citados e representação gráfica dos grupos (*clusters*). Os artigos presentes em um mesmo grupo são freqüentemente citados juntos, indicando que eles abordam um tema de pesquisa comum (COURTIAL, 1990). Há uma série de refinamentos metodológicos envolvendo a forma de contagem das co-citações e o algoritmo de agrupamento que dão origem a diferentes técnicas de análise e de resultados (CALLON, 1993).

Um terceiro tipo de análise baseada na co-ocorrência é a *co-word analysis* ou análise de co-ocorrência de palavras, que permite estabelecer a força de ligação entre conceitos a partir da verificação do número de artigos em que os conceitos co-ocorrem, proporcionando assim um mapeamento do conhecimento (FARIA, 1999). Essa análise pode ser realizada a partir de palavras-chave utilizadas para descrever os artigos, palavras do título, palavras do resumo, palavras do texto integral, palavras presentes na classificação dos artigos ou com o próprio código de classificação do artigo, neste último caso sendo chamada de análise de co-classificação (CALLON, 1993).

A operacionalização da análise de co-ocorrência de palavras é semelhante à utilizada para as análises de co-publicação e de co-citação. É necessário construir uma matriz onde são contadas as co-ocorrências de palavras verificadas no conjunto de dados analisado e submeter essa matriz a

tratamento estatístico para o agrupamento de palavras e representação gráfica (COURTIAL, 1990 ; CALLON, 1993).

Um caso especial da análise de co-ocorrência de palavras é a análise de frases, onde além de estarem presentes no mesmo artigo, as palavras precisam aparecer juntas e na mesma ordem. Essa abordagem vem sendo aplicada por Kostoff (1997 ; 1997a) e Breitzman (2000) para o mapeamento do conhecimento e a classificação avançada de patentes.

Além dos artigos científicos, as patentes podem ser utilizadas para a elaboração de indicadores que constituem-se em importante ferramenta para os tomadores de decisão, útil para o planejamento de pesquisa e desenvolvimento, análise dos concorrentes e estudos de ciclo de vida de tecnologias (QUONIAM, 1993).

Os direitos de propriedade industrial estão baseados em uma troca realizada entre um estado e um inventor (empresa, entidade ou pessoa): o inventor tem o privilégio de explorar comercialmente sua invenção com exclusividade, mas deve tornar pública informação detalhada sobre o que foi inventado. A patente é o documento que concretiza essa troca, pois ao mesmo tempo é a garantia do inventor de que só ele pode explorar a invenção e o instrumento de disseminação da informação sobre o invento (KONOLD et al, 1989).

A cada ano, cerca de 1 milhão de novas patentes são depositadas nos institutos de propriedade industrial. Cerca de 70% da informação contida em patentes não está disponível em nenhuma outra fonte (SCHENK e WEBSTER, 1984). Além disso, estudos mostram que os especialistas desconhecem cerca de 50% das invenções e empresas de sua área revelados por análise de patentes (MOGEE, 1997).

O acompanhamento de patentes impede que as empresas infrinjam os direitos de outras empresas e que seus próprios direitos sejam infringidos. Evita também que as empresas reinventem o que já existe e que muitas vezes foi desenvolvido pela própria empresa (PITKETHLY, 2001).

As patentes são um poderoso instrumento de desenvolvimento tecnológico para as empresas, uma vez que favorecem a aprendizagem a partir

dos desenvolvimentos das outras empresas. A aprendizagem pode ocorrer: a) por meio do licenciamento e transferência de tecnologias; b) a partir da avaliação de informação técnica detalhada contida nas patentes sobre os inventos e o estado da técnica ou c) a partir do uso das tecnologias contidas nas patentes de domínio público, que representam cerca e 85% do total (PITKETHLY, 2001).

As patentes podem ser usadas para identificação e monitoramento de concorrentes e de tecnologias importantes. Como as patentes antecedem o lançamentos de produtos e são válidas apenas nos países em que foram depositadas, elas constituem uma forma de prever que produtos serão lançados, por quais concorrentes e em que mercados.

Algumas características das patentes favorecem o seu uso para a construção de indicadores tecnológicos, aplicáveis à avaliação de uma empresa isoladamente, de um conjunto de empresas ou do ambiente tecnológico em que as empresas estão inseridas.

- Estudos indicam que existe correlação entre o número de patentes e o nível de atividade tecnológica (PITKETHLY, 2001) e entre as políticas de pesquisa e as estratégias de propriedade intelectual das empresas (QUONIAM, 1993). Isso permite que a atividade tecnológica e as políticas de pesquisa sejam avaliadas indiretamente pela contagem de patentes;
- No mundo todo, as patentes são classificadas de acordo com classificações tecnológicas bastante detalhadas. A Classificação Internacional de Patentes, que tem mais de 65 mil ramificações, é obrigatoriamente utilizada em institutos de propriedade industrial em todos os países. A Derwent, empresa que produz o Innovation Index, adiciona às patentes inseridas em suas bases de dados uma classificação e códigos de indexação próprios (OMPI, 1979; DERWENT, 2001)
- As bases de dados de patentes mais importantes, como o Derwent Innovation Index, agrupam as patentes sobre uma mesma invenção depositadas em vários países em uma "família de patente", à qual corresponde um registro na base de dados. Isso evita a contagem de

uma invenção depositada em vários países como várias invenções e também torna mais fácil a identificação dos países onde determinada invenção foi depositada (MOGEE, 1997 ; DERWENT, 2001).

- As patentes estão relacionadas aos resultados do desenvolvimento tecnológico, enquanto outros indicadores, como o investimento em P&D e o nº de cientistas e engenheiros dedicados a P&D são indicadores de insumos (MOGEE, 1997).
- As patentes apresentam citações, embora estas tenham um significado diferente das citações de documentos científicos. Elas são atribuídas pelo funcionário do Instituto de Propriedade Industrial encarregado de examinar e julgar se o pedido de patente deve ou não ser concedido. O examinador cita na patente os documentos que ele considera relevantes para a invenção e que podem determinar a limitação das reivindicações feitas pelo inventor. As citações de patentes permitem a realização de análises econômicas e tecnológicas.

Assim como para os indicadores científicos, há indicadores tecnológicos de atividade (baseados no número de patentes depositadas), de impacto (baseados no número de citações de patentes) e de ligação (baseados em citações e co-ocorrências de classificações, por exemplo).

O número de patentes que uma empresa possui é um indicador do nível de atividade tecnológica da empresa. O número de patentes pode ser verificado ano a ano e um número crescente de patentes indica que o interesse da empresa pela tecnologia focada está aumentando. Esse indicador pode ser criado para várias empresas atuantes em uma mesma tecnologia ou produto, o que permite comparar como o interesse de cada uma delas sobre a tecnologia tem evoluído (MOGEE, 1997).

Outro indicador é a identificação e contagem dos códigos de classificação que recebem as patentes de uma empresa. Esse indicador revela o **perfil tecnológico das empresas**. Quanto mais patentes uma empresa tem sobre determinada tecnologia em relação ao seu total de patentes, mais

especializada ela é. O perfil tecnológico pode ser construído para diversas empresas atuantes na mesma área tecnológica para comparação entre elas.

O número de patentes depositadas a cada ano sobre uma tecnologia, independentemente das empresas que as depositaram, indica o **nível de atividade tecnológica global** e é útil para avaliar se existe uma tendência de crescimento ou obsolescência da tecnologia. Também o número de empresas que depositam patentes a cada ano (empresas ativas) é um indicador do nível de atividade tecnológica global (MOGEE, 1997).

As patentes também podem ser contadas por país de prioridade do depósito. O país de prioridade é aquele em que a patente foi depositada pela primeira vez, antes de ser estendida a outros países. Em cerca de 90% dos casos, o primeiro depósito da patente é feito no país em que a tecnologia foi desenvolvida o que qualifica o país de prioridade a ser utilizado como bom indicador do **nível de atividade tecnológica por países**. O número de patentes por país de prioridade pode ser medido também ao longo do tempo para permitir a avaliação de tendências (MOGEE, 1997).

O número de patentes sobre certa tecnologia depositadas em um país são um indicador da importância que as empresas dão ao país como mercado para a tecnologia. Os países onde as patentes são depositadas podem ser contados para proporcionar uma comparação de **atividade de mercados**.

As **áreas de interesse** relacionadas a uma tecnologia podem ser avaliadas através do ranking de códigos da classificação internacional de patentes atribuídos às patentes que tratam da tecnologia focada. Também neste caso, a avaliação pode ser feita ao longo do tempo para verificar áreas tecnológicas de interesse crescente ou decadente.

Mogee (1997) propõe a avaliação do estágio do ciclo de vida de uma tecnologia através da verificação ano a ano conjunta do número de empresas ativas e do número de patentes depositadas numa área tecnológica. Para esse tipo de análise é criado um gráfico de número de empresas ativas versus número de patentes depositadas onde são plotados os anos estudados. O gráfico é dividido em 4 quadrantes segundo os valores médios de número de empresas e de patentes, conforme mostra a figura 2.15.

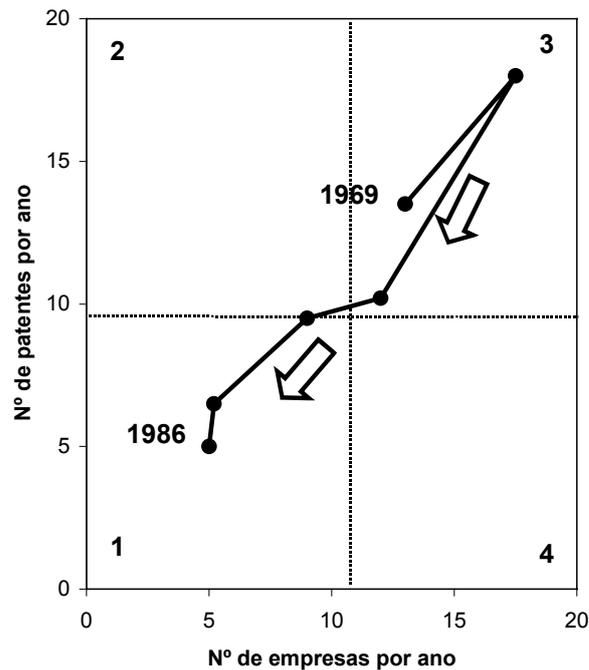


Figura 2.15: Estágio de ciclo de vida (MOGEE, 1997).

A interpretação do estágio do ciclo de vida da tecnologia é feita de acordo com o quadrante em que se encontra atualmente a tecnologia e com a evolução mostrada em relação aos anos anteriores.

- O quadrante 1 (poucas patentes, poucas empresas) é característico de tecnologias emergentes ou obsoletas. As emergentes são representadas por crescimento no número de patentes e empresas. As obsoletas são marcadas por diminuição tanto de patentes quanto de empresas ativas.
- O quadrante 3 (muitas patentes, muitas empresas) contém as tecnologias em crescimento ou que estão entrando na maturidade. As tecnologias em crescimento são representadas por crescimento no número de patentes e de empresas. As tecnologias maduras têm número de patentes e empresas estável ou diminuindo.
- O quadrante 2 (muitas patentes, poucas empresas) representa tecnologias maduras em que a maioria das empresas abandonou a competição, mas ainda existe um grau de competição tecnológica elevado entre as empresas remanescentes.

- O quadrante 4 (poucas patentes, muitas empresas) representa tecnologias maduras em que muitas empresas permanecem ativas, embora o desenvolvimento tecnológico não seja o principal foco de competição.

As citações presentes em patentes podem ser utilizadas para a criação de indicadores de impacto. O mais comum desses indicadores é o **índice de impacto da tecnologia**, que corresponde ao número de citações recebidas por uma patente. Há estudos que correlacionam o índice de impacto da tecnologia ao valor econômico e à importância tecnológica da invenção (MOGEE, 1997).

A ponderação dos índices de impacto das patentes de uma empresa dá origem a outro indicador, a **força tecnológica da empresa**, que proporciona a análise da capacidade da empresa em desenvolver tecnologias importantes.

A determinação do **ciclo de desenvolvimento de tecnologias** é uma forma de avaliar quanto tempo uma empresa precisa para desenvolver uma nova tecnologia a partir da tecnologia anterior. Ele é medido através da média de idade das patentes citadas pela patente da nova tecnologia. Esse indicador pode também ser calculado para uma área tecnológica como forma de avaliar se a área está tornando-se mais ou menos dinâmica (MOGEE, 1997).

O relacionamento entre empresas estabelecido pelas citações que as patentes fazem a patentes anteriores pode ser aproveitado para a elaboração de mapas que ajudam a identificar as **estratégias tecnológicas das empresas**. Uma abordagem proposta por Mogee (1997) que baseia-se na verificação das citações feitas e recebidas pelas patentes das empresas de uma área tecnológica é apresentada na figura 2.16.

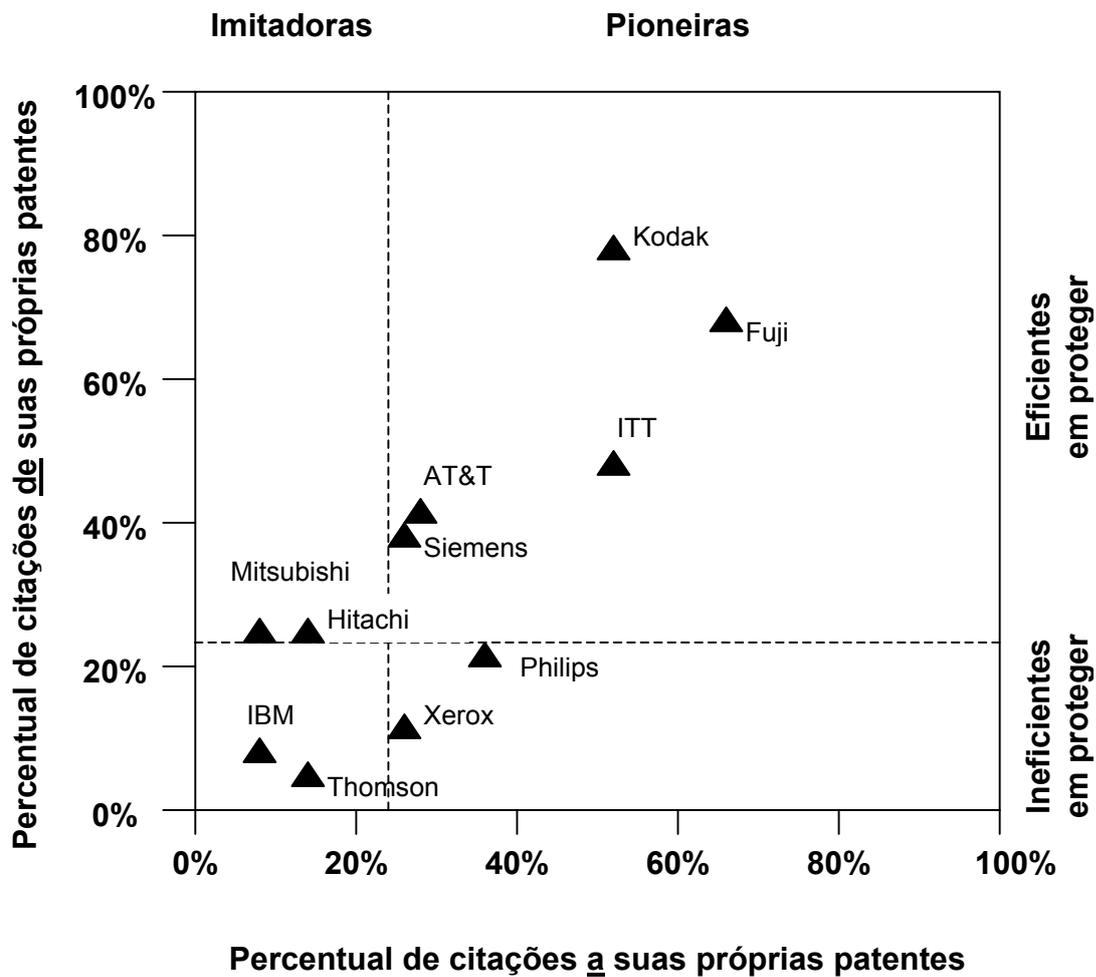


Figura 2.16: Mapa de citação de patentes (Mogee, 1997)

Nesse tipo de análise, uma empresa que cita patentes de outras empresas é uma imitadora e uma empresa que cita suas próprias patentes é uma pioneira, já que não há patentes de outras empresas para citar (é importante lembrar que as citações de patentes são feitas pelo examinador e não pela empresa que deposita a patente). Por outro lado, empresas que são citadas por outras empresas são pouco eficientes em impedir que suas tecnologias sejam assimiladas. As empresas que são citadas apenas por suas próprias patentes são eficientes em impedir que outras empresas dominem as suas tecnologias. O posicionamento de uma empresa no mapa da figura 2.16 a partir das citações que suas patentes fazem e recebem revela aspectos importantes de sua estratégia tecnológica.

Outros indicadores tecnológicos podem ser obtidos a partir de co-ocorrências de códigos da CIP, permitindo, por exemplo, a identificação de novas aplicações para tecnologias existentes (QUONIAM, 1993).

A elaboração dos indicadores científicos e tecnológicos exigem a contagem de grande quantidade de dados e por isso foram desenvolvidos alguns softwares capazes de contar de forma automatizada os registros bibliográficos e gerar como resultado listas de frequência e matrizes de co-ocorrência de elementos presentes nesses registros.

Como os registros bibliográficos de artigos e patentes são estruturados em campos (título, autores, etc) podem ser feitas listas para cada um dos campos. As matrizes podem ser intra-campos, onde é verificada a co-ocorrência de elementos presentes no mesmo campo, ou inter-campos, onde é verificada a co-ocorrência de elementos presentes em dois campos diferentes. A medida de associação entre os elementos presentes nas matrizes também podem variar. Dependendo da utilização posterior das matrizes, pode ser empregado número de co-ocorrência dos elementos, o índice de correlação entre os elementos ou algum outro índice de similaridade ou dissimilaridade. É possível ainda a construção de matrizes binárias que indicam por meio de números 1 e 0 a presença ou ausência dos elementos bibliométricos em cada um dos registros tratados. Essa diversidade de tratamentos são utilizadas para concretizar as várias alternativas de análise bibliométrica apresentadas: análise de publicações, análise de citações, análise de co-publicações, análise de co-citações e análise de co-ocorrência de palavras (FARIA, 1997 ; DOU, 1994 ; ROSTAING, 1996 ; WATTS et al, 1998).

Não há muitos softwares de tratamento bibliométrico disponíveis. Em geral, os grupos que pesquisam metodologias de tratamento bibliométrico desenvolvem suas próprias soluções para automatização. Pesquisadores da Centre for Science and Technology Studies da University of Leiden, na Holanda, têm um sistema bibliométrico para uso próprio chamado "The Machine" (VAN RAAN, 1997). O grupo de pesquisa do Technology Policy and Assessment Center do Georgia Institute of Technology, Estados Unidos, desenvolveu o TOAK, hoje comercializado por uma empresa com o nome de

Vantage Point (PORTER, 1999). O CRRM - Centre de Recherche Retrospective de Marseille da Université Aix-Marseille III, na França, desenvolveu e vem utilizando o Dataview em diversas parcerias com universidades e empresas (ROSTAINING, 1993a).

As listas e matrizes geradas no tratamento bibliométrico podem ser trabalhadas em planilhas eletrônicas comerciais como o Microsoft Excel para elaboração de rankings, tabelas e gráficos. Tratamentos estatísticos para agrupamento e representação, como análise de clusters, *multidimensional scalling*, análise de correspondência e análise fatorial podem ser aplicados às matrizes obtidas do tratamento bibliométrico (QUONIAM, 1993 ; ROSTAINING, 1996 ; PEREIRA, 1999). Há muitos softwares comerciais disponíveis, como Statistica, StatITCF, Statgraph, SAS e outros. A análise fatorial, em especial a análise de componente principal, é utilizada para o agrupamento de palavras-chave e de instituições, por exemplo (PORTER, 1999). A técnica de *MultiDimensional Scalling* ou MDS é empregada para o mapeamento de áreas e sub-áreas do conhecimento (NOYONS, 1998). A análise de correspondência é utilizada junto com a análise de co-ocorrência de palavras para classificar palavras-chave e representar associação entre elas (FARIA, 1999). O ISI e a empresa Sandia criam mapas de áreas do conhecimento a partir de citações e de algoritmos próprios (GARFIELD, 1998). O CRRM da França desenvolveu o Matrisme, software específico para representação de colaborações entre pesquisadores, instituições e países, principalmente a partir de matrizes de co-publicação (BOUTIN, 1996).

O tratamento estatístico encerra o tratamento automatizado da informação baseado na bibliometria. A seqüência completa do tratamento automatizado da informação inclui a preparação dos dados, o armazenamento e integração através da criação de base de dados operacional, o tratamento bibliométrico e o tratamento estatístico, conforme apresentado na figura 2.17.

Ao fim do tratamento automatizado, obtém-se uma série de indicadores e informação sintética de alto valor agregado que pode ser mais facilmente analisada para a tomada de decisão.

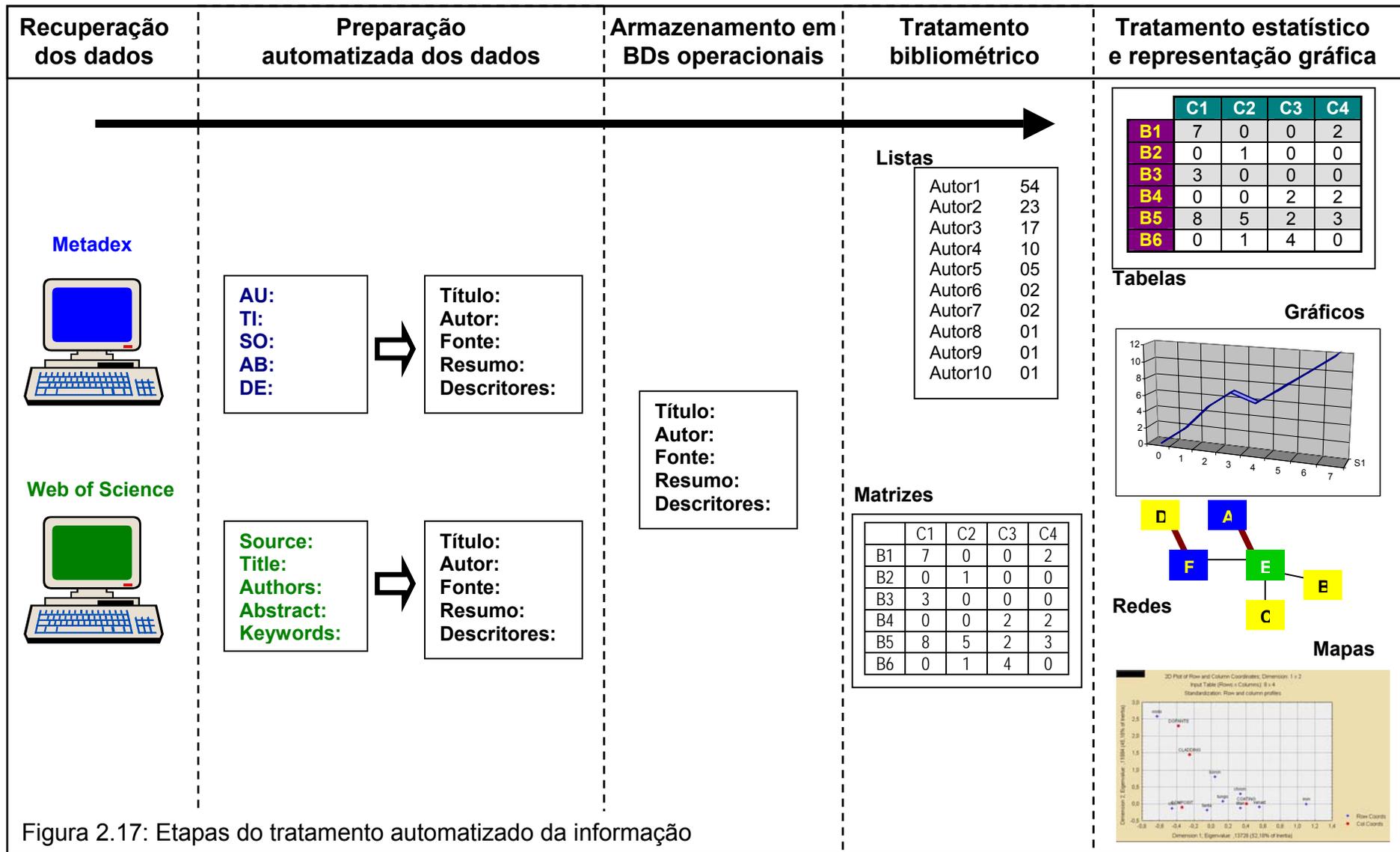


Figura 2.17: Etapas do tratamento automatizado da informação

Apesar da sua utilidade e importância para a avaliação da ciência e tecnologia, prospecção tecnológica e inteligência competitiva, o tratamento automatizado da informação baseado na análise bibliométrica tem algumas limitações (PORTER, 1995).

- Nem todo trabalho de pesquisa e desenvolvimento resulta em publicações ou patentes, o que significa que parte do conhecimento produzido está além do alcance da análise bibliométrica;
- A análise bibliométrica não leva em conta a qualidade da pesquisa. Um trabalho medíocre e um trabalho brilhante têm o mesmo peso aos olhos da bibliometria. A indicação da qualidade da pesquisa obtida através da bibliometria provém da análise citações e esta indicação não é precisa.
- As práticas de publicação e citação variam bastante de acordo com a área da ciência e da tecnologia e a instituição. Esse fato limita as possibilidades de comparação de resultados obtidos para áreas diferentes.
- A comparação também é limitada por não haver sistemas de classificação e indexação de documentos perfeitos.

Além das limitações apresentadas para a bibliometria como um todo, há uma série de controvérsias sobre o uso de indicadores bibliométricos, principalmente para a avaliação da produção científica a partir de análise de citações e com a utilização da base de dados *Science Citation Index* (VELHO, 2001 ; GARFIELD, 1998).

A principal restrição à análise de citação é causada pelo fato da citação não medir qualidade e sim impacto. Embora o impacto seja aceito como um critério de eficiência, a avaliação de pesquisadores não deve ser feita com base em apenas um critério, principalmente porque a publicação não é o único objetivo da pesquisa científica (VELHO, 2001).

O procedimento de citação seguido pelos pesquisadores muitas vezes está longe do ideal. Como o recebimento de citações é valorizado pela comunidade científica, tanto pelo fato da citação ser um reconhecimento ao bom trabalho realizado, como pelo uso que se faz das citações para avaliar os

pesquisadores, há um estímulo às práticas de auto-citação, troca de citações e citação de amigos ou colegas de instituição, que distorcem a análise de citações (SPINAK, 1996b, COURTIAL, 1990).

Outra dificuldade importante é a variedade de idiomas, que prejudica de várias maneiras a análise bibliométrica. Artigos publicados em outra língua que não o inglês têm menos chances de serem citados, independentemente da sua qualidade. A publicação em idioma local praticamente impede os pesquisadores que falam outros idiomas de lerem e citarem essa publicação. Há muitos motivos que levam pesquisadores a publicar trabalhos em periódicos e idiomas locais, nenhum deles associado à falta de qualidade da pesquisa (VELHO, 2001):

- a dificuldade de escrever em inglês para pesquisadores que falam outro idioma;
- a dificuldade de acesso de pesquisadores de países em desenvolvimento para publicação em periódicos internacionais;
- a vontade de valorizar os periódicos nacionais;
- a vontade de incentivar colegas a publicar no próprio idioma;
- o caráter nacional de assuntos abordados que não se encaixam nos temas focalizados por periódicos internacionais (MCT, 2001).
- a vontade de ser lido por quem não lê periódicos internacionais e nem em inglês. A publicação de resultados de pesquisa aplicada em inglês em detrimento do idioma do país de origem do pesquisador dificulta o acesso de pequenos empresários do país do pesquisador à informação necessária para o processo de inovação e o conhecimento gerado acaba beneficiando outros países.

Algumas das restrições mais fortes à análise de citações na verdade não são à análise em si, mas à fonte de informação que dá suporte a esse tipo de análise.

O *Science Citation Index*, o *Social Science Citation Index* e o *Arts & Humanities Citation Index* permanecem sendo as únicas bases de dados científicas que contém dados de citações. Fora raríssimas exceções, os

estudos envolvendo a análise de citações são feitos com dados extraídos do *Science Citation Index*. Isso torna as pessoas envolvidas na elaboração de indicadores baseados em citação dependentes dos padrões adotados pelo ISI para construção de sua base de dados.

A análise do impacto de pesquisadores a partir dos dados extraídos do *Science Citation Index* é prejudicada pela decisão do ISI de apresentar nos registros das publicações apenas o nome do primeiro autor de cada artigo citado. Esse fato tem como consequência a sub-avaliação do número de citações recebidas pelos pesquisadores e pode ser muito prejudicial para a análise de citações em determinadas áreas da ciência em que a tradição é a colocação do pesquisador mais importante do grupo sempre como último autor. Nesse caso, de acordo com o *Science Citation Index*, ele não será citado (COURTIAL, 1990 ; PERSSON, 2000 ; SPINAK, 1996a).

Para ilustrar esse fato vale mencionar que o pesquisador Carlo Rubbia que ganhou o Prêmio Nobel de Física em 1984, não aparecia na lista dos 250 físicos mais citados em 1984 porque seu nome nunca foi colocado como primeiro autor em seus artigos (COURTIAL, 1990).

Outra crítica constante ao ISI e que tem consequência sobre a análise de citação é quanto aos critérios utilizados para selecionar que periódicos devem ser inseridos na cobertura do *Science Citation Index*. O ISI estabelece pré-requisitos mínimos e avalia os periódicos com base na análise de citações, na lei de distribuição de Bradford e na "lei da concentração" proposta por Garfield. Para o ISI, os melhores periódicos são aqueles que recebem mais citações, segundo o raciocínio de que quanto mais citados os artigos, melhores eles são e melhor o periódico em que eles foram publicados. A medição da "qualidade" dos periódicos é feita pela taxa global de citações recebidas, pelo fator de impacto e pelo índice de imediaticidade (TESTA, 1998).

Segundo a lei de Bradford, para cada área do conhecimento existe um conjunto pequeno de periódicos, chamado Núcleo, que responde pela maioria das publicações referentes à essa área, e um conjunto grande de periódicos, chamado Dispersão, que têm poucas publicações sobre a área mas que são responsáveis pela diversidade de assuntos tratados na área de conhecimento (

ROSTAIN, 1993). Garfield propõe uma complementação dessa lei segundo a qual os periódicos que compõem o Núcleo de uma área de conhecimento cobrem boa parte da Dispersão de outras áreas e dessa maneira bastaria a uma base de dados indexar os periódicos que compõem os núcleos de todas as áreas do conhecimento para cobrir também grande parte da dispersão dessas áreas (SPINAK, 1998). Por isso o ISI procura garantir a cobertura dos periódicos que compõem os núcleos de todas as áreas do conhecimento sem dar maior atenção às dispersões. Esse fato tem como consequência a quase exclusão de periódicos de países como o Brasil da cobertura do ISI, uma vez que as revistas desses países em geral não compõem os núcleos de áreas do conhecimento, embora muitas delas sejam de alta qualidade. Esse procedimento do ISI acaba reduzindo a diversidade de publicações que ele alega buscar quando diz que um dos critérios para a seleção de revistas é a diversidade internacional de autores e autores citados.

Estudos comparativos entre o SCI e bases de dados voltadas para áreas específicas mostram diferentes avaliações da produção científica brasileira. (VELHO, 2001). Segundo Gaillard, dos 201 periódicos brasileiros inseridos no Chemical Abstracts, apenas 2 estão presentes no SCI (COURTIAL, 1990) e em um estudo comparativo entre o SCI e o Chemical Abstracts, verificou-se que a produção científica brasileira na química é consideravelmente subestimada pelo SCI (VELHO, 2001).

Assim como os indicadores científicos, os indicadores tecnológicos obtidos a partir de análise bibliométrica de patentes também têm suas limitações. As patentes precisam ser depositadas em vários países, que têm culturas diferentes de depósito de patentes e procedimentos independentes de depósito, exame, concessão, classificação e publicação das patentes. Essas diferenças podem provocar certa distorção na análise das patentes. Um exemplo é o fato de existirem muitas patentes depositadas no Japão, uma vez que o procedimento de depósito de patentes naquele país é bastante facilitado.

Outra dificuldade em relação ao uso de patentes para análises é o atraso de informação referente aos anos mais recentes. A publicação de patentes segue uma dinâmica diferente da publicação de artigos científicos. Na

maior parte dos países, as patentes são publicadas 18 meses após a sua data de prioridade (data do depósito da patente no primeiro país em que ela foi depositada), independentemente de terem sido concedidas, indeferidas ou ainda estarem em julgamento. Os Estados Unidos só publicam patentes após a sua concessão, o que leva cerca de 2 anos desde o depósito. Esse fato faz com que em geral os dados de patentes para os 2 anos mais recentes estejam incompletos e torna recomendável que as patentes sejam utilizadas em estudos de períodos mais longos (MOGEE, 1997).

A construção das bases de dados de patentes com o objetivo principal de armazenar e facilitar a localização de patentes também dificulta a sua utilização para elaboração de indicadores tecnológicos (QUONIAM, 1993).

Em vista das limitações apresentadas, muitos pesquisadores têm sugerido opções para aprimorar ou complementar a análise bibliométrica. Uma opção é sempre complementar os indicadores obtidos por bibliometria com a opinião de especialistas no assunto em estudo. Essa prática vem sendo amplamente utilizada na ciência com o nome avaliação pelos pares. Ela é aplicada para decisões sobre a publicação ou não de artigos em periódicos, sobre o financiamento ou não de um projeto e sobre o conceito que deve ser atribuído a um programa de pós-graduação, por exemplo. Em um estudo recente, Rinia et al (1998) concluem que existe uma correlação positiva e significativa, embora não perfeita, entre os indicadores bibliométricos e a avaliação por pares. Também em outras aplicações é importante a comparação dos indicadores com a opinião de especialistas. Na inteligência competitiva, é prevista sempre a complementação de informação formal proveniente de bases de dados (os indicadores) com a informação informal, obtida com especialistas e em eventos, principalmente. É inclusive desejável que o especialista tenha acesso aos indicadores criados para analisá-los (QUONIAM, 1993). Na prospecção tecnológica, uma das formas de avaliação mais utilizadas é a opinião dos especialistas. Inclusive foram desenvolvidos métodos específicos, como o Delphi, para a coleta e análise de informação de especialistas para a formação de uma visão quase concensual sobre o desenvolvimento tecnológico a médio e longo prazos.

Outra opção para aprimorar a análise bibliométrica é a utilização de várias bases de dados sempre que possível. Bases de dados diferentes proporcionam pontos de vista diferentes e complementares sobre o assunto estudado, tornando mais confiáveis os indicadores.

Uma terceira opção é investir na preparação adequada dos dados que serão tratados. Dependendo do tipo e da responsabilidade dos resultados que se pretende obter com a análise bibliométrica, pode ser necessário investir na criação de sistemas bibliométricos dedicados exclusivamente à análise e que são estruturados, complementados e aprimorados ao longo de anos, com base principalmente na experiência advinda de aplicações sucessivas (VAN RAAN, 1998).

2.4 Contextualização das tecnologias de tratamentos de superfície para compressores herméticos

O desgaste é um fenômeno que depende tanto das propriedades do material como das características do sistema no qual este é empregado, o que dificulta a realização de ensaios universais de avaliação de resistência e a obtenção de dados confiáveis de vários materiais sob condições reais de operação (GREGOLIN, 1990). Quando deseja-se reduzir os níveis de desgaste de um produto baseando-se nas propriedades do material, há dois posicionamentos possíveis: a) a utilização de um material que apresente boa resistência ao desgaste devido a sua composição e propriedades; b) a utilização de um material estrutural, de baixo custo, com sua superfície modificada através de tratamentos ou recobrimentos para proporcionar o nível desejado de proteção contra o desgaste (GEBEL e DONOVAN, 1980).

Os tratamentos de superfície são utilizados quando é inviável técnica ou economicamente fazer o produto maciço com um material que apresente as propriedades superficiais desejadas ou quando é desejável obter propriedades diferentes na superfície e no volume do produto (FRANKLIN e BEUGER,

1992). As propriedades superficiais de um material podem ser alteradas principalmente segundo três tipos de processos (GEBEL e DONOVAN, 1980):

- a) aplicação de filmes sólidos lubrificantes, que protegem o material do desgaste por meio da prevenção da adesão entre os substratos;
- b) aplicação de tratamentos de superfície, que modificam a superfície do substrato, tanto para endurecê-la como para produzir uma liga mais resistente ao desgaste na superfície do material;
- c) aplicação de recobrimentos superficiais que não alteram as propriedades da superfície do material, mas a substituem. Nesse último caso, o desgaste torna-se função das propriedades do recobrimento e não do material. A deposição de recobrimentos permite o uso de materiais de alto desempenho na superfície, sobre um material base de baixo custo.

A partir dessas opções, foram desenvolvidos vários métodos e processos de tratamentos de superfície, o que cria muitas possibilidades de otimização das propriedades superficiais, mas também dificulta a seleção do tratamento mais adequado (FRANKLIN e BEUGER, 1992).

A **Aspersão Térmica** é um método bastante versátil, que pode ser empregado em diversas aplicações e com diferentes finalidades, tais como elevar a resistência ao desgaste, à corrosão ou à oxidação, restaurar dimensões e promover controle da condutividade elétrica ou térmica do produto (KUSHNER e NOVINSKI, 1990 ; SUBRAMANIAN e STRAFFORD, 1993).

O método consiste no aquecimento do material do recobrimento a partir de pós ou arames até que ele seja fundido ou atinja um estado plástico adequado, seguido pela ejeção de partículas do recobrimento sobre o material substrato, onde após o impacto as partículas se solidificam e aderem umas às outras e ao substrato (KUSHNER e NOVINSKI, 1990).

São muitos os processos de aspersão térmica disponíveis comercialmente, dentre eles (KUSHNER e NOVINSKI, 1990): *Oxyfuel wire spray*; *Electric arc wire spray*; *Oxyfuel powder spray*; *Plasma arc powder spray* e *High-velocity oxyfuel powder spray*

Há uma gama de recobrimentos que podem ser aplicados por aspersão térmica, proporcionando uma grande diversidade de propriedades do produto que podem ser atingidas por este método. Os materiais utilizados como recobrimentos podem ser metais puros ou ligas, cerâmicas, polímeros ou compósitos (KUSHNER e NOVINSKI, 1990).

A **Eletrodeposição** consiste na deposição de recobrimento sobre superfície condutora de eletricidade, pela aplicação de potencial elétrico em uma solução adequada que contenha íons do metal a ser depositado. A superfície que receberá o recobrimento é imersa na solução e configurada como catodo. Íons do metal que será depositado sobre a superfície estão presentes na solução e são atraídos para o catodo. O anodo pode ser solúvel ou insolúvel. O anodo solúvel supre a solução com íons do metal que será depositado. No caso do anodo ser insolúvel, o íons do metal devem ser adicionados à solução periódica ou continuamente (SUBRAMANIAN e STRAFFORD, 1993 ; WEIL e SHEPPARD, 1990). A figura 2.18. ilustra um processo de eletrodeposição.

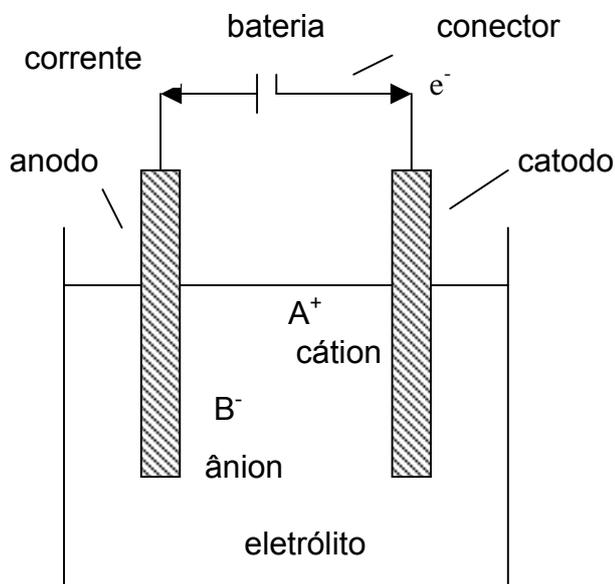


Figura 2.18. Representação esquemática de uma processo de eletrodeposição (WEIL e SHEPPARD, 1990).

A deposição do tipo *electroless plating* é uma reação autocatalítica que ocorre sem a aplicação de uma corrente externa. Uma vantagem desse

processo sobre a eletrodeposição é a possibilidade de recobrir superfícies não-metálicas. Contudo, a *electroless plating* é um processo mais caro e lento.

Os principais materiais depositados eletroquimicamente usados em aplicações tribológicas são cromo, níquel, metais preciosos e metais macios. O cromo é bastante utilizado em componentes automotivos devido a seu baixo coeficiente de fricção e boa resistência ao desgaste. O níquel pode ser depositado pelos processos galvanoplastia ou *electroless plating*. Normalmente, o níquel depositado por eletrodeposição é utilizado como base para depósitos de cromo, mais resistentes ao desgaste e com menor coeficiente de fricção. Por esse processo podem ser depositadas ligas Ni-Cr, Ni-W e Ni-Mo, ou ainda, podem ser co-depositadas partículas duras ou lubrificantes sólidos. Os depósitos de níquel via *electroless plating* podem ser tratados termicamente para resultar em endurecimento por precipitação de Ni₃P ou Ni₃B que elevam a resistência ao desgaste do recobrimento de níquel a valores comparáveis aos do recobrimento de cromo. Esse tipo de recobrimento é mais usado em aplicações que requeiram simultaneamente resistência ao desgaste e à corrosão. Os recobrimentos de metais preciosos, de metais macios e de materiais magnéticos são utilizados em aplicações específicas, tais como conectores elétricos, mancais e HDs de computadores (WEIL e SHEPPARD, 1990).

A Deposição Física de Fase Vapor (PVD) é um dos métodos em que o recobrimento é formado a partir da deposição de fase vapor sobre o substrato. Ela envolve a criação de vapor do material a ser depositado e sua subsequente condensação sobre o substrato para formar um filme. Há basicamente dois tipos de processos PVD (SUBRAMANIAN e STRAFFORD, 1993 ; PAULEAU, 1992):

- Ejeção de partículas por desintegração de catodo: neste tipo de processo, o material do recobrimento e o substrato são colocados em uma câmara contendo gás inerte a baixa pressão. O material do recobrimento, chamado de alvo, é ligado a uma fonte de energia e configurado como catodo, enquanto que o substrato é configurado como anodo. Um arco elétrico é aberto entre catodo e anodo, fazendo com que o catodo seja bombardeado

por íons e se desintegre. As partículas resultantes da desintegração do catodo são depositadas sobre o substrato. Algumas dos processos disponíveis são *planar diode glow discharge deposition*, *magnetron deposition*, *radio frequency deposition* e *ion beam deposition*. Recobrimentos multicamadas por ser obtidos usando esse processo (YASHAR e SPROUL, 1999 ; ZENG et al, 1999).

- Deposição por evaporação: neste tipo de processo, material do recobrimento e o substrato são colocados em uma câmara de vácuo. O material do recobrimento é aquecido por resistência, indução, arco elétrico, feixe de elétrons ou laser para gerar o vapor que será depositado sobre o substrato.

Há ainda processos híbridos, tais como *ion plating*, que reúnem características de PVD – tanto evaporação como *sputtering* – e de CVD.

Outro método de deposição do recobrimento a partir de vapor é a **Deposição Química de Fase Vapor**, em que gases reagentes são conduzidos a uma câmara de reação, são ativados próximos ao substrato e reagem formando um depósito sobre o substrato. Este processo permite a deposição de uma grande variedade de elementos e compostos sobre vários substratos com bastante controle sobre pureza e micro-estrutura do depósito. Os principais processos são (SUBRAMANIAN e STRAFFORD, 1993 ; BUNSHAH, 1990):

- CVD convencional (CCVD), onde a ativação da reação é feita termicamente;
- CVD a baixa pressão (LPCVD), semelhante ao CVD convencional, mas realizado a baixa pressão;
- CVD assistido por plasma (PACVD), onde a ativação da reação é feita por descarga elétrica. O PACVD permite a obtenção de filmes poliméricos de alta qualidade, por meio de controle preciso de temperatura do substrato, pressão do gás e parâmetros da descarga elétrica (D'AGOSTINO et al, 1992);
- CVD induzido por laser (LCVD), onde a ativação da reação é feita por fótons.

Os métodos PVD e CVD são utilizados para a deposição tanto de recobrimentos macios, que diminuem o coeficiente de fricção por meio de lubrificação, como recobrimentos duros, que proporcionam boa resistência ao desgaste. Podem ser depositados carbonetos, nitretos, óxidos, ligas (TiN, TiC, TiAlN, etc) e recobrimentos multicamadas (BUNSHAH, 1990 ; HOLMBERG et al, 1998 ; SUNG, 1998).

A **Implantação iônica** é um método de modificação da superfície que envolve a criação de íons, sua aceleração até altas velocidades e o direcionamento do feixe de íons sobre o material substrato, onde os íons colidem com os átomos do substrato, perdem energia e são incorporados. A transferência de energia para o substrato por meio do bombardeamento de íons resulta na introdução de defeitos na estrutura cristalina do material substrato. A presença de íons implantados e a introdução de defeitos produzem alterações das propriedades do substrato. Como a capacidade de penetração dos íons implantados é pequena, essas alterações de propriedades ficam restritas à superfície do material (FENSKE, 1990 ; MAZZOLDI, 1992).

Teoricamente, este método permite a implantação de qualquer elemento químico em qualquer material. Há exemplos de endurecimento e aumento da resistência ao desgaste de aço por implantação de nitrogênio ou carbono, de titânio por implantação de nitrogênio, de alumina por implantação de cromo ou zircônio e de diamante por implantação de nitrogênio (MAZZOLDI, 1992). Outros pontos positivos deste método são a realização da implantação a baixa temperatura, a possibilidade de introduzir elementos em outro material acima do limite de solubilidade sólida, a ausência de interfaces abruptas entre as regiões modificada e não-modificada e a ausência de alterações dimensionais significativas.

Uma técnica semelhante à implantação iônica é o *Ion beam mixing*, onde camadas alternadas de elementos diferentes depositadas sobre o material substrato são bombardeadas pela implantação de metais pesados, que leva à mistura dos elementos formando ligas de composições impossíveis de serem obtidas de outra forma.

Algumas propriedades do laser, como o fato de ser uma fonte de calor limpa, sua alta densidade de energia e o alto nível de controle da densidade de energia por ele transferida, tornam o **Processamento de superfícies a laser** um método interessante para a alteração das propriedades superficiais dos materiais. Alta densidade de energia aliada a curto período de interação resultam em rápido aquecimento e resfriamento que produzem pequenas zonas termicamente afetadas, pouca distorção e mínima deterioração das propriedades volumétricas do material. Outra característica importante é a possibilidade de modificar as propriedades superficiais apenas de áreas do produto em que ocorram solicitações maiores, como em dentes de engrenagens. Essa modificação seletiva da superfície pode ser facilmente realizada pois somente as áreas em que o laser incide sofrem aquecimento (COOPER, 1992).

Em alguns casos, a superfície metálica que será alterada com a aplicação do laser deve ser preparada para minimizar a reflexão do laser, aumentando assim a densidade de energia efetivamente transferida ao material. Podem ser utilizados recobrimentos pouco reflexivos, como fosfato de magnésio, ou pode ser realizado um acabamento que aumente a rugosidade da superfície (COOPER, 1992).

As técnicas de processamento de superfícies a laser são:

- *Laser transformation hardening*, que, no caso de aços, consiste basicamente em provocar a têmpera superficial do material tendo como fonte de calor o laser. Como o metal é bom condutor térmico e o tempo de exposição ao laser é curto, após o aquecimento não é necessário resfriamento externo para provocar a transformação de fases.
- *Laser melting*, técnica que pode produzir o endurecimento de ligas que não são endurecíveis por *laser transformation hardening*. Pode ser utilizado também para produzir superfícies livres de defeitos de fundição, tais como trincas e porosidade.
- *Laser alloying*, semelhante a técnica *laser melting*, mas que conta com adição de elementos de liga simultaneamente à fusão do metal base para provocar a formação de ligas duras na superfície do material. Tem sido

utilizada principalmente para elevar a resistência de aços à corrosão por meio da adição de cromo.

- *Laser cladding*, onde um material é fundido e solidificado sobre o material substrato com mínima troca de elemento entre eles. A superfície do produto passa a ter as propriedades do material sobreposto ao substrato. O laser possibilita a sobreposição de ligas com alto ponto de fusão a substratos com baixo ponto de fusão.
- *Laser particle injection*, técnica em que camadas superficiais de compósitos de matriz metálica são formadas pela incorporação de partículas de outro material à região fundida do substrato.

A **Imersão a Quente** é um método que consiste na imersão do substrato em banho de metal fundido que, após resfriamento e solidificação, forma uma nova superfície exterior do produto. Normalmente, é empregado para recobrir com metais de baixo ponto de fusão, tais como zinco, estanho e chumbo. Algumas desvantagens do método são o pouco controle sobre o processo, que limita a otimização das propriedades finais do produto, e a dificuldade de obtenção de camadas finas de recobrimentos.

A **Cementação** é um dos métodos mais antigos de alteração das propriedades superficiais de aços, com o objetivo principal de elevar a sua resistência ao desgaste. A cementação baseia-se na difusão de átomos e consiste no aquecimento do aço na presença de carbono até uma temperatura suficiente para provocar a transformação da ferrita em austenita, onde o carbono é bastante solúvel. Após a dissolução do carbono na austenita, o aço é resfriado rapidamente provocando a formação de martensita na sua superfície. Há várias técnicas de cementação, incluindo a cementação por via gasosa, por via sólida, por via líquida, por plasma e em pacotes, sendo que a cementação por via gasosa é a mais moderna (STICKELS, 1990 ; JACQUOT, 1992).

A **Nitretação** é, ao lado da cementação, o tratamento termoquímico mais importante para a produção de superfícies duras em aços. O nitrogênio é difundido no aço pelo seu aquecimento em ambiente rico nesse elemento, o

que provoca o endurecimento superficial do aço por meio da formação de nitretos e carbonitretos com o ferro e outros elementos de liga presentes, como alumínio, cromo, molibdênio, vanádio e titânio e da presença de átomos de nitrogênio em solução sólida intersticial (HOFFMANN e MAYR, 1990).

A nitretação produz camadas menos espessas e muito mais duras que a cementação e a dissolução do nitrogênio pode ser feita por via gasosa, líquida, por pó ou por plasma. A nitretação por plasma utiliza uma descarga elétrica tanto para gerar o nitrogênio atômico a partir do gás N_2 como para introduzir o nitrogênio atômico na superfície do metal (JACQUOT, 1992).

Há outros tratamentos de superfície, como passivação, pintura, carbonitretação e esmaltação. Em conjunto, os métodos apresentados permitem a deposição de uma grande variedade de materiais, incluindo recobrimentos metálicos (Cr, Ni), cerâmicos (Al_2O_3), poliméricos (politetrafluoretileno), compósitos (carbono/carboneto de tungstênio - WC/C), multicamadas (várias camadas alternadas de titânio/ nitreto de titânio), multicomponentes (HfN e TiN misturados) e gradientes (uma camada de *diamond-like carbon* sobre uma camada de carboneto de tungstênio) (ZENG, 1999 ; HOLMBERG, 1998).

Os aços estão entre os materiais que têm sido mais estudados quanto a métodos para alteração de suas propriedades superficiais visando à elevação da sua resistência ao desgaste. A tabela 2.6 apresenta um conjunto representativo dos métodos disponíveis para a melhoria da resistência ao desgaste dos aços, através de endurecimento superficial (ASM, 1990 ; WOMERSLEY, 1995).

Tabela 2.6: Métodos para endurecimento superficial de aços (ASM, 1990).

ADIÇÃO DE CAMADAS	TRATAMENTO DA SUPERFÍCIE
Hardfacing Soldagem Aspersão térmica	Métodos difusivos Cementação Nitretação Carbonitretação Cianetação Boretização
Recobrimentos Deposição de fase vapor Filmes finos	Métodos de endurecimento seletivo por chama por indução por laser por feixe eletrônico por implantação de íons

Alguns dos critérios que devem ser levados em conta no momento de selecionar o processo a ser usado são (GEBEL e DONOVAN, 1990):

- Aplicabilidade do tratamento ao material e à peça em questão;
- Efeitos de variáveis ambientais e de processamento sobre o tratamento;
- Efeitos do tratamento nas propriedades do material, nas dimensões da peça e nos processamentos subseqüentes a que será submetido o material;
- Disponibilidade; Custos.

Alguns dos processos de tratamento de superfície envolvem tecnologias em grande parte assimiladas pelas indústrias e são consideradas como convencionais, entre elas, a cementação de aços e o endurecimento de metais por aplicação de laser. Embora haja grande experiência nessas tecnologias, elas permitem ainda o surgimento de mudanças e inovações que podem trazer vantagens competitivas. Existem outros processos que não estão ainda plenamente desenvolvidos, como o *laser cladding*, que também constituem-se em importantes oportunidades de inovação na fabricação de produtos resistentes ao desgaste. Tem sido ressaltado que o melhor uso das tecnologias de tratamento de superfície permitirá às indústrias atingir um nível mais elevado de competitividade (AZOLINI Jr, 1996 ; CORTI, 1993 ; BELL, 1993).

Os tratamentos de superfície vêm sendo usados há muitos anos para aumentar a resistência ao desgaste de componentes de compressores herméticos. Este sistema mecânico, utilizado em refrigeradores e condicionadores de ar e conhecido popularmente como "motor de geladeira", é bastante dependente do bom desempenho de seus componentes frente ao desgaste. O compressor modelo C-122 da Westinghouse, lançado nos Estados Unidos em 1934 possuía eixo virabrequim e pinos de aço endurecido por nitretação (NAGENGAST, 1998).

Desde a revisão do Protocolo de Montreal em 1993, os fabricantes de compressores herméticos têm sido pressionados no sentido de promover constantes aperfeiçoamentos no produto quanto à eficiência energética, redução de ruídos e vibrações e substituição dos gases refrigerantes tipo CFC por outros menos ou não prejudiciais à camada de ozônio (SUNG, 1998 ; MIZUHARA et al, 1994 ; ZHAO et al, 1999 ; SAFARI e HADFIELD, 1998 ; NA et al, 1997 ; SHEREITOV et al, 1995 ; SARTRE, 1994).

A substituição dos gases refrigerantes tem produzido um efeito colateral importante: o aumento dos níveis de desgaste dos componentes do compressor. Esse fato tem sido atribuído, entre outros fatores, ao menor poder lubrificante dos novos gases e à alteração das interações do par gás/lubrificante (SUNG, 1998 ; NA et al, 1997).

Muitas técnicas de tratamentos superficiais têm sido estudadas e aplicadas em compressores, visando à elevação da resistência do produto ao desgaste, dentre elas a implantação de íons em diversas ligas metálicas, a nitretação iônica, a aspersão térmica e diversas técnicas de deposição física de vapor. Especificamente para compressores herméticos empregados em refrigeração, a implantação de íons de nitrogênio em placas válvulas e a aspersão térmica por plasma têm apresentado bons resultados como alternativas para a redução do desgaste (MIZUHARA e TOMIMOTO, 1997 ; LEI et al, 1996 ; RHYS-JONES, 1990 ; SUNG, 1998). Há inclusive compressores herméticos que utilizam mais de um tipo de tratamento de superfície para reduzir o desgaste de diferentes componentes, como é o caso de um compressor rotativo desenvolvido pela Matsushita que utiliza palheta recoberta

com nitreto de cromo em contato com rolamento de aço tratado com implantação iônica de oxigênio (MATSUSHITA, 1999).

Vários materiais para revestimento também estão sendo pesquisados, dentre eles nitreto de titânio, o composto carbono/carboneto de tungstênio, *diamond-like carbon*, nitreto de cromo e outros. O bom desempenho desses e outros materiais frente ao desgaste em compressores herméticos depende de muitos fatores, tais como a dureza do revestimento, a adesão entre o substrato e o revestimento e a capacidade de formação de filme tribológico duradouro e facilmente cisalhável (SUNG, 1998).

Além de tratamentos de superfície, também estão sendo pesquisados novos lubrificantes que tenham melhor interação com os gases refrigerantes e com os materiais empregados na fabricação dos compressores, sejam eles maciços ou revestimentos, para melhorar a lubrificação dos componentes e reduzir seu desgaste (SUNG, 1998 ; NA et al, 1997).

3 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

3.1 Softwares

A execução deste trabalho envolveu a utilização de um grande número de softwares, para a preparação dos dados do Metadex, da Web of Science e do Derwent Innovation Index, para a criação da BiblioWoS a partir dos dados preparados da Web of Science e para a aplicação da análise bibliométrica à prospecção tecnológica em materiais. São eles:

- **FSR - Folio Search and Replace:** software para reestruturação dos dados
O FSR – Folio Search and Replace é um aplicativo vendido junto com o Folio Views, *software* para a criação e gerenciamento de bases de dados. Ele é utilizado para reestruturar a informação a partir de comandos de localização e substituição de seqüências de caracteres presentes em um texto. O FSR foi utilizado na preparação dos dados da Web of Science.
- **Infotrans:** Software para reestruturação de dados
O infotrans é um *software* de reestruturação de dados desenvolvido pela empresa alemã I+K que permite o rearranjo automatizado da estrutura dos dados recuperados em bases de dados eletrônicas. Ele permite a reestruturação de registros recuperados a partir de diversas bases de dados e apresenta vantagens sobre outros *softwares* de reestruturação de dados, como por exemplo, a capacidade de eliminar registros duplicados. O mecanismo de reestruturação da informação é semelhante ao utilizado pelo Folio Search and Replace, mas com recursos adicionais, como a reestruturação personalizada para cada campo. No presente trabalho, o Infotrans foi empregado para a preparação de dados da Web of Science para a criação da BiblioWoS, e para a preparação dos dados do Metadex e do Derwent Innovation Index diretamente para análise bibliométrica automatizada.

- **Conversor BiblioWoS:** Software para introdução de autores citados, desenvolvido especificamente para aplicação neste estudo.

O Conversor BiblioWoS foi desenvolvido em Visual Basic, com a colaboração de programador. Ele é utilizado para a criação de um índice contendo os códigos e nomes de autores respectivos de todos os artigos presentes na Web of Science e posterior utilização do índice criado para substituir códigos dos artigos citados pelos nomes dos autores citados. O software foi utilizado na preparação dos dados da BiblioWoS e o seu desenvolvimento proporcionou um ganho de tempo expressivo em relação à solução encontrada com o uso do infotrans.

- **Folio:** Software criador e gerenciador de bases de dados

O Folio é um software para criação e disponibilização de bases de dados textuais com grande capacidade de recuperação de dados, por meio de pesquisa ou navegação. Neste trabalho foi utilizado para a criação da BiblioWoS.

- **LivePublish:** software para acesso via internet à BiblioWoS

O LivePublish possibilita a criação e disponibilização de bases de dados via internet e intranet. Suas principais características são: capacidade de armazenar grande quantidade de informação; capacidade de importação e indexação de arquivos de tipos diversos (txt, doc, xls, pdf, nfo, xml e html); localização da informação por sumário e ferramenta de busca poderosa e consulta rápida de dados via Internet usando browsers Netscape ou Internet Explorer. Dois módulos da família Live Publish foram essenciais para o projeto: LivePublish Builder, para importação da base de dados gerada pelo Folio e LivePublish Server, para disponibilizar a BiblioWoS via Internet.

- **WinVi:** editor de textos

O WinVi é um editor de textos que possui duas características importantes, vantajosas sobre o Word e outros editores, para a execução dos métodos propostos: a) capacidade de abrir arquivos-texto grandes e b) exibição

dos caracteres presentes no texto em formato hexadecimal, segundo as tabelas ASCII e ANSI. O WinVi foi utilizado para verificar se as operações de preparação foram bem realizadas.

- **Dataview:** Software para tratamento bibliométrico

O Dataview faz a transformação de dados textuais em dados numéricos por meio de análise bibliométrica. Ele foi desenvolvido pelo CRRM - *Centre de Recherche Rétrospective de Marseille*, da *Université Aix-Marseille III*, na França. O Dataview é flexível quanto à entrada de dados, bastando que estes estejam em formato bibliométrico. Os *softwares* estatísticos têm necessidades diversas de estruturação quanto aos dados de entrada para a realização de tratamentos estatísticos. O Dataview fornece diversos formatos de saída de dados, adequados para a sua importação pelos *softwares* estatísticos disponíveis (Excel, SAS, Statistica, Statigraph). Os formatos de saída incluem listas de freqüências e vários tipos de matrizes.

- **Matrisme:** Software para representação de redes de relacionamentos

O *software* Matrisme foi desenvolvido no CRRM – *Centre de Recherche Rétrospective de Marseille*, da *Université Aix-Marseille III* - França. Ele tem como finalidade a representação gráfica de redes construídas por meio de análise de co-ocorrência feita com o Dataview a partir de informação contida em registros bibliográficos. Com o matrisme é possível visualizar redes de autores que publicam trabalhos juntos ou redes de autores co-citados.

- **Statistica:** Software para tratamento estatístico

O Statistica é um *software* de tratamento estatístico desenvolvido pela Statsoft. Ele tem diversas opções de tratamentos, como análise de correspondência, classificação hierarquizada e não-hierarquizada, análise fatorial e análise de cluster, dentre outros. É utilizado como complemento principalmente para agrupamento e mapeamento de elementos (autores, entidades, países, palavras-chave) e a representação da informação de forma sintética através de gráficos e figuras.

- **Word:** Editor de textos

O Word foi utilizado neste trabalho para elaboração de tabelas a partir de listas e matrizes produzidas com o Dataview. É o editor de textos da Microsoft para o sistema operacional Windows.

- **Excel:** Planilha Eletrônica

O Excel foi utilizado para importar matrizes e listas geradas no Dataview e construir gráficos e tabelas. O Excel é possivelmente a planilha eletrônica mais difundida no mundo. Esse *software* é utilizado para a construção de planilhas de cálculo e gráficos em contabilidade, administração e outras áreas.

3.2 Equipamentos

Para a recuperação, preparação e análise bibliométrica dos dados provenientes do Metadex e do Derwent Innovation Index, foi utilizado um microcomputador PC com processador Intel Pentium III 550 Mhz, com 128 Mb de memória RAM, 10 Gb de HD, CD-ROM de 48X e acesso à internet via rede de fibra ótica da UFSCar.

Para a preparação dos dados da Web of Science e criação da BiblioWoS foi utilizado um conjunto de microcomputadores selecionados especificamente para essa aplicação. Foram usados 4 microcomputadores com processador AMD K7 Athlon de 1,2 Ghz, 256 Mb de memória RAM e HD de 30 Gb, mostrados na figura 3.1, e 1 servidor Intel Pentium III 800 Mhz dual, com 1 Gb de RAM e 3 HDs SCSI de 36 Gb, mostrado na figura 3.2. Os 5 micros foram utilizados exclusivamente no procedimento de preparação dos dados e criação da base de dados. O micro Pentium 800 Mhz tem configuração otimizada para hospedar a BiblioWoS na internet.

Para garantir que os micros trabalhassem 24 horas por dia durante meses sem interrupção, foram utilizados 2 *no-breaks* para ligação dos micros a um sistema de energia elétrica de segurança. Os *no-breaks* adquiridos são mostrados na figura 3.3.



Figura 3.1: Micros Athlon K7 utilizados na reestruturação dos dados.

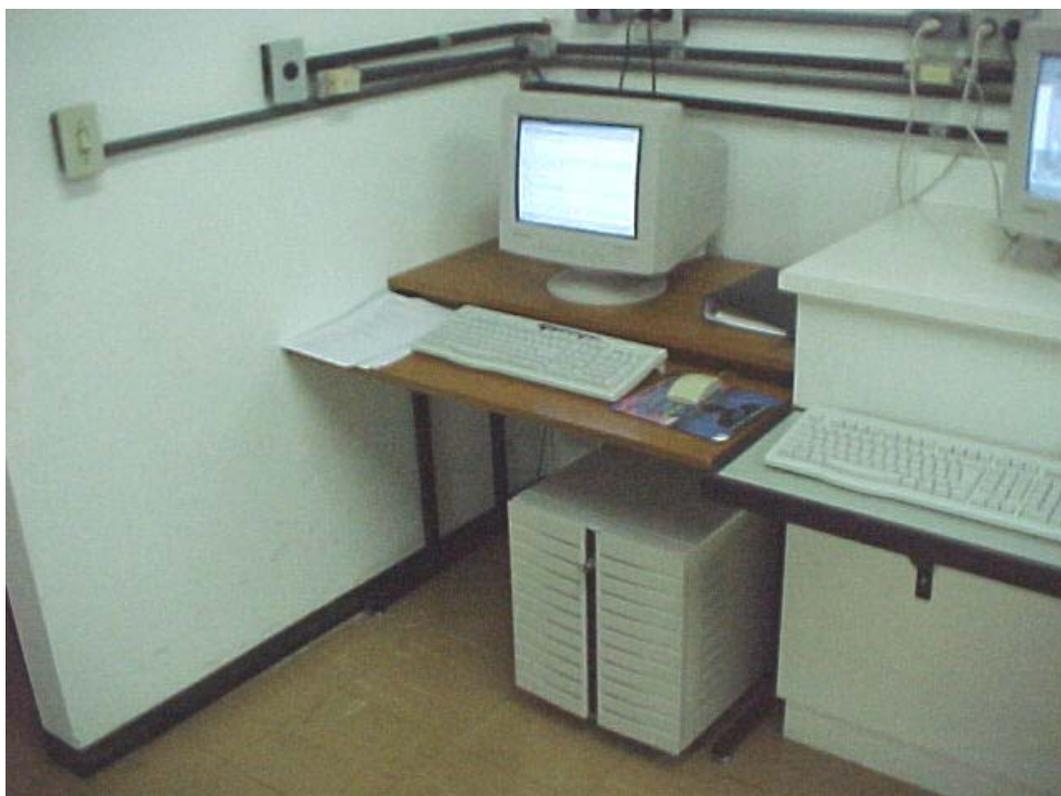


Figura 3.2: Servidor Pentium III 800 Mhz que hospedará a nova base de dados.



Figura 3.3: *No-breaks* que ligam os micros à rede elétrica de emergência.

3.3 Métodos de preparação de dados coletados do Metadex, Web of Science e Derwent Innovation Index

A partir da análise do Metadex, da Web of Science e do Derwent Innovation Index foram identificadas oportunidades de aumento da eficiência no uso dessas bases de dados para a análise bibliométrica. Foram propostos métodos específicos para cada uma das bases de dados mencionadas, envolvendo a preparação dos dados disponibilizados.

Os métodos propostos para o Metadex e o Innovation Index prevêem a sua execução a partir de dados recuperados das bases de dados.

O método proposto para a Web of Science prevê a preparação dos dados e a criação de uma nova base de dados, chamada BiblioWoS, a partir de dados contidos nos arquivos de alimentação do servidor da Web of Science. A BiblioWoS oferece recursos avançados de busca e permite a análise bibliométrica a partir de dados dela recuperados.

3.4 Metodologia de análise aplicada à prospecção tecnológica de tratamentos de superfície

A prospecção tecnológica em tratamentos de superfície para resistência ao desgaste de compressores herméticos incluiu a realização de 5 buscas nas bases de dados Metadex, Web of Science e Derwent Innovation Index, resumidas na tabela 3.1. Foram aplicados os métodos propostos de preparação de dados, seguidos de análise bibliométrica para criação de listas de frequência e matrizes de co-ocorrência que deram origem a vários tipos de indicadores, entre eles: *rankings*, tabelas, gráficos, representação de redes de relacionamento e mapas de agrupamento e representação de conceitos.

Tabela 3.1: Buscas para prospecção tecnológica sobre tratamentos de superfície resistentes ao desgaste para compressores herméticos.

	Metadex	Web of Science	Derwent Innovation Index
Coleta 1	Resistência ao desgaste 5.917 registros 1990 a 1997	Recobrimentos e filmes 8.224 registros 1993 a 1997	Compressores Herméticos 9.418 recuperados 5.997 preparados 1.785 analisados 1990 a 2001
	O que afeta resistência ao desgaste Materiais e processos para aumentar resistência ao desgaste Recobrimentos utilizados	Países Áreas do conhecimento relacionadas Pesquisadores Pesquisadores citados Mapas de citação	Tendências do setor Países (desenvolvimento tecnológico e mercados) Empresas Estratégias
Coleta 2	Compressores herméticos 114 registros 1990 a 09/2000		Compressores herméticos e desgaste 223 registros 1990 a 1999
	Tratamentos de superfície Entidades Países Pesquisadores		Estratégias específicas quanto ao desgaste Tecnologias de tratamentos de superfície desenvolvidas

3.4.1 Metodologia para análise de dados do Metadex

No Metadex foram feitas duas coletas de registros: uma sobre resistência ao desgaste e outra sobre compressores herméticos

Coleta 1: Resistência ao desgaste

O objetivo da busca de artigos sobre resistência ao desgaste foi identificar de forma ampla os processos e materiais pesquisados para o aumento da resistência ao desgaste. Foram recuperados 5.917 registros para período de 1990 a 1997, através de busca no campo Descritores (palavras-chave) segundo a expressão de busca mostrada na tabela 3.2. O método proposto de preparação de dados do Metadex foi empregado e os registros foram submetidos a análise bibliométrica e estatística para a criação de indicadores.

Tabela 3.2: Expressão de busca para recuperação de registros sobre resistência ao desgaste no Metadex

S WEAR(W)RESISTANCE/DE

Coleta 2: Compressores Herméticos

O objetivo da busca de patentes sobre compressores herméticos foi identificar processos e materiais pesquisados especificamente para o aumento da resistência ao desgaste em compressores herméticos. Foram recuperados 114 registros de artigos sobre compressores herméticos, para período de 1990 a 2000, segundo a busca da tabela 3.3. O método proposto de preparação de dados do Metadex foi usado e foi aplicada análise bibliométrica e estatística para a criação de indicadores.

Tabela 3.3: Expressão de busca para recuperação de registros sobre resistência ao desgaste no Metadex

S HERMETIC?(3W)COMPRESSOR? OR SEALED(3W)COMPRESSOR? OR REFRIGER?(W)COMPRESSOR? OR CONDIT?(W)COMPRESSOR? OR SCREW?(W)COMPRESSOR? OR HELICAL?(W)COMPRESSOR? OR ROTA?(2W)COMPRESSOR? OR ROTA?(W)SCREW? OR RECIPROCAT?(W)COMPRESSOR? OR PISTON?(W)COMPRESSOR? OR ALTERNAT?(W)COMPRESSOR? OR CENTRIFUG?(W)COMPRESSOR? OR SCROLL?(W)COMPRESSOR? OR SWASH?(W)PLAT?(2W)COMPRESSOR? OR ROLL?(W)PISTON?(2W)COMPRESSOR?

3.4.2 Metodologia para análise de dados da Web of Science

A análise dos dados da Web of Science teve como objetivo a identificação de pesquisadores e entidades importantes na área de recobrimentos

Primeiro foi feita a aplicação do método proposto de preparação dos dados e criação da BiblioWoS a partir dos CDs com o conteúdo da Web of Science. Através de busca na BiblioWoS utilizando a expressão mostrada na tabela 3.4 foram recuperados 8.224 registros para o período de 1993 a 1997.

Tabela 3.4: Expressão de busca para recuperação de registros na BiblioWoS.

[campo CLASSIFICACAO: materials science_coatings and films]

Após recuperação através da BiblioWoS, os registros foram diretamente submetidos a análise bibliométrica e estatística para a criação de indicadores.

3.4.3 Metodologia para análise de dados do Derwent Innovation Index

No Derwent Innovation Index foram feitas duas coletas de registros: uma sobre compressores herméticos e outras sobre desgaste de compressores herméticos

Coleta 1: Compressores herméticos

O objetivo da busca de patentes sobre compressores herméticos foi produzir um panorama tecnológico da indústria de compressores herméticos no período de 1990 a setembro de 2001.

Foram identificadas as palavras-chave e os códigos da classificação internacional de patentes e da Derwent ligados a compressores herméticos. Devido às restrições de busca e recuperação de dados do Derwent Innovation Index (veja item 2.2), foi necessário dividir a busca inicialmente em 3 (busca por palavras-chave, busca por código CIP, busca por código Derwent) e e subdividir cada uma das delas em 12 buscas anuais (1990 a 2001), resultando em 36 sub-buscas. Adicionalmente, cada uma das 36 sub-buscas precisaram ser repetidas algumas vezes para recuperação de todas patentes encontradas, uma vez que o Innovation Index não permite a coleta de mais de 100 patentes por sessão de busca. A tabela 3.5 apresenta as expressões de busca utilizadas e a tabela 3.6 mostra o número de patentes recuperadas em cada busca.

Tabela 3.5: Expressões de busca utilizadas para a recuperação de patentes sobre compressores herméticos.

Busca	Expressão
1	Resumo ou Título = (compressor* and refriger*) AND CIP = (F04B* or F04C* or F04D*)
2	Resumo ou Título = compressor* AND Manual Code Derwent = X27-F02C1
3	Resumo ou Título = (hermetic* compressor* or sealed compressor* or refriger* compressor*) or ((screw* compressor* or helical* compressor* or rotar* compressor* or rotar* vane* compressor* or rotar* screw* or reciproc* compressor* or piston* compressor* or alternat* compressor* or centrifug* compressor* or scroll* compressor* or swash* plat* compressor* or roll* piston* compressor*) and (refriger* or condition*))

Tabela 3.6: Número de patentes recuperadas sobre compressores herméticos nas 3 expressões de busca utilizadas.

Ano	Busca 1	Busca 2	Busca 3	Total
1990	95	83	133	311
1991	88	110	138	336
1992	107	91	148	346
1993	114	96	159	369
1994	102	98	161	361
1995	101	105	151	357
1996	281	339	361	981
1997	324	321	439	1.084
1998	368	337	453	1.158
1999	443	309	580	1.332
2000	533	415	565	1.513
09/2001	414	357	481	1.252
Total	2.988	2.661	3.769	9.418

Os 9.418 registros de patentes recuperados foram submetidos ao método de preparação proposto, além de passar por um processo para remoção de registros duplicados. Com os 5.997 registros resultantes foi criada uma base de dados operacional, de onde foram extraídos 2 conjuntos de dados: um com todas as 5.997 patentes e outro com os 1.785 registros de patentes que foram depositadas em mais de um país.

O número de patentes por país da prioridade (país de origem das empresas que depositaram as patentes) foi plotado para os conjuntos de 5.997 e de 1.785 patentes, como mostra a figura 3.4.

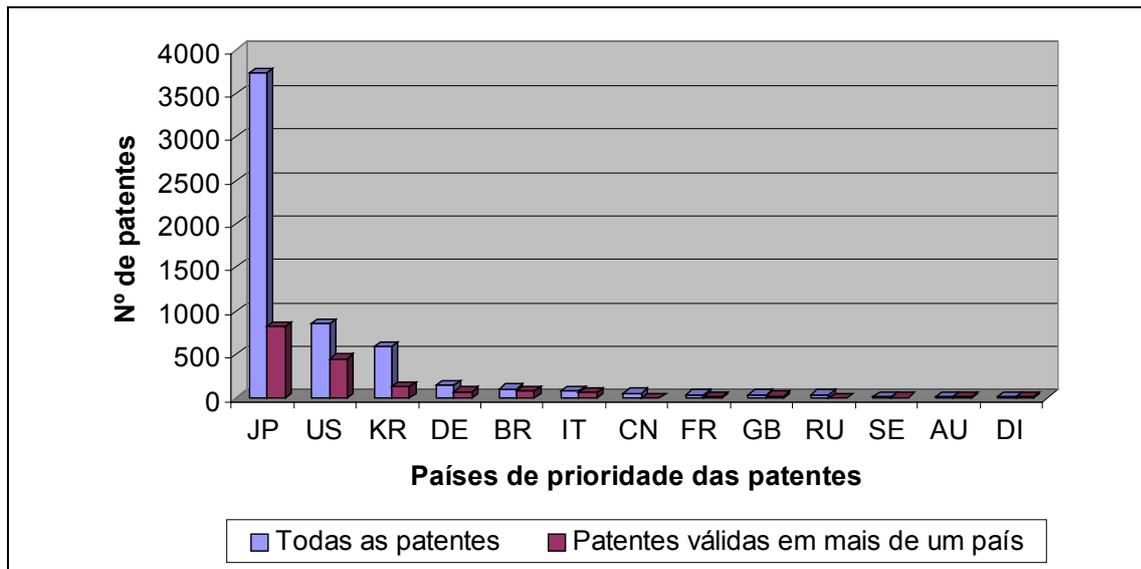


Figura 3.4: Número de patentes originadas de cada país, considerando todas as patentes ou apenas as patentes depositadas em mais de um país.

A figura 3.4 permite verificar, para o caso dos compressores herméticos, uma distorção do número de patentes por país que ocorre também para outras tecnologias e produtos. O procedimento de patenteamento no Japão é diferenciado dos outros países e visa facilitar o depósito de patentes e estimular o aumento do número de patentes japonesas. Muitas das patentes depositadas no Japão são de pequeno interesse para aplicação industrial e acabam não sendo utilizadas. As patentes que são mais atrativas acabam sendo depositadas em outros países além do país de origem da empresa inventora. Selecionando para análise apenas as patentes válidas em mais de um país, essa distorção é corrigida. No caso dos compressores herméticos a proporção de patentes passa de 3.739 Japão x 2.258 outros países para 824 Japão x 961 outros países.

Portanto, o conjunto de 1.785 patentes foi selecionado para o estudo tecnológico da indústria de compressores herméticos através de análise bibliométrica.

Coleta 2: Desgaste de compressores herméticos

O objetivo da busca de patentes sobre compressores herméticos e desgaste foi investigar as tecnologias importantes para redução de desgaste em compressores herméticos, principalmente de tratamentos de superfície, e posicionamento das empresas do setor quanto a essas tecnologias

Na época em que estas buscas foram feitas, o Derwent Innovation Index ainda não dispunha do recurso de busca por códigos da classificação. Portanto, foi feita apenas busca por palavras no título ou no resumo. Foram feitas buscas sobre combinando vários tipos de tratamentos de superfície, compressores herméticos e desgaste, no período de 1966 a 1999 para avaliar a quantidade de patentes disponíveis sobre esses assuntos. As buscas foram feitas utilizando as palavras chave apresentadas na tabela 3.7.

Tabela 3.7: Focos de busca de patentes e expressões de busca empregadas.

Assuntos de busca		Expressões de Busca
Tratamentos de Superfície	Aspersão Térmica	arc spray* or coating* spray* or flame spray* or hot spray* or metal spray* or plasma spray* or powder spray* or thermal spray* or wire spray* or metallizing
	Eletrodeposição	electrodeposit* or electro* nickel or electroless coating* or electroless deposition or electroless plating or electroplat*
	Deposição a Vapor	vapor deposition or pvd or cvd or sputtering or sputter deposition or magnetron deposition or radio frequency deposition or evaporation deposition or ion beam deposition or rf deposition or rf magnetron or coevaporation or cosputtering or ion plating or arc deposition
	Implantação Iônica	ion implantation or beam line or ion beam mixing
	Tratamento a Laser	laser alloy* or laser clad* or laser hard* or laser melt* or laser surfac*
	Nitretação, Nitrocarbonetação, Carbonitretação, Cementação	nitriding or nitrocarburiz* or carburiz* or cementation or nitrided surface* or carbonitrid*
	Chapeamento (Plating)	alloy plating or aluminum plating or brass plating or bronze plating or cadmium plating or chromium plating or cobalt plating or copper plating or flame plating or immersion plating or lead plating or nickel plating or tin plating or titanium plating or zinc plating
	Recobrimentos	ceramic coating* or diamond like coating* or dlc coating* or gradient coating* or hard coating* or hot dip coating* or immersion coating* or meta* coating* or multi* coating* or plastic coating* or protective coating* or rubber coating* or surface coating*
	Outros	enamel* or anodizing or galvanizing or shot peening or thin film* or hardsurfac* or hard surfac* or injected surface*
Compressores Herméticos		(hermetic* compressor* or sealed compressor* or refriger* compressor*) or ((screw* compressor* or helical* compressor* or rotar* compressor* or rotar* vane* compressor* or rotar* screw* or reciproc* compressor* or piston* compressor* or alternat* compressor* or centrifug* compressor* or scroll* compressor* or swash* plat* compressor* or roll* piston* compressor*) and (refriger* or condition*))
Desgaste		wear

Foram recuperados 223 registros de patentes sobre compressores herméticos e desgaste, para período de 1966 a 1999, segundo a expressão de busca mostrada na tabela 3.8.

Tabela 3.8: Expressão de busca para recuperação de patentes sobre desgaste de compressores

Resumo ou Título = (hermetic* compressor* or sealed compressor* or refriger* compressor*) or ((screw* compressor* or helical* compressor* or rotar* compressor* or rotar* vane* compressor* or rotar* screw* or reciproc* compressor* or piston* compressor* or alternat* compressor* or centrifug* compressor* or scroll* compressor* or swash* plat* compressor* or roll* piston* compressor*) and (refriger* or condition*)) AND wear
--

As 223 patentes foram submetidas ao método proposto de preparação dos dados e à análise bibliométrica e estatística para criação de indicadores.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Proposição e implementação de métodos para aumento da eficiência da análise bibliométrica

4.1.1 Oportunidades para aumento da eficiência relativa ao Metadex

O Metadex é a base de dados científica mais importante da área de metalurgia e materiais pela extensão de sua cobertura do assunto e pela qualidade de indexação dos artigos. As palavras-chave utilizadas na indexação são provenientes do *Thesaurus of Metallurgical Terms* e descrevem produtos, materiais, processos, propriedades, formas dos materiais e fatores que afetam processos e propriedades dos materiais. Apesar da diversidade de conceitos representados pelas palavras-chave do tesouro, o Metadex apresenta todas elas em um único campo. A separação dos diversos tipos de palavras-chave em campos específicos representa uma oportunidade para aumento da eficiência da análise bibliométrica automatizada.

Outras oportunidades são: 1) a criação de um campo para integrar a informação sobre data de publicação dos artigos, hoje dispersa em 3 campos (*Publication year*, *Publication date* e *Conference Year*) e 2) a criação de um campo para integrar a informação sobre a fonte de publicação dos artigos, hoje dividida em 2 campos (*conference title* e *journal name*).

A tabela 4.1 apresenta os tipos de descritores existentes no Metadex (MATERIALS INFORMATION, 1992).

Tabela 4.1: Descritores de Metadex formados pela combinação de termos primários e modificadores do *Thesaurus of Metallurgical Terms*

		TIPOS DE TERMOS MODIFICADORES			
		Processos	Propriedades	Fatores	Formas dos materiais
TIPOS DE TERMOS PRIMÁRIOS	Materiais	material-processo	material-propriedade		material-forma
	Produtos	Produto-processo	produto-propriedade		
	Processos			processo-fator	
	Propriedades			propriedade-fator	
	Fatores				
	Formas dos materiais	forma-processo	forma-propriedade		

No tesauro usado pelo Metadex como fonte de palavras-chave há termos Primários e Modificadores. Os termos primários são utilizados diretamente no Metadex como palavras-chave. Os termos modificadores são combinados a termos primários para tornar mais específico o sentido do termo primário. O uso de termos modificadores traz como vantagem a possibilidade de elaboração de expressões de busca bastante específicas no Metadex.

Por exemplo: *titanium* é um termo primário e *coatings* é um termo modificador. Os dois termos podem ser combinados para criar o descritor *titanium-coatings*. *Titanium* pode descrever artigos sobre produção do titânio, uso do titânio, o elemento químico titânio, etc. *Titanium-coatings* descreve artigos que tratam especificamente do uso de titânio como recobrimento.

Há 6.570 termos primários sobre materiais, produtos, processos, propriedades, fatores que influenciam processos e propriedades dos materiais e formas dos materiais. Os termos modificadores são 117 e representam processos, propriedades, fatores que influenciam processos e propriedades dos materiais e formas dos materiais. Termos modificadores podem ser usados como primários (MATERIALS INFORMATION, 1992).

Com base na análise dos dados do Metadex, é proposto um método inédito de preparação de dados que inclui a reestruturação do conteúdo do campo "Descritores" para a formação de cinco novos campos: PROCESS,

PROPRIED, EFEITOS, FORMAS e SIMPLES, conforme ilustra a figura 4.1. O método inclui também a criação de 2 novos campos para integrar as informações sobre data e fonte de publicação dos artigos.

<p>Antes da reestruturação</p> <p>TITLE- Tribological properties of Ti/TiN nanomultilayers. DESCRIPTORS- Conference Paper; Titanium--Composite materials; Titanium nitride--Composite materials; Multilayers--Coatings; Nanomaterials--Coatings; Silicon--Coating; Tribology; Sputtered coatings--Mechanical properties; Wear resistance; Fracture mechanics</p> <p>Depois da reestruturação</p> <p>TITULO- Tribological properties of Ti/TiN nanomultilayers. SIMPLES- Conference Paper; Tribology; Wear resistance; Fracture mechanics PROCESS- Silicon--Coating PROPRIED- Sputtered coatings--Mechanical properties EFEITOS- Campo Vazio FORMAS- Titanium--Composite materials; Titanium nitride--Composite materials; Multilayers--Coatings; Nanomaterials--Coatings</p>
--

Figura 4.1: Criação de novos campos segundo o método proposto

A figura 4.2 apresenta esquematicamente o método proposto para preparação dos dados recuperados do Metadex e suas operações componentes. A figura 4.2 mostra também como o método integra-se ao processo de análise automatizada da informação.

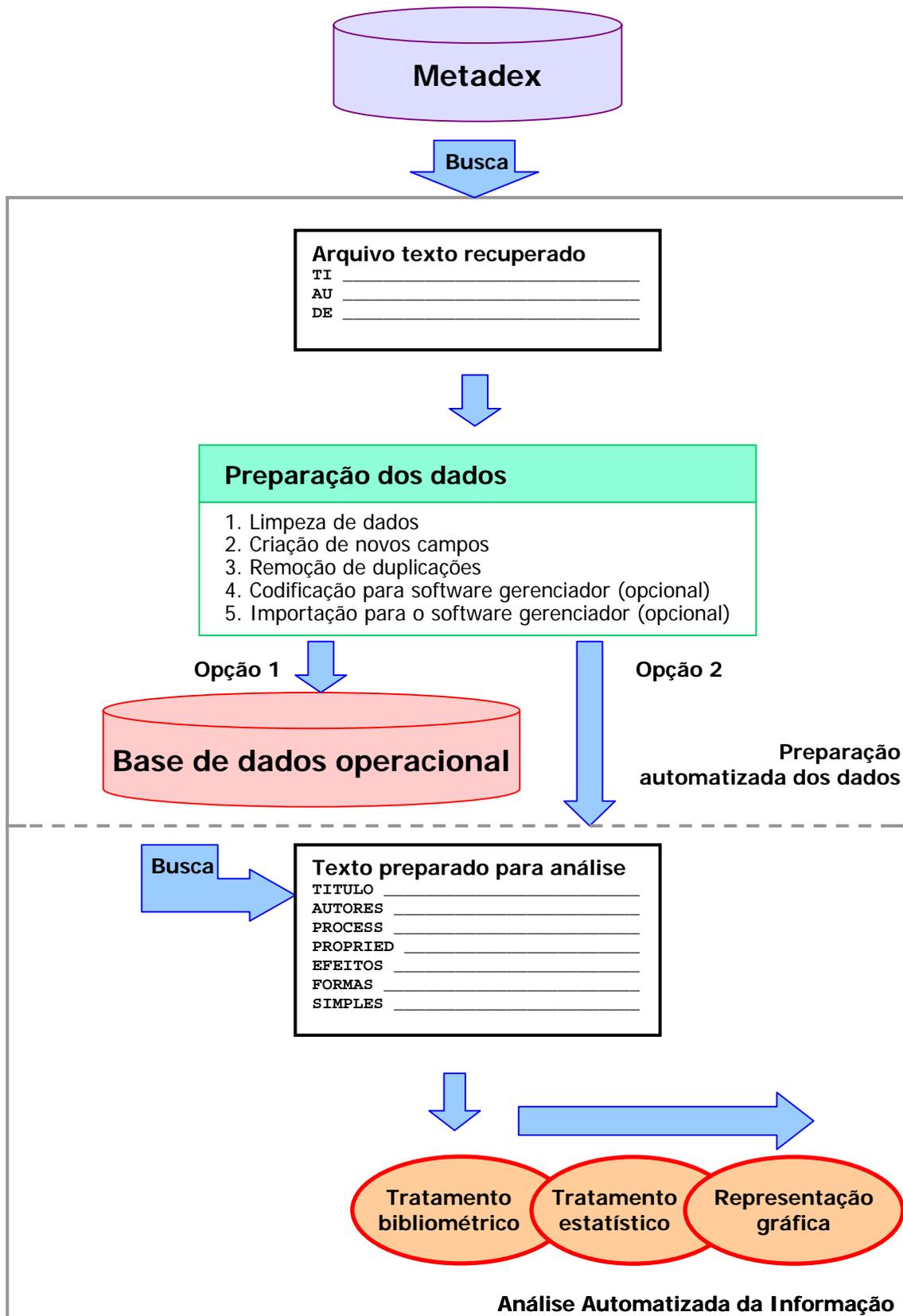


Figura 4.2: Método proposto para preparação dos dados do Metadex e sua integração à análise automatizada da informação.

As operações desenvolvidas para o método foram as seguintes:

1ª Operação: Limpeza de dados – eliminação dos campos contendo informação desnecessária para as análises pretendidas com os dados recuperados do Metadex;

2ª Operação: Criação de novos campos–Criação de novos campos (PROCESS, PROPRIED, EFEITOS, FORMAS) para separação dos descritores compostos, presentes originalmente no campo *descriptors* de acordo com o tipo de termo modificador presente em cada descritor composto. Criação de novo campo SIMPLES para transferência dos descritores sem modificadores. criação de novos campos de conteúdo otimizado a partir da união e seleção do conteúdo de campos originais. Exemplos: 1) união e otimização do conteúdo dos campos *conference year*, *publication year* e *publication date* para criação do campo ANO; 2) união do conteúdo dos campos *conference title* e *journal name* para criação do campo FONTE.

3ª Operação: Remoção de duplicações– Comparação dos códigos presentes no campo CODIGOBD para remoção de registros em duplicata.

4ª Operação: codificação para software gerenciador- introdução de códigos de início e fim de registros e campos, deixando dados prontos para criação da base de dados operacional. Esta operação é opcional. Os dados preparados até a 3ª operação são prontos para análise automatizada. A codificação só é realizada se há interesse em criar a base de dados operacional.

5ª Operação: importação pelo software gerenciador – criação da nova base de dados e importação dos dados preparados na 4ª operação. Esta operação é opcional e só é realizada se há interesse em criar a base de dados operacional.

4.1.2 Execução do método proposto para preparação de dados do Metadex

A execução do método proposto iniciou-se com a recuperação de dados no Metadex. Foram recuperados dois conjuntos de dados: um sobre resistência ao desgaste, contendo 5.917 registros e outro sobre compressores herméticos,

contendo 114 registros. Os dados recuperados foram processados separadamente, em 1 etapa e com 1 microcomputador, como ilustra a figura 4.3. Após a execução do método proposto, para cada conjunto de dados foi gerado um novo arquivo texto, pronto para utilização na análise automatizada da informação. Não foram criadas bases de dados operacionais.

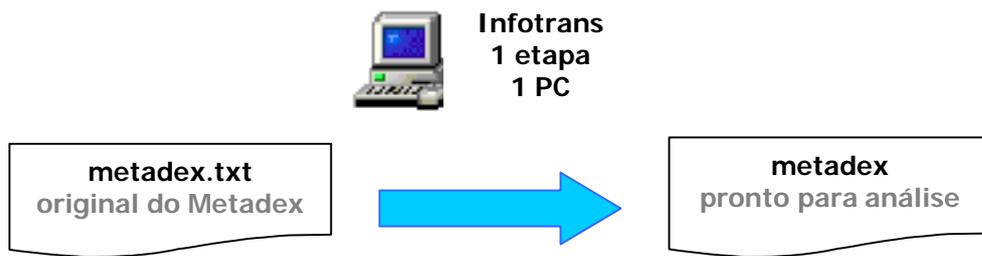


Figura 4.3: Fluxograma da preparação desenvolvida para o Metadex.

A figura 4.4 apresenta uma comparação de estrutura entre os dados recuperados do Metadex e os dados preparados, mostrando os novos campos introduzidos. Para simplificar a representação, os campos presentes nos dados recuperados do Metadex que foram apagados na preparação não estão presentes na figura 4.4.

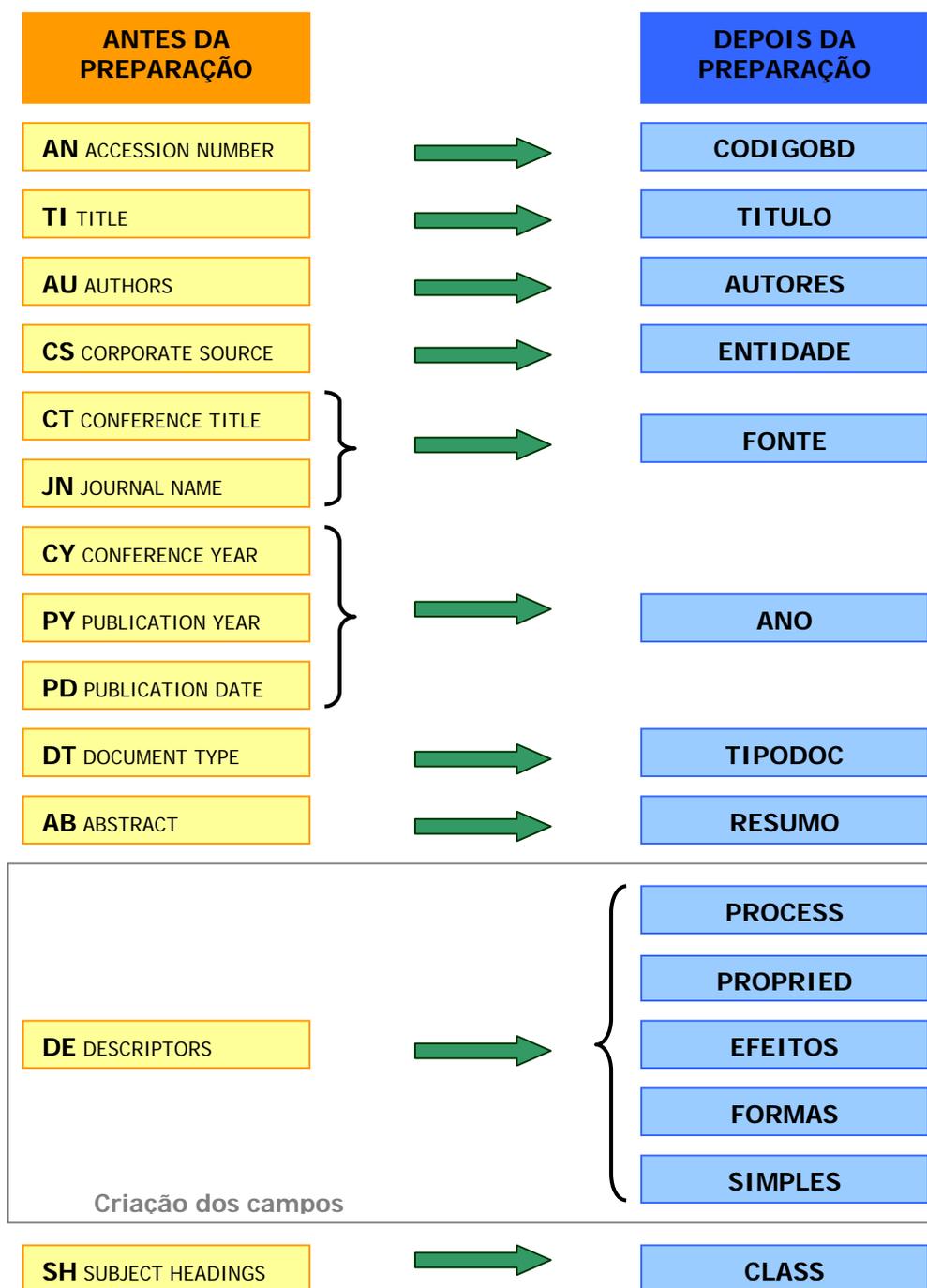


Figura 4.4: Mudança de estrutura dos dados recuperados no Metadex após aplicação do procedimento desenvolvido.

Depois de preparados, os dois conjuntos de dados foram empregados na prospecção tecnológica sobre tratamentos de superfície.

4.1.3 Oportunidades para aumento da eficiência relativa à Web of Science

A Web of Science é uma base de dados importante para elaboração de indicadores científicos e tecnológicos, mas algumas características da interface e da coleta de dados dificultam o seu uso e representam oportunidades para melhoria da eficiência da análise bibliométrica automatizada, destacando-se:

- a **dificuldade de recuperação dos resultados das buscas**. Podem ser recuperados até 1.500 registros por busca, independentemente do número de registros encontrados na busca. Os registros a recuperar devem ser marcados 1 a 1, ou no máximo 10 a 10, conforme ilustra a figura 4.5. Após a seleção dos primeiros 500 registros, o usuário deve recuperá-los, desconectar-se da Web of Science, reconectar-se, fazer a busca e marcar os 500 registros seguintes para recuperá-los. O sucesso na recuperação depende da velocidade da internet, uma vez que o tempo máximo de *download* permitido pela Web of Science é de 3 minutos, após os quais o *download* é interrompido mesmo sem a recuperação integral dos dados. Essa dificuldade limita a execução de análises sobre temas abrangentes, já que é bastante trabalhoso salvar um número considerável de artigos;
- o **formato de apresentação dos dados não é o ideal** para a realização de análises automatizadas, com autores em várias linhas, dados sobre os artigos citados (pesquisador, ano, periódico, volume e página) em um campo e os dados sobre afiliação (entidade, departamento, estado, cidade, país e CEP) também em um campo, conforme apresentado na figura 4.6;
- a **ausência de um campo contendo classificação** por área do conhecimento, conforme mostra a figura 4.5. A ausência de classificação impede a recuperação direta dos artigos de áreas do conhecimento de forma abrangente, como Matemática, Bioquímica ou Ciência dos Materiais;
- nos registros salvos, **são apresentados apenas os nomes dos primeiros autores dos artigos citados**, como mostra a figura 4.6, prejudicando a avaliação do número de citações recebidas pelos pesquisadores (COURTIAL, 1990 ; PERSSON, 2000 ; SPINAK, 1996a).

ISI Citation Database Search Results--Summary Version FAPESP WDS V 4 - Netscape

File Edit View Go Window Help

ISI Institute for Scientific Information® CITATION DATABASES

HOME HELP GENERAL SEARCH CITED REF SEARCH LOG OFF

General Search Results--Summary
 Topic=alloys; DocType=All document types; Language=All languages; Databases=SCI-EXPANDED; Timespan=All Years;
 (sorted by latest date)

Page 1 (Articles 1 -- 10)

Spisak B, Paja A
[The effect of spin-orbit scattering on the electrical resistivity of disordered materials](#)
 ACTA PHYS POL A 96: (6) 751-758 DEC 1999

Xiao SH, Chao YS, Zhou BL
[Effect of continuous ultrashort electropulsing on soft magnetic properties of amorphous Fe78Si9B13 alloys](#)
 ACTA PHYS SIN-CH ED 49: (2) 288-292 FEB 2000

Zhang MG, Cai YS, Kokawa RH, et al.
[The texture and topography of melt-spun ribbons of Nd2Fe14B/alpha-Fe two-phase permanent magnetic alloys](#)
 ACTA PHYS SIN-CH ED 48: (12) S22-S27 Suppl. S DEC 1999

Wang DH, Yin JH, Tang SL, et al.
[Study on the magnetocaloric of alloy Gd3Al2-xGax](#)
 ACTA PHYS SIN-CH ED 48: (12) S116-S120 Suppl. S DEC 1999

Chen P, Wang DH, Tang SL, et al.
[A magnetocaloric study of alloy Ce2-xDyxFe17](#)
 ACTA PHYS SIN-CH ED 48: (12) S121-S125 Suppl. S DEC 1999

Yin JH, Ji QG, Jin ZQ, et al.
[Effect of different wheel speed on magnetic properties of Nd8Fe85Mo1B6](#)
 ACTA PHYS SIN-CH ED 48: (12) S164-S168 Suppl. S DEC 1999

Chen X, Wang YJ, Liang BQ, et al.
[The magnetic and magneto-optic properties of the amorphous TbCo/Si multilayers](#)
 ACTA PHYS SIN-CH ED 48: (12) S224-S229 Suppl. S DEC 1999

Tang SL, Cao QQ, Wang DH, et al.
[Structure and magnetic properties of melt-spun Pr\(Fe1-xCox\)2 alloys](#)
 ACTA PHYS SIN-CH ED 48: (12) S274-S279 Suppl. S DEC 1999

[Anon]
[Alloys eliminate toxic hazards in die-proofing](#)
 AIRCR ENG AEROSP TEC 72: (1) 74-74 2000

James P, Eriksson O, Hjortstam O, et al.
[Calculated trends of the magnetostriction coefficient of 3d alloys from first principles](#)
 APPL PHYS LETT 76: (7) 915-917 FEB 14 2000

Page 1 (Articles 1 -- 10):

86689 of 18364288 documents matched the query. (1500 shown)

Copyright © 1998 Institute for Scientific Information

Document Done

Iniciar Distiller... Explora... Micros... Acesso... ISI Ci... 23:38

Figura 4.5: Apresentação de resultados de busca na Web of Science. Em destaque, opções de seleção de artigos e limite de recuperação.

```

FN ISI Export Format
VR 1.0
PT J
AU Hiraga, H
   Inoue, T
   Shimura, H
   Matsunawa, A
TI Cavitation erosion mechanism of NiTi coatings made by laser
   plasma hybrid spraying
SO WEAR
LA English
DT Article
NR 10
SN 0043-1648
PU ELSEVIER SCIENCE SA
C1 Appl Laser Engn Res Inst, 2085-16 Uenoyama, Nagaoka, Niigata
   9402135, Japan. (Endereço do 1º autor)
   Appl Laser Engn Res Inst, Nagaoka, Niigata 9402135, Japan.
   Agcy Ind Sci & Technol, Mech Engn Lab, Tsukuba, Ibaraki, Japan.
   Osaka Univ, Joining & Welding Res Inst, Ibaraki, Osaka, Japan.
DE plasma spraying; CO2 laser; surface treatment; intermetallic
   compound; work hardening; super elasticity
ID ALLOYS
AB NiTi intermetallic compound is known to be a high cavitation
   erosion-resistant material. The erosion behaviors of NiTi
   intermetallic compound coatings made by laser plasma hybrid
   spraying (LPHS) were studied. The erosion resistance of the
   NiTi coatings depended strongly on the chemical composition of
   the coatings and the laser irradiation condition, because the
   NiTi phase and the microstructure of the coatings were varied
   by those conditions. The best erosion-resistant coatings were
   obtained with the conditions of nickel composition richer than
   that of equiatomic NiTi and irradiated laser power density
   greater than  $6 \times 10^8$  W/m2. The cavitation erosion
   resistance of the coating was about 380-fold that of a titanium
   alloy substrate. High erosion resistance of these coatings was
   obtained due to a combination of two factors, namely, super
   elasticity due to austenite-phase NiTi and high work
   hardenability due to excess soluble Ni. (C) 1999 Elsevier
   Science S.A. All rights reserved.
CR BUEHLER WJ, 1962, T ASM, V55, P269
   FILIP P, 1995, SCRIPTA METALL MATER, V32, P1375
   GUO XX, 1986, ADV THERMAL SPRAYING, P37
   HEYMANN FJ, 1970, ASTM STEP TECH PUBL, V474, P212
   HIRAGA H, 1996, P IC 96 DETR US, P200
   KAINUMA R, 1988, SCRIPTA METALL MATER, V22, P475
   NAKAO E, 1995, PREPRINT JAPAN SOC M, V72, P206
   RICHMAN RH, 1995, WEAR, V181, P80
   RICHMAN RH, 1992, WEAR, V157, P401
   ZHOU KS, 1988, THERMAL SPRAY ADV CO, P167
TC 0
BP 272
EP 278
PG 7
JI Wear
PY 1999
PD JUL
VL 231
IS 2
GA 226PM
PI LAUSANNE
RP Hiraga H
J9 WEAR
PA PO BOX 564, 1001 LAUSANNE, SWITZERLAND
ER

```

Figura 4.6: Registro recuperado a partir da Web of Science. Destaque: nome dos autores, afiliação dos autores com endereços e autores citados.

Quando a FAPESP passou a oferecer acesso à Web of Science no Brasil em 1997, recebeu do ISI o seu conteúdo para o período de 1945 a 1997 em arquivos texto armazenados em CD-ROMs. Desde 1997, a FAPESP recebe semanalmente atualizações de conteúdo. Os arquivos são usados para carregar o conteúdo da Web of Science no servidor que a hospeda.

Os arquivos foram avaliados quanto à possibilidade de sua utilização para criar uma nova base de dados, de mesmo conteúdo, mas mais adequada para a aplicação da análise bibliométrica, incluindo facilidade de recuperação de dados e melhoria do conteúdo e da estrutura dos dados.

Nos anos mais antigos, 1 CD-ROM armazena todos os dados. Nos anos mais recentes, são necessários 4 CD-ROMs por ano. Conforme mostra a figura 4.7, o conteúdo da Web of Science é organizado de forma hierárquica. Cada arquivo contém revistas, cada revista contém artigos, cada artigo pode conter citações e endereços de autores e cada citação ou endereço contém campos.

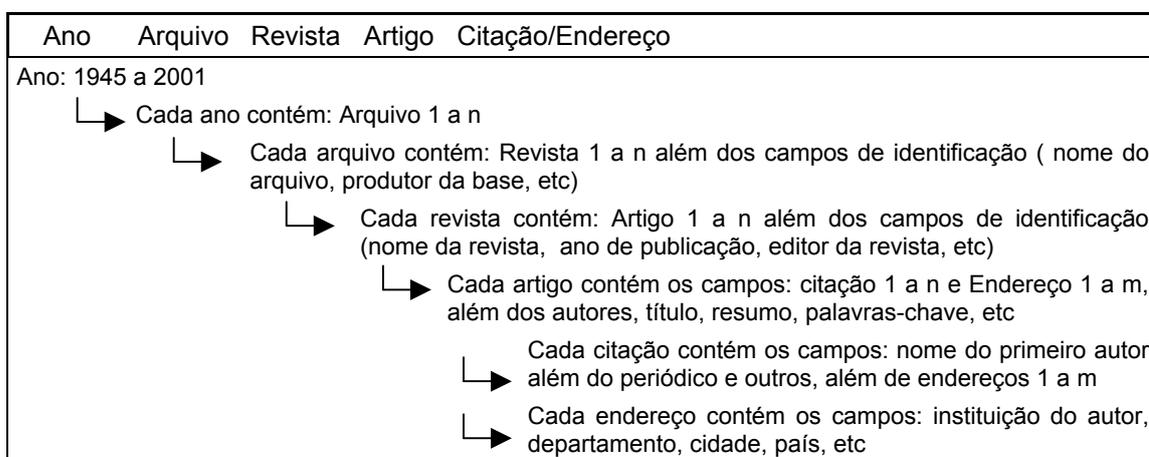


Figura 4.7: Representação hierárquica dos dados da Web of Science

Não há documentação disponível sobre detalhes da estrutura dos dados, principalmente a relação de todos os campos que ocorrem no conjunto de dados, a sua seqüência de ocorrência e o significado da informação presente nos campos. A determinação dessas informações é trabalhosa devido à quantidade de dados, à variação da estrutura ao longo dos anos de cobertura e à existência de campos de baixa ocorrência. A figura 4.8 mostra os campos identificados, embora nem todos ocorram em todos os anos.

<p> FN IPMT890152AD NOME DO ARQUIVO CC Copyright (c) 1997 Institute for Scientific Information H8 19970311 H9 001.01 PW IP198901-IP198952 FQ AD H5 000981 H6 000017222 H7 000002814184 </p>	<p>INFORMAÇÃO SOBRE O ARQUIVO</p>
<p> RE COMEÇO DA INFORMAÇÃO SOBRE A REVISTA UI A1974T8199 CÓDIGO IO 19740734380400 CÓDIGO GA T8199 CÓDIGO SQ 94396J0 CÓDIGO PT J TIPO DE PUBLICAÇÃO CF J ? (PODE REPETIR ATÉ 20 VEZES NO MESMO REGISTRO) SN 0041-672X ISSN J1 UNIF C CODE JOURNAL NOME DA REVISTA ABREVIADO J2 UNIF COMM CODE LAW J JOURNAL NOME DA REVISTA ABREVIADO J9 UNIFORM COMMER CODE LAW J JOURNAL NOME DA REVISTA ABREVIADO JI NOME DA REVISTA ABREVIADO SO UNIFORM COMMERCIAL CODE LAW JOURNAL NOME DA REVISTA POR EXTENSO PY 1974 ANO DE PUBLICAÇÃO PD DATA DE PUBLICAÇÃO (GERALMENTE APENAS O MÊS) VL 6 VOLUME DA REVISTA IS 3 Nº DA REVISTA PU WARREN GORHAM LAMONT INC EDITORA DA REVISTA PI BOSTON CIDADE DA EDITORA PA 31 SAINT JAMES AVE 4TH FLOOR, BOSTON, MA 02116-4101 ENDEREÇO DA EDITORA SC J OM LAW ? (PODE SE REPETIR VÁRIAS VEZES NO MESMO REGISTRO) TV Y ? IL 0003 ? </p>	<p>INFORMAÇÃO SOBRE A REVISTA</p>
<p> UT A1974T819900001 CÓDIGO REFERENTE AO ARTIGO KS SCHO0205740006UM CÓDIGO REFERENTE AO AUTOR T9 0057152360 CÓDIGO REFERENTE AO ARTIGO SL W AU SCHOBER, MW AUTOR(ES) AU SMITH, AB AUTOR(ES) TI RECOMMENDATIONS OF NATIONAL COMMISSION ON CONSUMER FINANCE - INCORPORATION -- INTO UNIFORM CONSUMER CREDIT CODE .2. TÍTULO BP 205 1ª PÁGINA EP 235 ÚLTIMA PÁGINA PG 31 Nº DE PÁGINAS DT @ Article TIPO DE DOCUMENTO LA EN English LÍNGUA DE LINGUAL THYROGLOSSAL DUCT PALAVRA-CHAVE LIVRE (KEYWORD) DE SUDDEN INFANT DEATH PALAVRA-CHAVE LIVRE (UMA LINHA POR PALAVRA-CHAVE) ID FOREIGN-BODIES PALAVRA-CHAVE CONTROLADA (KEYWORD-PLUS) ID CHILDREN PALAVRA-CHAVE CONTROLADA (UMA LINHA POR PALAVRA-CHAVE) ID AIRWAY ID TRACT ID CYST AV Y ? AB Two cases of sudden infant death are described in which relatively large po -- sterior lingual midline cysts were demonstrated at autopsy. Death in both -- patients was attributed to upper airway obstruction due to the cysts, both -- of which represented thyroglossal duct remnants. RESUMO RF 1991-01812-00003 ? NR 1 Nº TOTAL DE CITAÇÕES (ARTIGOS CITADOS INCLUÍDOS OU NÃO NA WEB OF SCIENCE) </p>	<p>INFORMAÇÃO SOBRE O ARTIGO</p>

Figura 4.8: Registro com os campos identificados da Web of Science e seus significados.

<p>CR COMEÇO DE UMA CITAÇÃO /K BIER0033860063JM CÓDIGO DO 1o AUTOR DO ARTIGO CITADO R9 0035141613 CÓDIGO T9 DO ARTIGO CITADO /A *NAT COMM CONS FIN NOME DO 1o AUTOR DO ARTIGO CITADO /Y 1972 ANO DE PUBLICAÇÃO /W CONSUMER CREDIT US NOME DA REVISTA /N NÚMERO DA PATENTE /I ? /V VOLUME /P PÁGINA EC FIM DE UMA CITAÇÃO</p>	CITAÇÕES
<p>CR COMEÇO DE UMA CITAÇÃO ... (AS CITAÇÕES SÃO DISPOSTAS UMA APÓS OUTRA, INICIADAS POR CR E FINALIZADAS POR EC) EC FIM DE UMA CITAÇÃO</p>	
<p>RP ? RA ? NF NATL COMM CONSUMER FIN, WASHINGTON, DC ENDEREÇO COMPLETO NC NATL COMM CONSUMER FIN ORGANIZAÇÃO (UNIVERSIDADE, EMPRESA, INSTITUTO, ETC) NN XXX DEPARTAMENTO NY WASHINGTON CIDADE NP DC ESTADO NU USA PAÍS NZ CEP NZ CEP (PODE REPETIR) EA FIM DO ENDEREÇO DO AUTOR</p>	ENDEREÇOS DOS AUTORES
<p>C1 COMEÇO DO ENDEREÇO DO AUTOR ... (ENDEREÇOS DE AUTORES SÃO LISTADOS EM SEQUÊNCIA, INICIADOS POR C1 E TERMINADOS POR EA) EA FIM DO ENDEREÇO DO AUTOR EX FIM DO REGISTRO SOBRE O ARTIGO</p>	

Figura 4.8 (continuação): Registro com os campos identificados da Web of Science e seus significados.

Desde a criação do *Science Citation Index* nos anos 60, as bases de dados do ISI que compõe a *Web of Science* passaram por mudanças. A figura 4.9 apresenta uma síntese das mudanças ocorridas desde 1945 até 2001.

Quanto à presença das bases de dados componentes, a *Web of Science* contém artigos do *Science Citation Index* desde 1945 a 2001. Os dados referentes ao *Social Science Citation Index* estão incorporados desde 1956 e os do *Arts & Humanities Citation Index* desde 1975.

Os registros do período compreendido entre 1945 e 1965 contém título, idioma, referências bibliográficas, autores e citações dos artigos. Apenas a partir de 1966 os registros passam a ter informação sobre a que entidades pertencem os autores e quais são os endereços dessas entidades. Para artigos anteriores a 1966 é impossível, por exemplo, realizar estudos sobre países,

pois essa informação não está disponível. E apenas a partir de 1991 os registros da Web of Science passam a ter resumo e palavras-chave.

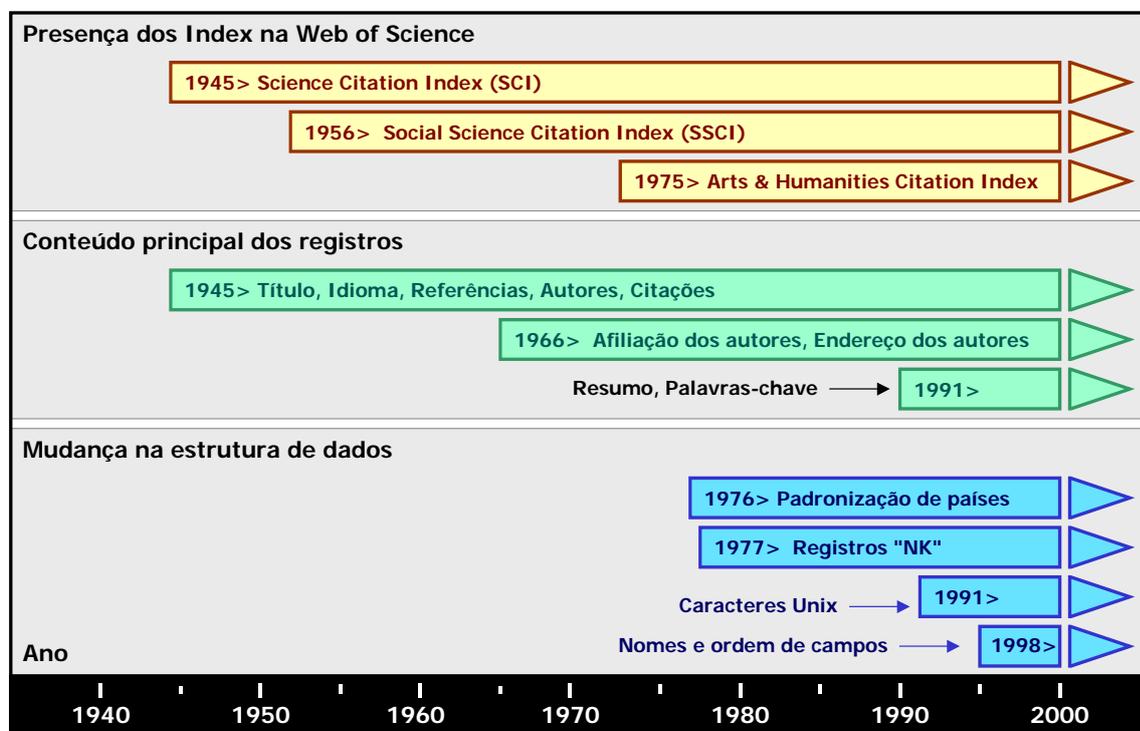


Figura 4.9: Mudanças ocorridas na Web of Science ao longo de sua cobertura.

Algumas mudanças ocorreram também quanto à estrutura da Web of Science ao longo do período coberto. Uma das mais importantes é a existência a partir de 1977 de registros que contém no campo citações apenas a informação NK. Acredita-se que sejam registros disponíveis em outros produtos do ISI. Outra mudança importante é a alteração da ordem e nome de alguns campos a partir de 1998, o que exige a construção de tabelas de reestruturação diferenciados para registros desse ano ou mais recentes.

Levando em consideração as características e limitações identificadas na Web of Science foi proposto um método inédito de preparação dos dados da Web of Science e criação de uma nova base de dados, chamada BiblioWoS, adequada para facilitar a recuperação de dados e o seu uso na análise bibliométrica. O método proposto é apresentado na figura 4.10.

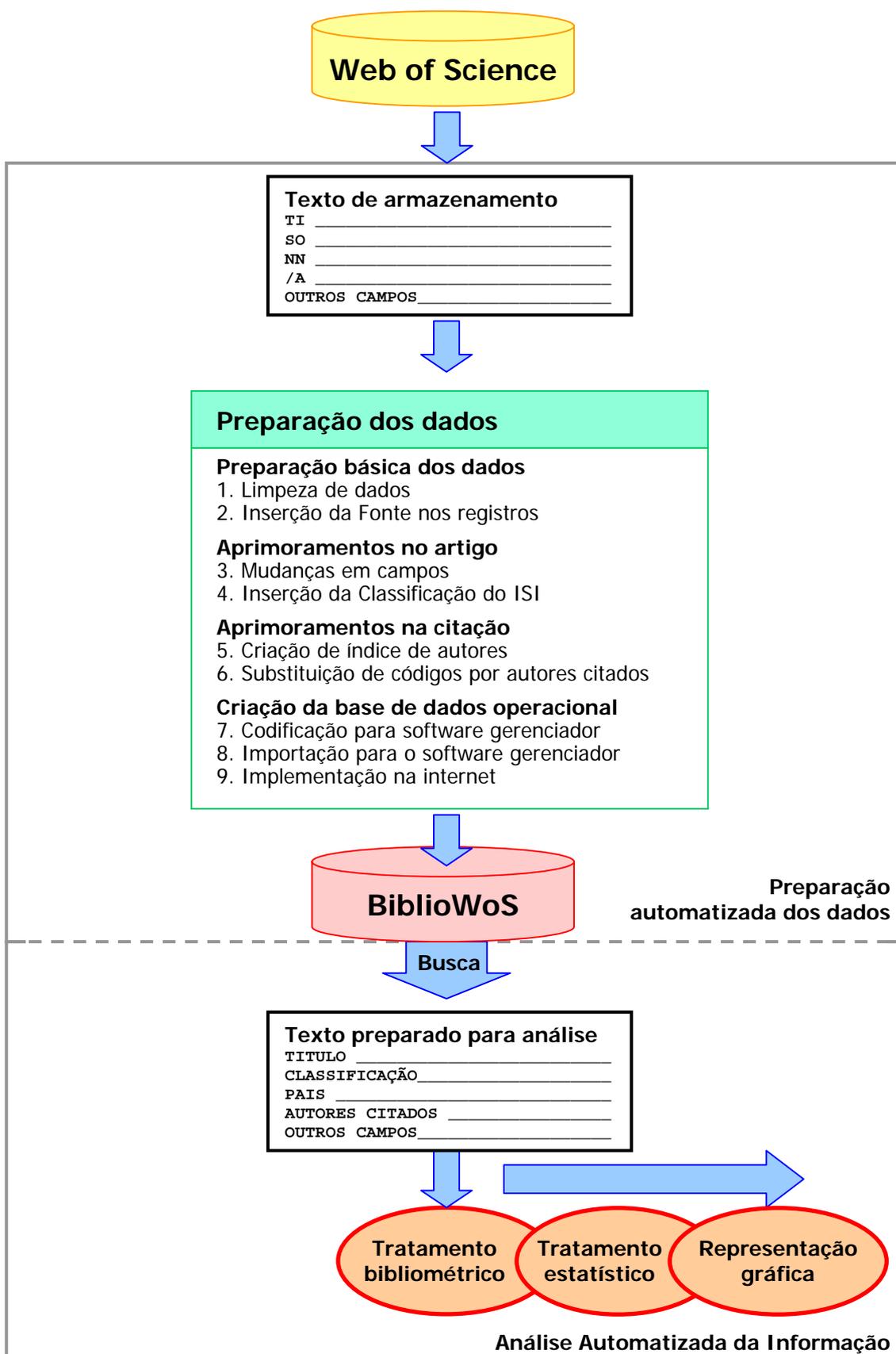


Figura 4.10: Método proposto para preparação de dados da Web of Science e criação da BiblioWoS e sua integração à análise automatizada.

O método proposto inclui as seguintes operações:

1ª Operação: Limpeza de dados - eliminação de informação repetida ou inútil para a elaboração de indicadores e pequenos rearranjos de preparação dos dados para as operações posteriores.

2ª Operação: Inserção da fonte nos registros– introdução do nome do periódico nos registros de artigos correspondentes, conforme a figura 4.11;

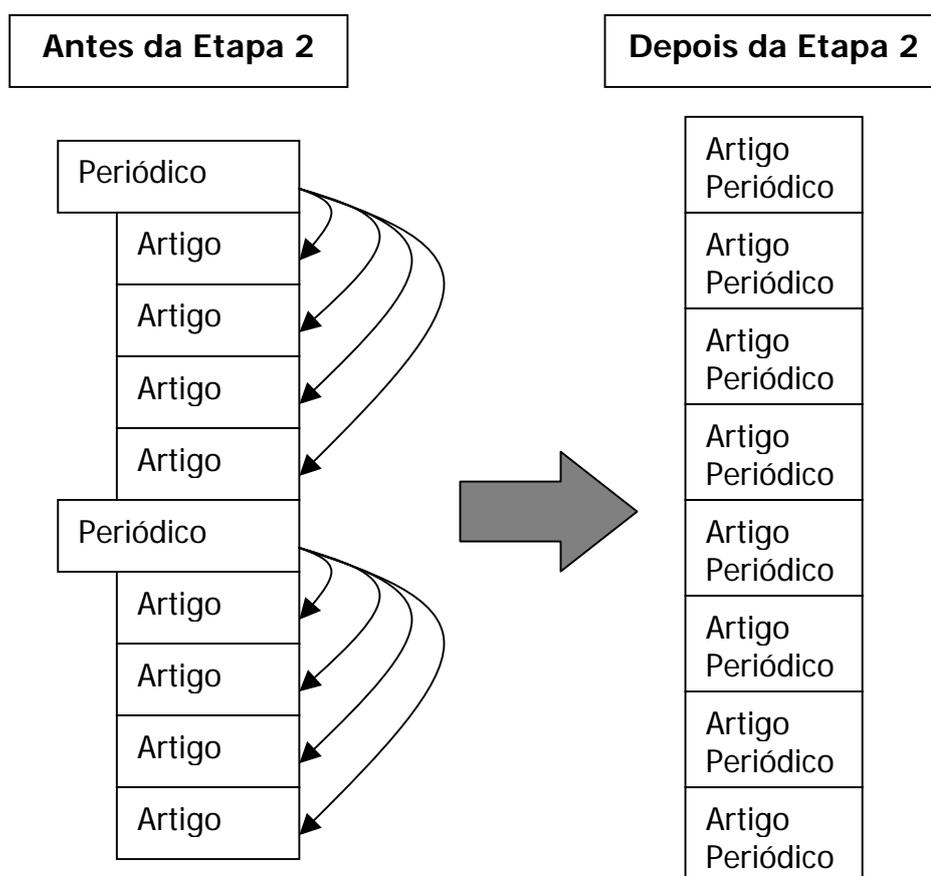


Figura 4.11: Inserção dos nomes dos periódicos em cada registro de artigo

3ª Operação: Mudanças em campos – mudança dos nomes dos campos e criação de novos campos: Autores Citados, Anos das Citações, Fontes dos Artigos Citados, Número de Artigos da Web of Science Citados, Entidade, Departamento, Cidade e País de Afiliação dos Autores; introdução dos códigos dos artigos citados no campo Autores Citados para posterior substituição pelos nomes dos autores dos artigos citados na operação 5;

4ª Operação: inserção da classificação – introdução de campo contendo a classificação de periódicos por áreas do conhecimento elaborada pelo ISI;

5ª Operação: criação de índice de autores – criação de um índice contendo os códigos de identificação de todos os 30 milhões de registros da base de dados e os nomes dos autores correspondentes. Um exemplo do índice criado é apresentado na figura 4.12;

```

...
0009132044  YEH IT ; EVERS K ; FRIEDMAN AK
0008330298  LUDATSCHER RM ; MANDEL H ; GERSHONIBARUCH R
0004054356  KISS K ; DEVIERE J ; SALMON I ; BOURGEOIS N ; PASTEELS JL ; CREMER M
0002372085  CHAN ACL ; LOKE SL ; SRIVASTAVA G ; PITTALUGA S ; LIM LY ; HO FCS
...

```

Figura 4.12: exemplo de códigos e autores presentes no índice de autores criado na operação 5 (exceto primeiros autores).

6ª Operação: substituição dos códigos por autores – substituição dos códigos dos artigos citados presentes no campo Autores Citados pelos nomes dos autores citados a partir do índice criado na 5ª operação, para complementar os 1^{os} autores já presentes com os demais autores de cada artigo citado pertencente à Web of Science. A figura 4.13 ilustra o campo Autores Citados antes e depois da substituição realizada na 6ª operação.

Antes da substituição dos códigos

AUT_CIT- BROEKHUIZEN FF; ELLENHORN M; ESCOBEDO LG; ETTINGER NA; GREENEBAUM E; HANZLICK R; HEARN WL; HEARN WL; KARCH SB; KING L; LEECH R; MARZUK PM; MIRCHANDANI HG; MITTLEMAN R; SIMPSON RW; TRAZELAAR H; VANDYKE C; VIRMANI R; WETLI CV; ZHANG J ; 0001296974 ; 0012417151 ; 0000319136 ; 0000721551 ; 0006310199 ; 0000500068 ; 0000337763 ; 0000337764 ; 0001153434 ; 0018516301 ; 0018516302 ; 0001242210 ; 0006178002 ; 0018516303 ; 0001153454 ; 0018516304 ; 0000500126 ; 0000419696 ; 0001972030 ; 0018516305

Depois da substituição dos códigos

AUT_CIT- BROEKHUIZEN FF ; ELLENHORN M ; ESCOBEDO LG ; ETTINGER NA ; GREENEBAUM E ; HANZLICK R ; HEARN WL ; HEARN WL ; KARCH SB ; KING L ; LEECH R ; MARZUK PM ; MIRCHANDANI HG ; MITTLEMAN R ; SIMPSON RW ; TRAZELAAR H ; VANDYKE C ; VIRMANI R ; WETLI CV ; ZHANG J ; UTRIE J ; VANMULLEM C ; RUTTENBER AJ ; AGOCS MM ; ANDA RF ; WETLI CV ; ALBIN RJ ; COPELAND A ; GREWAL R ; GOWITT GT ; MCGOVERN BA ; GARAN H ; RUSKIN JN ; FLYNN DD ; HIME GW ; ROSE S ; COFINO JC ; MANTEROATIENZA E ; WETLI CV ; MASH DC ; ROSE S ; WAGNER J ; CIARLEGLIO A ; MASH DC ; BILLINGHAM ME ; TARDIFF K ; LEON AC ; STAJIC M ; MORGAN EB ; MANN JJ ; MIRCHANDANI IH ; HELLMAN F ; ENGLISHRIDER R ; ROSEN S ; LAPOSATA EA ; EDWARDS WD ; BYCK R ; ROBINOWITZ M ; SMIALEK JE ; SMYTH DF ; FISHBAIN DA

Figura 4.13: Campo Autores Citados antes e depois da 6ª operação.

7ª Operação: codificação para Folio - introdução de códigos de início e fim de registros e campos, deixando dados prontos para criação da BiblioWoS. As figuras 4.14 e 4.15 apresentam um registro antes e depois da 7ª operação.

Antes da introdução dos códigos do Folio

CODIGO_UT- A1993MH02300001
 CODIGO_KS- JENT0475930100AJ
 CODIGO_T9- 0002804620
 AUTORES- JENTZEN J
 TITULO- MEDICAL COMPLICATIONS OF COCAINE ABUSE
 FONTE- AMERICAN JOURNAL OF CLINICAL PATHOLOGY
 ANO- 1993
 TIPODOC- E Editorial Material
 IDIOMA- English
 CLASS- PATHOLOGY
 KEY_PLUS- HEART-DISEASE ; COCAETHYLENE ; AUTOPSY
 NUMEROCIT- 21
 ...
 ENTIDADE- MED COLL WISCONSIN
 CIDADE- MILWAUKEE
 PAIS- USA

Figura 4.14: Exemplo de registro antes da codificação para o Folio

Depois da introdução dos códigos do Folio

<RD:Nivelum>A1993MH02300001
 <RD><PS:"Texto simples"><JU:FL><LS:1.5><FT:"Times New Roman",SR><PT:11><FC:255,255,255><BC:DC>CODIGO_UT-
 <FD:"CODIGO_UT">A1993MH02300001</FD:"CODIGO_UT"><CR>
 CODIGO_KS- <FD:"CODIGO_KS">JENT0475930100AJ</FD:"CODIGO_KS"><CR>
 TIPOREG- <FD:TIPOREG>WEB_OF_SCIENCE</FD:TIPOREG><CR>
 CODIGO_T9- <FD:"CODIGO_T9">0002804620</FD:"CODIGO_T9"><FC><BC><CR>
 <BD+><PT:12><FC:128,0,0><BC:DC>TITULO- <BD><PT:11><FC><BC><FD:TITULO>MEDICAL COMPLICATIONS OF
 COCAINE ABUSE</FD:TITULO><CR>
 <BD+><PT:12><FC:128,0,0><BC:DC>KEY_PLUS- <BD><PT:11><FC><BC><FD:"KEYWORDS_PLUS">HEART-DISEASE ;
 COCAETHYLENE ; AUTOPSY</FD:"KEYWORDS_PLUS"><CR>
 <BD+><PT:12><FC:128,0,0><BC:DC>IDIOMA- <BD><PT:11><FC><BC><FD:IDIOMA>English</FD:IDIOMA><CR>
 <BD+><PT:12><FC:128,0,0><BC:DC>TIPODOC- <BD><PT:11><FC><BC><FD:TIPODOC>E Editorial
 Material</FD:TIPODOC><CR>
 <BD+><PT:12><FC:128,0,0><BC:DC>ANO- <BD><PT:11><FC><BC><FD:ANO>1993</FD:ANO><CR>
 <BD+><PT:12><FC:128,0,128><BC:DC>FONTE- <BD><PT:11><FC><BC><FD:FONTE>AMERICAN JOURNAL OF CLINICAL
 PATHOLOGY</FD:FONTE><CR>
 <BD+><PT:12><FC:128,0,128><BC:DC>CLASS-
 <BD><PT:11><FC><BC><FD:CLASSIFICACAO>PATHOLOGY</FD:CLASSIFICACAO><CR>
 <BD+><PT:12><FC:0,128,128><BC:DC>AUTORES- <BD><PT:11><FC><BC><FD:AUTORES>JENTZEN
 J</FD:AUTORES><CR>
 <BD+><PT:12><FC:0,128,128><BC:DC>ENTIDADE- <BD><PT:11><FC><BC><FD:ENTIDADE>MED COLL
 WISCONSIN</FD:ENTIDADE><CR>
 <BD+><PT:12><FC:0,128,128><BC:DC>CIDADE- <BD><PT:11><FC><BC><FD:CIDADE>MILWAUKEE</FD:CIDADE><CR>
 <BD+><PT:12><FC:0,128,128><BC:DC>PAIS- <BD><PT:11><FC><BC><FD:PAIS>USA</FD:PAIS><CR>
 <BD+><PT:12><FC:0,0,255><BC:DC>NUMEROCIT-
 <BD><PT:11><FC><BC><FD:"NUMERO_CIT">21</FD:"NUMERO_CIT"><CR>
 <BD+><PT:12><FC:0,0,255><BC:DC>CIT_WOS- <BD><PT:11><FC><BC><FD:"CIT_WOS">20</FD:"CIT_WOS"><CR>

Figura 4.15: Registro da figura 4.14 após a codificação para o Folio.

8ª Operação: importação pelo Folio – criação da nova base de dados e importação dos dados preparados na 7ª operação;

9ª Operação: implementação na internet – importação da base de dados criada pelo Folio pelo LivePublish para proporcionar o acesso via internet.

O método proposto resulta na criação da BiblioWoS com registros contendo os 24 campos apresentados na tabela 4.2

Tabela 4.2: Campos presentes na BiblioWoS e seus conteúdos.

Tipo de dados	Nome do campo	Conteúdo
Códigos do registro (ocultos, mas podem ser pesquisados)	CODIGO_UT	Código do artigo
	CODIGO_KS	Código relacionado ao primeiro autor do artigo
	TIPO DE REGISTRO	WebofScience ou NK
	CODIGO_T9	Código do artigo utilizado para citação
Dados do artigo	TITULO	Título do artigo
	RESUMO	Resumo do artigo
	KEYWORDS	Palavras-chave livres atribuídas ao artigo
	KEY_PLUS	Palavras-chave controladas atribuídas ao artigo
	IDIOMA	Idioma em que o artigo foi escrito
	TIPODOC	Tipo de documento: artigo científico, livro, etc
	ANO	Ano de publicação
Dados da revista	FONTE	Nome do periódico em que o artigo foi publicado
	CLASS	Classificação: área de conhecimento abordada pelo periódico
Dados dos autores	AUTORES	Nomes dos autores
	ENTIDADE	Entidades a que pertencem os autores
	DEPTO	Departamentos a que pertencem os autores
	CIDADE	Cidades das entidades a que pertencem os autores
	PAIS	Países dos autores
Dados das citações	NUMEROCIT	Número de citações feitas pelo artigo
	CIT_WOS	Nº de citações feitas a artigos incluídos na Web of Science
	AUT_CIT	Nomes dos autores citados
	ANO_CIT	Ano de publicação dos artigos citados
	FONTE_CIT	Nomes dos periódicos onde foram publicados os artigos citados
	CODIGOCIT	Código_t9 dos artigos citados

A estrutura do registro e os campos presentes foram planejados para facilitar a recuperação de dados e permitir a análise bibliométrica automatizada. São mantidos e melhorados os campos da Web of Science AUTORES, KEYWORDS, KEY_PLUS, TITULO, RESUMO, FONTE e outros. A partir do campo original Endereço dos Autores, são criados os campos ENTIDADE, DEPTO (departamento), CIDADE E PAÍS de afiliação dos autores. A partir das citações são criados os campos AUT_CIT (autores citados), ANO_CIT (ano de publicação do artigo citado), FONTE_CIT (fonte citada), CODIGOCIT (códigos dos artigos citados) e CIT_WOS (número de artigos citados pertencentes à Web of Science). No campo AUT_CIT são introduzidos os nomes de todos os autores dos artigos citados pertencentes à Web of Science. É introduzido o campo CLASS contendo a classificação de periódicos do ISI.

4.1.4 Execução do método proposto para de preparação dos dados da Web of Science e criação da BiblioWoS

A execução do método proposto iniciou-se com a extração do arquivos texto a partir do arquivos compactados recebidos da FAPESP. Os nomes dos arquivos têm 8 dígitos. Os 4 primeiros dígitos são sempre IPMT. Os dois dígitos seguintes indicam o ano a que se refere o conteúdo do arquivo. O sétimo dígito sempre é a letra A. O último dígito (A, B, C ou D) diferencia os vários CD-ROMs relativos a um mesmo ano. No início da execução, os nomes foram alterados de acordo com o padrão exemplificado na figura 4.16:

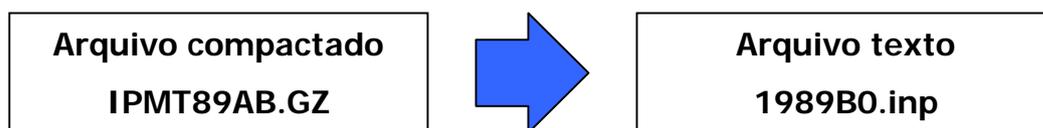


Figura 4.16: Nomes dos arquivos texto utilizados.

Os arquivos recebidos foram tratados de forma independente em 4 microcomputadores da 1ª à 4ª e da 6ª à 8ª operações. A 5ª e 9ª operações foram realizadas apenas no servidor. Concluída a 8ª operação, obteve-se uma base de dados para cada arquivo tratado. Na 9ª etapa, as bases de dados obtidas foram consolidadas, criando a BiblioWoS. A Figura 4.17 apresenta a seqüência de processamento seguida para o procedimento desenvolvido.

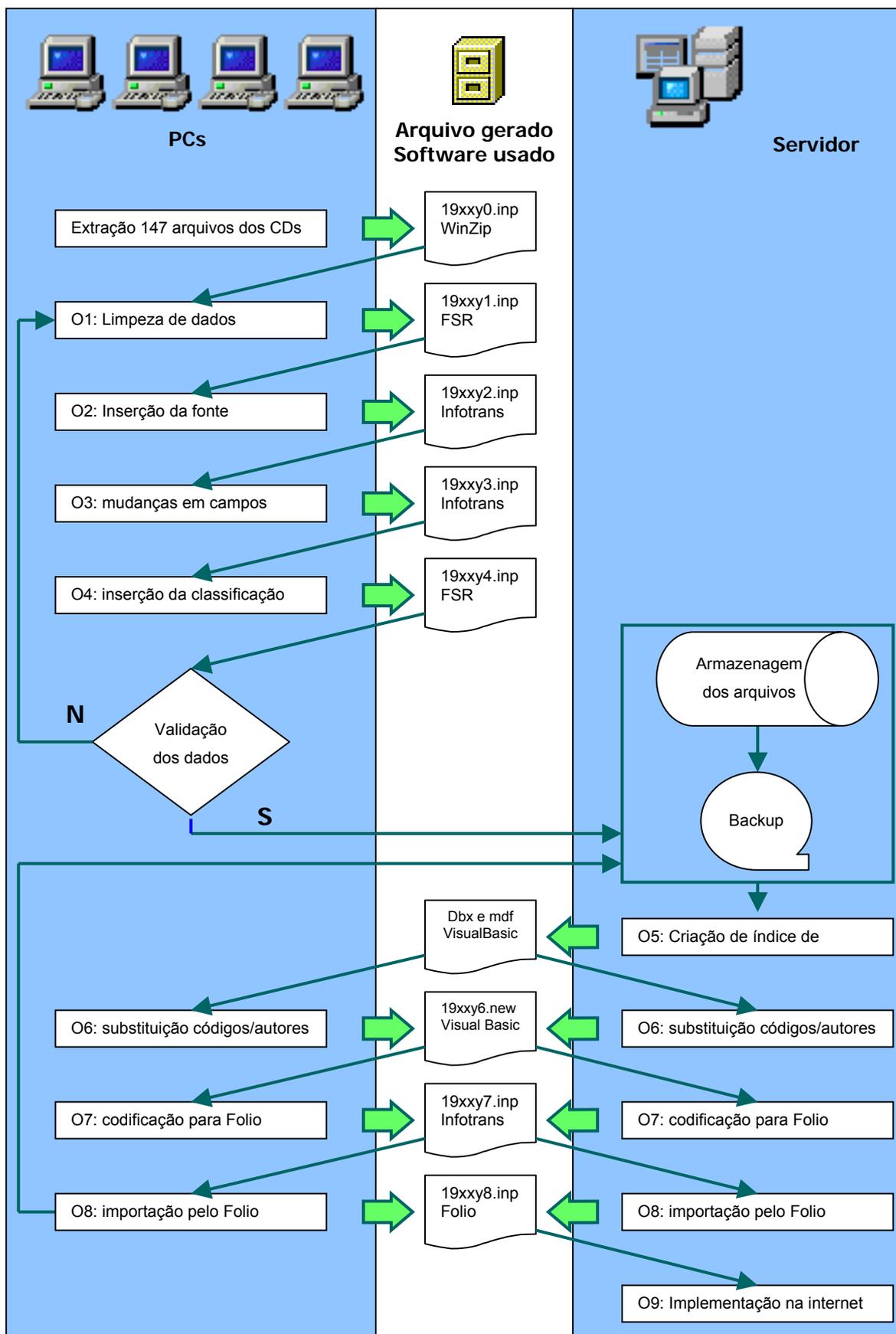


Figura 4.17: Seqüência de processamento seguida para a criação da BiblioWoS

4.1.5 BiblioWos: uma nova base de dados criada a partir da Web of Science

Muitos desafios foram superados para o desenvolvimento do método e a criação da BiblioWoS, entre eles:

- a necessidade de obtenção empírica do conhecimento sobre a estrutura de organização dos dados, sem documentação de suporte do produtor da base de dados, principalmente em relação aos campos presentes, sua ordem de ocorrência nos registros, quais campos podem ocorrer mais de uma vez em um mesmo registro e qual o significado de cada campo.
- a grande quantidade de dados envolvida (cerca de 30 milhões de registros, 300 milhões de citações e 55 Gbytes), que tornou moroso o processo de avaliação da qualidade dos dados preparados e da programação estabelecida. A simples abertura em editor de textos de alguns dos arquivos trabalhados chega a demorar mais de 1 hora.
- A proveniência do sistema UNIX dos arquivos contendo os dados da Web of Science, que trouxe algumas dificuldades para o uso de softwares do sistemas DOS e Windows.
- As variações de conteúdo, estrutura e qualidade dos dados da Web of Science ao longo dos anos afetaram a programação para reestruturação dos dados

Superados os desafios, a BiblioWoS foi criada especificamente como resultado do presente trabalho, e está disponibilizada para consulta na rede local do NIT/Materiais ou via internet, com acesso controlado. Nas duas versões há vários recursos de busca, incluindo busca por campos, curingas, operadores booleanos e operadores de proximidade. Para ambas as versões foram desenvolvidas interfaces amigáveis e direcionadas de busca chamadas "Guided Search" e interfaces voltadas para usuários avançados chamadas "Expert Search", onde há liberdade para composição de expressões de busca.

A figura 4.18 ilustra um registro da versão para acesso local da BiblioWoS e a figura 4.19 apresenta a interface "Guided Search" que permite

busca dirigida por campos e relaciona os recursos de busca disponíveis na BiblioWoS.

A figura 4.20 mostra um registro da BiblioWoS disponível através da internet e a figura 4.21 mostra a interface "Guided Search" para busca por campos na BiblioWoS via internet.

Na versão local, é possível recuperar em uma única operação um arquivo texto contendo todos os registros resultantes da busca, sem limitação para o número de registros que podem ser recuperados por operação. Pode inclusive ser recuperada a base toda dessa maneira. A figura 4.22 ilustra o processo de recuperação de dados resultantes de busca para a versão local da BiblioWoS.

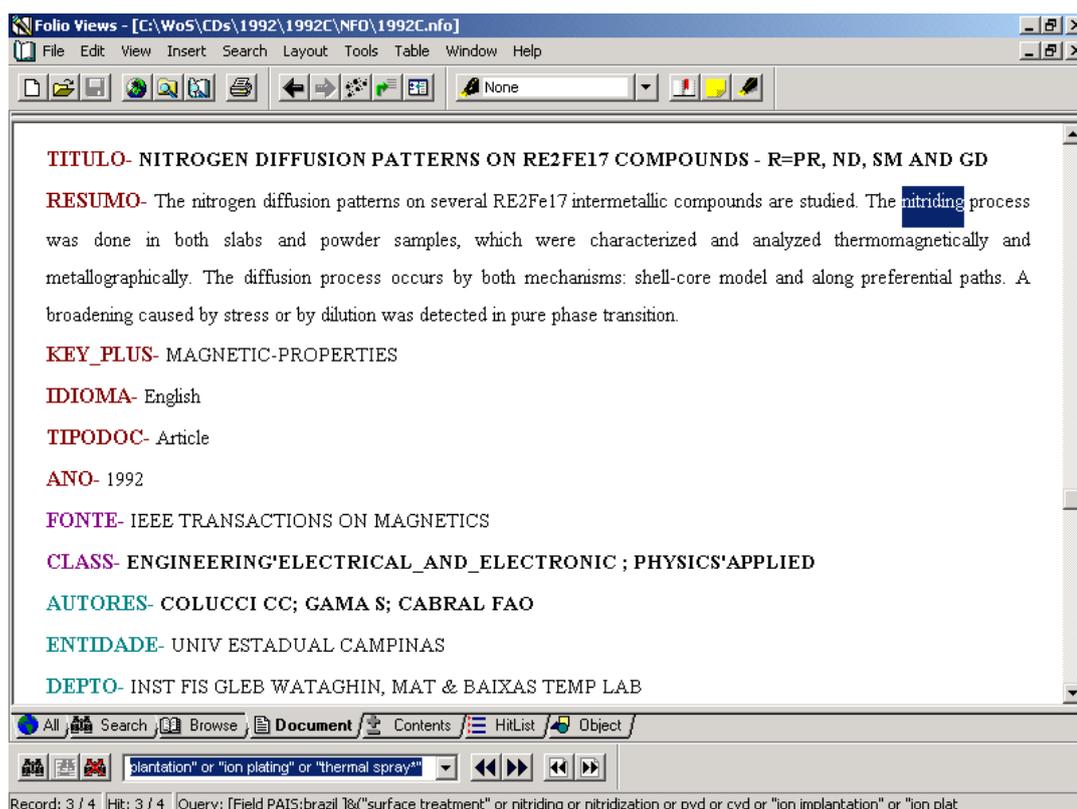


Figura 4.18: Exemplo de registro da BiblioWoS para acesso local.

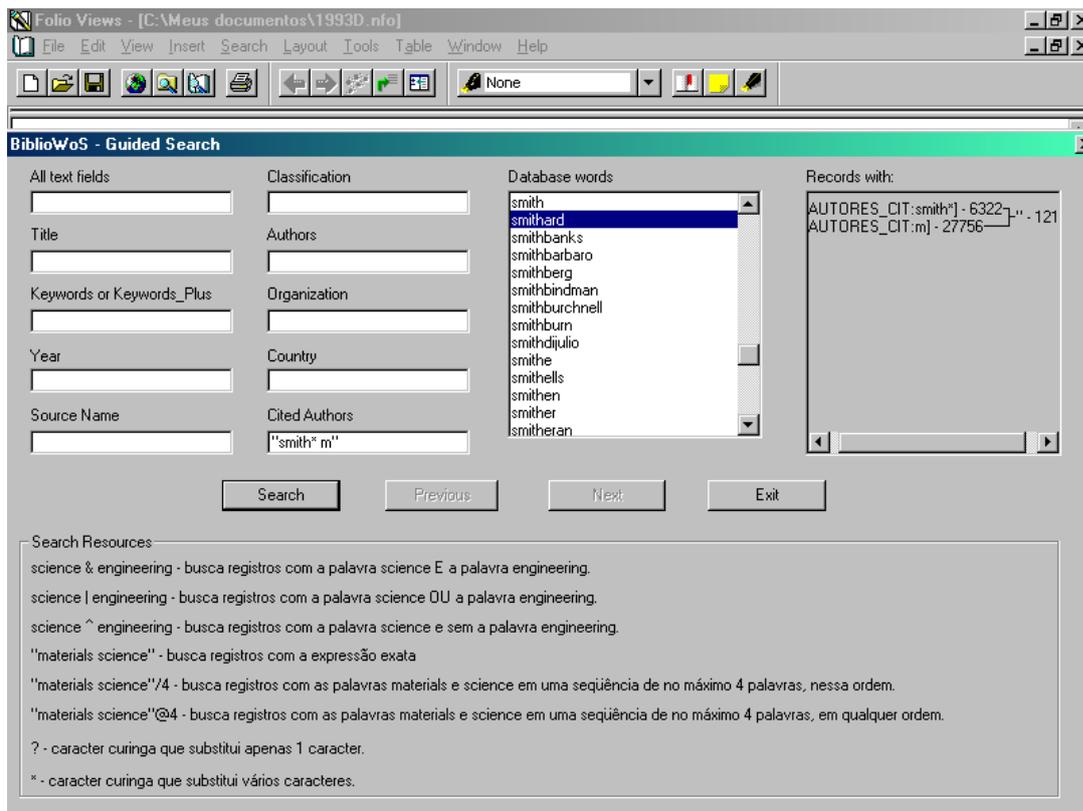


Figura 4.19: Interface "Guided Search" da BiblioWoS acessível localmente.

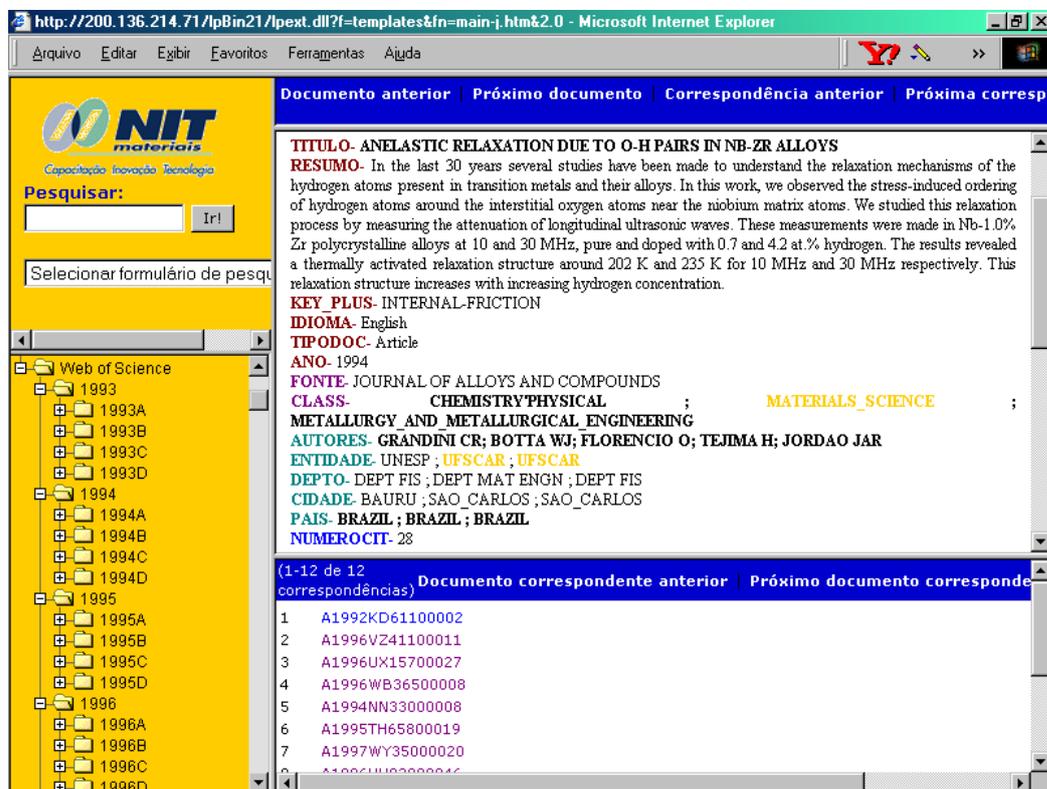


Figura 4.20: Exemplo de registro da BiblioWoS para acesso local.

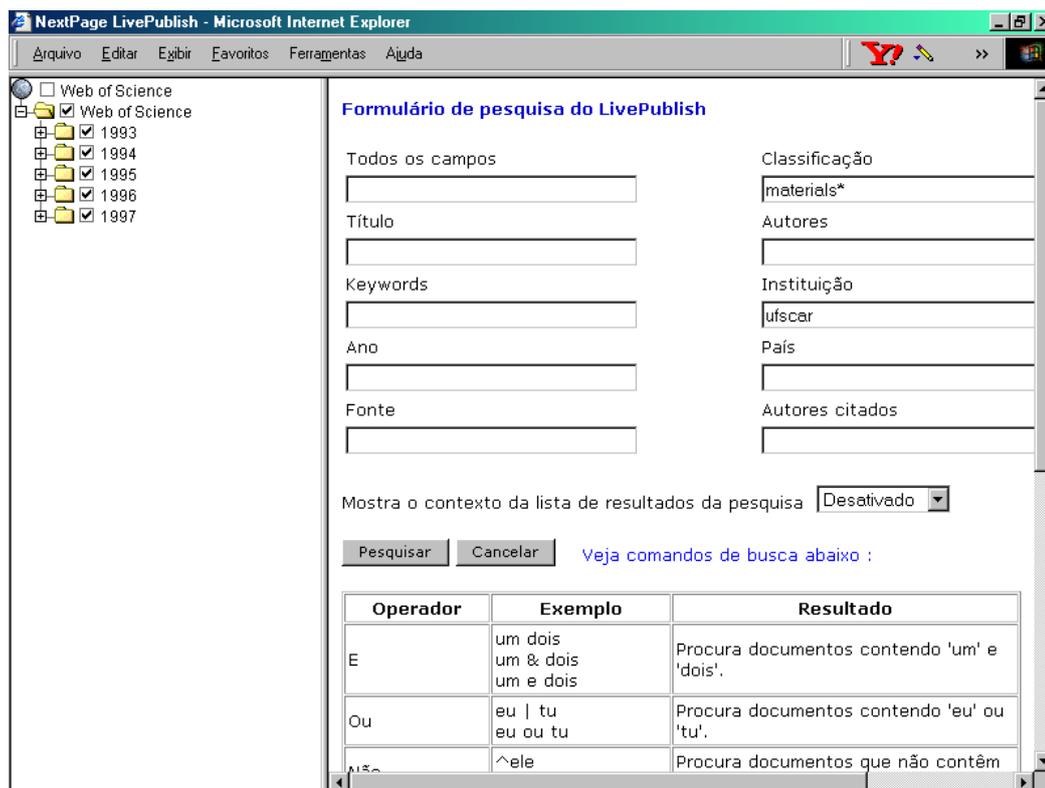


Figura 4.21: Interface "Guided Search" da BiblioWoS para internet

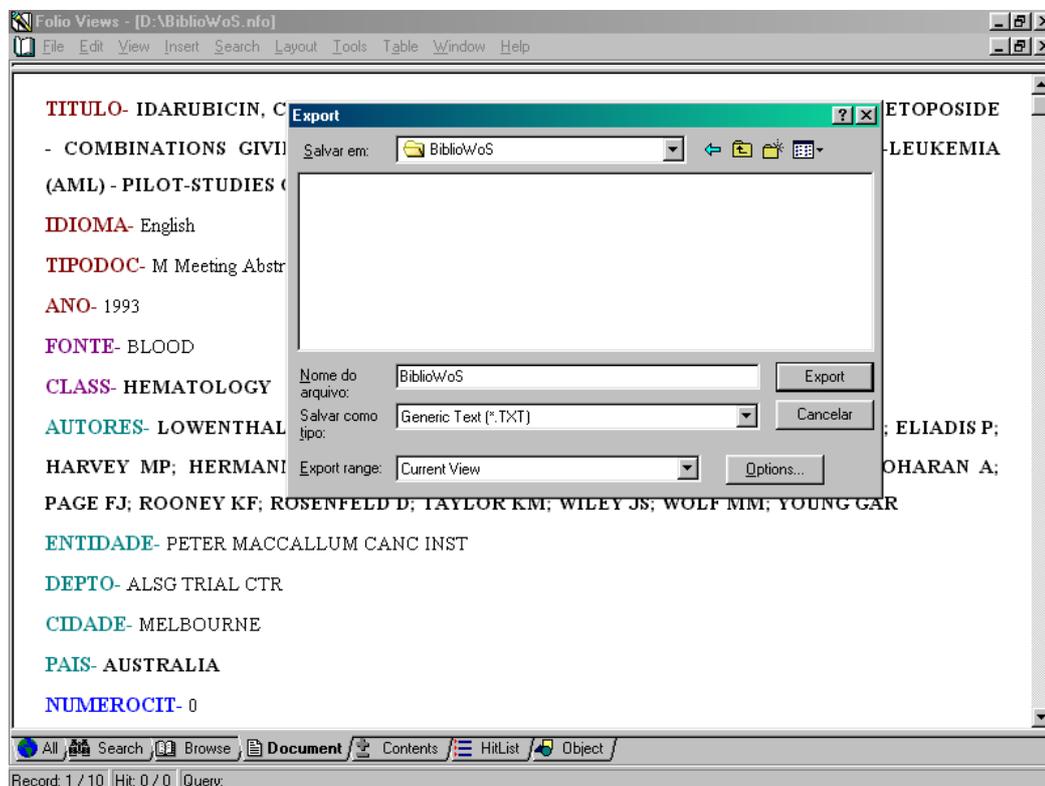


Figura 4.22: Recuperação de dados a partir da versão local da BiblioWoS.

Após a execução do método que resultou na criação da BiblioWoS, foi realizada uma busca nessa base de dados para a recuperação de registros sobre recobrimentos e filmes que foram empregados em análise bibliométrica para a prospecção tecnológica sobre tratamentos de superfície.

4.1.6 Oportunidades para aumento de eficiência relativa ao Derwent Innovation Index

A base de dados Derwent Innovation Index foi desenvolvida para localização de patentes e apresenta aspectos que podem ser alterados para melhorar sua eficiência para a análise bibliométrica de dados.

O Innovation Index não tem em seus registros um campo específico sobre o ano da patente. O campo PI – priority information, indica o número o país e data do primeiro depósito da patente e pode ser utilizado para a criação de um novo campo contendo apenas o ano de prioridade da patente. O

Innovation Index também não apresenta um campo específico contendo o país de origem da patente. O conteúdo do campo PI também pode ser utilizado para a criação desse campo, levando em conta que, segundo alguns autores (MOGEE, 1997), em 90% dos casos a patente é depositada primeiro no país em que ocorreu a invenção.

O campo DS designate states indica os países onde a patente foi depositada. Ele não é organizado adequadamente para análise automatizada. Há repetição de nomes dos países e falta o nome do país de prioridade. O conteúdo do campo DS pode ser somado ao do campo PI e reestruturado com a criação de um novo campo.

A criação de um campo com todos países em que a patente foi depositada possibilita a criação de mais um campo ausente no Innovation Index, para indicar o número de países em que as patentes foram depositadas. É importante saber se uma patente foi depositada apenas em um país (geralmente, o país em que ocorreu invenção) ou em muitos países.

A Derwent atribui códigos às empresas que possuem patentes. Empresas pertencentes a um mesmo grupo controlador recebem o mesmo código. No entanto, o Innovation Index apresenta códigos e nomes de empresas juntos no mesmo campo. A criação de campos específicos para os nomes e, principalmente, para os códigos das empresas é uma oportunidade para melhorar a análise bibliométrica.

O Innovation Index apresenta códigos da Classificação Internacional de Patentes e do Derwent Manual Codes atribuídos às patentes. Tanto a CIP como os Manual Codes são classificações hierárquicas. Por exemplo, a seção C da CIP trata de química e metalurgia; a classe C23 trata de revestimento de metais, tratamentos de superfície e inibição da corrosão; a sub-classe C23C trata de alguns processos de revestimento e tratamento de superfície, como implantação iônica, CVD, PVD e outros; o grupo principal C23C-002/00 trata de revestimento por imersão a quente e o grupo C23C-002/06 trata de revestimento por imersão a quente com ligas de zinco ou cádmio. A hierarquia do Manual Code funciona de forma semelhante. Nas patentes, os códigos de classificação são apresentados por inteiro, mas para algumas análises é interessante trabalhar em níveis mais genéricos da tecnologia, o que pode ser conseguido com o corte dos códigos de classificação com um certo número de caracteres. A criação de campos adicionais com códigos CIP de 1, 3, 4 ou 8 caracteres possibilita a análise em diversos níveis tecnológicos. Para o Manual Code, o corte dos códigos tem o mesmo efeito, mas os cortes significativos são com 1, 3, 5 ou 7 caracteres.

Com base nas oportunidades de melhoria detectadas para o Innovation Index, é proposto um método de preparação de dados que inclui a criação de vários novos campos. A figura 4.23 apresenta esquematicamente o método proposto para preparação dos dados recuperados do Innovation Index e suas operações componentes. Ela mostra também como o método integra-se ao processo de análise automatizada da informação.

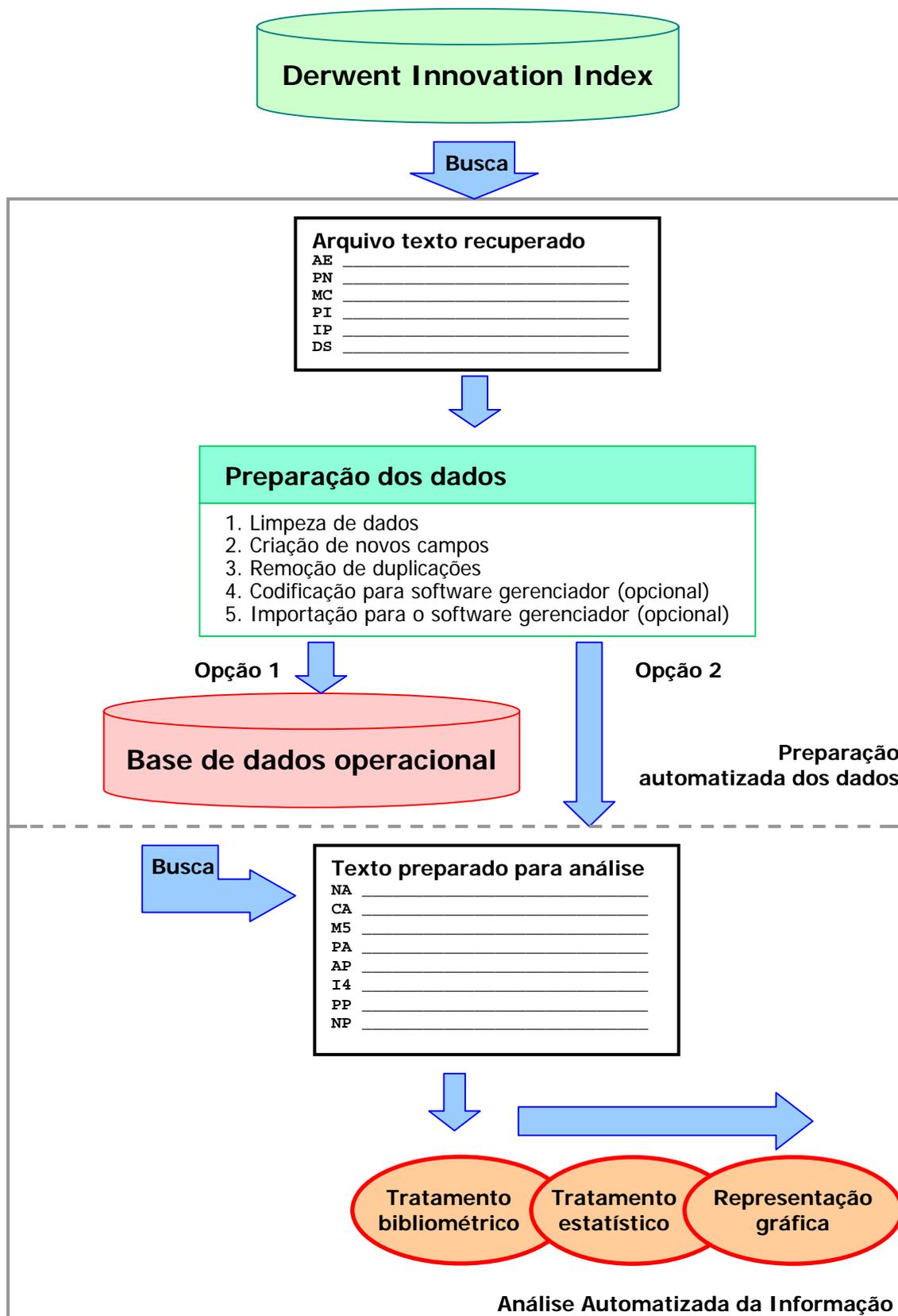


Figura 4.23: Método proposto para preparação dos dados do Derwent Innovation Index e sua integração à análise automatizada da informação.

As operações desenvolvidas para o método foram as seguintes:

1ª Operação: Limpeza de dados – eliminação dos campos contendo informação desnecessária para as análises pretendidas com os dados recuperados do Innovation Index;

2ª Operação: Criação de novos campos–Criação de novos campos (Código do assignee, Nome do assignee, Manual Code com 1, 3, 5 e 7 dígitos, Paíse de origem da patente, Ano da patente, Classificação Internacional com 1, 3, 4 e 8 dígitos, Países em que a patente foi depositada e Número de países em que a patente foi depositada)

3ª Operação: Remoção de duplicações– Comparação dos códigos presentes no campo GA – primary accession number para remoção de registros em duplicata.

4ª Operação: codificação para software gerenciador- introdução de códigos de início e fim de registros e campos, deixando dados prontos para criação da base de dados operacional. Esta operação é opcional. Os dados preparados até a 3ª operação são prontos para análise automatizada. A codificação só é realizada se há interesse em criar a base de dados operacional.

5ª Operação: importação pelo software gerenciador – criação da nova base de dados e importação dos dados preparados na 4ª operação. Esta operação é opcional e só é realizada se há interesse em criar a base de dados operacional.

4.1.7 Execução do método proposto para preparação de dados do Derwent Innovation Index

A execução do método proposto iniciou-se com a recuperação de dados no Innovation Index. Foram recuperados dois conjuntos de dados: um sobre compressores herméticos, contendo 9.418 registros e outro sobre compressores herméticos e desgaste, contendo 223 registros. Os dados recuperados foram processados separadamente, em 1 etapa e com 1 microcomputador, como ilustra a figura 4.24. Após a execução do método proposto, foi gerada uma base de dados operacional contendo 5.997 registros

livres de duplicatas, provenientes do conjunto de 9.418 registros. Para o conjunto de 223 registros não foi gerada uma base de dados operacional e sim um novo arquivo texto, pronto para a análise bibliométrica automatizada.

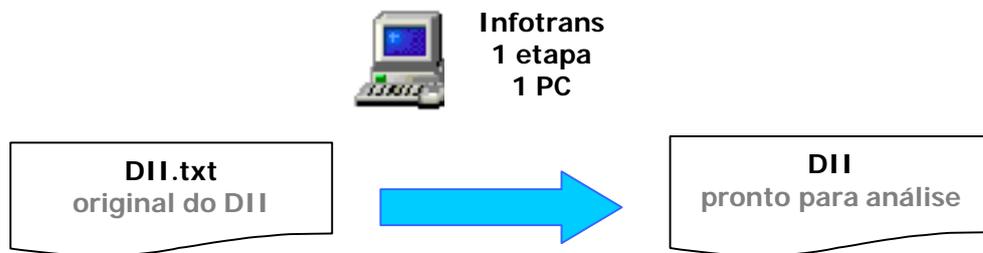


Figura 4.24: Fluxograma da preparação desenvolvida para o Innovation Index.

A figura 4.25 apresenta uma comparação de estrutura entre os dados recuperados do Innovation Index e os dados preparados, mostrando os novos campos introduzidos.

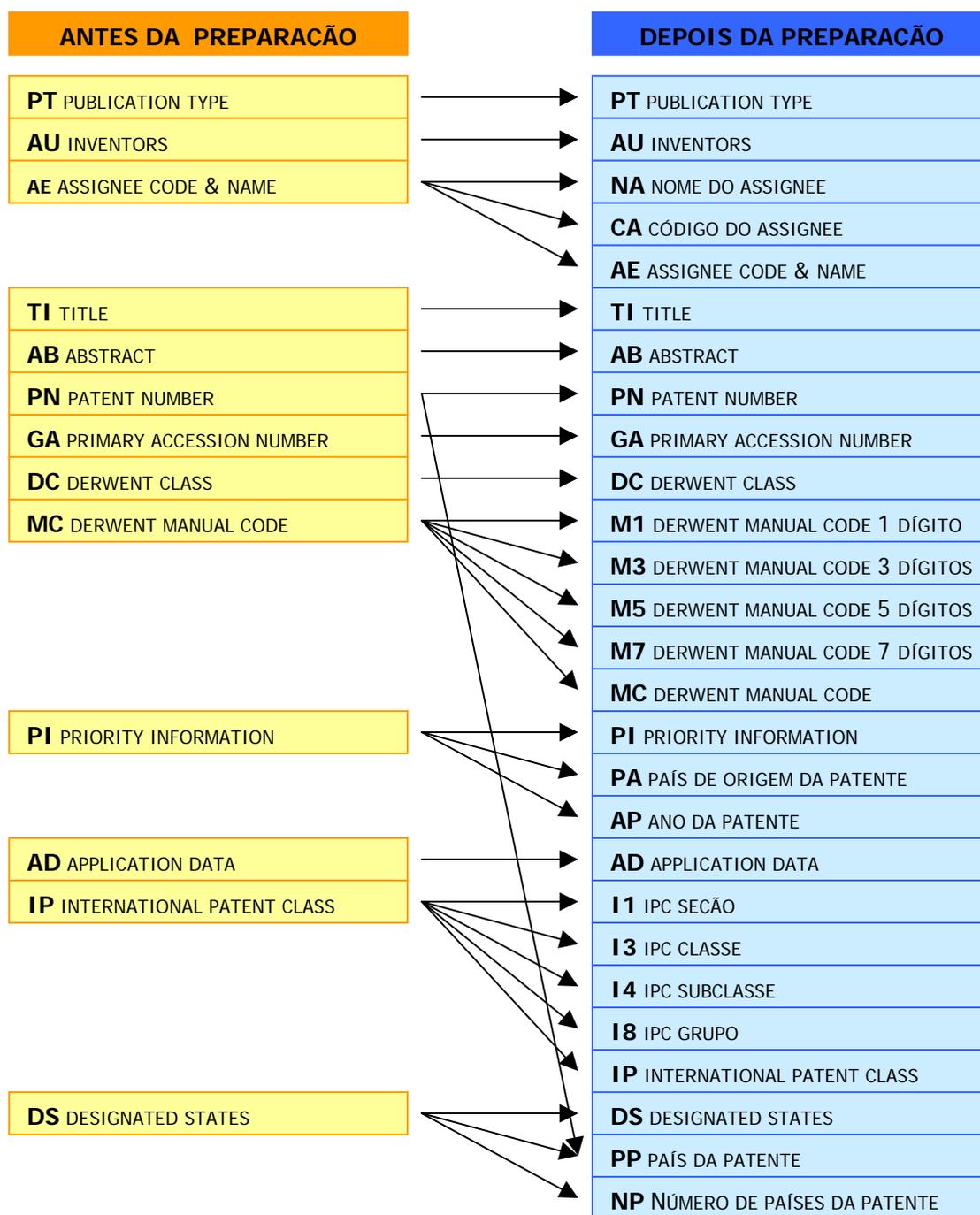


Figura 4.25: Mudança de estrutura dos dados recuperados do Innovation Index após aplicação do procedimento desenvolvido.

Depois de preparados, os dois conjuntos de dados foram empregados na prospecção tecnológica sobre tratamentos de superfície.

A proposição e execução dos 3 métodos apresentados permitiu verificar a existência de necessidades comuns aos 3 casos de preparação dos dados e

o estabelecimento de um método genérico que facilita o desenvolvimento de soluções para outras bases de dados. Esse método é composto por:

- conhecimento de técnicas empregadas na análise bibliométrica automatizada, incluindo objetivos da análise; operacionalização da análise com o uso de softwares e determinação de necessidades de conteúdo e estrutura dos dados para implementação da análise automatizada;
- avaliação da disponibilidade dos dados que serão preparados, principalmente quanto a forma de acesso aos dados, forma de recuperação do dados para preparação, conteúdo dos dados disponíveis para preparação e estrutura de organização dos dados;
- identificação de oportunidades de melhoria da análise através da preparação dos dados, incluindo o ajuste dos dados disponíveis para o uso em análise automatizada e a criação de novas formas de análise;
- avaliação da viabilidade técnica da oportunidade detectada e sua concretização em procedimento automatizado de preparação dos dados.

Para ao caso particular da Web of Science, é importante lembrar que apesar de uma série de dificuldades, a execução do método foi concluída com a criação da BiblioWoS em duas versões: local e via internet. A BiblioWoS é uma base de dados permanente, que não é descartada após a finalização da prospecção tecnológica sobre tratamentos de superfície mostrada neste trabalho e está pronta para ser utilizada em elaboração de indicadores e estudos de todas as áreas da ciência. A implementação da BiblioWoS consolida uma série de melhorias em relação à Web of Science para aplicação de análise bibliométrica, incluindo a facilidade de recuperação de grande quantidade de informação, a introdução da classificação do ISI e a introdução dos nomes de todos os autores de artigos citados pertencentes à Web of Science. A introdução dos nomes dos autores citados colabora para minimizar uma das maiores críticas ao uso da Web of Science e da análise de citações para a elaboração de indicadores científicos.

Apesar da boa qualidade dos resultados obtidos a partir dos dados recuperados da BiblioWoS, é importante comentar que a utilização desses resultados para a análise do desenvolvimento científico e tecnológico no Brasil

precisa ser complementada com indicadores provenientes de outras fontes de informação, principalmente porque a participação da produção científica brasileira gira em torno de 1,1 % do conteúdo da BiblioWoS⁴.

Outras bases de dados além do Metadex e do Derwent Innovation Index estudados neste trabalho são importantes para complementar os indicadores produzidos a partir da BiblioWoS. As bases de dados Pascal e Francis, têm cobertura multidisciplinar e complementar à BiblioWoS, sendo que aproximadamente 50% das revistas incluídas na Pascal não estão incluídas na BiblioWoS (relatório Web of Science).

As base de dados especializadas, como Compendex, Metadex outras são fundamentais para a complementação dos indicadores obtidos da BiblioWoS devido à exaustividade de cobertura de suas áreas de especialização. É importante ainda complementar indicadores criados da BiblioWoS com dados extraídos das bases de dados brasileiras, podendo ser destacadas para esse uso a Scielo e a Plataforma Lattes.

Apesar da disponibilidade de muitas bases de dados científicas e tecnológicas úteis para a elaboração de indicadores bibliométricos, o processo de análise da informação em estudos de inteligência competitiva, prospecção tecnológica e avaliação científica necessita da elaboração de indicadores baseados em outros critérios além da publicação científica e a consulta a especialistas para proporcionar uma análise mais abrangente e completa do assunto estudado.

⁴ Dados verificados através de buscas no site <http://webofscience.fapesp.br> para o ano 2000

4.2 Prospecção de tecnologias de tratamentos de superfície de materiais para aumento da resistência ao desgaste em compressores herméticos.

4.2.1 Indicadores relativos à resistência ao desgaste

A tabela 4.3 apresenta as palavras-chave com frequência maior que 30 e que representam processos de tratamentos de superfície.

Tabela 4.3: Tratamentos de superfície associados à resistência ao desgaste.

PROCESSOS DE TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE	Nº DE ARTIGOS
Plasma Spraying	275
Ion Implantation	213
Nitriding	192
Ion Nitriding	187
Laser Beam Hardening	175
Surface Hardening	174
Hard Surfacing	155
Surface Alloying	121
Physical Vapor Deposition	120
Carbonitriding	118
Chemical Vapor Deposition	98
Carburizing	85
Spray Coating	79
Flame Spraying	79
Ion Plating	75
Cladding	75
Electroless Nickel Plating	71
Vapor Deposition Coating	70
Sintering (Powder Metallurgy)	67
Electrodeposition	66
Chromium Plating	66
Sputtered Coatings	60
Plasma Arc Surfacing	55
Electroplating	52
Sputtering	50
Laser Beam Melting	47
Powder Metallurgy	45
Diffusion Coating	39
Powder Spraying	34
Multilayers	30

Fonte: Metadex

Foram identificados tratamentos de aspensão térmica, implantação iônica, nitretação, deposição de fase vapor, eletrodeposição, processamento a laser e outros. Os tratamentos de aspensão térmica, implantação iônica e nitretação são os mais fortemente ligados à resistência ao desgaste.

Há vários trabalhos publicados que estudam o efeito, sobre a resistência ao desgaste, de processos e variáveis envolvidas tanto no processamento como na aplicação dos materiais. O tratamento do novo campo "Efeitos" permitiu verificar quais são os processos e variáveis mais estudados, apresentados na tabela 4.4.

Tabela 4.4: Processos e variáveis mais estudados quanto a efeito sobre a resistência ao desgaste.

PROCESSOS E VARIÁVEIS	Nº DE ARTIGOS
Coating Effects	941
Heating Effects	757
Alloying Effects	261
Composition Effects	230
Radiation Effects	129
Deformation Effects	50
Environmental Effects	37
Stress Effects	34
Temperature Effects	32
Welding Effects	29
Cooling Effects	18
High Temperature Effects	18
Corrosion Effects	15
Field Effects	15
Pressure Effects	11
Size Effects	10
Impurity Effects	9
Vibration Effects	7
Diffusion Effects	6
Cryogenic Effects	5
Orientation Effects	5
Shape Effects	2
Vacuum Effects	2

Fonte: Metadex, campo Fatores

O efeito de recobrimentos é o mais estudado no período, indicando que os recobrimentos são uma maneira importante de alterar a resistência dos materiais ao desgaste.

A tabela 4.5, construída a partir do tratamento do novo campo "Propriedades" indica os materiais e produtos que tiveram suas propriedades mecânicas estudadas no maior número de trabalhos. No tratamento deste campo em particular, propriedades mecânicas pode ser considerada como um indicativo de resistência ao desgaste porque: 1) a busca que proporcionou a recuperação dos artigos tratados foi feita sobre resistência ao desgaste; 2) não há um termo modificador específico para resistência ao desgaste no Metadex e 3) o termo propriedades mecânicas é mais genérico e inclui o termo resistência ao desgaste, de acordo com a hierarquia do tesauro do Metadex.

Tabela 4.5: Materiais e produtos que tiveram suas propriedades mecânicas estudadas no contexto da resistência ao desgaste.

MATERIAIS E PRODUTOS	Nº DE ARTIGOS
Sprayed Coatings	162
Particulate Composites	158
Coatings	147
Protective Coatings	132
Ceramic Coatings	120
Chromium Steels	106
Cast Iron	104
Aluminum Base Alloys	98
Powder Metallurgy Parts	87
Bearing Steels	86
Cemented Carbides	78
Tool Steels	75
Austenitic Stainless Steels	74
Medium Carbon Steels	73
High Speed Tool Steels	70
Carbon Steels	66
Castings	64
Steels	63
Vapor Deposited Coatings	61
Titanium Base Alloys	61

Fonte: Metadex, campo Propriedades

Os recobrimentos obtidos por aspersão são os que tiveram suas propriedades mecânicas mais pesquisadas no período. Entre os 5 materiais mais pesquisados quanto às propriedades mecânicas, 4 são recobrimentos, o que indica a importância desse tipo de tratamento de superfície para alterar a resistência ao desgaste.

Tendo em vista a importância do recobrimento para a resistência ao desgaste, verificada através das tabelas 4.4 e 4.5, foram determinados quais os materiais e produtos que estão sendo recobertos e quais os materiais utilizados como recobrimentos. A tabela 4.6 foi construída a partir do tratamento do novo campo "Formas dos materiais". Ela apresenta os 21 materiais mais pesquisados no período como recobrimentos para resistência ao desgaste.

Tabela 4.6: Recobrimentos resistentes ao desgaste mais estudados no período.

RECOBRIMENTOS	Nº DE ARTIGOS
Titanium Nitride	241
Nickel Base Alloys	154
Cemented Carbides	104
Titanium Carbide	92
Composite Materials	81
Nitrides	71
Aluminum Oxide	62
Nickel	58
Chromium	57
Particulate Composites	52
Ferrous Alloys	49
Tungsten Carbide	46
Carbides	45
Chromium Compounds	45
Cobalt Base Alloys	42
Titanium Compounds	36
Carbon	33
Cermets	29
Chromium Carbide	28
Silicon Carbide	26
Aluminum Compounds	26

Fonte: Metadex, campo Formas

O nitreto de titânio é o material mais pesquisado no período. Ligas de níquel, ferro e cobalto, carbonetos de titânio, tungstênio, cromo e silício, além de óxidos e outros compostos, também são bastante pesquisados. Dos 198 materiais identificados ao todo, 100 foram assunto de apenas um ou dois artigos publicados. Esse fato indica que há interesse em ampliar as alternativas de materiais para uso em recobrimentos para resistência ao desgaste.

Os materiais para recobrimentos foram agrupados por tipo de material. Quatro desses grupos são mostrados nas figuras 4.26 a 4.29. A figura 4.26 apresenta os nitretos estudados como recobrimentos.

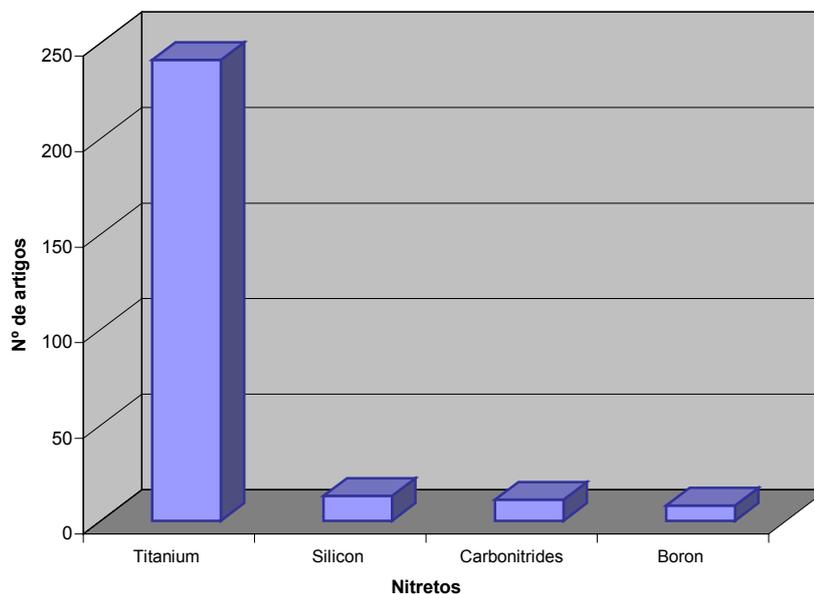


Figura 4.26: Nitretos estudados como recobrimentos para resistência ao desgaste (Fonte: Metadex, campo Formas)

A figura 4.26 mostra que o recobrimento de nitreto de titânio é o mais estudado para resistência ao desgaste. Os recobrimentos de nitreto de silício, nitreto de boro e os carbonitreto são menos pesquisados para a resistência ao desgaste.

Os recobrimentos de carbonetos estudados para resistência ao desgaste são mostrados na figura 4.27.

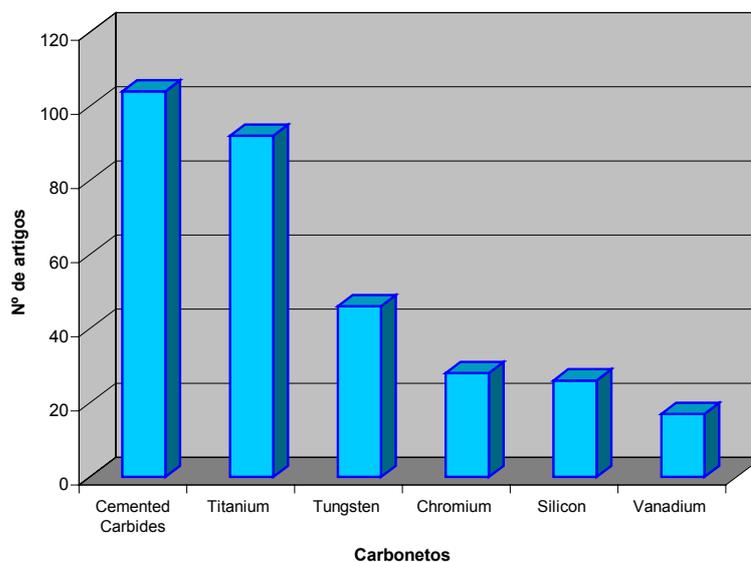


Figura 4.27: Principais recobrimentos de carbonetos estudados para resistência ao desgaste (Fonte: Metadex, campo Formas)

O carboneto de titânio em particular é o mais estudado. Outros carbonetos, como os de tungstênio, cromo e silício, têm um número importante de estudos.

A figura 4.28 apresenta as ligas metálicas estudadas para uso como recobrimentos.

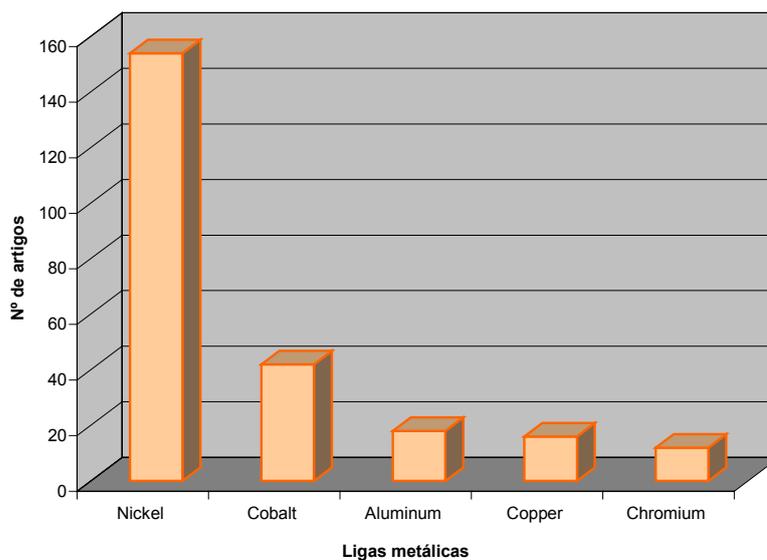


Figura 4.28: Principais ligas metálicas estudadas para uso como recobrimentos resistentes ao desgaste (Fonte: Metadex, campo Formas)

As ligas à base de níquel são as mais estudadas para uso como recobrimentos para resistência ao desgaste, embora as ligas de cobalto também apresentem um número importante de estudos.

Os aços estudados para utilização como recobrimentos são apresentados na figura 4.29.

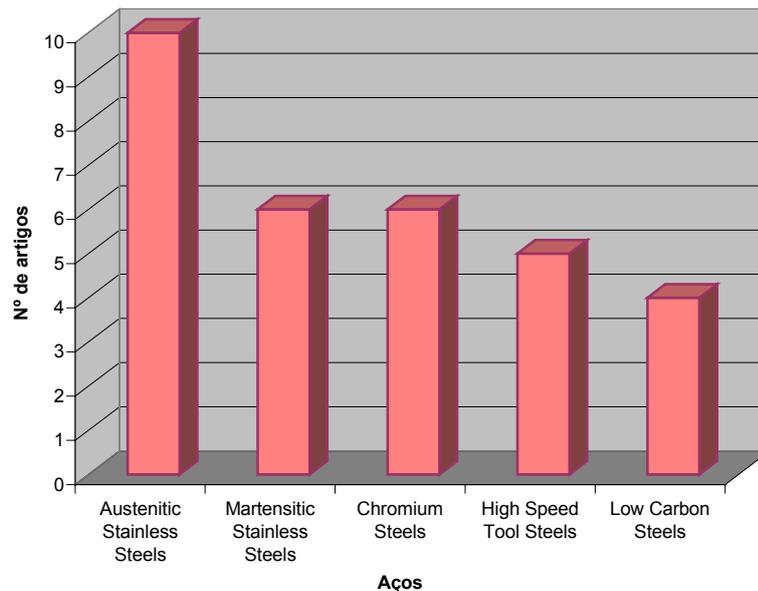


Figura 4.29: Aços estudados para utilização como recobrimentos para resistência ao desgaste (Fonte: Metadex, campo Formas).

Dentre os aços, o mais estudado é o aço inoxidável austenítico. No entanto, no conjunto, quando comparados às outras ligas metálicas, aos carbonetos e aos nitretos, os aços são pouco estudados para uso como recobrimentos resistentes ao desgaste.

Os materiais e produtos substratos que receberam recobrimentos foram identificados a partir do novo campo "Processos". Os materiais e produtos são mostrados na tabela 4.7, juntamente com o número de artigos em que cada material ou produto está ligado a recobrimentos resistentes ao desgaste.

Tabela 4.7: Materiais e produtos cujo recobrimento visando à resistência ao desgaste foi estudado

MATERIAIS E PRODUTOS	Nº DE ARTIGOS
Carbon Steels	128
High Speed Tool Steels	126
Steels	122
Aluminum Base Alloys	113
Low Carbon Steels	93
Austenitic Stainless Steels	86
Medium Carbon Steels	73
Cutting Tools	70
Titanium Base Alloys	70
Tool Steels	70
Stainless Steels	59
Cemented Carbides	55
Chromium Steels	51
Aluminum	50
Bearing Steels	41
Nickel Base Alloys	34
Chromium Molybdenum Steels	30
Copper	30
Titanium	25
Cast Iron	24
Outros 281 Produtos Ou Materiais	menos de 24

Fonte: Metadex, campo Processos

Dos 20 itens da tabela 4.7, apenas um é produto (cutting tools). Dos 19 materiais, 11 são aços e dos 7 materiais mais estudados, 6 são aços, indicando que o aço de maneira geral é o material que concentra a maior parte das pesquisas sobre recobrimento para elevação da resistência ao desgaste. A presença de ferramentas de corte (cutting tools) e de 2 tipos de aços-ferramenta (high speed tool steels e tool steels) indica a importância da aplicação de recobrimentos a ferramentas de corte.

Tendo em vista que a resistência ao desgaste de recobrimentos não depende apenas das propriedades do material do recobrimento, mas também da interação do par substrato-recobrimento, os pares de materiais estudados foram identificados e os mais frequentes são apresentados na tabela 4.8.

Tabela 4.8: Principais pares substrato-recobrimento pesquisados.

SUBSTRATO	RECOBRIMENTO	Nº DE ARTIGOS
Cutting Tools	Titanium Nitride	18
Carbon Steels	Nickel Base Alloys	16
Tool Steels	Titanium Nitride	14
Carbon Steels	Cemented Carbides	14
Steels	Titanium Nitride	11
Medium Carbon Steels	Nickel Base Alloys	11
Low Carbon Steels	Nickel Base Alloys	11
Low Carbon Steels	Cemented Carbides	10
Cutting Tools	Nitrides	10
Cemented Carbides	Titanium Nitride	10
Carbon Steels	Aluminum Oxide	10
Titanium Base Alloys	Titanium Nitride	8
Cutting Tools	Titanium Carbide	8
Chromium Steels	Titanium Nitride	8
Titanium	Titanium Nitride	7
Steels	Composite Materials	7
Stainless Steels	Titanium Nitride	7
Die Steels	Titanium Nitride	7
Cemented Carbides	Titanium Carbide	7
Tool Steels	Nitrides	6
Steels	Nickel Base Alloys	6
Low Carbon Steels	Titanium Carbide	6
Low Carbon Steels	Aluminum Oxide	6
Dies	Titanium Nitride	6
Cutting Tools	Carbides	6
Cutting Tools	Aluminum Compounds	6
Carbon Steels	Titanium Carbide	6
Carbon Steels	Composite Materials	6
Aluminum Base Alloys	Titanium Nitride	6
Aluminum Base Alloys	Titanium Carbide	6

Fonte: Metadex, campos Processos e Formas

Pode-se destacar na tabela 4.8 o uso de recobrimentos de nitreto de titânio sobre ferramentas de corte, de ligas de níquel sobre aço carbono, de nitreto de titânio sobre aços-ferramenta e de carbonetos sinterizados sobre aços carbono.

Os principais materiais recobertos com nitreto de titânio são apresentados na figura 4.30.

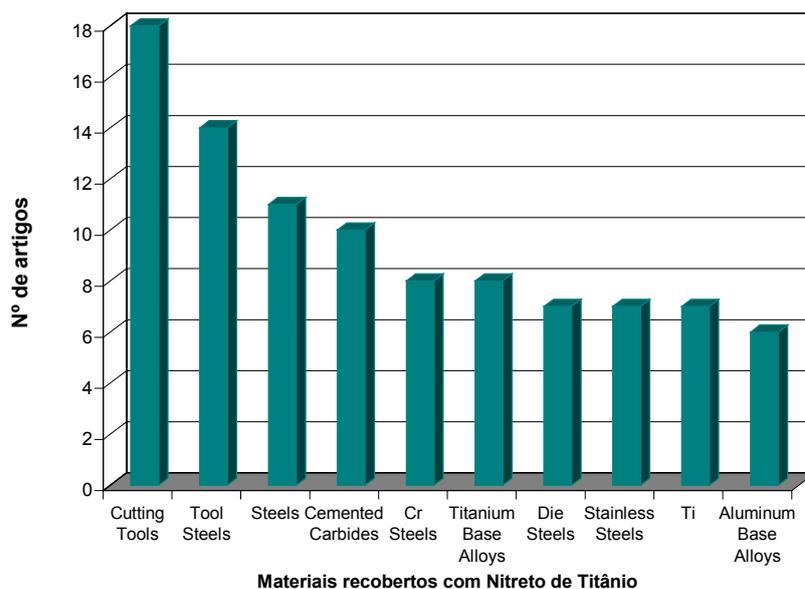


Figura 4.30: Principais substratos recobertos com nitreto de titânio (Fonte: Metadex, campos Processos e Formas).

O nitreto de titânio tem sido estudado como opção para recobrimento de 66 materiais ou produtos, principalmente ferramentas de corte e aços ligados como aços ferramenta, aços ao cromo e aços inoxidáveis, entre outros.

A figura 4.31 apresenta substratos recobertos por ligas à base de níquel.

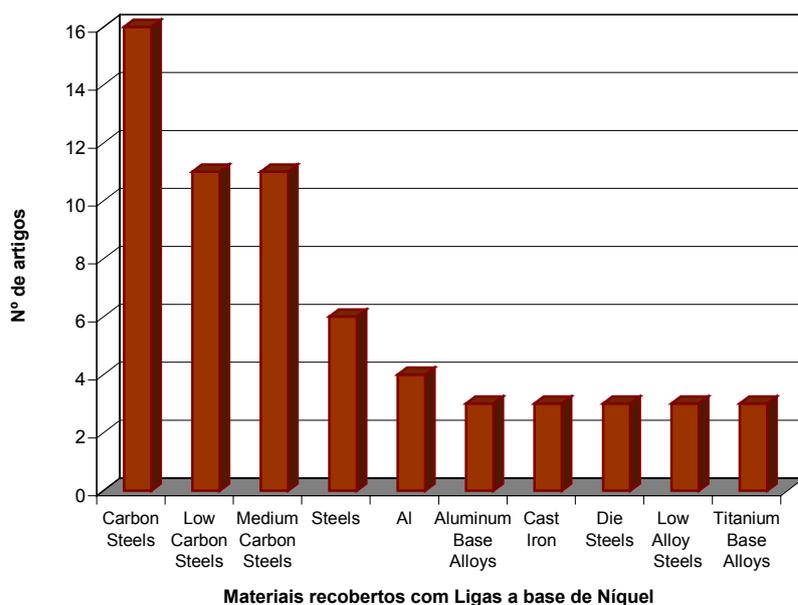


Figura 4.31: Principais substratos recobertos com ligas à base de níquel (Fonte: Metadex, campos Processos e Formas)

As ligas à base de níquel têm sido estudadas para recobrir 53 materiais ou produtos. Elas mostram uma aplicação diferenciada do nitreto de titânio, voltada principalmente para o recobrimento de aços carbono.

A figura 4.32 mostra os recobrimentos estudados para aplicação em aço carbono visando à redução do desgaste.

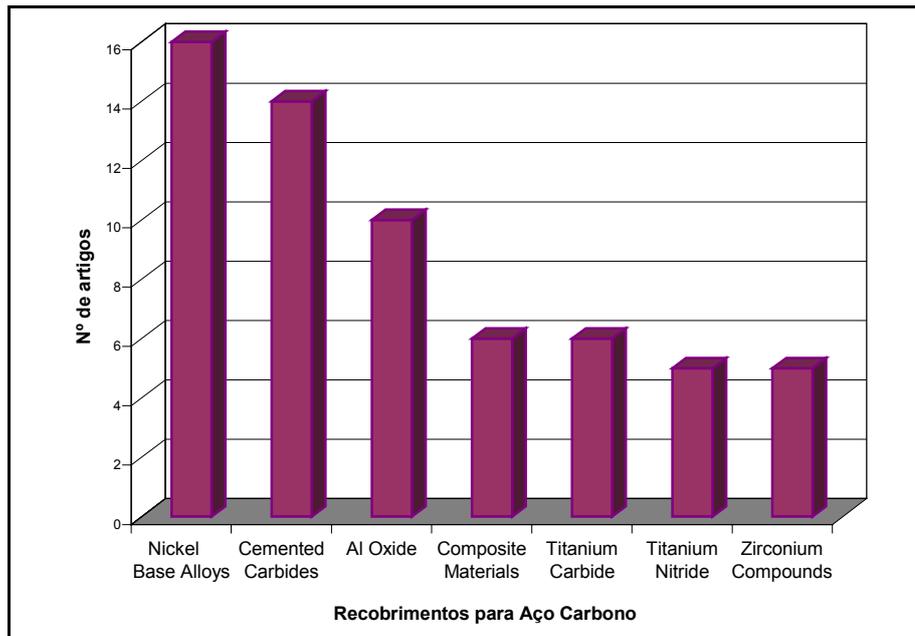


Figura 4.32: Principais recobrimentos para aço carbono (Fonte: Metadex, campos Processos e Formas)

As ligas à base de níquel e os carbonetos cementados são os materiais mais estudados no período para o recobrimento de aço carbono.

A partir do novo campo "Formas dos materiais" foram mapeadas as formas em que são aplicados ligas e carbonetos para promover a resistência ao desgaste. A figura 4.33, obtida através de análise estatística de correspondência, mostra o mapeamento de palavras-chave que representam ligas usadas para proporcionar resistência ao desgaste (simbolizadas por quadrados vermelhos) em relação a palavras-chave que indicam a forma na qual as ligas são usadas (indicadas por pontos azuis).

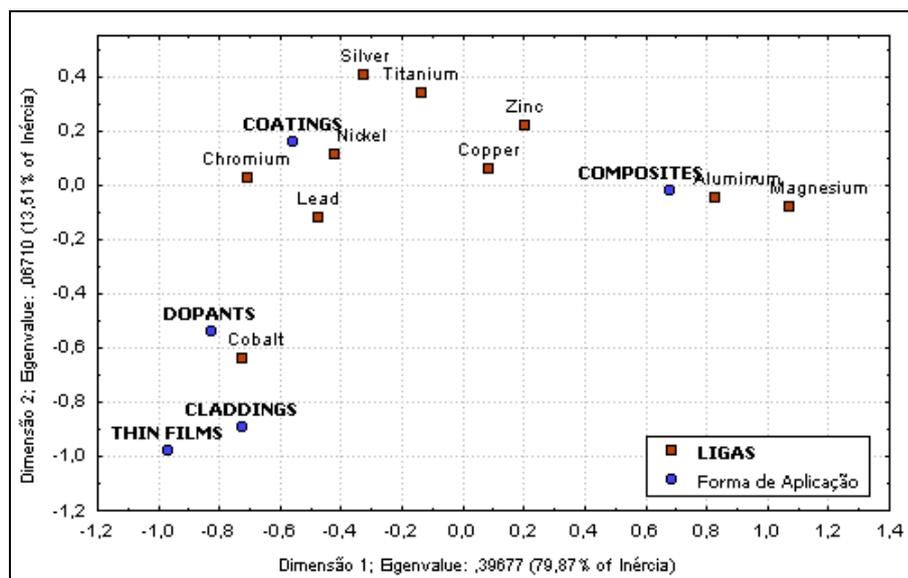


Figura 4.33: Mapeamento de formas de aplicação de ligas metálicas para resistência ao desgaste. (Fonte: Metadex, campo Formas)

As ligas de alumínio e magnésio são aplicadas preferencialmente como compósitos. As ligas de cobalto estão associadas principalmente ao uso de dopantes. Ligas de cromo, níquel e chumbo são aplicadas como recobrimentos. Zinco, cobre e titânio estão divididos entre aplicação como compósitos e como recobrimentos. Nenhuma das ligas é claramente associada à aplicação em filmes finos ou *claddings*.

A Figura 4.34 apresenta o mapeamento de palavras-chave que representam os carbonetos de diversos elementos utilizados para proporcionar resistência ao desgaste (representados por quadrados vermelhos) em relação a palavras-chave que indicam as formas em que esses carbonetos são usados (representadas por pontos azuis).

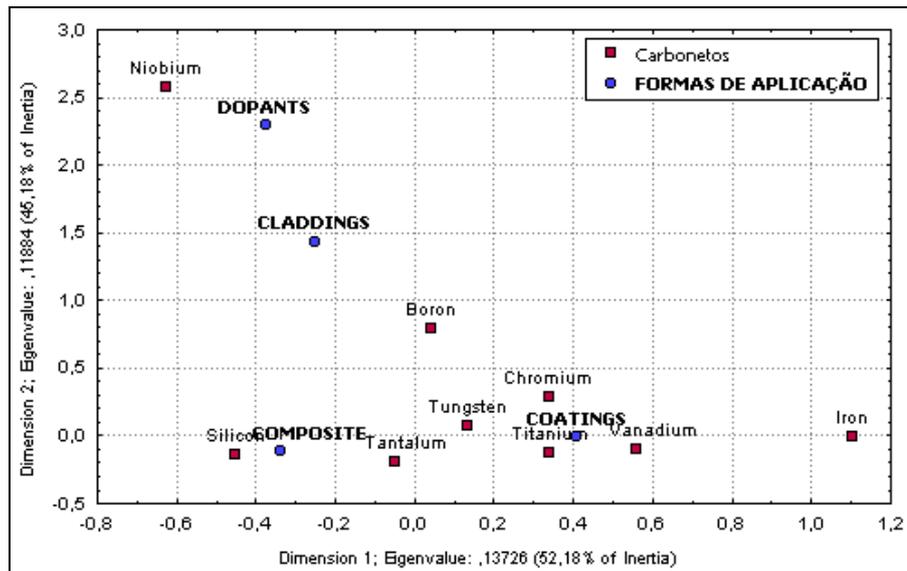


Figura 4.34: Mapeamento de formas de aplicação de carbonetos para resistência ao desgaste (Fonte: Metadex, campo Formas).

O carboneto de nióbio é associado ao uso de dopantes, enquanto o carboneto de silício é aplicado como composto. Carbonetos de titânio, de vanádio e de cromo são aplicados como recobrimentos.

4.2.2 Indicadores relativos materiais para compressores herméticos

A tabela 4.9 apresenta o ranking de palavras-chave resultante da busca sobre compressores herméticos no Metadex. A presença das palavras-chave “resistência ao desgaste”, “desgaste”, “tribologia” e “fricção” entre as mais freqüentes do ranking indicam a importância da associação entre tecnologias de materiais e o fenômeno de desgaste para os compressores herméticos.

Tabela 4.9: Ranking de palavras-chave associadas a compressores herméticos.

Descritores	Nº de patentes
Compressors-- materials selection	10
Wear resistance	8
Failure analysis	7
Compressors-- mechanical properties	6
Compressors	6
Wear	5
Tribology	5
Sliding friction	5
Friction	5
Automotive components-- materials selection	5
Aluminum base alloys-- powder technology	5
Air conditioning equipment_ materials selection	5
Outras 532 palavras-chave	1 a 4

A tabela 4.10 apresenta os tratamentos de superfície que estão sendo pesquisados para aplicação em compressores herméticos.

Tabela 4.10: Tratamentos de superfície para compressores herméticos

Tratamentos de superfície	Nº de artigos
Plasma Spraying	3
Like Carbon Films	2
Ion Nitriding	2
Flame Spraying	2
Spray Coating	1
Physical Vapor Deposition	1
Nitriding	1
Hard Surfacing	1
Electroless Nickel Plating	1

A tabela 4.11 apresenta os materiais pesquisados especificamente para uso como recobrimentos em compressores herméticos.

Tabela 4.11: Materiais para recobrimento de compressores herméticos

Recobrimentos	Nº de artigos
Titanium Nitride	2
Tungsten Carbide	1
Titanium Carbide	1
Polymers	1
Polyesters	1
Nitrides	1
Martensitic Stainless Steels	1
Boron Nitride	1
Aluminum Base Alloys	1

A tabela 4.12 apresenta o ranking de pesquisadores com publicações sobre tecnologias de materiais para compressores herméticos.

Tabela 4.12: Ranking de pesquisadores em tecnologias de materiais para compressores herméticos.

Pesquisadores	Nº de artigos
Iizuka, T	4
Vitale, D D	3
Nakagawa, Y	3
Kamitsuma, Y	3
Crispi, L	3
Outros 19	2
Outros 215	1

Fonte: Metadex

A tabela 4.13 apresenta o ranking de empresas e instituições de pesquisa com publicações sobre tecnologias de materiais para compressores herméticos.

Tabela 4.13: Ranking de entidades com publicações sobre tecnologias de materiais para compressores herméticos.

Entidades	Nº de patentes
Hitachi	8
Dresser-Rand	3
Intecso	3
Sumitomo electric industries	3
Toshiba	3
Allied-Signal	2
Bournemouth university	2
General motors	2
Hiroshima university	2
Kobe steel	2
Metal improvement	2
PUC Rio de Janeiro	1
Outros 63 entidades	1

Entre as empresas identificadas no ranking, destacam-se a Hitachi, a Sumitomo e a Toshiba, grandes fabricantes de compressores herméticos. Entre as instituições de pesquisa, é destacada a PUC do Rio de Janeiro, única entidade brasileira presente no ranking.

4.2.3. Indicadores relativos a recobrimentos de materiais

A figura 4.35 apresenta uma distribuição de áreas do conhecimento pesquisadas pelos 10 primeiros países do ranking de publicações da área recobrimentos e filmes.

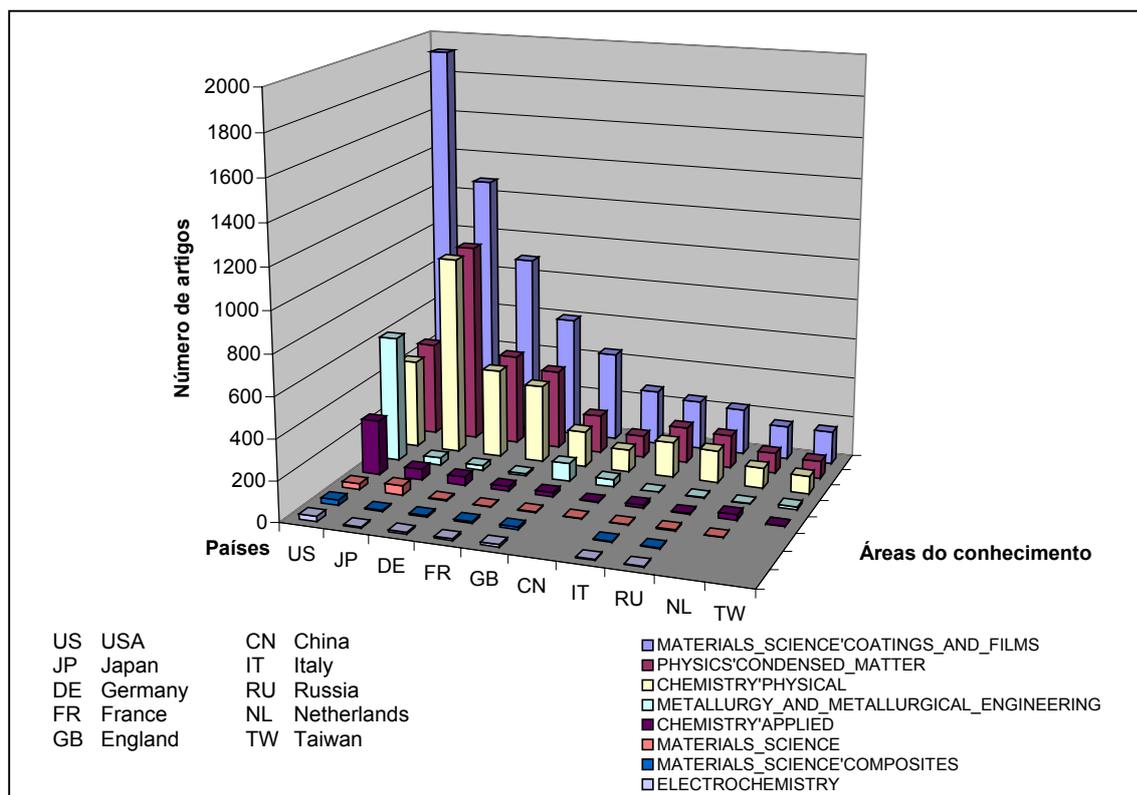


Figura 4.35: Distribuição por país de áreas do conhecimento ligadas a recobrimentos e filmes pesquisadas (Fonte: BiblioWoS).

A figura mostra que os Estados Unidos são o país com maior número de publicações sobre recobrimentos e filmes, embora esse fato deva ser considerado com precaução, conforme indicado no item 2.3 da revisão. A figura mostra também que as áreas do conhecimento “física - matéria condensada” e “físico-química” têm uma associação importante com recobrimentos e filmes.

A figura 4.36 apresenta as áreas do conhecimento pesquisadas pelos países situados entre 11º e 29º lugar no ranking de publicações.

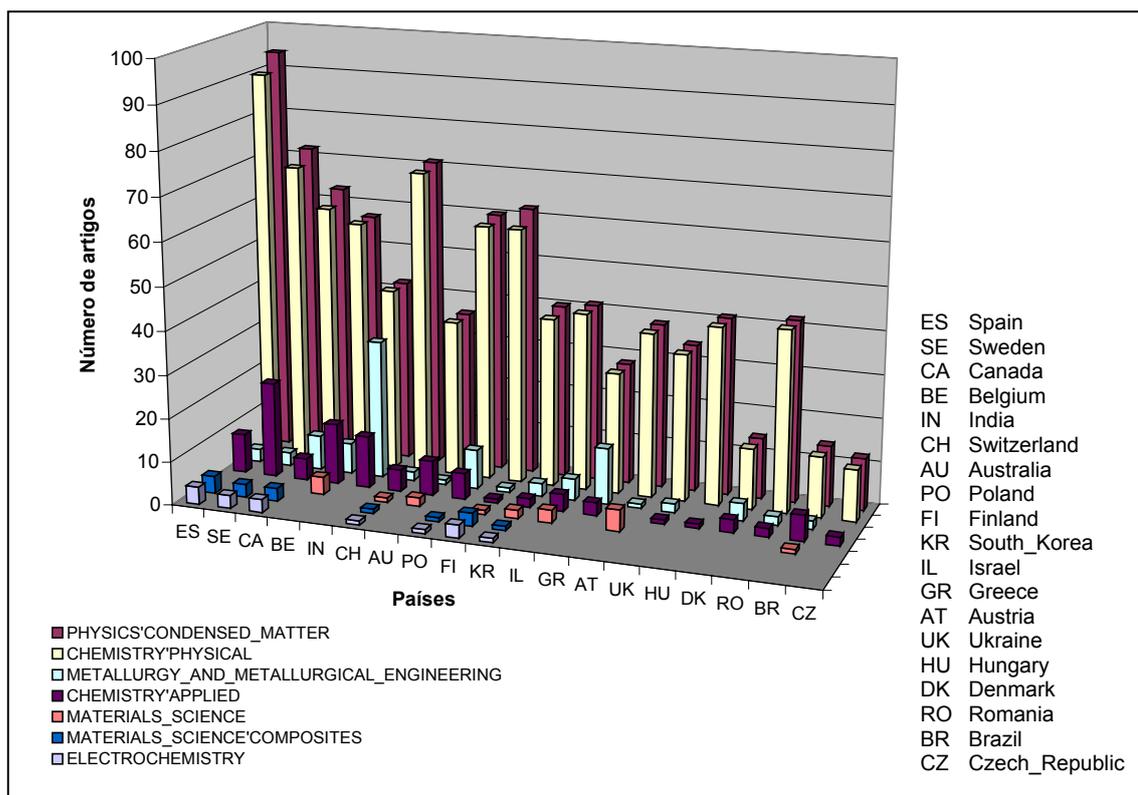


Figura 4.36: Distribuição por país de áreas do conhecimento ligadas a recobrimentos e filmes pesquisadas (Fonte: BiblioWoS).

A figura permite a comparação entre áreas de interesse na pesquisa de diversos países, inclusive o Brasil, que tem trabalhos publicados nas áreas de “física - matéria condensada”, “físico-química”, “metalurgia”, “química aplicada” e “ciência dos materiais”.

A tabela 4.14 apresenta os 16 primeiros autores do ranking de publicações na área de recobrimentos e filmes. A tabela apresenta também o número de citações recebidas de artigos da área por cada um dos autores.

Tabela 4.14: Ranking de autores por publicação em recobrimentos e filmes

Autor	Nº Publicações	Nº Citações
Borruso M	83	0
Altmayer F	58	5
Mattox Dm	57	63
Phillips Rw	46	5
Langan Jp	38	2
Miller Mk	31	217
Matthews A	30	245
Sakurai T	28	191
Grobin Aw	28	0
Crandall R	26	0
Ito T	25	137
Perry Aj	23	238
Hiraki A	22	95
Zahn M	20	0
Quaeyhaegens C	20	61
Block Jh	20	144

Fonte: BiblioWoS

Alguns dos autores mais produtivos são pouco citados por artigos da área. Quatro autores, inclusive o autor mais produtivo, não são citados nem uma vez. Uma possível explicação para esse comportamento é o tipo de publicação de cada autor. Das 83 publicações do autor mais produtivo, Borruso, apenas 11 são artigos. As outras publicações são *letters* e editoriais. O autor Grobin, tem apenas 6 artigos entre suas 58 publicações. Para os autores mais citados, praticamente todas publicações são artigos, como Perry, por exemplo, que tem 22 artigos entre suas 23 publicações.

A tabela 4.15 apresenta os números de publicações, de citações e de auto-citações, na área específica e na base de dados toda (para o período de 1993 a 1997), dos autores mais citados da área de recobrimentos e filmes

Tabela 4.15: Publicações, citações e auto-citações dos autores mais citados na área de recobrimentos e filmes

Autores	Nº Publicações			Nº artigos em que foi citado**			Auto-citações	
	Geral	Área	%	Geral	Área	%	Geral	Área
Sundgren Je	69	3	4,3	1190	170	14,3	53	2
Greene Je	88	3	3,4	1485	137	9,2	71	3
Seah Mp	32	2	6,3	1769	125	7,1	31	2
Knotek O	52	18	34,6	322	123	38,2	23	14
Perry Aj	37	23	62,2	610	120	19,7	26	20
Rickerby Ds	0	0	-	416	117	28,1	0	0
Matthews A*	-	-	-	-	117	-	-	-
Briggs D	62	0	0,0	2563	114	4,4	16	0
Sproul Wd	39	12	30,8	515	109	21,2	30	12
Munz Wd	17	11	64,7	313	104	33,2	15	10
Aspnes De	80	7	8,8	2684	104	3,9	53	6
Sakurai T*	-	-	-	-	92	-	-	-
Ertl G*	-	-	-	-	85	-	-	-
Miller Mk	91	31	34,1	659	82	12,4	55	27
Conrad Jr	31	1	3,2	311	60	19,3	22	1
Leskela M	124	17	13,7	473	50	10,6	90	15

* autores com homônimos

Fonte: BiblioWoS

A análise da tabela 4.15 permite a separação dos pesquisadores em dois grupos principais: a) pesquisadores que possuem percentualmente poucas publicações na área, mas são relativamente bastante citados na área, como Sundgren, Greene, Seah, Briggs e Conrad. Esses autores pesquisam principalmente em outras áreas mas seus resultados são importantes para a área de recobrimentos e filmes; b) pesquisadores especialistas em recobrimentos que publicam muito nessa área e são citados por muitos trabalhos, de forma absoluta ou percentual. Integram o grupo os pesquisadores Perry, Miller, Munz, Knotek e Sproul.

O autor Rickerby é um caso único entre os 16 pesquisadores do ranking pois ele não publicou nenhum trabalho em nenhuma área no período e ainda assim foi bastante citado. Esse fato pode indicar, por exemplo, a aposentadoria do pesquisador. Os pesquisadores Matthews, Sakurai e Ertl têm homônimos atuando em outras áreas, fato que distorce a análise envolvendo o número global de publicações e citações desses pesquisadores. Por isso, não foram investigados na tabela 4.15.

A figura 4.37 apresenta a rede de co-citação de autores da área.

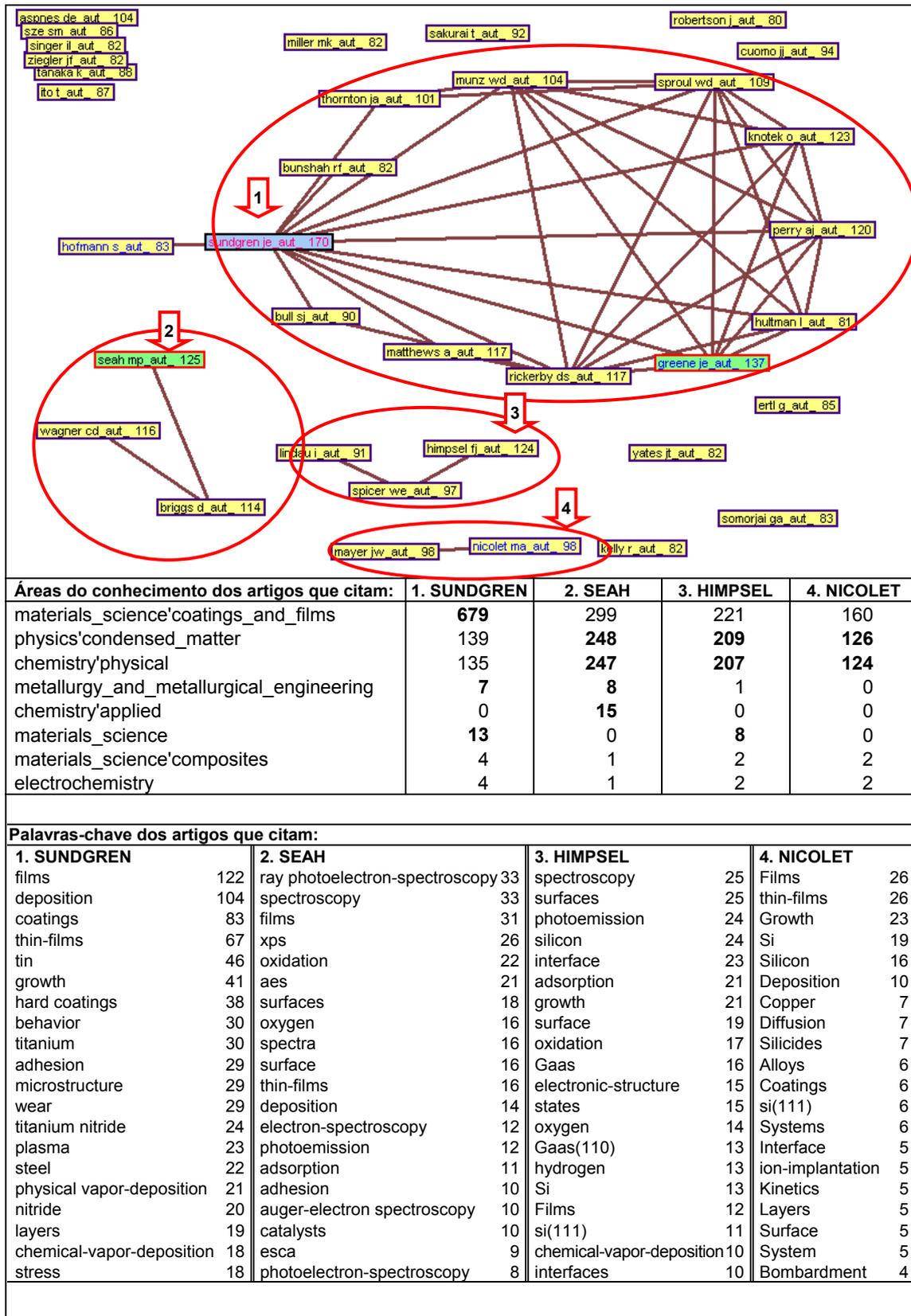


Figura 4.37: Mapa de co-citações de autores mostrando grupos de autores co-citados, áreas do conhecimento e palavras-chave relacionadas a cada grupo. Ligação mínima = 20. (Fonte: BiblioWoS).

A rede mostra a presença de alguns grupos de autores cujos artigos são citados juntos por artigos da área de recobrimentos e filmes. Foi verificada a temática abordada pelos artigos que citam autores pertencentes um mesmo grupo. Os artigos que citam autores do grupo de Sundgren têm como contexto de pesquisa as áreas de recobrimentos e filmes, metalurgia e ciência dos materiais. A ocorrência das palavras-chave desgaste, nitreto de titânio, plasma, PVD, CVD, camadas e outras sugerem o foco em pesquisa sobre o uso de métodos de tratamentos de superfície para aumentar a resistência ao desgaste.

Os artigos que citam autores do grupo de Seah têm como contexto científico principal as áreas de matéria condensada, físico-química, além de metalurgia e química aplicada. As principais palavras-chave utilizadas sugerem o foco de pesquisa em caracterização de recobrimentos, principalmente utilizando várias técnicas de espectroscopia.

Os artigos que citam autores do grupo de Himpfel abordam as áreas de matéria condensada, físico-química e ciência dos materiais. O foco das pesquisas está voltado para a produção de circuitos integrados (arseneto de gálio e silício) utilizando o processo CVD.

Os artigos que citam autores do grupo de Nicolet abordam matéria condensada e físico-química, focando processos de difusão, deposição, implantação iônica e os materiais silício e cobre, sem preocupação com desgaste.

A tabela 4.16 apresenta as entidades brasileiras com publicações sobre recobrimentos e filmes, com destaque para a Unicamp, entidade brasileira com maior número de publicações no período

Tabela 4.16: Ranking de entidades brasileiras com publicações sobre recobrimentos e filmes no período de 1993 a 1997.

Entidades Brasileiras	Nº Artigos
Univ Estadual Campinas	15
Univ Fed Rio Grande Sul	7
Univ Fed Rio De Janeiro	6
Puc Rio De Janeiro	4
Cosipa Steel Co	2
Ctr Pesquisas Energia Eletr	2
Fed Univ Goias	2
Univ Fed Bahia	2
Univ Fed Santa Catarina	2
Univ Sao Paulo	2
Assoc Brasileira Fabricantes Tintas	1
Comiss Nacl Energia Nucl	1
Inst Nacl Pesquisas Espaciais	1
Inst Nacl Tecnol	1
Inst Tecnol Alimentos	1
Methodist Univ Piracicaba	1
Univ Fed Sao Carlos	1
Univ Fed Uberlandia	1

A tabela 4.17 apresenta os autores de artigos em que pelo menos um dos autores é brasileiro. A BiblioWoS, assim como a Web of Science, não estabelece com precisão a relação autor – país de origem (veja item 2.2, p.19).

Tabela 4.17: Ranking de autores de artigos contendo ao menos um autor brasileiro

Autores	Nº Artigos
Peled A	4
Baranauskas V	4
Demiranda Pev	3
Baumvol Ijr	3
Wolf Gk	2
Travaairoldi Vj	2
Tabata A	2
Schroer A	2
Schreiner Wh	2
Sacilotti M	2
Morais J	2
Monteil Y	2
Moneger S	2
Mattos Or	2
Margarit Icp	2
Livi Rp	2
Landers R	2
Hubler R	2
Gawne Dt	2
Garcia Ma	2
Freire Fl	2
Fragata Fl	2
Foerster Ce	2
Decastilho Cmc	2
Corat Ej	2
Braga Akd	2
Bott Ah	2
Bertazzoli R	2
Benyattou T	2
Behar M	2
Arieta Fg	2
Amaral L	2
Abraham P	2
Outros 86	1

Fonte: BiblioWoS

Os autores presentes na tabela 4.17 são potenciais especialistas brasileiros sobre recobrimentos e filmes. A nacionalidade dos 4 primeiros autores do ranking foi verificada através de consulta por nome à Plataforma

Lattes e houve confirmação que Baranauskas, Demiranda e Baumvol são brasileiros. Os outros autores podem ser checados dessa maneira.

4.2.4 Indicadores relativos a compressores herméticos

A figura 4.38 foi construída a partir do novo campo “País de prioridade” e apresenta os principais países de origem das patentes sobre compressores herméticos.

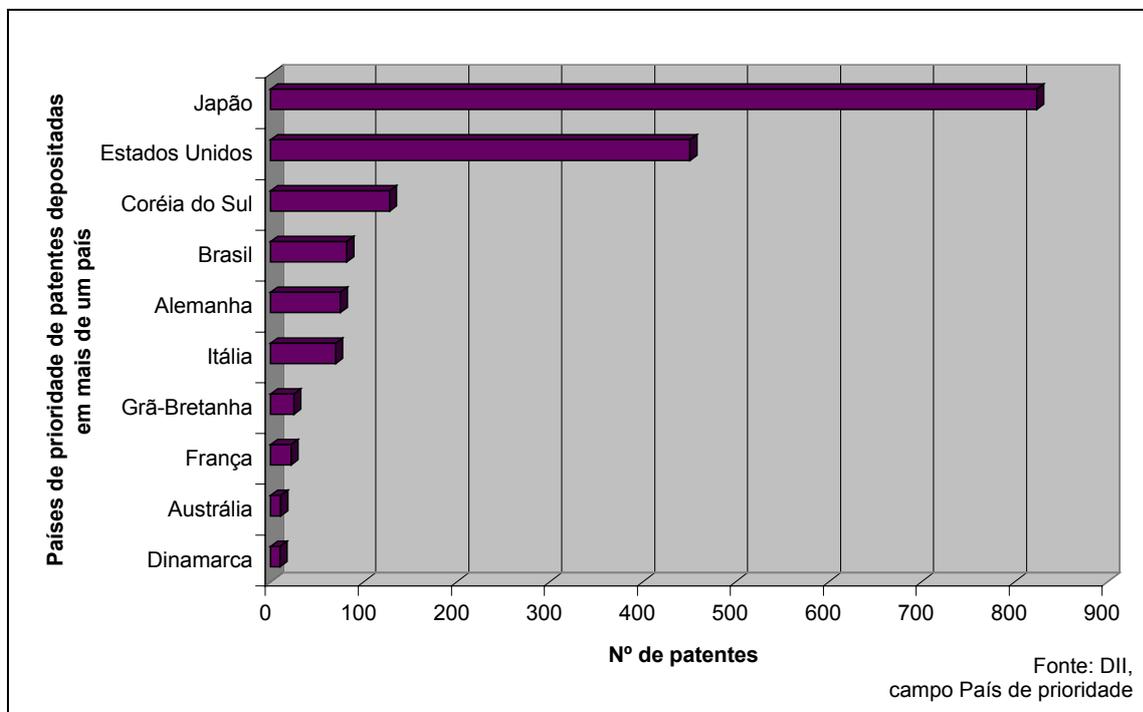


Figura 4.38: Número de patentes originadas de cada país considerando apenas as patentes válidas em mais de um país.

O Japão é o maior desenvolvedor de tecnologias na área de compressores herméticos com 824 patentes, seguido pelos Estados Unidos com 451 patentes, Coréia do Sul, Brasil, Alemanha e Itália, num patamar de aproximadamente 100 patentes por país. Essa figura é um indicativo de quanto o país é competitivo na indústria de compressores.

A figura 4.39 apresenta os 10 países onde foram depositadas mais patentes sobre compressores herméticos. Ela foi construída a partir do novo campo “País da patente” e é um indicativo dos mercados mais visados pelos fabricantes de compressores.

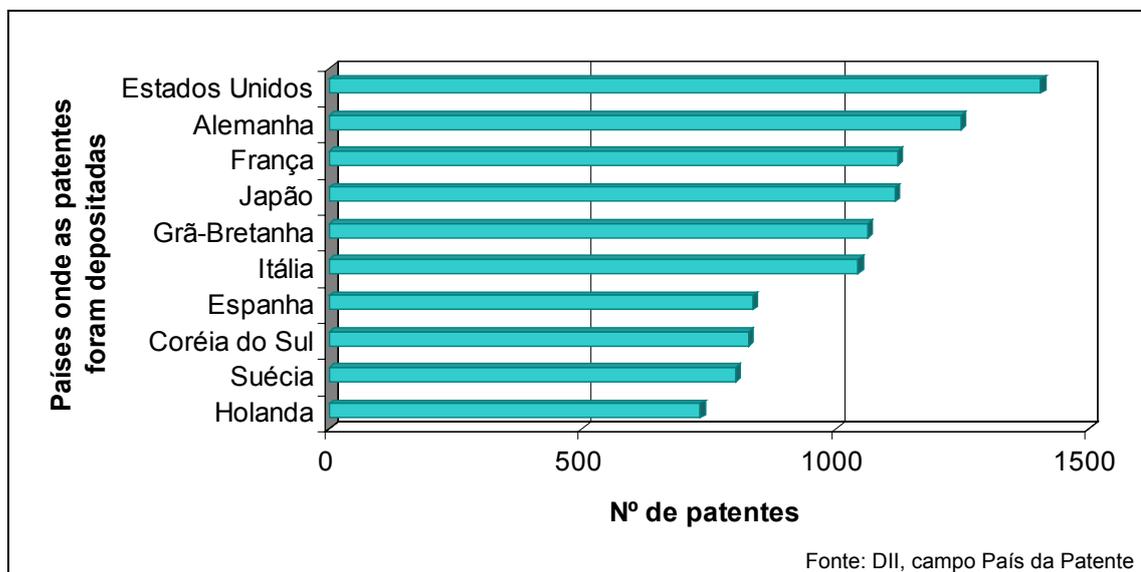


Figura 4.39: Países onde foram depositadas patentes sobre compressores herméticos.

A figura 4.40 apresenta o número de patentes depositadas anualmente entre 1990 e 1999.

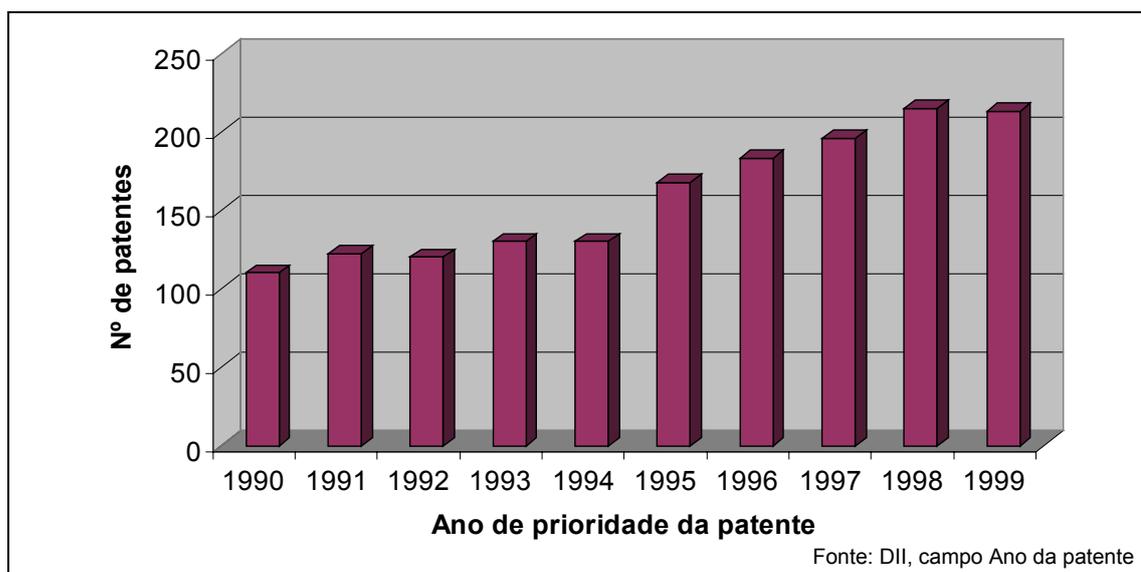


Figura 4.40: Depósitos anuais de patentes entre 1990 e 1999.

O crescimento do número de patentes depositadas a cada ano indica que há interesse das empresas em desenvolver tecnologias de compressores herméticos. O crescimento mais acentuado a partir de 1995 pode estar associado à revisão feita em 1993 ao Protocolo de Montreal de 1987, alterando o prazo para banimento dos gases CFC de 2000 para 1996 (item 2.4 da revisão). A antecipação forçou os fabricantes a desenvolverem tecnologias de gases refrigerantes, lubrificantes e materiais para permitir o funcionamento dos compressores com outros gases. Um dos prováveis motivos para o crescimento manter-se após 1996 é a determinação, na mesma revisão de 1993 ao Protocolo de Montreal, da eliminação gradual dos gases HCFC, substitutos imediatos dos CFC, a partir de 2004 com conclusão em 2020.

A figura 4.41 mostra ano a ano o número de empresas que depositaram patentes entre 1990 e 1999.

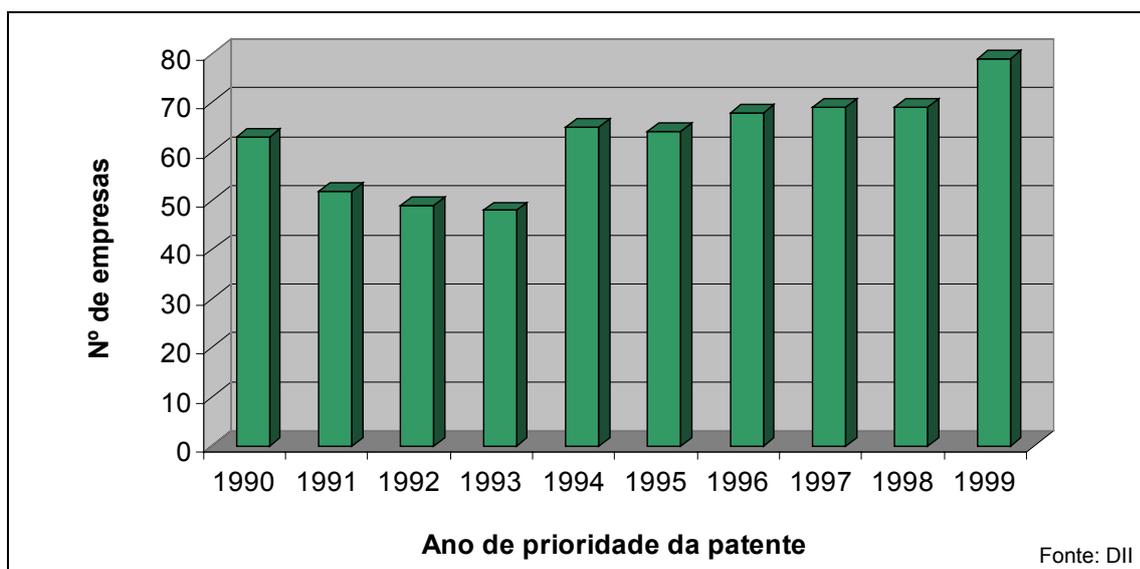


Figura 4.41: Número anual de empresas tecnologicamente ativas

A figura mostra que em 1994 houve uma reversão na tendência de a cada ano menos empresas depositaram patentes sobre compressores herméticos. Desde 1994, o número de empresas tecnologicamente ativas vêm crescendo. A reversão de tendência coincide com a época de adoção de restrições mais duras ao uso de CFCs.

A figura 4.42 mostra o ciclo de vida do produto compressor hermético para o período de 1990 a 1999.

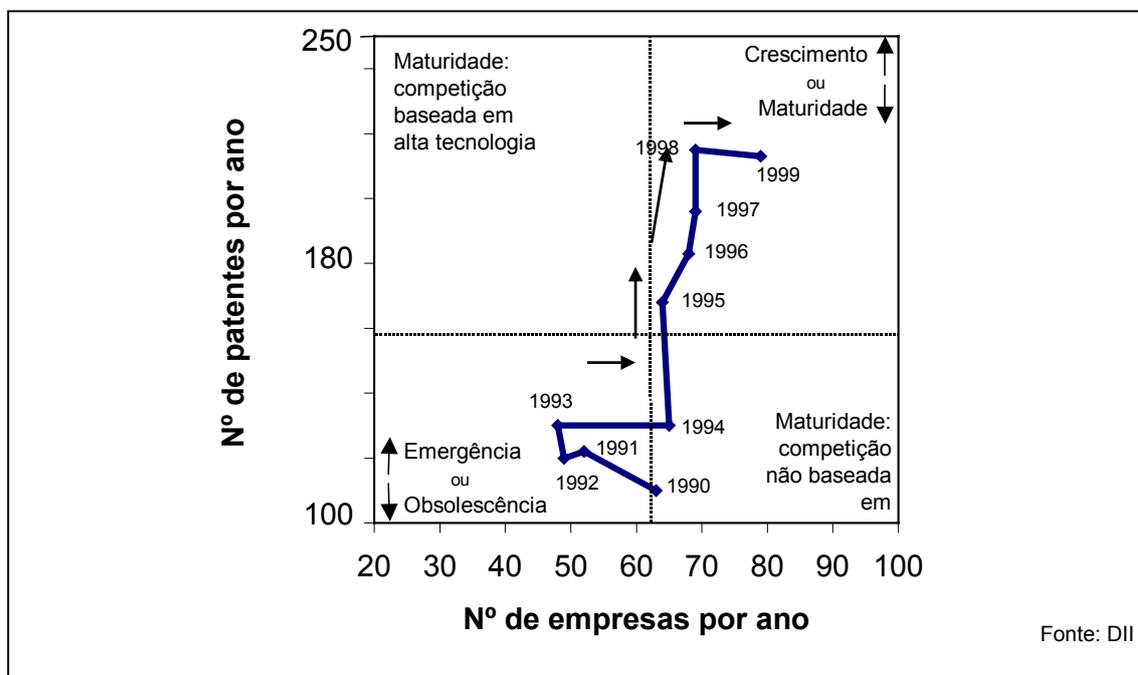


Figura 4.42: Ciclo de vida do produto compressores herméticos

A figura 4.43 permite a avaliação do estágio do ciclo de vida em que se encontra um produto ou tecnologia. O gráfico é construído combinando os dados apresentados nas figura 4.41 e 4.42 sobre o número de empresas tecnologicamente ativas e o número de patentes depositadas. Os compressores herméticos passaram de um estágio de obsolescência em 1992 para o estágio de crescimento em 1995. Em 1999, há indicação de uma parada do crescimento, embora os dados referentes a esse ano devam ser encarados com cuidado devido ao atraso na atualização da base de dados típico das patentes.

A figura 4.43, construída a partir do novo campo “Código da empresa” apresenta as empresas com maior número de patentes depositadas sobre compressores herméticos no período.

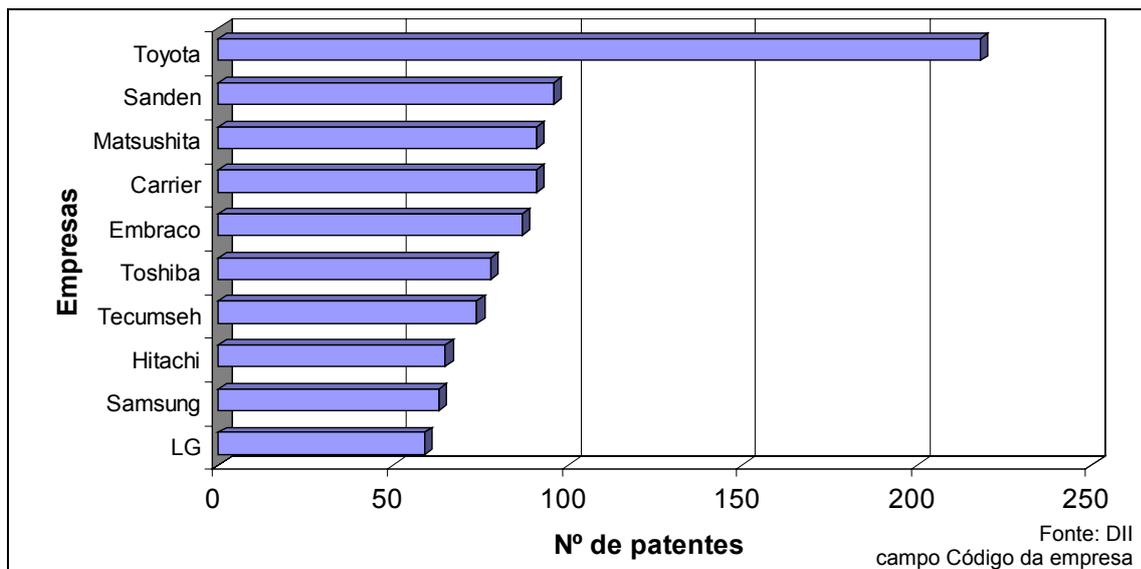


Figura 4.43: Empresas com patentes depositadas sobre compressores herméticos.

Entre as empresas com maior número de patentes, duas têm fábricas no Brasil: a Embraco, empresa brasileira hoje controlada pelo grupo norte-americano Whirlpool e a norte-americana Tecumseh.

A figura 4.44, construída a partir dos novos campos “Código da empresa” e “CIP 4 caracteres”, apresenta o mapeamento de tecnologias de compressores herméticos dominadas pelas principais empresas do setor.

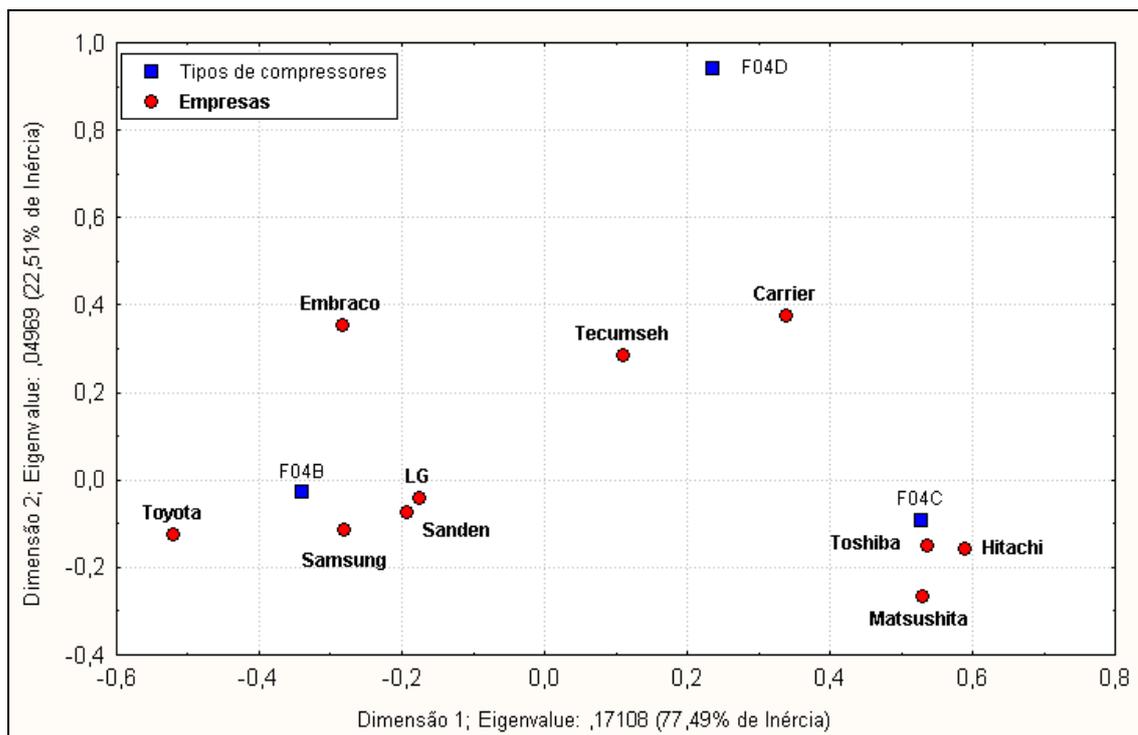


Figura 4.44: Mapeamento de tecnologias de compressores herméticos.

Legenda:

Fonte: DII, campos "Código da empresa" e "CIP 4 caracteres"

F04B Compressores de deslocamento positivo, principalmente alternativos

F04C Compressores de deslocamento positivo, principalmente rotativos, de espiral (scroll) e de parafuso (screw)

F04D Compressores de deslocamento não-positivo, principalmente centrífugos

O mapa mostra que as empresas Toshiba, Hitachi e Matsushita são especializadas em compressores dos tipos rotativo, espiral e parafuso; as empresas Toyota, Sanden, LG e Samsung são especializadas em compressores alternativos (recíprocos). As empresas Embraco, Tecumseh e Carrier apresentam competência tecnológica diversificada.

A figura 4.45 apresenta um mapeamento de aplicações de compressores herméticos por empresas. A figura foi construída a partir dos novos campos "Código da empresa" e "CIP 4 caracteres".

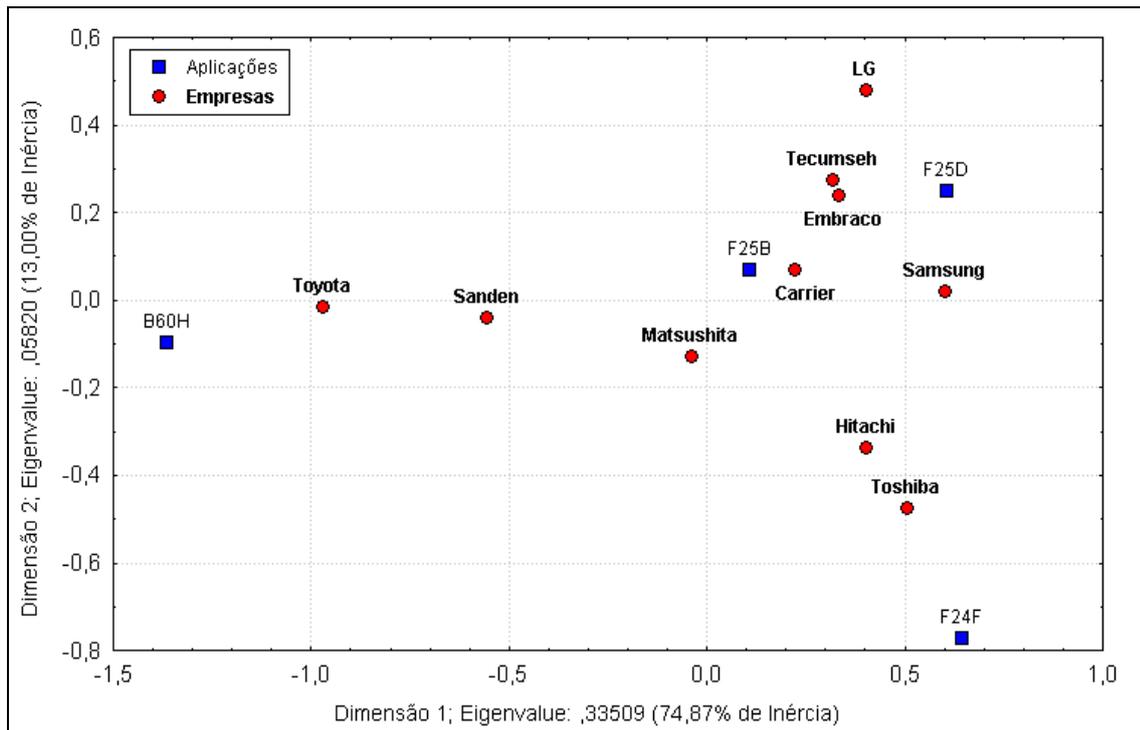


Figura 4.45: Mapeamento de aplicações de compressores herméticos.

Legenda:

Fonte: DII, campos "Código da empresa" e "CIP 4 caracteres"

B60H	Dispositivos de condicionamento de ar para automóveis
F24F	Condicionamento de ar
F25B	Sistemas de refrigeração
F25D	Refrigeradores

As empresas Hitachi apresentam atuação direcionada para aparelhos de condicionamento de ar e sistemas de refrigeração. As empresas Toyota e Sanden têm atuação direcionada para aparelhos de ar condicionado para carros. As empresas LG, Embraco, Tecumseh, Carrier e Samsung têm atuação direcionada para refrigeradores e sistemas de refrigeração. A empresa Matsushita mostra atuação associada a sistemas de refrigeração.

4.2.5 Indicadores relativos a desgaste de compressores herméticos

A tabela 4.18 apresenta o número de patentes concedidas para os principais tipos de tratamentos de superfície e os números de patentes que relacionam tratamentos de superfície a desgaste, a compressores herméticos e a desgaste e compressores herméticos simultaneamente.

Tabela 4.18: Número de patentes relacionadas a tratamentos de superfície e sua intersecção com desgaste e compressores herméticos

Tratamentos de superfície	Nº de Patentes			
	Total	E Desgaste	E Compressores	E Desgaste E Compressores
Aspersão Térmica	8.889	892	3	3
Eletrodeposição	27.737	715	2	1
Deposição a Vapor	39.859	1.133	9	5
Implantação Iônica	7.749	104	1	1
Tratamento a Laser	503	43	0	0
Nitretação, Nitrocarbonetação, Carbonitretação, Cementação	8.935	1.478	9	8
Chapeamento (<i>Plating</i>)	9.756	288	0	0
Recobrimentos	40.182	1.947	5	2
Outros	90.990	1.351	6	1

Fonte: DII

Para os tipos de tratamentos de superfície investigados, há um grande número de patentes relacionadas. Porém, para a maioria dos tratamentos de superfície, menos de 10% das patentes aborda o foco desgaste. A associação entre tratamentos de superfície e compressores herméticos é muito menor que a associação entre tratamentos de superfície e desgaste. São poucas as patentes que abordam tratamentos de superfície e compressores herméticos, indicando que os tratamentos de superfície ainda são pouco aplicados a esse produto. O número de patentes que abordam, além de tratamentos de superfície, compressores herméticos e desgaste simultaneamente é bastante próximo do número de patentes que abordam compressores herméticos, o que indica que o uso de tratamentos de superfície em compressores herméticos está bastante associado ao fenômeno de desgaste.

A tabela 4.19, feita a partir do novo campo “Código da empresa”, apresenta um ranking de empresas detentoras de patentes que abordam desgaste em compressores herméticos.

Tabela 4.19: Empresas com patentes de compressores herméticos e desgaste

Código	Nome da Empresa	Nº Patentes
MATJ	Matsushita	34
TOKE	Toshiba	22
HITA	Hitachi	21
MATU	Matsushita	20
TOYX	Toyota	13
SAOL	Sanyo	10
SAOE	Sanden	9
MITQ	Mitsubishi	6
TECV	Tecumseh	5
DIES	Zexel	4
GENK	General Motors	4
COPE	Copeland	3
DKKS	Veb Dkk Scharfenstein	3
MITO	Mitsubishi	3
NPIS	Nippon Piston Ring	3
CARG	Carrier	2
DAIK	Daikin	2
GLDS	Goldstar / Lg	2
HENK	Henkel	2
NIHA	Nippon Mining	2
NIOC	Nippon Oil	2
-	+ 60 com 1 patente cada	1

Fonte: DII, campo "Código da empresa"

A Matsushita, um dos maiores fabricantes mundiais de compressores herméticos, é a empresa de maior destaque. A Tecumseh, fabricante de compressores herméticos instalada no Brasil, tem 5 patentes associando o produto ao desgaste. A Embraco, outra grande fabricante de compressores herméticos instalada no Brasil, possui apenas 1 patente nesse assunto.

A tabela 4.20, obtida a partir do novo campo "CIP 4 caracteres" apresenta os códigos da CIP presentes nas patentes sobre compressores herméticos e desgaste. Há códigos relacionados a compressores herméticos (F04C, F04D e outros), tratamentos de superfície (C23C), outras tecnologias de materiais (B22D, B22F, C08K, C22C, C23F e outros), lubrificantes e lubrificação (C10M, C10N, F01M e outros) e outros assuntos. Os códigos atribuídos às patentes indicam assuntos que são objeto de inovações, ligados ao desgaste de compressores.

Tabela 4.20: Subclasses da Classificação Internacional de Patentes extraídas das patentes que abordam compressores herméticos e desgaste

Código CIP	Descrição do Código	Nº Patentes
B22D	Fundição: Vazamento de metais	1
B22F	Metalurgia do pó: Usinagem; Fabricação de artigos; Produção do pó	3
B23P	Usinagem de metal: Operações combinadas e operações não cobertas em outra classe	2
B60H	Veículos em geral: dispositivos de aquecimento, resfriamento, ventilação ou condicionamento de ar	1
C02F	Tratamento de água, esgoto, resíduos, etc	1
C08F	Compostos orgânicos: com apenas ligações insaturadas carbono a carbono	1
C08K	Compostos orgânicos: emprego de inorgânicos ou orgânicos não-macromoleculares na composição	1
C08L	Compostos orgânicos: composições	1
C09K	Corantes, tintas, adesivos: Composições não incluídas em outro local; Utilizações diversas das substâncias	12
C10M	Petróleo, Gases, Combustíveis, Lubrificantes: Composições lubrificantes	23
C10N	Petróleo, Gases, Combustíveis, Lubrificantes: Propriedades, aplicações, métodos de preparação, etc	17
C22C	Metalurgia; Tratamento de ligas e metais: Ligas	8
C23C	Usinagem ou tratamento de metais por processos não-mecânicos; Revestimento com metais: Processos para revestir metais ou revestir com metais; Processos de difusão para tratamento de superfície de metais	13
C23F	Usinagem ou tratamento de metais por processos não-mecânicos; Revestimento com metais: Tratamento químico da superfície de metais:	1
F01B	Máquinas ou motores em geral: de deslocamento positivo	7
F01C	Máquinas ou motores em geral: de pistão rotativo ou oscilatório	15
F01D	Máquinas ou motores em geral: de deslocamento não-positivo	2
F01M	Máquinas ou motores em geral: lubrificação	4
F03C	Máquinas ou motores a líquidos: de deslocamento positivo	1
F04B	Máquinas de deslocamento positivo; Bombas para líquidos ou fluidos elásticos; Bombas	68
F04C	Máquinas de deslocamento positivo; Bombas para líquidos ou fluidos elásticos: de pistão rotativo ou oscilatório	119
F04D	Máquinas de deslocamento positivo; Bombas para líquidos ou fluidos elásticos: de deslocamento não-positivo	5
F16C	Elementos ou unidades de engenharia: Eixos; Peças rotativas	7
F16D	Elementos ou unidades de engenharia: Acoplamentos; Embreagens; Freios	1
F16J	Elementos ou unidades de engenharia: Pistões; Cilindros	4
F16K	Elementos ou unidades de engenharia: Válvulas	5
F16N	Elementos ou unidades de engenharia: Lubrificação	3
F25B	Refrigeração ou resfriamento: Máquinas ou sistemas de refrigeração	23
F25C	Refrigeração ou resfriamento: Produção, armazenamento ou distribuição de gelo	1
F25D	Refrigeração ou resfriamento: Refrigeradores; Geladeiras	2
G01M	Medição; Verificação: Equilíbrio de máquinas	2
G05D	Controle; Regulagem: de variáveis não-elétricas	2
H01B	Elementos elétricos básicos: Cabos; Isoladores; Uso de materiais devido a propriedades condutoras, isolantes ou dielétricas	1
H01F	Elementos elétricos básicos: Imãs; Uso de materiais devido às suas propriedades magnéticas	1
H02H	Produção, conversão ou distribuição de energia elétrica: Circuitos de proteção de emergência	1
H02K	Produção, conversão ou distribuição de energia elétrica: Máquinas dínamo-elétricas	2
H02P	Produção, conversão ou distribuição de energia elétrica: Controle de motores elétricos	2

Fonte: DII, campo "CIP 4 caracteres"

A tabela 4.21 apresenta as patentes sobre tratamentos de superfície para compressores herméticos. A tabela 4.22 apresenta as patentes sobre sinterização aplicada a compressores herméticos. As tabelas 4.21 e 4.22 foram criadas a partir do novo campo "CIP 4 caracteres", com complementação pelos campos "Resumo" e "Título".

Tabela 4.21: Patentes de tratamentos de superfície para compressores

<p>ATSUGI, US5055016: Vane-type rotary compressor having rotor and cam ring of aluminium-silicon alloy and vanes of sintered iron,-base alloy contg. carbon for improved wear resistance. Eletrodeposição: Fe, Ni, Cr, SiC ou Si₃N₄, e Sinterização: Liga FeC</p>
<p>CARRIER, US5947710: Improved rotary compressor for HFC refrigerant. Recobrimento: Diamond like coating</p>
<p>CARRIER, WO9721033: Rotary compressor with reduced lubrication sensitivity - with tip of vane of rotary compressor being coated with diamond- like-carbon coating made up of alternating layers of W carbide and a lubricous material. Recobrimento: Diamond like coating</p>
<p>DAIDO METAL, US5382144: Oldham ring for scroll compressor - has ring with bond layer of multiplex zinc@ based alloy and electrodes nickel plated layer. Eletrodeposição: Ni-P</p>
<p>MATSUSHITA, JP08226395: Air tight type rotary compressor for refrigerator - has sliding member whose one side in compression mechanism consists of cast iron. Deposição de fase vapor: PVD de CrN</p>
<p>MATSUSHITA, JP08284825: Airtight type rotary compressor in refrigerator - has iron type sintering material having compound layer of chromium and nitrogen. Sinterização e Deposição de fase vapor: PVD de CrN</p>
<p>MATSUSHITA, JP09112464: Rotary compressor for refrigeration systems - has sliding material with one side comprising iron-type layer which consists of compounded spherical grains of chrome. Deposição de fase vapor: PVD de Nitrogênio e Sinterização: Liga Fe</p>
<p>MATSUSHITA, JP09222082: Hermetic reciprocating compressor for refrigeration and air conditioning with HFC-134a tetra fluoroethane refrigerant - has thrust receiving surface of bearing formed with oil grooves and plated with nickel phosphorous composite containing polytetra fluorinated ethylene. Níquel plating e Nitretação</p>
<p>MATSUSHITA, JP10082382: Scroll compressor for air conditioner for commercial, domestic use - has Oldham's ring which is subjected to nitriding and is placed between fixing member and rotary scroll. Nitretação</p>
<p>MATSUSHITA, JP10159774: Rotary compressor for pressurising non-chloro:fluorocarbon coolant in refrigerator - has chromium nitride layer and nitriding case provided sequentially over vane which is accommodated in cylinder groove. Nitretação por plasma e Deposição física de fase vapor (cromo nitretado).</p>
<p>MATSUSHITA, JP11107956: Rotary compressor for refrigerated cold storage equipment and air conditioning equipments - uses refrigeration oil containing tri cresylic phosphate with vane and roller made of chromium nitride ceramic coated and oxygen ion implanted iron type materials. Implantação iônica de oxigênio e Recobrimento CrN</p>
<p>MATSUSHITA, JP11303783: Rotary compressor for electric refrigerator, automatic vending machine - includes cylinder storing mineral oil or alkyl benzene group synthetic oil containing HFC group coolant, divided by CrN vane and rotated by roller made of Mo-Ni-Cr cast iron. Deposição física de fase vapor CrN</p>
<p>NIPPON PISTON RING, JP57076179: Sliding member such as rotary compressor vane on rotor - has surface sprayed with chromium oxide layer. Aspersão térmica por chama de óxido de cromo</p>
<p>SANYO, EP835949: Rotary shaft and vane for a compressor for HFC-type refrigerants where a plasma sulphonitriding treatment of the parts results in formation of a N-containing layer and a sulphur-containing layer at the surfaces. Sulfonitretação e Sinterização de aço rápido ou aço inoxidável</p>
<p>SANYO, JP10082390: Slide member for rotary compressor used in refrigerator, air-conditioner-includes hard carbon layer, with its C concentration reducing from surface that is in contact with mixolimnion layer. Deposição química de fase vapor assistida por plasma: filme duro de carbono</p>
<p>SUMITOMO, JP07189955: Vane for compressor has surface of vane coated with carbide, nitride and/or carbonitride. Recobrimento com nitretos, carbonetos ou carbonitretos.</p>
<p>TOSHIBA, EP438922: Refrigerant compressor using HFC 134A as refrigerant - includes component of iron substrate with iron sulphide layer on sliding parts to prevent abrasion. Recobrimento de sulfeto de ferro</p>
<p>TOSHIBA, JP05164078: Wear resistant, durable sealed type refrigerant compressor - comprises mechanism of sliding components of iron@-based base of specific Vicker's hardness and also iron sulphide layer and second iron based part. Recobrimento com sulfeto de ferro</p>
<p>TOSHIBA, JP10141269: Rotary compressor for coolant circuit - uses cast iron, steel vane containing chromium compound nitrided surface and cast iron or alloy steel roller containing chromium, molybdenum or nickel. Nitretação e Sinterização</p>
<p>TOSHIBA, JP59020403: Wear resistant sintered iron alloy comprising carbide and oxide dispersed in martensite matrix. Sinterização; Nitretação: nitretos Fe e Cr; Tratamento térmico: carboneto e nitreto de Cr; Oxidação superficial.</p>
<p>TOSHIBA, JP60228794: Rotary compressor with long service life - has roller housed in cylinder together with elastically contacting nitride blade. Aços, FoFos ou ligas sinterizadas com Cr, Mo, W e V; Têmpera: formação de carboneto de W e V e Nitretação.</p>
<p>TOSHIBA, JP61019776: Surface treating mechanical sliding parts - by depositing amorphous silicon film in vacuum using gas glow discharging method. Deposição química de fase vapor assistida por plasma: silício amorfo</p>
<p>TOSHIBA, JP62000677: Rotary compressor sliding parts are coated with high C content layer followed by ceramic layer deposição química de fase vapor: camadas de carbono e de cerâmica.</p>
<p>ZEXEL, JP01191771: Formation of lubricant film - by coating metallic substrate with ceramic film and Mo₂S film. Aspersão térmica por plasma e Imersão em banho para a impregnação por sulfeto de molibdênio.</p>

Fonte: DII, campos "CIP 4 caracteres", "Resumo" e "Título"

Tabela 4.22: Patentes sobre aplicação de sinterização a compressores

<p>ASPERA, DK8604829: Pressure regulator for refrigerant compressor - has hard metal wear plate and control opening at opposite end of insert and above spring. Sinterização</p>
<p>ATSUGI, US5055016: Vane-type rotary compressor having rotor and cam ring of aluminium-silicon alloy and vanes of sintered iron,-base alloy contg. carbon for improved wear resistance. Eletrodeposição: Fe, Ni, Cr, SiC ou Si₃N₄, e Sinterização: Liga FeC</p>
<p>DAIKIN, JP06184691: Sliding part of rotary pump for air conditioners - comprises sintered compact obtd. using titanium carbide base material and nickel as binder, giving excellent seizure resistance. Sinterização</p>
<p>HITACHI, JP11336674: Wear resistant structure of positive displacement fluid machinery such as pump, compressor, expansion machine used in air-conditioning system. Sinterização: Liga Fe</p>
<p>MATSUSHITA, JP08284825: Airtight type rotary compressor in refrigerator - has iron type sintering material having compound layer of chromium and nitrogen. Sinterização e Deposição de fase vapor: PVD de CrN</p>
<p>MATSUSHITA, JP09112464: Rotary compressor for refrigeration systems - has sliding material with one side comprising iron-type layer which consists of compounded spherical grains of chrome. Deposição de fase vapor: PVD de Nitrogênio e Sinterização: Liga Fe</p>
<p>MATSUSHITA, JP10037876: Rotary compressor for refrigerators - has roller of grey iron material or eutectic graphitisation cast iron which is derived from chromium, boron or phosphorous. Sinterização: Liga Fe</p>
<p>MATSUSHITA, JP07293463: Sealing-up-type rotary compressor for freezer and air conditioner - has casing which is made of aluminium-solidified dispersion particle also adding small amount of spheroidal alumina ceramics and minute black lead to quickly coagulate heat proof aluminium powder for cooling. Sinterização: Al₂O₃ em Alumínio</p>
<p>MATSUSHITA, JP10131882: Rotary compressor for e.g. refrigerator - has slide material made of cast iron and iron sintering material in one side, and made of composite material that includes Ti, Cr and Ni powders in other side. Sinterização: Liga de Ferro e Liga Ti, Ni e Cr</p>
<p>MATSUSHITA, JP11022677: Rotary compressor for refrigeration - uses high speed steel or sintered steel or martensitic stainless steel vane with bearing metal roller inside cast iron cylinder of predetermined composition. Sinterização: Liga de Ferro</p>
<p>MITSUBISHI, JP06117389: Copper-infiltrated iron gp sintered alloy vane member - used for good wear resistant rotary compressor Sinterização</p>
<p>SANYO, EP835949: Rotary shaft and vane for a compressor for HFC-type refrigerants where a plasma sulphur nitriding treatment of the parts results in formation of a nitrogen-containing layer and a sulphur-containing layer at the surfaces. Sulfonitreção e Sinterização de aço rápido ou aço inoxidável</p>
<p>SANYO, JP63230983: Rotary compressor part e.g. vane or rotor - obtd. by moulding silicon carbide whiskers into preform, impregnating molten aluminium into preform etc. Sinterização: SiC em Alumínio</p>
<p>TECUMSEH, CA2226801: Vane for a rotary expansible chamber e.g a compressor - has tips formed from a first alloy containing a lubricant and an intervening body formed of a second alloy containing inorganic particles. Sinterização</p>
<p>TOSHIBA, EP450847: Refrigerant compressor with hermetic type casing - having circulating refrigerant and compression mechanism with iron- based metal part slidably coupled to nodular cast iron part. Sinterização: Liga de Ferro</p>
<p>TOSHIBA, JP08061274: Rotary compressor with braid for coolant in air conditioner - has braid made of zirconia sintered body with alumina and has hardness of 1350-1550 HV. Sinterização: Al₂O₃ em Zircônio</p>
<p>TOSHIBA, JP10141269: Rotary compressor for coolant circuit – uses cast iron, steel vane containing chromium compound nitrided surface and cast iron or alloy steel roller containing chromium, molybdenum or nickel. Nitreção e Sinterização</p>
<p>TOSHIBA, JP58073706: Forming wear resistant coating e.g. on blade - by applying nickel-chromium or nickel-chromium-molybdenum alloy and binder, fusion bonding, etc. Sinterização</p>
<p>TOSHIBA, JP59020403: Wear resistant sintered iron alloy - comprising carbide and oxide dispersed in tempered martensite matrix. Sinterização; Nitreção: nitretos de Fe e Cr; Tratamento térmico: carboneto e nitreto de Cr; Oxidação superficial.</p>
<p>TOSHIBA, JP60073082: Rotary compressor for air conditioner etc. – made of sintered alloy obtd. by pressing powders comprising graphite, iron-chromium alloy and an iron alloy Sinterização</p>
<p>TOSHIBA, JP60228794: Rotary compressor with long service life - has roller housed in cylinder together with elastically contacting nitride blade. Aços, FoFos ou ligas sinterizadas com Cr, Mo, W e V; Têmpera: formação de carboneto de W e V e Nitreção.</p>
<p>VEB DKK, DD239449: Piston with rod for hermetically sealed refrigeration compressor - has piston rod ball end seat in piston made of sintered metal or ceramic material to improve resistance to wear. Sinterização</p>

Fonte: DII, campos "CIP 4 caracteres", "Resumo" e "Título"

A tabela 4.21 mostra que há no total 24 patentes sobre tratamentos de superfície para aumento da resistência ao desgaste de compressores herméticos. Matsushita e Toshiba, com 8 e 7 patentes respectivamente, são as empresas com maior domínio de tecnologias nessa área. Conforme mostrado na tabela 4.22, o quadro acima se repete para sinterização de compressores herméticos, onde Toshiba e Matsushita têm respectivamente 7 e 6 patentes, de um total de 22. É interessante notar que há 7 patentes que combinam o uso de tratamentos de superfície e sinterização para reduzir o desgaste em compressores herméticos.

A tabela 4.23 resume os focos de desenvolvimento das empresas com mais de uma patente sobre desgaste de compressores herméticos. As empresas foram agrupadas de acordo com o número de tipos de tecnologia que desenvolvem.

Tabela 4.23: Focos de desenvolvimento tecnológico das empresas

Grupo	Organização	Tecnologias para redução de desgaste		
		Tratamentos de superfície	Tecnologias de de materiais*	Lubrificantes e Lubrificação
1	Goldstar / LG			
	Sanden			
2	Carrier	X		
	Nippon Piston Ring	X		
	Daikin		X	
	General Motors		X	
	Toyota		X	
	Copeland			X
3	Toshiba	X	X	
	Zexel	X		X
	Mitsubishi		X	X
	Henkel		X	X
	Hitachi		X	X
	Nippon Mining		X	X
	Nippon Oil		X	X
	Tecumseh		X	X
Veb DKK		X	X	
4	Matsushita	X	X	X
	Sanyo	X	X	X

* exceto tratamentos de superfície e incluindo sinterização
 Fonte: DII, campos "Código da empresa" e "CIP 4 caracteres"

As empresas do grupo 1 não desenvolvem tecnologia específica visando à redução de desgaste em compressores. O grupo 2 reúne empresas que desenvolvem apenas um tipo de tecnologia para redução do desgaste. É interessante notar que há empresas apostando exclusivamente em tratamentos de superfície para reduzir o desgaste dos compressores herméticos. Os grupos 3 e 4 mostram que há várias empresas procurando combinar mais de um tipo de tecnologia para a redução do desgaste. A tabela 4.23 indica que os tratamentos de superfície são uma alternativa importante para as empresas para a redução de desgaste em compressores herméticos.

A tabela 4.24 resume os tratamentos de superfície desenvolvidos e aplicados para redução do desgaste em compressores herméticos.

Tabela 4.24: Tratamentos de superfície para redução de desgaste em compressores herméticos

Tratamentos de superfície	Nº Patentes
Nitretação	7
Deposição física de fase vapor	5
Deposição química de fase vapor	4
Recobrimento de sulfeto de ferro	2
Eletrodeposição	2
Recobrimento <i>Diamond-like carbon</i>	2
Aspersão térmica	2
Recobrimento com metal não caracterizado pelo processo	1
Implantação iônica	1

Fonte: DII, campo "CIP 8 caracteres"

Diversos tipos de tratamentos de superfície têm sido aplicados para a redução do desgaste em compressores herméticos, sendo que a nitretação é tratamento com maior número de inovações. Tem sido experimentada também a aplicação associada de tipos diferentes de tratamentos de superfície, como nitretação e a deposição física de fase vapor.

O conjunto de indicadores obtidos para a prospecção de tecnologias de tratamentos de superfície de materiais para aumento da resistência ao desgaste de compressores herméticos mostram que os métodos propostos de preparação dos dados e análise bibliométrica mostraram-se adequados.

Tanto Metadex como Web of Science indicaram a importância de recobrimentos para o aumento da resistência ao desgaste de materiais. Foram identificados os processos de aspersão térmica, implantação iônica e nitretação como os mais pesquisados para o aumento da resistência ao desgaste de materiais em geral.

No total foram estudados 198 materiais para uso como recobrimentos sendo que destes, 100 materiais foram pesquisados em apenas 1 ou 2 artigos, indicando que há interesse em experimentar alternativas de materiais para uso em recobrimentos para resistência ao desgaste. O nitreto de titânio foi o material mais pesquisado no período para uso como recobrimento. De maneira geral, os nitretos, carbonetos e as ligas de níquel foram os materiais mais pesquisados para uso como recobrimentos. Os nitretos são pesquisados para recobrir principalmente aços ligados, enquanto as ligas à base de níquel são pesquisadas para recobrir principalmente aço carbono.

O mapeamento de ligas metálicas para resistência ao desgaste mostrou que as ligas de níquel, cromo e chumbo são aplicadas como recobrimentos; as ligas de alumínio e magnésio são aplicadas como compósitos e as ligas de cobre, zinco e titânio têm a sua aplicação dividida entre recobrimentos e compósitos. O mapeamento de carbonetos para resistência ao desgaste mostrou que os carbonetos de titânio, vanádio e cromo são aplicados como recobrimentos; o carboneto de silício é aplicado como compósito e os carbonetos de tântalo e tungstênio têm sua aplicação dividida entre recobrimentos e compósitos.

Foram identificadas áreas fortemente relacionadas à área de recobrimentos, entre elas a física – matéria condensada e a físico-química, e sub-áreas de interesse sobre recobrimentos, além da resistência ao desgaste, como a caracterização de recobrimentos através de várias técnicas de espectroscopia e a produção de circuitos integrados através de deposição química de fase vapor.

Especificamente para os compressores herméticos, foram identificados a aspersão por plasma e por chama e a nitretação iônica como os processos

mais pesquisados. O nitreto de titânio, os carbonetos de titânio e de tungstênio e outros nitretos foram os materiais pesquisados para recobrimento:

Foi verificado que os compressores passam atualmente por uma fase de desenvolvimento com crescimento do número de patentes depositadas e do número de empresas ativas tecnologicamente. O início da fase de desenvolvimento coincide com a época em que foram tomadas medidas bastante restritivas ao uso de gases CFC nos compressores, o que parece ter determinado a busca por novas soluções tecnológicas.

As empresas líderes do setor foram determinadas e suas estratégias tecnológicas de produção e aplicação de compressores herméticos foram mapeadas.

Foi detectado que além de tratamentos de superfície, outras tecnologias de materiais estão sendo aplicadas para a redução de desgaste em compressores, principalmente a fabricação de partes dos compressores por sinterização. Mas há também um número significativo de casos em que mais de um tipo de tratamentos de superfície ou um tipo de tratamento de superfície e sinterização são combinados para proporcionar os níveis de resistência ao desgaste necessários.

Os tratamentos de superfície mais utilizados em compressores herméticos atualmente são a nitretação e a deposição de fase vapor. No entanto, os tratamentos de superfície ainda são relativamente pouco aplicados para a redução do desgaste em compressores herméticos, apesar de haver notícias sobre o uso de nitretação em partes desses produtos desde a década de 30 (NAGENGAST, 1998). Frente à circunstância atual de necessidade de aumento da resistência ao desgaste dos compressores para compensar a perda de eficiência na lubrificação pela troca de gases refrigerantes, os tratamentos de superfície representam grandes oportunidades de inovação do produto.

5 CONCLUSÃO

Os métodos propostos para o aumento da eficiência do emprego das bases de dados estudadas (Metadex, Web of Science e Derwent Innovation Index) mostraram-se adequados para a sua finalidade.

No caso da base de dados Metadex, além de procedimentos comumente realizados por outros autores, foi verificada a viabilidade de uma nova operação de preparação que resultou na criação de novos campos, discriminando as dimensões tecnológicas “processos”, “propriedades”, “fatores de influência sobre processos e propriedades” e “formas dos materiais”. O tratamento bibliométrico desses campos permitiu um ganho expressivo na análise e interpretação na área de ciência e tecnologia de materiais.

A aplicação no estudo de resistência ao desgaste permitiu verificar a importância de recobrimentos para a resistência ao desgaste de forma geral e especificamente para compressores herméticos. Foram identificados os recobrimentos mais pesquisados: nitreto de titânio, principalmente para aços ligados, e ligas de níquel, principalmente para aço carbono. Foi possível também mapear as formas de utilização de ligas metálicas e de carbonetos para o aumento da resistência ao desgaste.

No caso da base de dados Web of Science, além dos procedimentos comumente empregados por outros autores, foi verificada a viabilidade de novas etapas de preparação de dados, envolvendo a inserção de todos os autores citados de artigos pertencentes à própria Web of Science, a inserção da classificação ISI e a criação de uma nova base de dados, chamada BiblioWoS, de conteúdo semelhante à Web of Science, englobando os conteúdos de *Science Citation Index*, *Social Science Citation Index* e *Arts & Humanities Citation Index*. Também foi desenvolvida solução para disponibilização local e via internet da BiblioWoS.

A aplicação no estudo de recobrimentos permitiu identificar os especialistas em recobrimentos que se destacaram em termos de produtividade e impacto. Foram identificados especialistas e instituições brasileiras que pesquisam na área de recobrimentos. Temas de pesquisa

específicos sobre recobrimentos foram verificados, entre eles: a) o uso de diversas técnicas de espectroscopia para caracterização de recobrimentos; b) o uso de recobrimentos, principalmente deposição química de fase vapor, para a produção de circuitos integrados e c) a deposição química ou física de fase vapor, além de técnicas baseadas em plasma, para a produção de recobrimentos de nitreto de titânio ou outros recobrimentos duros para redução de desgaste.

No caso da base de dados Derwent Innovation Index, foi verificada a viabilidade de novas etapas de preparação de dados, envolvendo a criação de novos campos específicos para país de origem da patente, países em que a patente foi depositada, número de países em a patente foi depositada, ano de primeiro depósito da patente e códigos de classificação agrupados.

A aplicação no estudo de compressores herméticos permitiu verificar que os compressores passam atualmente por uma fase de desenvolvimento tecnológico, sendo que o Brasil é um importante gerador de novas tecnologias. Os novos campos criados foram importantes para o mapeamento de estratégias tecnológicas das principais empresas atuantes no setor e auxiliaram a identificação de patentes sobre tratamentos de superfície para redução do desgaste de compressores herméticos.

O desenvolvimento de métodos caso a caso permitiu verificar a existência de necessidades comuns e necessidades específicas de preparação dos dados. Apesar das diferenças, é possível estabelecer um método genérico que facilita o desenvolvimento de soluções para outras bases de dados. Esse método é composto por:

- conhecimento de técnicas empregadas na análise bibliométrica automatizada, incluindo objetivos da análise; operacionalização da análise com o uso de softwares e determinação de necessidades de conteúdo e estrutura dos dados para implementação da análise automatizada;
- avaliação da disponibilidade dos dados que serão preparados, principalmente quanto a forma de acesso aos dados, forma de recuperação do dados para preparação, conteúdo dos dados disponíveis para preparação e estrutura de organização dos dados;

- identificação de oportunidades de melhoria da análise através da preparação dos dados, incluindo o ajuste dos dados disponíveis para o uso em análise automatizada e a criação de novas formas de análise;
- avaliação da viabilidade técnica da oportunidade detectada e sua concretização em um procedimento automatizado de preparação dos dados.

A criação da base de dados BiblioWoS é uma oportunidade importante para a realização de estudos baseados em indicadores científicos, principalmente de citação, em todas as áreas da ciência. A possibilidade de recuperação de grande quantidade de dados, a adequação dos dados para a análise bibliométrica e a introdução dos nomes dos autores citados permite análises de caráter inédito, principalmente sobre impacto de pesquisadores sobre a produção científica.

A aplicação dos métodos desenvolvidos e da análise bibliométrica automatizada ao estudo prospectivo sobre tecnologias de tratamentos de superfície permitiu a avaliação do estágio de desenvolvimento tecnológico dos compressores e identificação de tecnologias prontas e em fase de pesquisa científica para a redução do desgaste de compressores herméticos, além da identificação de empresas, instituições e especialistas atuantes na área.

Os tipos de resultados obtidos no estudo prospectivo realizado podem ser transpostos para outros estudos em ciência e engenharia de materiais ou em outras áreas da ciência e tecnologia.

Os métodos desenvolvidos terão repercussão positiva para a atuação do NIT/Materiais. O emprego dos métodos desenvolvidos pode trazer melhorias para as análises realizadas nos estudos de prospecção tecnológica e inteligência competitiva desenvolvidos pelo Núcleo. Os métodos desenvolvidos e a base de dados criada poderão também ter aplicação em estudos de prospecção tecnológica, inteligência competitiva e avaliação da produção científica realizados por outras instituições.

6 SUGESTÕES PARA O PROSSEGUIMENTO DA PESQUISA

Um prosseguimento interessante para a prospecção de tecnologias de tratamentos de superfície realizada seria a sua complementação com informação proveniente de outras fontes, principalmente informais e especialistas, e a entrega de resultados finais de prospecção para as empresas fabricantes de compressores herméticos instaladas no Brasil.

Em relação ao Metadex, uma oportunidade de prosseguimento da pesquisa é a separação de todos os descritores com base no tipo de termo primário presente.

Outras sugestões para o prosseguimento envolvem o aperfeiçoamento da BiblioWoS:

- padronização dos nomes de entidades e departamentos brasileiros presentes na BiblioWoS;
- criação de um campo específico contendo os autores de artigos citados em que pelo menos um dos autores seja brasileiro, o que facilitaria muito o procedimento para *ranking* de pesquisadores brasileiros mais citados;
- criação dos campos Entidades Citadas e Países Citados.

Outra sugestão de prosseguimento é a comparação do uso da BiblioWoS e de outras bases de dados, como Pascal, Scielo e Plataforma Lattes, para elaboração de indicadores científicos em várias áreas de ciência.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABELSON, P. Mechanisms for evaluating scientific information and the role of peer review. **Journal of the American Society for Information Science**, n. 41, p. 216-22, 1990.

AFNOR. ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION. **XP X 50-053**: prestations de veille et prestations de mise en place d'un système de veille: prestations de veille. Paris, avr. 1998. 23 p.

ASM HANDBOOK Surface hardening of steel. v.4, p.259-461, 1990.

AZOLINI Jr, W. et alli *Laser cladding*, nova alternativa no tratamento de superfícies. **Metalurgia e Materiais**, v.52, n.455, p.407-410, 1996.

BARANAUSKAS, T. Insights into brazilian competitive intelligence practices. **Competitive Intelligence Magazine**, v. 1, n. 1, p. 41-43, 1998.

BAR-ILAN, J The "mad cow disease", usenet newsgroups and bibliometric laws **Scientometrics**, v.39, n.1, p.29-55, 1997.

BELL, T. Design awareness in surface engineering. **Surface Engineering**. v.9, n.4, p.247-248, 1993.

BOUQUET, V. **Système de veille stratégique au service de la recherche et de l'innovation de l'entreprise: principes, outils, applications**. Marseille: Université de Droit, Techniques de Saint Jérôme. (Thèse Doctorat).

BOUTIN, E **Activity Report** p.88, 1997.

BOUTIN, E. et al. Les reseaux comme outils d'analyse en bibliométrie. Un cas d'application: les reseaux d'auteurs. **Cahier de la Documentation**, n. 1, p. 3-13, mars. 1996.

BOX, G. E. P.; HUNTER, W. G.; HUNTER, J. S. **Statistics for Experimenters: an introduction to design, data analysis, and model building**. New York: John Wiley & Sons, 1978. 655p.

BRADFORD, S. C. **Documentação**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1961.

BREITINGER, J. Cuidado, um araponga pode estar de olho no seu negócio. **Exame**, v. 30, n. 12, p. 125-126, 1997.

BREITZMAN, A. F. Assessing and industry's R&D focus rapidly: a case study using data-driven categorization in consumer products area. **Competitive Intelligence Review**, v. 11, n. 1, p. 58-64, 2000.

BUNSHAH, RF PVD and CVD coatings. **ASM Handbook: Friction and wear of compressors**, ASM International, v.18, p.840-849.

CENDOTEC. CENTRO FRANCO-BRASILEIRO DE DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA E CIENTÍFICA. **Elementos de comparação das bases Pascal e Scisearch**. Disponível em: <<http://www.cendotec.org.br>>. Acesso em: set. 2001. (Dossiê abr. 2001)

CNPq. **Plataforma Lattes**. <<http://lattes.cnpq.br>> 2001.

COELHO, G. M. et al **Inteligência competitiva e tecnológica: capacitação de recursos humanos e atendimento ao setor empresarial brasileiro**. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Tecnologia. p. 1-9.

COOPER, KP Laser surface processing. **ASM Handbook: Friction and wear of compressors**, ASM International, v.18, p.861-872.

CORTI, C. Competitiveness of UK industry and surface engineering. **Surface Engineering**, v.9, n.3, p.167, 1993.

COURTIAL, J. P. **Introduction à la scientométrie**: de la bibliométrie à la veille technologique. Paris: Anthropos, 1990.

D'AGOSTINO, R; FAVIA, P; FRACASSI, F e LAMENDOLA, R Plasma-enhanced chemical vapor deposition. p. 105-133 In: GISSLER, W e JEHN, HÁ **Advanced techniques for surface engineering**. Kluwer Academic Publishers, p.402, 1992.

DAHOUN, A. M. Black Africa in the science citation index. **Scientometrics**, v. 46, n. 1, p. 11-18, 1999.

DERWENT. **Derwent Innovation Index**.

<http://dii.derwent.com/help/hd_data.htm#data_top>, 2001.

DIALOG. **Dialog bluesheets**. Disponível em:

<<http://library.dialog.com/bluesheets/html/blf.html>>. Acesso em: 20 out. 2001.

DOU, H. Intelligence compétitive et veille technologique dans le secteur des PME/PMI. **Revista Veille**, n.8, p.16-17, 1997.

DOU, H. Maîtriser la prolifération de l'information grâce à la bibliometrie. **Technologies Internationales**, n. 9, p. 42-44, nov. 1994

DOU, H.; HASSANALY, L.; QUONIAM, L. Infographic analytical tools for decision makers. **Scientometrics**, v. 17, n. 1-2, p. 61-70, 1989.

EGGHE, L.; RAVICHANDRA RAO, I. K. Theory of first-citation distributions and applications. **Mathematical and Computer Modelling**, v. 34, p. 81-90, 2001.

FAPESP. FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Web of Science**: uma parceria FAPESP – CAPES. Disponível em: <<http://webofscience.fapesp.br>>. Acesso em: 28 fev. 2000.

FAPESP. FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Indicadores de C&T**. Disponível em: <http://www.fapesp.br/indct/indica.htm>. Acesso em: 10 out. 2001.

FARIA, L. I. L. **Informação tecnológica e seleção de materiais**: estudo de caso sobre pastilha de freio automotivo. São Carlos: UFSCar, 1997. (Dissertação de Mestrado).

FARIA, L. I. L. et al. Study on surface treatment using bibliometric techniques In: CONFERENCE ON SCIENTOMETRICS AND INFORMETRICS, 7., 1999, Colima, MX. **Proceedings...** Colima, MX: International Society for Scientometrics and Informetrics, 1999. p. 5-8.

FARIA, L. I. L. **Monitoramento e tratamento de superfície para aumento da resistência ao desgaste de compressores herméticos**. São Carlos: UFSCar, 2000. (Projeto de Qualificação).

FENSKE, GR Ion Implantation. **ASM Handbook: Friction and wear of compressors**, ASM International, v.18, p.850-860.

FORESTI, N. A. B. Contribuição das revistas brasileiras de biblioteconomia e Ciência da Informação enquanto fonte de referência para pesquisa. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 19, n. 1, p. 53-71, jan./jun. 1990.

FRANKLIN, SE e BEUGER, J A comparison of the tribological behaviour of several wear-resistant coatings. **Surface and Coatings Technology**, v.54/55, p.459-465, 1992.

FREITAS, M. H. A. Oito Anos de Transinformação. **Transinformação**, v. 9, n. 3, set./dez., 1997.

GARFIELD, E. **Mapping the world of science**. Presented at the 150 Anniversary Meeting of the AAAS, 14 Feb. 1998.

GARFIELD, E. Journal impact factor: a brief review. **Canadian Medical Association Journal**, 1999. Disponível em: <<http://www.cma.ca/cmaj/vol-161/issue-8/0979.htm>>.

GARFIELD, E. New international professional society signals the maturing of Scientometrics and informetrics. **The Scientist**, Philadelphia, v. 9, n. 16, p. 11, Aug. 1995.

GEBEL, M.K.; DONOVAN, D.M. Wear resistant coatings and treatments. In: **Wear Control Handbook**. ASME, p.343-372, 1980.

GIESKES, H Competitive Intelligence at Lexis-Nexis. **Competitive Intelligence Review**, v.11, n.2, p.4-11, 2000.

GREGOLIN, J. A. R. **Desenvolvimento de ligas FE-C-Cr-(Nb) resistentes ao desgaste**. Campinas: Faculdade de Engenharia de Campinas - UNICAMP, 1990. (Tese).

GREGOLIN, J. A. R. **Criação e utilização de base de dados para análise bibliométrica a partir do conteúdo de bases de dados em CD-ROM**. Relatório final de projeto de auxílio à pesquisa da FAPESP, São Carlos, 125 p., 2001.

HOFFMANN, F. T. e MAYR, P. Nitriding and nitrocarburizing. **ASM Handbook: Friction and wear of compressors**, ASM International, v.18, p.878-883, 1990.

HOFFMANN, W. A. M. et al. Monitoramento e prospecção de tecnologias de materiais utilizados em anéis de pistão de motores automotivos. In: SEMINÁRIO LATINO- IBEROAMERICANO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA, 8., 1999, Valencia, IS. **Anais...** Valencia, IS. 1999.

HOLMBERG, K; MATTHEWS, A e RONKAINEN, H Coatings tribology – contact mechanisms and surface design. **Tribology International**, v.31, n.1-3, p.107-120, 1998.

ISI. INSTITUTE FOR SCIENTIFIC INFORMATION. **Education program – Web of Science**. 1998. 78p.

ISI. INSTITUTE FOR SCIENTIFIC INFORMATION. **Source publications for the Science Citation Index**. 1997. 82 p.

ISI. INSTITUTE FOR SCIENTIFIC INFORMATION. **Source publications for the Social Sciences Citation Index**. 1997a. 38p.

JACQUOT, P Nitriding, boriding and carburizing of steels. P.69-82 In: GISSLER, W e JEHN, HÁ **Advanced techniques for surface engineering**. Kluwer Academic Publishers, p.402, 1992.

JAGODZINSKI-SIGOGNEAU, M. et al. Scientific innovation in bibliographical databases: a comparative-study of the Science Citation Index and the Pascal Database. **Scientometrics**, v. 22, n. 1, p. 65-82, 1991.

JIN, B. H.; WANG, B. Chinese Science Citation Database: its construction and application. **Scientometrics**, v. 45, n. 2, p. 325-332, 1999.

KING, J. A review of bibliometric and other science indicators and their role in research evaluation. **Journal of Information Science**, n. 13, p. 261-76, 1987.

KONOLD, W. G. et al. **What every engineer should know about patents**. Marcel Dekker. 1989. 183 p.

KOSTOFF, R. N. Database tomography for technical intelligence: analysis of the research impact assessment literature. **Competitive Intelligence Review**, v. 8, n. 2, p. 63-79, 1997.

KOSTOFF, R. N. ; EBERHART, H. J. ; TOOTHMAN, D. R. ; PELLENBARG, R. Database tomography for technical intelligence: comparative roadmaps of the research impact assessment literature and the journal of the american chemical society. **Scientometrics**, v. 40, n. 1, p. 103-138, 1997a.

KUSHNER, BA e NOVINSKI, ER Thermal spray coatings. **ASM Handbook: Friction and wear of compressors**, ASM International, v.18, p.829-833.

LEEDS, S. Data Mining: Beware of the shaft. **Direct Marketing**. Jan. 2000. Disponível em: <<http://www.tmiassoc.com/articles/shaft.htm>>.

LEI, M.; YUAN, L.; LIU, F.; ZHANG, Z.; DAI, L. - Modification of ring plate valve of reciprocating refrigeration compressor by nitrogen ion implantation. **Materials for mechanical engineering**, v.19, n.6, p.29-30, 1996.

LEYDESDORFF, L.; GAUTHIER, E. The evaluation for national performance in selected priority areas using scientometric methods. **Research Policy**, v. 25, p. 431-450, 1996

LINSTONE, H. A. TFSC: 1969 – 1999. **Technological Forecasting and Social Change**. v.62, p.1-8, 1999.

LUWELL, M. Is the Science Citation Index US-biased? In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR SCIENTOMETRICS AND INFORMETRICS, 7, 1999, Colima, MX. **Proceedings...** Colima, MX: International Society for Scientometrics and Informetrics. 1999. 303-312.

LYMAN, P. ; VARIAN, H. R. **How much info ?** p.100, disponível no site <http://www.sims.berkeley.edu/>, consultado em 11/10/2000.

MACIAS-CHAPULA, C. A. O papel da informetria e da cientometria e sua perspectiva nacional e internacional. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 27, n. 2, p. 134-140, 1998.

MATERIALS INFORMATION **Thesaurus of Metallurgical Terms**. 10^a edição, 260p., 1992.

MATERIALS INFORMATION **Metadex** Knight-Ridder Information Inc., 1996 (CD-ROM)

MATSUSHITA REIKI KK **Rotary compressor for refrigerated cold storage equipment and air conditioning equipments – uses refrigeration oil containing tri cresylic phosphate with vane and roller made of chromium nitride ceramic coated and oxygen ion implantation iron type materials.** JP11107956-A, 1999.

MAURO, M. Y. C.; CLOS, A. C.; COSTA VARGENS, O. M. Perfil nos primeiros 6 anos... **Revista Enfermagem**. Disponível em: <http://www2.uerj.br/~reventf/perf5anos.html>. Acesso em: 14 set. 2001.

MAZZOLDI, P Ion implantation for surface engineering. p.83-104 In: GISSLER, W e JEHN, HÁ **Advanced techniques for surface engineering**. Kluwer Academic Publishers, p.402, 1992.

MCGONAGLE, J. J.; VELLA, C. M. **Protecting your company against competitive intelligence**. Quorum Books, 1998.

MCT. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA **Indicadores de ciência e tecnologia**. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/estat/ascavpp/Default.htm>>. Acesso em: 30 set. 2001.

MELLO, P. M. A. C. de. A citação bibliográfica no contexto da comunicação: um estudo exploratório na área de Botânica. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 25, n. 3, 1996.

MENEGHINI, R. **Publicação eletrônica dá visibilidade à pesquisa nacional**. São Paulo, Declaração feita ao Jornal da Paulista, ano 13, n. 148, out. 2000. Disponível em: <<http://www.unifesp.br/comunicacao/jpta/ed148/comunicacao2.htm>>.

MENEGHINI, R.; FONSECA, L. Índices alternativos de avaliação da produção científica em bioquímica no Brasil. **Ciência e Cultura**, v. 42, n. 9, set. 1990.

MIZUHARA, K.; AKEI, M.; MATSUZAKI, T. Friction and wear behavior in controlled alternative refrigerant atmosphere. **S.T.L.E. Tribology transactions**, v.37, n.1, p.120-128, 1994.

MIZUHARA, K.; TOMIMOTO, M. – Effect of refrigerants in the mixed lubrication regime. **ASTM Special Technical Publication**, n.1310, p.38-48, 1997.

MOGEE, M. E. **Patents and technology intelligence**. in: ASHTON, W. B ; KLAVANS, R. A. Keeping abreast of science and technology: Technical intelligence for business. Battelle Press, p.560, 1997.

NA, BC; CHUN, KJ e HAN, D-C A tribological study of refrigeration oils under HFC-134^a environment. **Tribology International**, v.30, n.9, p.707-716, 1997.

NAGENGAST, BA History of sealed refrigeration systems. **ASHRAE Journal**, p.43-47, jan/1998.

NARIN, F.; OLIVASTRO, D.; STEVENS, K. S. Bibliometric theory, practice and problem. **Evaluation Review**, v. 18, n. 1, 1994.

NOYONS, E.; VAN RAAN, A. F. J. Advanced mapping of science and technology. **Scientometrics**, v. 41, n. 1-2, p. 61-67, 1998.

OBERSON, P. – **L'Internet et l'intelligence économique**. – Les Editions d'Organization, Paris, 1997.

OKUBO, Y. **Bibliometric indicators and analysis of research systems: methods and examples**. Paris: OCDE/GD, 1997.

PAULEAU, Y Physical vapor deposition techniques I: evaporation and sputtering. In: GISSLER, W e JEHN, HÁ p.135-179 **Advanced techniques for surface engineering**. Kluwer Academic Publishers, p.402, 1992.

PEREIRA, J. C. R. **Análise de dados qualitativos: estratégias metodológicas para ciências da saúde, humanas e sociais**. São Paulo: Edusp, 1999. 160 p.

PERSSON, O. A tribute to Eugene Garfield: discovering the intellectual base of his discipline. **Current Science**, v. 79, n. 5, p. 590-591, Sept. 2000.

PITKETHLY, R. H. Intellectual property strategy in Japanese and UK companies: patent licensing decisions and learning opportunities. **Research Policy**, n. 30, p. 425-442, 2001.

PORTER, A. L. Tech forecasting. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 62, p. 19-28, 1999.

PORTER, A. L. **Text Mining for Technology Foresight**, 2000. Disponível em: <http://tpac.gcatt.gatech.edu/toa/foresight-outline.html>

PORTER, A. L.; DETAMPEL, M. J. Technology opportunities analysis. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 49, p. 237-255, 1995.

QUONIAM, L. Bibliométrie sur des références bibliographiques: méthodologie. In: DESVALS, H.; DOU, H (Org.). **La veille technologique**. Dunod. 1992. p. 244-262.

QUONIAM, L. et al. Bibliometric analysis of patent documents for R&D management. **Research Evaluation**, v. 3, n. 1, p. 13-18, avr. 1993.

RAVICHANDRA RAO, I. K. **Métodos quantitativos em biblioteconomia e ciência da informação**. Brasília: ABDF, 1986.

RETOURNA, C. **Analyse de cas concrets d'innovations dans les PME/PMI: problématiques et discussions**. Université de Droit et des Sciences D'Aix Marseille III, 1995. (Tese)

RHYS-JONES, T. N. Thermally sprayed coating systems for surface protection and clearance control applications in aero engines. **Surface and coatings technology**, v.43-44, p.402-415.

RINIA, E. J. et al. Comparative analysis of a set of bibliometric indicators and central peer review criteria: evaluation of condensed matter physics in the Netherlands. **Research Policy**, n. 27, p. 95-107, 1998.

ROSTAING, H. **Veille technologique et bibliométrie: concepts, outils, applications.** Marselha: Université de Droit et des Sciences d'Aix-Marseill/Faculté des Sciences et Techniques de Saint Jérôme. 1993 (Tese Doutorado).

ROSTAING, H. **Guide d'utilisation de Dataview.** Marselha: Centre de Recherche Rétrospective de Marseille. 1993a.

ROSTAING, H. **La bibliométrie et ses techniques.** Collection "Outils et méthodes", co-édition sciences de la société et CRRM - Centre de Recherche Rétrospective de Marseille. Marseille. 1996.

SAFARI, S e HADFIELD, M Wear behaviour of the piston/gudgeon pin in a hermetic compressor with replacement CFC refrigerants. **Wear**, v.219, p. 8-15, 1998.

SANTOS, R. N. M. – **Rationalisation de l'usage de la classification internationale des brevets par l'analyse fonctionelle, pour répondre a la demande de l'information industrielle.** Université de Droit, d'Economie et des Sciences d'Aix Marseille, 1995. p.310, Tese (doutorado) – Faculté des Sciences et Techniques de Saint Jérôme

SANTOS, R. N. M. et al. – 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 – agosto de 1994.

SARTRE, V e LALLEMAND, M Evolutions technologiques des compresseurs de machines frigorifiques. **International Journal of Refrigeration**, v.17, n.3, p.156-165, 1994.

SCHENK, M. T. ; WEBSTER, J. K. **What every engineer should know about Engineering Information Resources.** Marcel Dekker, 1984. 216 p.

SCHWARTZ, A Tutorial: perl, a psychologically efficient reformatting language. **Behavior research methods instruments & computers**, v.30, n.4, p.605-609, 1998.

SENGUPTA, I. N. Bibliometrics, informetrics, scientometrics and librmetrics: an overview. **Libri**, v. 42, n. 2, p. 75-98, 1992.

SHEREITOV, T; VAN GLABBECK, W e CUSANO, C Simulative friction and wear study of retrofitted swash plate and rolling piston compressors. **International Journal of Refrigeration**, v.18, n.5, p.330-335, 1995.

SPINAK, E. Los análisis cuantitativos de la literatura científica e su validez para juzgar la producción latinoamericana. **Boletim de la oficina Sanitaria panamericana**, Washington, v. 120, n. 2, p. 139-146, Feb. 1996b.

SPINAK, E. **Dicionário enciclopédico de bibliometria, cienciometria e informetria**. Caracas: UNESCO CII/II, 1996a.

SPINAK, E. Indicadores cientométricos. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 27, n. 2, p. 141-148, 1998.

STICKELS, CA Carburizing. **ASM Handbook: Friction and wear of compressors**, ASM International, v.18, p.873-877.

SUBRAMANIAN, C e STRAFFORD, KN Towards optimization in the selection of surface coatings and treatments to control wear in metal-forming dies and tools. **Materials & Design**, v.14, n.5, p.291-298, 1993.

SUNG, HC Tribological characteristics of various surface coatings for rotary compressor vane. **Wear**, v.221, p.77-85, 1998.

SURAUD, M. G. et al. On the significance of data bases keywords for a large scale bibliometric investigation in fundamental physics. **Scientometrics**, v. 33, n. 1, p. 41-63, 1995.

TARAPANOFF, K **Técnicas para tomada de decisão nos sistemas de informação**. Ed. Thesaurus, p.163, Brasília, 1995.

TESTA, J. A base de dados ISI e seu processo de seleção de revistas. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 27, n. 2, p. 233-235, 1998.

TIJSSSEN, R. J. W.; VAN RAAN, A. F .J. Mapping changes in science and technology: bibliometric cooccurrence analysis of the R&D literature. **Evaluation Review**, v. 18, n. 1, p. 98-115, 1994.

TIRONI, L. F. et al. **Critérios para a geração de indicadores da qualidade e produtividade no serviço público**. Brasília: IPEA/MEFP, 1991. (Texto para discussão, 238).

TONSING, RE Conversion and transfer of downloaded records to personal databases. **Electronic library**, v.9, n.4-5, p.267-267, 1991.

TRZESNIAK, P. Indicadores quantitativos: reflexões que antecedem seu estabelecimento. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 159-164, maio/ago. 1998.

VALERIANO, D. L. **Gerência em projetos: pesquisa, desenvolvimento e engenharia**. Makron Books, 1998. 433 p.

VALERIANO, DL **Gerência em projetos: pesquisa, desenvolvimento e engenharia**. p. 433, Makron Books, 1998

VAN RAAN, A. F. J. Two-step competition process leads to quasi power-law income distributions: applications to scientific publication and citation distributions. **Physica A**, n. 298, p. 530-536, 2001.

VAN RAAN, A. F. J. Scientometrics: state-of-the-art. **Scientometrics**, v. 38, n. 1, p. 205-218, 1997.

VELHO, L. **Cuidado com os rankings científicos**. Disponível em: <<http://www.prometeu.com.br>>. Acesso em: 20 out. 2001.

WALLMARK, J. T.; SEDIG, K. G. Quality of research measured by citation method and by peer review: a comparison. **IEEE Transactions on Engineering Management**, n. 33, p. 218-22, 1986.

WATTS, R. J.; PORTER, A. L. Innovation forecasting. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 56, p. 25-47, 1997.

WATTS, R. J.; PORTER, A. L.; NEWMAN, N. C. Innovation forecasting using bibliometrics. **Competitive Intelligence Review**, v. 9, n. 4, p. 11-19, Oct./Dec. 1998.

WEIL, R e SHEPPARD, K Electroplated coatings. **ASM Handbook: Friction and wear of compressors**, ASM International, v.18, p.834-839.

WOMERSLEY, D. Hardfacing: not merely a reclamation process. **Surface Engineering**, v.11, n.1, p.43-46, 1995.

WORMELL, I. Informetria: explorando bases de dados como instrumentos de análise. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 27, n. 2, p. 210-216, 1998.

YASHAR, PC e SPROUL, WD Nanometer scale multilayered hard coatings. **Vacuum surface engineering, surface instrumentation & vacuum technology**, v.55, p.179-190, 1999.

ZANASI, A. **Data mining and competitive intelligence through Internet**, 2000. Disponível em: <http://www.cilea.it/collabora/GARR-NIR/nir-it-5/atti/zanasi/zanasi.htm>.

ZENG, XT; MRIDHA, S e CHAI, U Properties of unbalanced magnetron sputtered TiN/NbN multilayer coatings. **Journal of Materials Processing Technology**, v.89-90, p.528-531, 1999.

ZHAO, Y; YITAI, M; YIE, L; ZHONGHAI, C e LISHAN, M The performance of some substitutes for HCFC22 under varying operating conditions. **Applied Thermal Engineering**, v.19, p.801-806, 1999.

ZHU, D. et al. A process for mining science & technology documents databases illustred for the case of knowledge discovery and data mining. **Ciência da Informação**, Brasília, DF, v. 28, n.1, jan. 1999.

ZULUETA, M. A.; BORDONS, M. Spanish scientific production in cardiovascular research through the Science Citation Index (1990–1996). **Revista Española de Cardiología**, v. 52, n. 10, p. 751-764, 1999.

APÊNDICE A

OTIMIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS PARA PREPARAÇÃO DE DADOS DA WEB OF SCIENCE

A otimização dos equipamentos utilizados foi importante para que a preparação dos dados da Web of Science fosse concluída no prazo estabelecido. Foi realizada uma série de 16 experimentos para otimização da configuração dos microcomputadores que seriam empregados na qual foi avaliada a influência da quantidade de memória RAM disponível, tipo de disco rígido utilizado e velocidade do processador utilizado, sobre o tempo de processamento dos dados. As variáveis tamanho do arquivo a ser tratado e complexidade das reestruturações a serem realizadas também foram avaliadas nos experimentos, embora não pudessem ser controladas no processamento. Os valores utilizados como patamares mínimo e máximo para as variáveis são apresentados na tabela A.1.

Tabela A.1: Patamares mínimo e máximo adotados para as variáveis avaliadas.

VARIÁVEL	DESCRIÇÃO DA VARIÁVEL	-1 (MÍNIMO)	+1 (MÁXIMO)
HD	Tecnologia de transferência de informação	IDE	SCSI
RAM	Memória (Mbytes)	128	384
CHIP	Processador (Mhz)	550	850
Tabela	Complexidade da reestruturação*	T3b (Simples)	T3a (Complexa)
TAMANHO	Tamanho do arquivo processado (Mbytes)	27	272

* a complexidade da reestruturação é determinada pelas instruções contidas na tabela de reestruturação programada. Para variar a complexidade é necessário alterar a tabela, o que implica em alterar o formato do arquivo após a reestruturação.

Para avaliar o efeito das 5 variáveis sobre o tempo de processamento, utilizando 2 patamares para cada variável, foram realizados 16 experimentos, ou 2^4 onde 2 é o número de patamares e 4 é o número de variáveis menos 1 (BOX, HUNTER, HUNTER, 1978). Para os 16 experimentos foram observados os tempos gastos para concluir o processamento de dados referente à 3ª.

operação do procedimento de preparação desenvolvido. A 3ª. operação foi selecionada para realizar a avaliação porque ela é realizada com o software Infotrans, possivelmente mais sensível a alterações de configuração do computador e do próprio arquivo tratado. A 3ª. operação é também uma das 2 operações mais demoradas e é a operação para a qual seria mais viável criar uma nova tabela de reestruturação com nível de complexidade substancialmente diferente da tabela já existente para a avaliação.

O efeito de cada variável sobre o tempo de processamento foi avaliado como sendo a diferença entre a média dos tempos quando a variável adotava o patamar máximo e a média dos tempos quando a variável adotava o patamar mínimo, ou $E = M_+ - M_-$. As configurações testadas, os tempos de processamento medidos e o efeito de cada variável sobre o tempo de processamento são apresentados na tabela A.2.

De acordo com a tabela A.2, foi verificado que a variável controlável de maior influência sobre o tempo de processamento dos dados é a velocidade do processador e por isso foram selecionados para aquisição os microcomputadores com configuração que apresentava o processador mais rápido disponível na época e memória RAM e HD intermediários.

Com base nos resultados dos experimentos, foram utilizados neste trabalho 4 microcomputadores com processador AMD K7 Athlon de 1,2 Ghz, 256 Mbytes de memória RAM e HD fast ATA de 30 Gbytes e 1 servidor Pentium III 800 Mhz dual, com 1 Gbyte de RAM e 3 HDs SCSI de 36 Gbytes.

Tabela A.2 – Configurações testadas, tempos e efeitos de cada variável.

Experimento	Variáveis e Patamares					Observação	
	HD-	RAM	CHIP	tabela	TAMANHO	Tempo (h:m:s)	Tempo (min)
1.1	+1	+1	+1	+1	+1	03:05:30	185,5
1.2	-1	+1	+1	+1	-1	00:20:05	20,1
1.3	+1	-1	+1	+1	-1	00:20:45	20,7
1.4	-1	-1	+1	+1	+1	03:07:30	187,5
1.5	+1	+1	-1	+1	-1	00:41:30	41,5
1.6	-1	+1	-1	+1	+1	05:55:30	355,5
1.7	+1	-1	-1	+1	+1	05:55:30	355,5
1.8	-1	-1	-1	+1	-1	00:41:30	41,5
1.9	+1	+1	+1	-1	-1	00:00:55	0,9
1.10	-1	+1	+1	-1	+1	00:07:34	7,6
1.11	+1	-1	+1	-1	+1	00:07:42	7,7
1.12	-1	-1	+1	-1	-1	00:00:57	1,0
1.13	+1	+1	-1	-1	+1	00:15:18	15,3
1.14	-1	+1	-1	-1	-1	00:01:55	1,9
1.15	+1	-1	-1	-1	-1	00:01:56	1,9
1.16	-1	-1	-1	-1	+1	00:15:23	15,4
Média M+	78,6	78,5	53,9	151,0	141,2	-	-
Média M-	78,8	78,9	103,6	6,5	16,2	-	-
Efeito E = M+ - M-	-0,2	-0,4	-49,7	144,5	125,0	-	-
Observações	Mudança do HD de IDE para SCSI leva a uma pequena diminuição do tempo de processamento	Aumento da memória de 128 para 384 Mb leva a uma pequena diminuição do tempo de processamento	Aumento da velocidade do processador de 550 para 850 Mhz leva a uma grande diminuição do tempo de processamento	Aumento da complexidade da reestruturação leva a um grande aumento do tempo de processamento	Aumento do tamanho do arquivo de 27 para 272 Mb leva a um grande aumento do tempo de processamento	-	-