UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
Escola de Química

Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos

Aline Marta Vasconcelos Loureiro

O EMPREGO DO MÉTODO *TECHNOLOGY ROADMAPPING* EM ADESIVOS E SELANTES APLICADOS À CONSTRUÇÃO CIVIL

Rio de Janeiro
2010

Aline Marta Vasconcelos Loureiro

O EMPREGO DO MÉTODO *TECHNOLOGY ROADMAPPING* EM ADESIVOS E SELANTES APLICADOS À CONSTRUÇÃO CIVIL

Tese submetida ao Corpo Docente do Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutorado em Ciências.

Orientadores: Suzana Borschiver
Paulo Luiz de Andrade Coutinho

Rio de Janeiro
2010

C 972m Loureiro, Aline Marta Vasconcelos.

O Emprego do Método Technology Roadmapping em Adesivos e Selantes Aplicados à Construção Civil/ Aline Marta Vasconcelos Loureiro. – 2010.
xxxi, 331 f.: il.

Tese (Doutorado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, Rio de Janeiro, 2010.

Orientadores: Suzana Borschiver e Paulo Luiz de Andrade Coutinho

1. Technology Roadmapping. 2. Technology Roadmap. 3. Adesivos. 4. Selantes. 5. Construção Civil. – Teses. I. Borschiver, Suzana. (Orient.). II. Coutinho, Paulo Luiz de Andrade (Orient.). III. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Escola de Química. IV. Título.

CDD: 668.4234

Aline Marta Vasconcelos Loureiro

O EMPREGO DO MÉTODO *TECHNOLOGY ROADMAPPING* EM ADESIVOS E SELANTES APLICADOS À CONSTRUÇÃO CIVIL

Rio de Janeiro, 25 de outubro de 2010

Aprovado por:

Suzana Borschiver, D.Sc., EQ/UFRJ
(orientadora – presidente da banca)

Paulo Luiz de Andrade Coutinho, D.Sc., BRASKEM S/A
(orientador)

Kátia Monteiro Novack, D.Sc., ICEB/UFOP

Clarice Maria Buarque de Macedo, D.Sc., INPI

João Gilberto Sampaio Ferreira da Silva, D.Sc., INPI

Flávia Chaves Alves, D.Sc., EQ/UFRJ

Estevão Freire, D.Sc., EQ/UFRJ

AGRADECIMENTOS

São muitos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho a quem, desde já, agradeço. Destes, faço particular agradecimento aos que exerceram influência direta para a conclusão desta etapa de minha vida.

A Deus por ter me concedido saúde e sabedoria para a elaboração deste trabalho.

Aos orientadores, Professora Dra. Suzana Borschiver e Dr. Paulo Luiz de Andrade Coutinho, pela competência e dedicação durante a realização deste trabalho e, principalmente, pela oportunidade de muito aprender com a experiência e conhecimento científico e tecnológico que lhes pertence.

À Escola de Química, pela graduação no curso de Química Industrial e pelo Mestrado no Programa de Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, que forneceram a base para esta vitória.

Ao Dr. Roberto da Silva por sua companhia e pela sua valiosa colaboração neste período, especialmente na revisão de texto.

A Ricardo Tarquinio de Melo pelos ensinamentos sobre adesivos e selantes e por sua relevante contribuição de especialista.

A Claudio Luiz Gonçalves Freitas por todo o incentivo e o apoio dados para fazer este Doutorado.

Aos meus colegas de INPI, com quem tive o prazer de compartilhar experiências profissionais e de vida.

Aos meus pais pelo carinho e paciência nos momentos mais difíceis.

“A dúvida é o principio da sabedoria.”

(Aristóteles)

RESUMO

A presente Tese tem por objetivo estudar a ferramenta de prospecção tecnológica *technology roadmapping* bem como desenvolvê-la de forma adaptada ao setor de adesivos e selantes aplicados à construção. A definição de *technology roadmapping* adotada neste trabalho é de um método flexível que auxilia no planejamento estratégico, levando em consideração as camadas mercado, produto e tecnologia de maneira integrada ao longo do tempo. Tendo em vista que os adesivos e selantes são utilizados em diversos setores industriais, selecionou-se a aplicação na construção civil, que é um dos maiores mercados e um dos que tem crescimento mais acelerado no Brasil. A metodologia proposta para a elaboração do *roadmap* divide-se em três fases: atividades preliminares, desenvolvimento do *roadmapping* e atividades de continuidade. O desenvolvimento do *roadmapping* se baseou no mapeamento do estado da arte e dos principais avanços tecnológicos por meio de fontes de informação científica e tecnológica valiosas (artigos científicos, patentes e pedidos de patente), dispondo as informações consideradas relevantes ao longo de um horizonte de tempo definido. Foram gerados quatro *roadmaps* para melhor representar a dinâmica da indústria estudada, cada um correspondendo aos principais usos de adesivos e selantes na construção: Paredes, Pavimentos, Janelas e Coberturas. A análise dos mapas obtidos proporciona a identificação de tendências pertinentes ao desenvolvimento tecnológico sob vários aspectos, como por exemplo, a tendência do baixo aperfeiçoamento das formulações baseadas em polissulfeto para o uso em Paredes, ao contrário do observado para o uso em Janelas; a busca por adesivos e selantes "sustentáveis" adequados para uso em Coberturas (formulações aquosas baseadas em poliacetato de vinila, álcool polivinílico ou polímeros acrílicos); e a preocupação com a saúde do trabalhador e com o fenômeno da "síndrome do edifício doente" (*sick building syndrome*) no caso de adesivos e selantes para uso em Pavimentos. A construção dos *roadmaps* permitiu identificar, analisar e priorizar as informações tecnológicas mais importantes no setor de estudo, sendo um poderoso mecanismo de comunicação expresso em formato gráfico. O processo *roadmapping* desenvolvido neste trabalho poderá servir como exemplo de estrutura a ser aplicada também em outras áreas ou setores, fazendo-se as devidas adaptações.

ABSTRACT

The present Thesis intends to study the technological prospection tool *technology roadmapping* as well as its development adapted to the area of adhesives and sealants applied to construction. The definition of *technology roadmapping* used in this piece of work is: a flexible method that assists the strategic planning, taking into account the layers market, product and technology in an integrated way over time. Aware that the adhesives and sealants are used in many industrial areas, its application in the civil construction (which is one of the greatest and fastest growing markets in Brazil) was selected. The proposed methodology to the preparation of the *roadmap* is divided into three stages: preliminary activities, development of the *technology roadmapping* and follow-up activities. The development of the *roadmapping* was based on the mapping of the state of the art and main technological advances by means of valuable scientific and technological sources of information (papers, patents and patent applications), featuring the relevant pieces of information over a defined time horizon. In order to better represent the dynamics of the studied industry, four *roadmaps* were generated, each one corresponding to the main uses of adhesives and sealants in the construction: Walls, Floors, Windows and Roofings. The analysis of the obtained maps leads to the identification of tendencies that are relevant to the technological development in many aspects, like for example, the tendency to the low improvement of formulas based on polysulfide to Walls application, differently from what was observed in its application to Windows; the search for "sustainable" adhesives and sealants which are adequate to be used in Roofings (aqueous formulas based on polyvinyl-acetate, polyvinyl alcohol or acrylic polymers); and the worry about the workers' health and safety and with the *sick building syndrome* in the case of adhesives and sealants to be used in Floors. The preparation of *roadmaps* allowed identifying, analysing and prioritizing the most important technological information collected in the studied sector, being a powerful communication mechanism expressed in graphical format. The *roadmapping* process developed in this piece of work may be used as an example of structure to be applied in other areas or sectors, performing the due adaptations.

TRABALHOS RESULTANTES DA PRESENTE TESE

A – Publicações em periódico internacional

Loureiro, Aline Marta Vasconcelos; Borschiver, Suzana; Coutinho, Paulo Luiz de Andrade. "Tendências Tecnológicas de Adesivos e Selantes Aplicados na Construção Civil"
J. Technol. Manag. Innov., v. 4, n.2, p.115-129, 2009. Disponível em: http://www.jotmi.org/index.php/GT/article/view/art120/244.

Loureiro, Aline Marta Vasconcelos; Borschiver, Suzana; Coutinho, Paulo Luiz de Andrade. "The Technology Roadmapping Method and its Usage in Chemistry"
J. Technol. Manag. Innov., v.5, n.3, p. 181-191, 2010. Disponível em: http://www.jotmi.org/index.php/GT/article/view/rev9/588.

B – Publicação em periódico nacional

Loureiro, Aline Marta Vasconcelos; Borschiver, Suzana; Coutinho, Paulo Luiz de Andrade. "Mapeamento de Patentes sobre Adesivos e Selantes na Construção"
Revista da ABPI (Associação Brasileira da Propriedade Industrial), n.108, p.60-63, set/out de 2010.

C – Apresentação em congresso internacional

Loureiro, Aline Marta Vasconcelos; Borschiver, Suzana; Coutinho, Paulo Luiz de Andrade. "Mapeamento Tecnológico de Adesivos e Selantes Aplicados à Construção"
Segunda Conferencia Ibero-Americana de Ingeniería e Innovación Tecnológica: CIIIT2010, 29/06/10 a 02/07/10, Orlando (Estados Unidos). Apresentado em 30/06/2010.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO 20
1.1 APRESENTAÇÃO E IMPORTÂNCIA DO ESTUDO 21
1.2 OBJETIVOS DO ESTUDO 25
1.2.1 Geral 25
1.2.2 Específicos 25
1.3 ESTRUTURA DO ESTUDO 25
CAPÍTULO 2 O MÉTODO TECHNOLOGY ROADMAPPING 28
2.1 INTRODUÇÃO 29
2.2 DEFINIÇÕES PARA ROADMAP E ROADMAPPING 31
2.3 TIPOS E FORMATOS DE ROADMAPS 33
2.4 ESTRUTURA DOS ROADMAPS 41
2.5 PROCESSO DE OPERACIONALIZAÇÃO DO ROADMAPPING 44
2.5.1 Aplicação segundo PHAAL et al. (2001, 2004, 2006) 45
2.5.2 Aplicação segundo ALBRIGHT e KAPPEL (2003) 46
2.5.3 Aplicação segundo GARCIA e BRAY (1997) 48
2.6 PROCESSO DE ADAPTAÇÃO DO ROADMAPPING 49
2.7 DESAFIOS E FATORES DETERMINANTES PARA O SUCESSO NA IMPLEMENTAÇÃO DO ROADMAPPING 53
2.8 TENDÊNCIAS DE EVOLUÇÃO DO ROADMAPPING 54
2.9 BENEFÍCIOS E VANTAGENS DO ROADMAPPING 57
2.10 USOS DO ROADMAPPING 58
2.10.1 Exemplos de aplicação do roadmapping 61
2.10.1.1 Exemplos de sucesso 65
2.11 PANORAMA DOS ROADMAPS ENCONTRADOS NA LITERATURA, DESTACANDO OS QUE SÃO RELACIONADOS À ÁREA QUÍMICA 71
2.12 CONSIDERAÇÕES FINAIS 76
CAPÍTULO 3 PRODUTO - ADESIVOS E SELANTES 77
3.1 INTRODUÇÃO 78
3.2 DEFINIÇÕES 79
3.3 A NATUREZA DA ADESÃO 81
3.3.1 Formando a união 83
3.3.1.1 Tempo de espera 83
3.3.1.2 Tempo aberto 83
3.3.1.3 “Tack” 84
3.3.1.4 Tempo de cura 84
3.4 COMPOSIÇÃO 85
3.5 CLASSIFICAÇÃO 88
3.5.1 Origem 88
3.5.2 Composição 88
3.5.3 Função 89
3.5.4 Tecnologia de cura 90
3.5.5 Aderentes 91

3.5.6 Finalidade de aplicação 91
3.6 VANTAGENS 92
3.7 TENDÊNCIAS DOS ADESIVOS E SELANTES 92
3.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS 96
CAPÍTULO 4 MERCADO - PANORAMA E PERSPECTIVAS 97
4.1 INTRODUÇÃO 98
4.2 MERCADO DE ADESIVOS E SELANTES NO MUNDO 99
4.2.1 Panorama 100
4.3 MERCADO DE ADESIVOS E SELANTES NOS ESTADOS UNIDOS 106
4.3.1 Panorama 107
4.4 MERCADO DE ADESIVOS E SELANTES NO BRASIL 111
4.4.1 Panorama 113
4.4.2 Legislação brasileira: RDC $n^0$345 118
4.5 TENDÊNCIAS PARA O MERCADO DE ADESIVOS E SELANTES 120
4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 123
CAPÍTULO 5 TECNOLOGIA – INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA 124
5.1 INTRODUÇÃO 125
5.2 O TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO 126
5.3 ARTIGOS CIENTÍFICOS E DOCUMENTOS DE PATENTE COMO FONTE DE INFORMAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA 131
5.3.1 Documento de patente 136
5.3.1.1 Classificação Internacional de Patentes 138
5.3.1.2 Documentos de patente norte-americanos 141
5.3.1.3 Panorama dos depósitos de pedidos de patente no mundo 142
5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS 145
CAPÍTULO 6 ADESIVOS E SELANTES APLICADOS À CONSTRUÇÃO CIVIL – OBJETO DO ROADMAP 146
6.1 INTRODUÇÃO 147
6.2 PRODUTO 148
6.2.1 Adesivos na construção 148
6.2.2 Selantes na construção 153
6.2.3 Vantagens e incovenientes da adesão na construção 156
6.2.3.1 Vantagens 156
6.2.3.2 Inconvenientes 158
6.2.4 Tipos de adesivos e selantes empregados na construção 160
6.2.5 Adesivos e selantes sustentáveis na construção 161
6.2.5.1 Construção verde 165
6.2.5.2 Ferramentas para a avaliação da sustentabilidade da construção 166
6.2.5.2.1 Certificação no Brasil 170
6.3 MERCADO 172
6.3.1 No mundo 174
6.3.2 Nos Estados Unidos 176
6.3.3 No Brasil 177
6.3.3.1 O setor da construção civil 177
6.3.3.2 O setor de adesivos e selantes na construção 178

6.3.4 Mercado e inovação 180
6.4 TECNOLOGIA 182
6.4.1 Metodologia de busca para o mapeamento tecnológico 182
6.4.1.1 Artigos científicos 182
6.4.1.2 Patentes 184
6.4.1.3 Pedidos de patente 184
6.4.2 Justificativas para a metodologia de mapeamento tecnológico adotada 186
6.4.3 Condução do mapeamento tecnológico de adesivos e selantes aplicados à construção por fonte de informação 189
6.4.3.1 Artigos científicos 189
6.4.3.2 Patentes 190
6.4.3.3 Pedidos de patente 190
6.4.4 Condução do mapeamento tecnológico de adesivos e selantes aplicados à construção por uso na construção 191
6.4.5 Condução do mapeamento tecnológico de adesivos e selantes aplicados à construção por base do adesivo e selante 191
6.4.6 Resultados do mapeamento tecnológico de adesivos e selantes aplicados à construção por fonte de informação 191
6.4.6.1 Artigos científicos 192
6.4.6.1.1 Análise macro 192
6.4.6.1.2 Análise micro 194
6.4.6.2 Patentes 199
6.4.6.2.1 Análise macro 199
6.4.6.2.2 Análise meso 201
6.4.6.2.3 Análise micro 202
6.4.6.3 Pedidos de patente 207
6.4.6.3.1 Análise macro 207
6.4.6.3.2 Análise meso 209
6.4.6.3.3 Análise micro 209
6.4.7 Resultados do mapeamento tecnológico de adesivos e selantes aplicados à construção por uso na construção 213
6.4.7.1 Parede 214
6.4.7.2 Pavimento 215
6.4.7.3 Janela 217
6.4.7.4 Cobertura 219
6.4.8 Resultados do mapeamento tecnológico de adesivos e selantes aplicados à construção por base do adesivo e selante 222
6.4.8.1.1 Poliuretano 224
6.4.8.1.2 Polímeros acrílicos 225
6.4.8.1.3 Polissiloxano 227
6.4.8.1.4 Poliacetato de vinila 228
6.4.8.1.5 Resina epóxi 230
6.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 231
CAPÍTULO 7 METODOLOGIA DE ELABORAÇÃO DO ROADMAP 235
7.1 INTRODUÇÃO 236
7.2 PONTOS RELEVANTES DA METODOLOGIA PROPOSTA 237

7.3 METODOLOGIA DE ELABORAÇÃO DO TECHNOLOGY ROADMAP DE ADESIVOS E SELANTES APLICADOS À CONSTRUÇÃO....239
7.3.1 Fase I: Atividades Preliminares....240
7.3.1.1 1ª etapa: Definir o propósito e o formato....240
7.3.1.2 2ª etapa: Definir a estrutura....240
7.3.1.3 3ª etapa: Definir o período temporal....241
7.3.1.4 4ª etapa: Definir a abordagem....241
7.3.2 Fase II: Desenvolvimento do Roadmap....241
7.3.2.1 1ª etapa: Reunir e priorizar as informações mais importantes....241
7.3.2.2 2ª etapa: Organizar o roadmap....242
7.3.2.3 3ª etapa: Identificar os drivers....243
7.3.2.4 4ª etapa: Construir o roadmap....243
7.3.3 Fase III: Atividades de Continuidade....246
7.3.3.1 1ª etapa: Revisar o roadmap....247
7.3.3.2 2ª etapa: Avaliar o roadmap....247
7.4 JUSTIFICATIVAS....248
7.4.1 Escolha da ferramenta technology roadmap....248
7.4.2 Forma de apresentação do roadmap....249
7.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS....250
CAPÍTULO 8 OS ROADMAPS....252
8.1 INTRODUÇÃO....253
8.2 DRIVERS DOS ROADMAPS....253
8.3 OS ROADMAPS....254
8.4 ANÁLISE DOS ROADMAPS....259
8.4.1 Quanto aos usos na construção....259
8.4.1.1 Paredes....259
8.4.1.2 Pavimentos....260
8.4.1.3 Janelas....261
8.4.1.4 Coberturas....261
8.4.2 Quanto aos drivers de produto....262
8.4.2.1 Adesivos e selantes de base aquosa....262
8.4.2.2 Adesivos e selantes sem solvente....262
8.4.2.3 Adesivos e selantes de base solvente....262
8.4.3 Outras análises....262
8.5 AVALIAÇÃO DOS ROADMAPS....264
8.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS....264
CAPÍTULO 9 CONCLUSÕES....266
9.1 INTRODUÇÃO....267
9.2 CONCLUSÕES GERAIS....267
9.3 LIMITAÇÕES DA PESQUISA....268
9.4 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS....269
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS....271
ANEXO A – CORPORAÇÕES QUE MAIS INVESTEM EM INOVAÇÃO....288
ANEXO B – ARTIGOS CIENTÍFICOS....297

ANEXO C – PATENTES CONCEDIDAS.....314
ANEXO D – PEDIDOS DE PATENTE 327

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - *Technology roadmap* esquemático mostrando como a tecnologia pode ser alinhada a desenvolvimento de produto e serviço, estratégia de negócios e oportunidades de mercado. Fonte: Adaptado de PHAAL et al. (2001).....34
Figura 2.2 - Tipos de *technology roadmap* classificados em função do propósito e do formato. Fonte: Adaptado de PHAAL et al. (2004). 35
Figura 2.3 - Exemplos de tipos (propósitos) de *technology roadmaps* relativos a planejamento de: a) produto, b) serviço/capacidade, c) estratégia, d) longo prazo, e) ativos de conhecimento, f) programa, g) processo, h) integração. Fonte: Adaptado de PHAAL et al. (2004).....36
Figura 2.4 - Exemplos de tipos (formatos) de *technology roadmaps*: a) Camadas múltiplas, b) Barras, c) Tabular, d) Gráfico, e) Figura, f) Fluxograma. Fonte: Adaptado de PHAAL et al. (2004).....38
Figura 2.5 - Taxionomia do *roadmap* baseada em sua proposta e ênfase. Fonte: Adaptado de KAPPEL (2001). 40
Figura 2.6 - Estrutura de *roadmap* unificando suas quatro partes. Fonte: Adaptado de ALBRIGHT (2007). 42
Figura 2.7 - Arquitetura de *technology roadmap* generalizado utilizando as abordagens *market pull* e *technology push*. Fonte: Adaptado de PHAAL et al. (2004). 43
Figura 2.8 - Etapas para o desenvolvimento do *roadmapping* segundo PHAAL et al. (2001, 2004, 2006). Fonte: MATTOS NETO (2005). 46
Figura 2.9 - Etapas para o desenvolvimento do *roadmapping* segundo ALBRIGHT e KAPPEL (2003). Fonte: MATTOS NETO (2005). 47
Figura 2.10 - Evolução da produção de *roadmaps* na Motorola desde o papel até a criação *on line*. Fonte: Adaptado de RICHEY; GRINNELL (2004). 55
Figura 2.11 - *Technology landscape* como uma medida para o *technology roadmap*. Fonte: Adaptado de RINNE (2004).....57
Figura 2.12 - *Roadmap* pode ser resultado de associação com outras ferramentas de prospecção tecnológica. Fonte: Adaptado de PARK et al. (2007). 60
Figura 4.1 – Consumo global (em porcentagem) de adesivos no ano de 2006. Fonte: Adaptação de MURAD (2007a). 102
Figura 4.2 – Distribuição da demanda dos segmentos de mercado para a indústria global de adesivos e selantes no mundo no ano de 2007. Fonte: Adaptação de ASC (2008)..105
Figura 4.3 – Demanda dos segmentos de mercado norte-americano de adesivos no ano de 2005. Fonte: Adaptação de ASC (2006).....108
Figura 4.4 – Demanda dos segmentos de mercado norte-americano de selantes no ano de 2005. Fonte: Adaptação de ASC (2006).....108
Figura 4.5 - Destino aproximado das vendas internas de colas e adesivos de base água em 2007. Fonte: ANUÁRIO DA INDÚSTRIA QUÍMICA BRASILEIRA (2008).....116
Figura 4.6 - Destino aproximado das vendas internas de colas e adesivos de base solvente em 2007. Fonte: ANUÁRIO DA INDÚSTRIA QUÍMICA BRASILEIRA (2008). ..116
Figura 4.7 - Destino aproximado das vendas internas de colas e adesivos *hot melt* em 2007. Fonte: ANUÁRIO DA INDÚSTRIA QUÍMICA BRASILEIRA (2008).....117
Figura 4.8 - Destino aproximado das vendas internas de outras colas e adesivos em 2007. Fonte: ANUÁRIO DA INDÚSTRIA QUÍMICA BRASILEIRA (2008). 117

Figura 4.9 - Destino aproximado das vendas internas de selantes em 2007. Fonte: ANUÁRIO DA INDÚSTRIA QUÍMICA BRASILEIRA (2008).....118
Figura 5.1 - Projeção da quantidade de pedidos de patente depositados no período de 2007 a 2009. Fonte: CARAHER (2008).....143
Figura 6.1 - Tela da busca por artigos científicos efetuada na base de dados *Science Direct*. Fonte: www.sciencedirect.com.....183
Figura 6.2 - Tela da busca por patentes concedidas efetuada na base de dados do Escritório de Marcas e Patentes dos Estados Unidos. Fonte: www.uspto.gov.....185
Figura 6.3 - Tela da busca por pedidos de patente efetuada na base de dados do Escritório de Marcas e Patentes dos Estados Unidos. Fonte: www.uspto.gov.....185
Figura 6.4 - Países de origem dos artigos científicos selecionados. Fonte: Elaboração própria.....193
Figura 6.5 - Tipos de instituição de origem dos autores dos artigos científicos selecionados. Fonte: Elaboração própria.....194
Figura 6.6 - Tipos de base dos adesivos e selantes mencionados nos artigos selecionados. Fonte: Elaboração própria.....196
Figura 6.7 - Tipos de aplicação dos adesivos e selantes na construção civil verificadas nos artigos científicos selecionados. Fonte: Elaboração própria.....197
Figura 6.8 - Tipos de substratos aos quais adesivos e selantes são unidos na construção civil mencionados nos artigos científicos selecionados. Fonte: Elaboração própria.....197
Figura 6.9 - Países de origem dos inventores das patentes selecionadas. Fonte: Elaboração própria. 200
Figura 6.10 - Área de aplicação dos adesivos e selantes na construção civil, segundo a Classificação Internacional de Patentes, para as patentes selecionadas. Fonte: Elaboração própria. 202
Figura 6.11 - Tipos de base dos adesivos e selantes mencionados nas patentes selecionadas. Fonte: Elaboração própria.....204
Figura 6.12 - Tipos de aplicação dos adesivos e selantes na construção civil verificadas nas patentes selecionadas. Fonte: Elaboração própria. 205
Figura 6.13 - Tipos de substratos aos quais adesivos e selantes são unidos na construção civil mencionados nas patentes selecionadas. Fonte: Elaboração própria.....205
Figura 6.14 - Países de origem dos inventores dos pedidos de patente selecionados. Fonte: Elaboração própria. 208
Figura 6.15 - Áreas de aplicação de adesivos e selantes na construção civil, segundo a Classificação Internacional de Patentes, para os pedidos de patente selecionados. Fonte: Elaboração própria. 209
Figura 6.16 - Tipos de base dos adesivos e selantes mencionados nos pedidos de patente selecionados. Fonte: Elaboração própria.....211
Figura 6.17 - Tipos de aplicação dos adesivos e selantes na construção civil verificadas nos pedidos de patente selecionados. Fonte: Elaboração própria. 211
Figura 6.18 - Tipos de aplicação dos adesivos e selantes na construção civil verificadas nos pedidos de patente selecionados. Fonte: Elaboração própria. 212
Figura 6.19 - Distribuição percentual dos usos de adesivos e selantes na construção verificados nos documentos selecionados (artigos, patentes e pedidos de patente). Fonte: Elaboração própria. 213

Figura 6.20 - Distribuição percentual dos substratos aos quais adesivos e selantes são aplicados em paredes verificada nos documentos selecionados. Fonte: Elaboração própria.....214
Figura 6.21 - Distribuição percentual das composições de adesivos e selantes aplicadas em paredes verificada nos documentos selecionados. Fonte: Elaboração própria. 215
Figura 6.22 - Distribuição percentual dos substratos aos quais adesivos e selantes são aplicados em pavimentos verificada nos documentos selecionados. Fonte: Elaboração própria.....216
Figura 6.23 - Distribuição percentual das composições de adesivos e selantes aplicadas em pavimentos verificada nos documentos selecionados. Fonte: Elaboração própria. ...217
Figura 6.24 - Distribuição percentual dos substratos aos quais adesivos e selantes são aplicados em janelas verificada nos documentos selecionados. Fonte: Elaboração própria. 218
Figura 6.25 - Distribuição percentual das composições de adesivos e selantes aplicadas em janelas verificada nos documentos selecionados. Fonte: Elaboração própria. 219
Figura 6.26 - Distribuição percentual dos substratos aos quais adesivos e selantes são aplicados em coberturas verificada nos documentos selecionados. Fonte: Elaboração própria.....220
Figura 6.27 - Distribuição percentual das composições de adesivos e selantes aplicadas em coberturas verificada nos documentos selecionados. Fonte: Elaboração própria. 221
Figura 6.28 - Distribuição percentual das bases poliméricas de adesivos e selantes na construçao verificadas nos documentos selecionados (artigos, patentes e pedidos de patente). Fonte: Elaboração própria. 223
Figura 6.29 - Distribuição percentual dos usos de adesivos e selantes baseados em poliuretano observados nos documentos selecionados. Fonte: Elaboração própria. 224
Figura 6.30 - Distribuição percentual dos substratos aos quais adesivos e selantes baseados em poliuretano são aplicados conforme verificado nos documentos selecionados. Fonte: Elaboração própria.....225
Figura 6.31 - Distribuição percentual dos usos de adesivos e selantes baseados em polímeros acrílicos observados nos documentos selecionados. Fonte: Elaboração própria. 226
Figura 6.32 - Distribuição percentual dos substratos aos quais adesivos e selantes baseados em polímeros acrílicos são aplicados conforme verificado nos documentos selecionados. Fonte: Elaboração própria.....226
Figura 6.33 - Distribuição percentual dos usos de adesivos e selantes baseados em polissiloxano observados nos documentos selecionados. Fonte: Elaboração própria. ...227
Figura 6.34 - Distribuição percentual dos substratos aos quais adesivos e selantes baseados em polissiloxano são aplicados conforme verificado nos documentos selecionados. Fonte: Elaboração própria.....228
Figura 6.35 - Distribuição percentual dos usos de adesivos e selantes baseados em poliacetato de vinila observados nos documentos selecionados. Fonte: Elaboração própria.....229
Figura 6.36 - Distribuição percentual dos substratos aos quais adesivos e selantes baseados em poliacetato de vinila são aplicados conforme verificado nos documentos selecionados. Fonte: Elaboração própria.....229
Figura 6.37 - Distribuição percentual dos usos de adesivos e selantes baseados em resina epóxi observados nos documentos selecionados. Fonte: Elaboração própria. 230

Figura 6.38 - Distribuição percentual dos substratos aos quais adesivos e selantes baseados em resina epóxi são aplicados conforme verificado nos documentos selecionados. Fonte: Elaboração própria.....231
Figura 6.39 - Presença dos adesivos e selantes na construção. Fonte: adaptação de http://www.abiquim.org.br/estudante/casa.html 234
Figura 7.1- Representação esquemática das atividades de organização do roadmap. Fonte: Elaboração própria. 243
Figura 7.2 - Esboço de cada *roadmap* de adesivos e selantes aplicados a construção a ser gerado. Fonte: Elaboração própria. 245

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Fases do processo de aplicação do *technology roadmapping* segundo GARCIA e BRAY (1997). Fonte: Adaptado de GARCIA e BRAY (1997). 48
Tabela 2.2 – *Roadmap*s de domínio público selecionados por PHAAL (2008): número e porcentagem por grande área. Fonte: Elaboração própria a partir de PHAAL (2008). 72
Tabela 2.3 – *Roadmap*s de domínio público que possuem interface com a Química e Indústria de Processos Químicos: número e percentual por grande área, segundo a classificação proposta por PHAAL (2008). Fonte: Elaboração própria a partir de PHAAL (2008). 75
Tabela 4.1 - Uso estimado de adesivos no ano de 2007 em regiões do mundo. Fonte: Adaptação de LOHMAN (2008). 103
Tabela 4.2 - Vendas globais em 2009 expressas em bilhões de dólares (e em percentual) de adesivos e selantes distribuídas pelos maiores setores de consumo. Fonte: Adaptação de JONES (2009). 106
Tabela 4.3 – Produtores líderes da indústria de adesivos norte-americana no ano de 2005. Fonte: MURAD (2006). 109
Tabela 4.4 – Total das importações e das exportações de adesivos e selantes realizadas pelo Brasil (em t/ano e em US$ fob) entre os anos 2003 e 2007. Fonte: ANUÁRIO DA INDÚSTRIA QUÍMICA BRASILEIRA (2008). 114
Tabela 4.5 – Produção brasileira de colas, adesivos e selantes (em toneladas/ano) obtida no período entre 2003 e 2007. Fonte: ANUÁRIO DA INDÚSTRIA QUÍMICA BRASILEIRA (2008). 114
Tabela 4.6 – Vendas totais brasileiras (internas + externas) de colas, adesivos e selantes (em toneladas) praticadas no período de 2003 a 2007. Fonte: ANUÁRIO DA INDÚSTRIA QUÍMICA BRASILEIRA (2008). 115
Tabela 5.1 - Comparação das aplicações dos distintos métodos quantitativos. Fonte: VANTI (2002). 130
Tabela 6.1 - Principais corporações titulares de patentes US relacionadas a adesivos e selantes aplicados à construção desde 1976 até 2009. Fonte: Elaboração própria. 181
Tabela 6.2 - Principais corporações titulares de patentes US relacionadas a adesivos e selantes aplicados à construção desde 2000 até 2009. Fonte: Elaboração própria. 201
Tabela 6.3 - Principais corporações depositantes de pedidos de patente relacionados a adesivos e selantes aplicados à construção depositados entre 2001 e 2009. Fonte: Elaboração própria. 208
Tabela 7.1 - Fases e etapas do processo *technology roadmapping* adaptado adotado neste trabalho. Fonte: Elaboração própria. 239

Capítulo 1
Introdução

1.1 APRESENTAÇÃO E IMPORTÂNCIA DO ESTUDO

A presente Tese estuda o desenvolvimento da ferramenta *technology roadmapping* para adesivos e selantes utilizados no setor de construção civil.

Adesivos e selantes[1] consistem em um importante segmento de aplicação da Química de Polímeros, pois o ato de aderir dois ou mais substratos tem se tornado indispensável não só na indústria, mas também em nossas tarefas cotidianas. Os adesivos e os selantes são capazes de satisfazer inúmeras necessidades específicas, existindo atualmente milhares de produtos para atender as mais diversas aplicações.

Apesar de adesivos e selantes representarem uma pequena parcela do custo final do produto ao qual são aplicados, estas substâncias são de fundamental importância para que se obtenha um resultado significativo nos critérios de confiabilidade e durabilidade do artefato. Sabe-se que existem milhares de formulações adesivas usadas atualmente, e este número tem crescido rapidamente, sendo que as composições mais interessantes de novos adesivos estão protegidas por patentes.

A indústria de adesivos e selantes no Brasil e no mundo vem se consolidando, uma vez que participa da cadeia de produção de diversos segmentos industriais, tais como embalagens, construção civil, transportes, madeireiro e moveleiro, calçados e couros.

Mesmo com a recente crise econômica mundial que afetou os maiores mercados consumidores de adesivos e selantes, alguns países implantaram pacotes econômicos de estímulo, e de acordo com estimativas do ChemQuest Group, no ano de 2009 o valor das

[1] Os termos “adesivo” e “selante” podem causar dúvida, sendo algumas definições abordadas no capítulo 3.

vendas globais de produtos adesivos foi de 42 bilhões de dólares e de selantes foi de 5 bilhões de dólares (JONES, 2009).

Levando-se em conta a heterogeneidade da indústria de adesivos e selantes, foi selecionado um setor de aplicação com atividade econômica relevante: o da construção civil. Importante ressaltar que o termo construção civil (ou simplesmente, construção) adotado neste trabalho engloba edificações (de moradias, comerciais e de serviços públicos) e construção pesada (portos, pontes, aeroportos, estradas, hidroelétricas, túneis, etc.).

O setor da construção civil constitui um dos maiores mercados de adesivos e selantes, em toneladas e em capital monetário, pois estão envolvidas grandes superfícies e numerosas juntas (COGNARD, 2003). Embora o setor de embalagens detenha a maior fatia desse mercado no mundo (28%), seguido por construção civil e transporte (ambos com 17%), dados oficiais apontam que o setor de construção civil é o que possui crescimento mais acelerado (MURAD, 2007).

O Brasil é o segundo maior canteiro de obras do planeta, ficando atrás apenas da China. A criação do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) em 2007, estabelecido estrategicamente pelo governo federal brasileiro, e a proximidade com os eventos Copa do Mundo de 2014 e Olimpíadas de 2016 têm impulsionado o setor da construção no Brasil (MEIRELLES, 2009).

No ano de 2008 o setor de construção civil participou com 19% do PIB (Produto Interno Bruto) brasileiro, o que significou um aumento de 8,9% em relação a 2007. Os investimentos em construção no ano de 2008 estimados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) foram de R$206,8 bilhões representando a mais alta taxa

de investimentos desde o início da série histórica do IBGE, em 2000 (GAZETA MERCANTIL, 2009). Além da importância econômica, a atividade da construção civil no país tem relevante papel social, como a geração de emprego e impostos, além de apresentar um dos mais baixos coeficientes de importação, inferior a 2% da demanda total (USP, 2003).

Visto que nos últimos anos os mercados têm sofrido rápidas modificações e uma ilimitada proliferação de novas tecnologias, as empresas têm focado em inovação e investimento em pesquisa e desenvolvimento. A busca por vantagens competitivas tem pressionado cada vez mais as organizações a se anteciparem para atender e/ou criar novas demandas de seus concorrentes. Porém, integrar e comunicar as estratégias de desenvolvimento de mercado, produto e tecnologia com as metas do negócio ao longo do tempo continua a ser um desafio para várias organizações.

De uma forma geral, a prospecção tecnológica tem como objetivo a elaboração de um cenário futuro para objetos em estudo, como por exemplo, a utilização de tecnologias em segmentos industriais. As informações coletadas sobre determinado assunto são tratadas através de técnicas qualitativas ou quantitativas gerando um cenário futuro. Uma metodologia/ferramenta bastante utilizada atualmente é o *technology roadmapping*, que ajuda a identificar, avaliar e selecionar alternativas tecnológicas, sendo, portanto, um processo complexo que requer consideração simultânea de mercados, produtos, tecnologias e suas interações (ALBRIGHT; KAPEL, 2003; KAPPEL, 2001).

O *roadmapping* permite na sua operacionalização o envolvimento de outras ferramentas de prospecção tecnológica bastante utilizadas (por exemplo: Delphi/painéis de especialistas, *brainstorming*, análise de impacto, inteligência competitiva e cenários)

para atingir uma abordagem que é diferencial dos outros métodos: alinhar produto, mercado e tecnologia em determinado horizonte temporal.

Encontraram-se poucos documentos publicados que contêm a metodologia utilizada para a construção do *roadmap.* O presente trabalho propõe e descreve de forma mais detalhada uma nova metodologia para a elaboração de *roadmap* tecnológico conectando produto, mercado e tecnologia com relação ao tempo.

A metodologia adotada no desenvolvimento do *roadmapping* foi inspirada nas fases e etapas ensinadas por GARCIA e BRAY (1997) por ser considerada, dentre as metologias disponíveis na literatura, a mais detalhada. Possui as vantagens de ser adequada quando realizada por um pequeno grupo, necessita de baixo investimento e apresenta o resultado em plataforma simples. Adicionalmente, a metodologia proposta se baseia no mapeamento do estado da arte e dos principais avanços tecnológicos e realiza a projeção das tendências identificadas, dispondo estas informações ao longo de um horizonte de tempo definido para demonstrar a dinâmica do setor selecionado.

A maioria das abordagens de *technology roadmaps* existentes na literatura tende a ser obrigatoriamente perspectivas orientadas pelo mercado. Este estudo realiza o *roadmapping* orientado pela tecnologia, contendo informações retiradas de artigos científicos e documentos de patente.

Por fim, destacam-se ainda outros pontos que justificam a relevância desta pesquisa, tais como: (i) o desconhecimento da existência de um método *technology roadmapping* para adesivos e selantes no Brasil, sobretudo quando aplicados no setor de construção civil; (ii) o fato de poucas pessoas no Brasil conhecerem este método e (iii) a relativa escassez de referências teóricas tratando desta ferramenta no Brasil.

1.2 OBJETIVOS DO ESTUDO

A seguir são apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos que conduzem a realização do objetivo geral.

1.2.1 Geral

O objetivo geral deste estudo consiste em fornecer por meio do *technology roadmap* gerado o direcionamento do desenvolvimento tecnológico que adesivos e selantes empregados no setor de construção civil podem alcançar durante os próximos 15 anos.

1.2.2 Específicos

A elaboração de uma metodologia de *roadmapping* adaptada para estudar o setor de adesivos e selantes aplicados à construção envolve seguintes objetivos específicos:

- Identificar, analisar e priorizar as informações tecnológicas coletadas mais importantes no setor de estudo;
- Elaborar um método technology roadmapping que seja capaz de comunicar tendências de produto com mercado e tecnologia;
- Consolidar os resultados no roadmap.

1.3 ESTRUTURA DO ESTUDO

A fim de atingir os objetivos estabelecidos, este estudo encontra-se organizado em 10 capítulos.

No primeiro capítulo apresenta-se o objeto do trabalho, a sua importância, os objetivos a serem alcançados e a estrutura do trabalho.

No segundo capítulo descreve-se a ferramenta *technology roadmapping* através de definições dos termos *roadmapping* e *roadmap*, tipos, formatos e estruturas de *roadmaps*, processos de operacionalização e adaptação do método, desafios e fatores de sucesso, tendências de evolução, benefícios e vantagens do método, exemplos de aplicação e de sucesso do método, e por fim, é mostrado o panorama dos *roadmaps* encontrados na literatura a partir da revisão bibliográfica realizada.

No terceiro capítulo encontram-se as definições básicas relacionadas ao produto (adesivos e selantes), a natureza da adesão e a composição dos adesivos, assim como suas classificações, vantagens e aplicações.

No quarto capítulo é mostrado um breve panorama acerca do mercado de adesivos e selantes nos últimos anos no mundo, e especificamente no Brasil e nos Estados Unidos. Por fim, são apontadas algumas perspectivas para este mercado.

No quinto capítulo é tratada a informação tecnológica, citando-se as técnicas quantitativas bibliometria, cienciometria, informetria e webometria e destacando-se a importância dos artigos científicos e dos documentos de patente como fontes de informação tecnológica.

No sexto capítulo são abordados os adesivos e selantes especialmente empregados na construção civil, cujas informações obtidas para o conhecimento do objeto do *roadmap* encontram-se organizadas por produto, mercado e tecnologia.

No sétimo capítulo explica-se o passo-a-passo da metodologia adotada para a elaboração do *technology roadmap*, que é dividida em três fases: atividades preliminares, atividades de desenvolvimento e atividades de continuidade.

No oitavo capítulo constam os resultados obtidos pelo processo proposto: os quatro *technology roadmaps* gerados mostrando o desenvolvimento de adesivos e selantes aplicados ao setor da construção civil.

No nono capítulo deste trabalho são apresentadas as conclusões gerais e as limitações da presente Tese, assim como são exibidas propostas para a continuidade deste estudo.

Capítulo 2
O Método Technology Roadmapping

2.1 INTRODUÇÃO

O presente capítulo objetiva apresentar o *technology roadmapping*, método que utiliza o mapeamento do estado da arte e dos principais avanços tecnológicos e realiza a projeção das tendências identificadas, dispondo estas informações ao longo de um horizonte temporal definido para demonstrar a dinâmica do setor selecionado.

Esta ferramenta tem emergido como uma prática para alinhamento de funções de negócio com estratégia corporativa e projeção precisa do futuro. A palavra “roadmap” reporta imagens de mapa unidimensional com linhas representando estradas desenhadas, enquanto que o termo “roadmapping” injeta ação ao mapa. As estradas estão na verdade sendo usadas para mapear o curso da ação, resultando no *roadmap* que fornece a direção.

Desta forma, os *technology roadmaps*, ou simplesmente *roadmaps*, estão ganhando popularidade como ferramentas para gerenciamento do futuro da tecnologia. Eles têm sido desenvolvidos para diferentes tipos de público e de especificidades, sendo caracterizados por prever o que é possível ou provável de acontecer, e também por planejar a articulação da ação (KAPPEL, 2001).

O maior benefício do *technology roadmapping* é o de prover informação para a realização das melhores decisões de investimento tecnológico. Esta ferramenta fornece um modo de identificar, avaliar e selecionar alternativas tecnológicas que podem ser usadas para satisfazer a necessidade existente.

Nesse sentido, este método vem auxiliar na estruturação do processo de planejamento, permitindo a visualização de lacunas no planejamento estratégico, através do alinhamento entre as metas futuras e as atividades presentes na organização ou no

setor. Isso possibilita a identificação e a priorização dos diferenciais competitivos sustentáveis e a alocação correta dos recursos tecnológicos e humanos.

As raízes do método podem ser creditadas à indústria automobilística norte-americana. Entretanto, as primeiras organizações que o aplicaram com sucesso foram as grandes corporações de tecnologia Corning e Motorola, no final da década de 70, início dos anos 80 (DRUMMOND, 2005). A primeira publicação acadêmica sobre o *technology roadmapping* data do final da década de 1980, de autoria de WILLYARD e MCCLESS (1987), apresentando o método e suas vantagens no planejamento tecnológico para empresas.

Inicialmente, o método era utilizado apenas por empresas, tinha um enfoque tecnológico e continha um forte componente confidencial. *Technology roadmaps* vêm adquirindo destaque porque eles conectam tecnologias, produtos e mercados (RINNE, 2004). Eles produzem vistas multidimensionais de uma organização para identificar as oportunidades mais interessantes nas quais investir tempo e recursos antes que decisões sejam tomadas. Por isso estão sendo usados pelas companhias para criar, manter e visualizar informação de planejamento estratégico em torno do empreendimento.

Graças às suas possibilidades de aplicação, o escopo de utilização do método se expandiu. Atualmente, além dos tecnológicos, encontram-se referências de *roadmaps* para produtos, políticas, cadeia de fornecedores, inovação, estratégias, competências, entre outros. O *roadmap* para os semicondutores é considerado o mais famoso entre os industriais.

2.2 DEFINIÇÕES PARA ROADMAP E ROADMAPPING

A literatura tem apresentado o termo “technology roadmap” em diferentes maneiras, tais como “technology roadmap”, “technology road map” ou somente “roadmap”, ou ainda na forma abreviada “TRM” (LEE; PARK, 2005).

Genericamente, a expressão “road map” refere-se a um *layout* de caminhos ou rotas que existem ou podem existir em um espaço geográfico particular para auxiliar os viajantes no planejamento da viagem a fim de atingir um destino específico. Esta definição ajuda a compreender o método *technology roadmapping*, que consiste em representar graficamente a rota de evolução das tecnologias, produtos e mercados existentes (hoje) e que será construída (futuro), auxiliando os líderes (viajantes) de uma organização no planejamento e alinhamento das ações de desenvolvimento com as metas do negócio (destino) (MATTOS NETO, 2005).

Parece adequado, então, traduzir *roadmap* como mapa e *roadmapping* como mapeamento. No entanto, trabalhos escritos em português (SILVA; AFONSO, 2009; DRUMMOND, 2005; MATTOS NETO, 2005; MERQUIOR, 2006; ANDRADE et al., 2007; SENAI/PR, 2007; 2008), assim como o levantamento de pesquisas desenvolvidas no Brasil realizado por OLIVEIRA e FLEURY (2009), empregam as palavras *roadmap*, *roadmapping* e TRM, levando-se a crer que a tendência é utilizar os termos em inglês.

De acordo com KAPPEL (2001), apontar uma definição para o *roadmapping* tem se tornado uma tarefa bastante desafiadora, dada a explosão de popularidade do termo, onde qualquer tipo de documento prospectivo recebe a denominação de *roadmap*. Uma distinção básica, nesse sentido, é que o *roadmapping* (processo) pode ser feito com

diferentes objetivos, enquanto que os *roadmaps* (documentos gerados neste processo) podem remeter diferentes aspectos de um problema de planejamento.

Segundo PHAAL et al. (2004), o *technology roadmapping* representa uma técnica poderosa para suportar gerenciamento e planejamento tecnológico, especialmente para explorar e comunicar interações dinâmicas entre recursos, objetivos organizacionais e mudanças no ambiente.

De acordo com GARCIA e BRAY (1997), o *technology roadmapping* fornece um modo de desenvolver, organizar e apresentar informação sobre requerimentos críticos e desempenho desejáveis de alvos que devem ser satisfeitos no tempo planejado.

Segundo PETRICK e ECHOLS (2004), o *technology roadmapping* consiste em uma ferramenta que capacita organizações a tomarem decisões mais sustentadas, previne desperdício de tempo e de recursos preciosos e ajuda a reduzir o risco associado a incertezas, proporcionando um aumento do número de decisões acertadas.

Assim como ocorre para o *roadmapping*, o termo *roadmap* é usado em diversos modos, geralmente descrevendo um plano para o futuro, porém variando imensamente em seus objetivos e estilos. MULLER (2005) descreve que o *roadmap* é uma visualização do futuro integrando todos os aspectos relevantes do negócio (mercado, produtos, tecnologia, processo e pessoas) considerando a dimensão de tempo. KAPPEL (2001) relata que o diferencial dos *roadmaps* perante os demais documentos estratégicos numa corporação nada mais é do que a revelação explícita do domínio de tempo para cada elemento que o *roadmap* contém.

Resumindo, os *roadmaps* fornecem um quadro para pensar no futuro. Eles estruturam a planificação estratégica e o desenvolvimento, a exploração de caminhos de crescimento e o acompanhamento das ações que permitem chegar aos objetivos.

Ao longo deste trabalho, a definição adotada para o termo *technology roadmapping* é a de um método flexível cujo objetivo principal é auxiliar no planejamento estratégico de desenvolvimento de mercado, produto e tecnologia de maneira integrada ao longo do tempo (ALBRIGHT; KAPPEL, 2003; KAPPEL, 2001; PHAAL et al., 2001, 2004), enquanto que o termo *technology roadmap* consiste no documento gerado pelo processo.

2.3 TIPOS E FORMATOS DE ROADMAPS

Uma característica valiosa dos *roadmaps* está na sua apresentação concisa. A sua natureza visual tem ajudado especialmente na discussão estruturada e construtiva de processos de prospecção tecnológica. Para melhor compreender as variedades de *roadmaps* encontrados na literatura, alguns autores adotaram critérios de classificação quanto aos seus tipos e formatos.

Os *roadmaps* podem ter várias formas de apresentação, mas a aproximação mais comum é a do *roadmap* genérico (Figura 2.1), que consiste em uma representação gráfica baseada no tempo, compreendendo um número de camadas que tipicamente incluem perspectivas comerciais e tecnológicas (PHAAL et al., 2001). Para KAPPEL (2001), os *roadmaps* devem conter os parâmetros-chave mercado, produto e tecnologia ao longo do tempo para uma parte do negócio.

Estudos (KAPPEL, 2001; GRACIA; BRAY, 2007) sugerem que o *roadmap* pode ser representado em dois níveis: industrial ou corporativo. Algumas organizações fazem o

technology roadmapping internamente, como um aspecto de seu planejamento tecnológico (*technology roadmapping* corporativo). Entretanto, a nível industrial, o *technology roadmapping* envolve múltiplas organizações, sejam individualizadas ou em consórcio (*technology roadmapping* industrial).

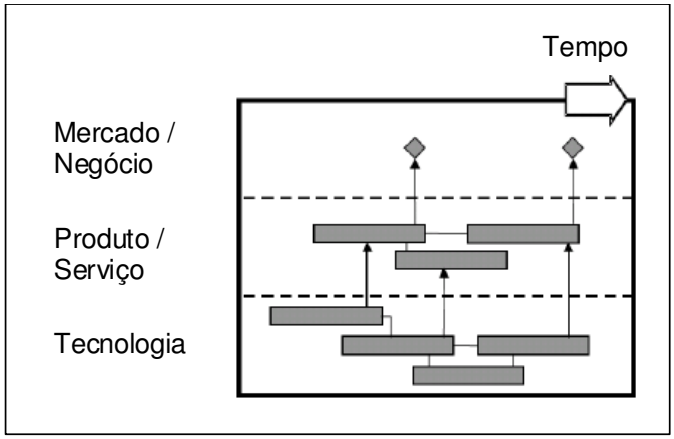


Figura 2.1 - *Technology roadmap* esquemático mostrando como a tecnologia pode ser alinhada a desenvolvimento de produto e serviço, estratégia de negócios e oportunidades de mercado. Fonte: Adaptado de PHAAL et al. (2001).

GARCIA e BRAY (2007) classificam os *roadmaps* em somente três tipos: (i) *roadmap* de produto, que é dirigido pelas necessidades de produto e/ou processo; (ii) *roadmap* orientado para uma determinada tecnologia, que foca a previsão de desenvolvimento e comercialização de uma nova ou emergente tecnologia, a posição competitiva da empresa com relação à tecnologia e como esta tecnologia emergente e a posição competitiva da empresa irão se desenvolver; e (iii) *roadmap* orientado a um determinado assunto, que objetiva identificar problemas e suas conseqüências para o planejamento estratégico e orçamento.

Quanto ao formato dos *roadmaps*, ALBRIGHT e KAPPEL (2003) consideram que estes devem possuir quatro áreas: mercado, produto, tecnologia e plano de ação.

PHAAL e colaboradores (2004) examinaram um conjunto de aproximadamente quarenta *technology roadmaps* e então os agruparam em dezesseis grandes áreas (Figura 2.2). Destas dezesseis grandes áreas, oito são relativas aos propósitos (planejamento de: produto, serviço/capacidade, estratégia, longo prazo, conhecimento, programa, processo e integração) e oito são relativas aos formatos (camadas múltiplas, barras, tabelas, gráficos, figuras, fluxogramas, camada simples e texto) dos *roadmaps*.

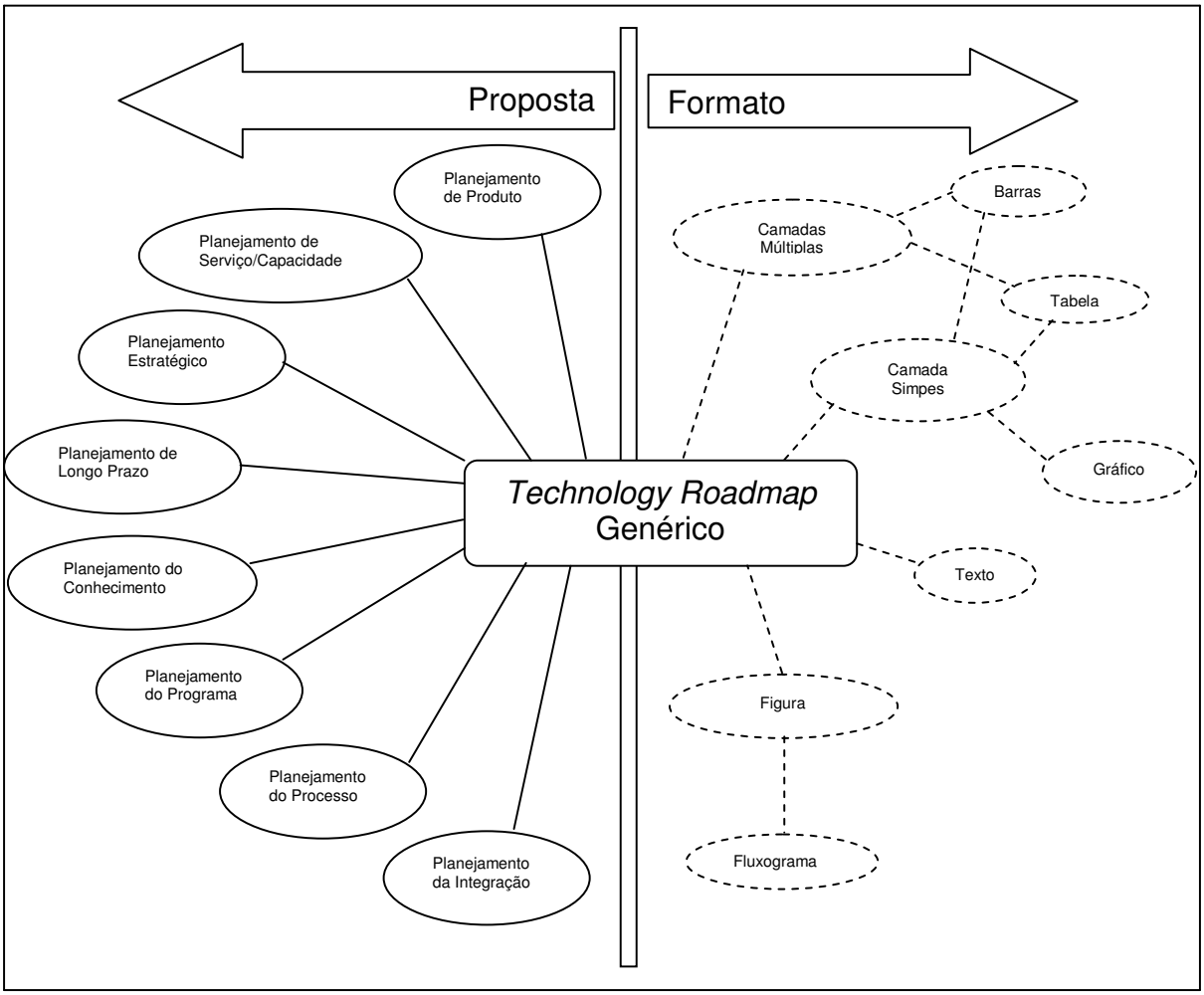


Figura 2.2 - Tipos de *technology roadmap* classificados em função do propósito e do formato. Fonte: Adaptado de PHAAL et al. (2004).

As principais variações de *technology roadmaps* existentes na prática em termos de propósitos encontram-se descritas a seguir e ilustradas na Figura 2.3 (PHAAL et al., 2001, 2004).

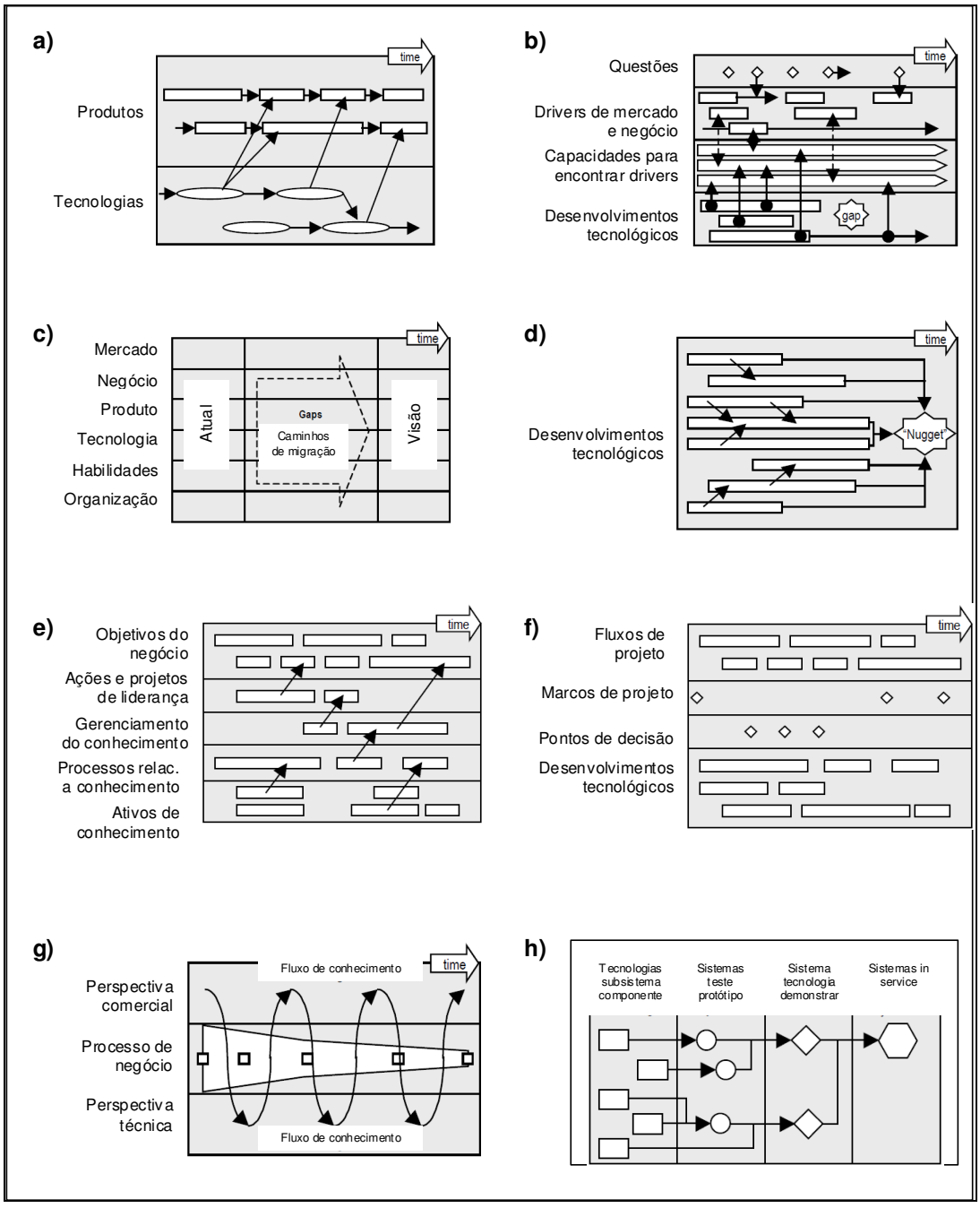


Figura 2.3 - Exemplos de tipos (propósitos) de *technology roadmaps* relativos a planejamento de: a) produto, b) serviço/capacidade, c) estratégia, d) longo prazo, e) ativos de conhecimento, f) programa, g) processo, h) integração. Fonte: Adaptado de PHAAL et al. (2004).

a) Planejamento de Produto: este é o tipo mais comum de *technology roadmap*. Ele está relacionado com a inserção de uma tecnologia em produtos manufaturados, freqüentemente envolvendo mais de uma geração de produto e/ou famílias de produtos.

b) Planejamento de Serviço/Capacidade: este tipo é similar ao primeiro, porém mais apropriado para empresas de serviço. Ele está relacionado à inserção de uma tecnologia nas capacidades da organização.

c) Planejamento Estratégico: utilizado tipicamente no nível corporativo para suportar a avaliação de mudanças de direcionadores de negócio que resultem em diferentes oportunidades e ameaças a nível estratégico.

d) Planejamento para Longo Prazo: utilizado para o planejamento de longo prazo, normalmente para setores e/ou para uma nação. Muito empregado pelos governos americano, canadense, japonês e alemão.

e) Planejamento do Conhecimento: direcionado para o alinhamento de ativos de conhecimento e da integração da gestão de conhecimento com os objetivos do negócio.

f) Planejamento do Programa: visa suportar a implementação e o gerenciamento do programa estratégico de P&D. Este tipo está mais relacionado com o planejamento de projeto.

g) Planejamento do Processo: esta recente variação de *roadmap* suporta a gestão de conhecimento focado em um processo específico como a gestão de desenvolvimento de um novo produto.

h) Planejamento da Integração: direcionado para a integração e/ou evolução de tecnologias e em como diferentes tecnologias podem ser combinadas formando uma nova tecnologia.

Outro fator que tem sido observado para contribuir na variedade de *roadmaps* existentes são os seus formatos gráficos (Figura 2.4). A seguir são descritos os tipos de formatos de *roadmaps* (PHAAL et al., 2001, 2004).

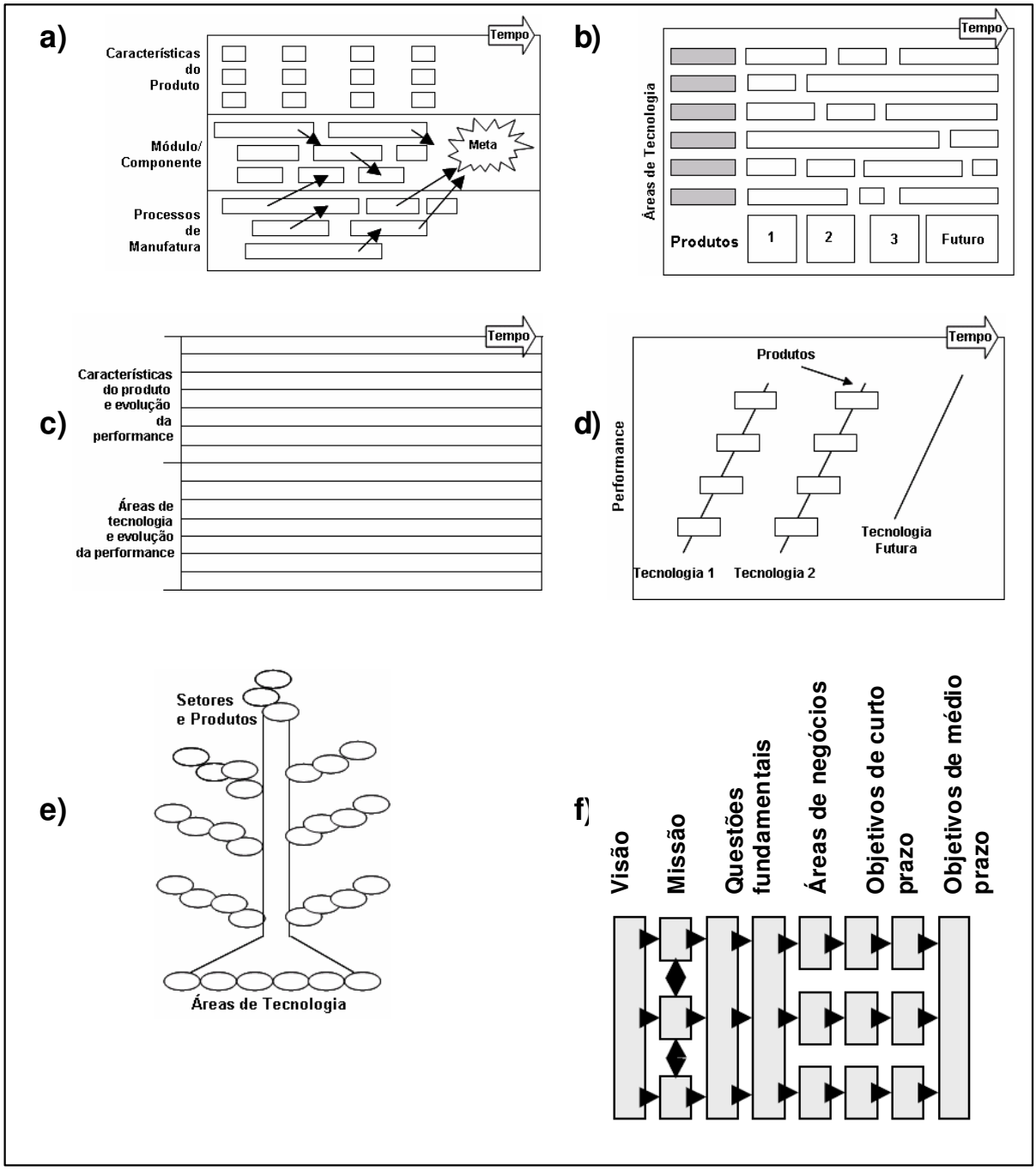


Figura 2.4 - Exemplos de tipos (formatos) de *technology roadmaps*: a) Camadas múltiplas, b) Barras, c) Tabular, d) Gráfico, e) Figura, f) Fluxograma. Fonte: Adaptado de PHAAL et al. (2004).

a) Camadas múltiplas: é o formato mais comum que compreende várias camadas como tecnologia, produto e mercado. A evolução de cada camada pode ser explorada, juntamente com a conexão entre as sub-camadas facilitando a integração.

b) Barras: vários *roadmaps* são expressos na forma de barras, tanto para a camada quanto para a sub-camada. Este formato tem a vantagem de ser simples e de condensar as saídas do mapa de forma a facilitar a comunicação, integração e o desenvolvimento de um *software* de suporte à geração do *roadmap*.

c) Tabelas: em alguns casos, todo o *roadmap* ou as suas camadas utilizam tabelas, geralmente expressando o desempenho quantitativo do produto ou da tecnologia em função do tempo.

d) Gráficos: é utilizado quando o desempenho do produto ou da tecnologia pode ser quantificado e expresso em um gráfico (curva de experiência) para cada sub-camada.

e) Figuras: alguns *roadmap*s adotam formas criativas para representar e comunicar a integração, utilizando figuras (como árvores para representar a evolução de produtos e tecnologias).

f) Fluxogramas: é um tipo específico de figura em forma de fluxo, representando objetivos, ações e saídas.

g) Camada simples: este formato é uma variação do tipo camadas múltiplas, onde se utiliza de uma única camada. A desvantagem deste formato é que não mostra a conexão entre as camadas.

h) Texto: alguns *roadmaps* são totalmente, ou em grande parte, baseados em texto e relatórios de apoio, descrevendo a mesma questão abordada nos formatos gráficos.

KAPPEL (2001) sugere que a taxionomia do documento gerado pelo método seja baseada em sua proposta e ênfase (Figura 2.5), resultando em quatro grupos de *roadmaps*: (i) de ciência/tecnologia: visam compreender melhor o futuro, identificando tendências, gerando previsões e definindo metas de desenvolvimento para o setor; (ii) de indústria: objetivam estabelecer as expectativas de desenvolvimento da tecnologia em termos de custo e desempenho para a competitividade de um setor; (iii) de produto-tecnologia: buscam alinhar as decisões de desenvolvimento de produto com as tendências de mercado e de tecnologia de uma empresa; e (iv) de produto: objetivam articular a direção e o cronograma de evolução de um produto e/ou famílias de produtos de uma empresa.

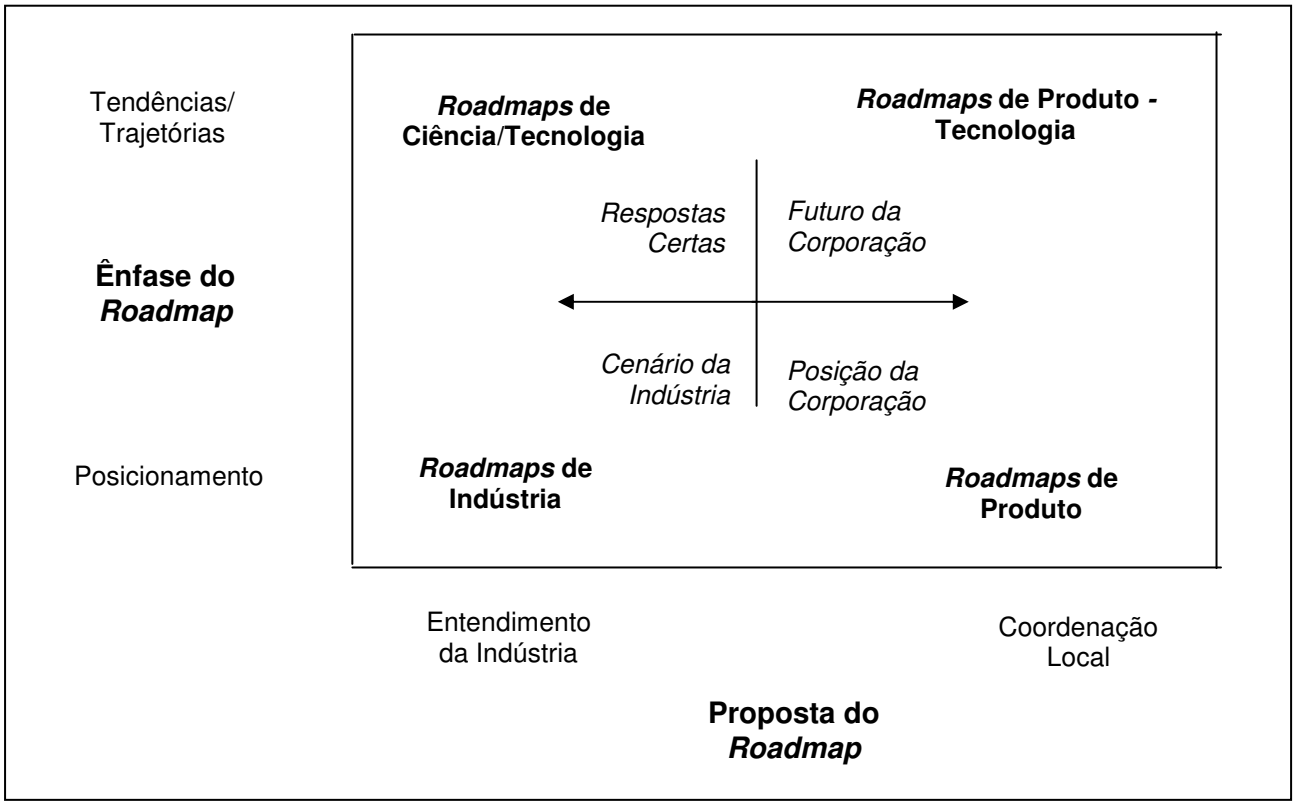


Figura 2.5 - Taxionomia do *roadmap* baseada em sua proposta e ênfase. Fonte: Adaptado de KAPPEL (2001).

Observa-se na Figura 2.5 que o eixo horizontal delineia a proposta do *roadmap* para os níveis industrial ou corporativo, e o eixo vertical diferencia os *roadmaps* quanto a suas ênfases de aplicação.

2.4 ESTRUTURA DOS ROADMAPS

ALBRIGHT (2007) reporta que os *roadmaps* mostram o objetivo a ser alcançado no futuro e respondem o conjunto de questões para que se desenvolva o plano de ação a fim de alcançar tal objetivo. A Figura 2.6 ilustra a arquitetura generalizada de *roadmap*, sendo dividido em quatro partes que respondem as questões e as ações requeridas.

A primeira parte define o domínio do *roadmap*, o conjunto de objetivos, e sua estratégia para alcançar aqueles objetivos. A definição e a estratégia do *roadmap* geralmente incluem avaliações de mercado e competitividade assim como aplicações planejadas. A segunda parte define a direção ou os planos do *roadmap*. A direção inclui desafios, a arquitetura, a evolução da solução e desempenho medido para alcançar o objetivo. A terceira parte descreve a evolução de tecnologias que serão usadas para alcançar aquele objetivo. O *roadmap* define as tecnologias que serão usadas para implementar cada parte da arquitetura. A quarta parte define o plano de ação e os riscos. O plano de ação identifica ações chave de desenvolvimento, recursos requeridos, riscos e estratégia de investimento tecnológico. Todas as partes são dispostas sobre o horizonte temporal.

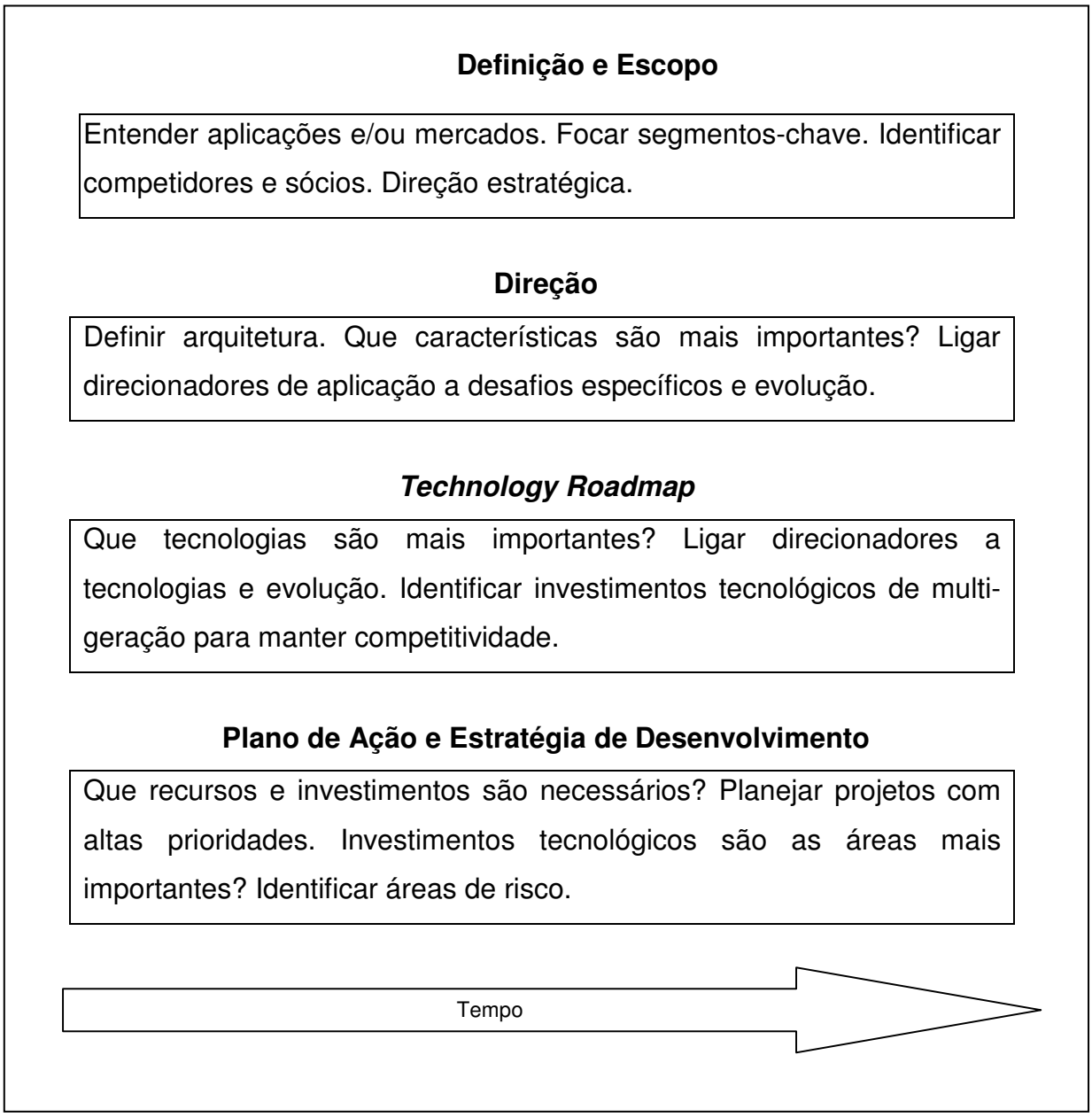


Figura 2.6 - Estrutura de *roadmap* unificando suas quatro partes. Fonte: Adaptado de ALBRIGHT (2007).

Ainda com relação à estrutura do mapa, PHAAL et al. (2004) propuseram que a construção pode seguir duas rotas: uma utilizando a abordagem *market pull* (puxado pelo mercado) e a outra, *technology push* (empurrado pela tecnologia). Assim, nas organizações que têm alto nível de contato com o consumidor final, o *roadmap*

provavelmente será direcionado pelas necessidades do cliente, enquanto que a abordagem *tecnology push* será utilizada para produtos que sejam fruto do desenvolvimento científico (PHAAL et al., 2004; MATTOS NETO, 2005). A Figura 2.7 mostra a arquitetura de *technology roadmap* generalizado utilizando as abordagens *market pull* (puxado pelo mercado) e *technology push* (empurrado pela tecnologia).

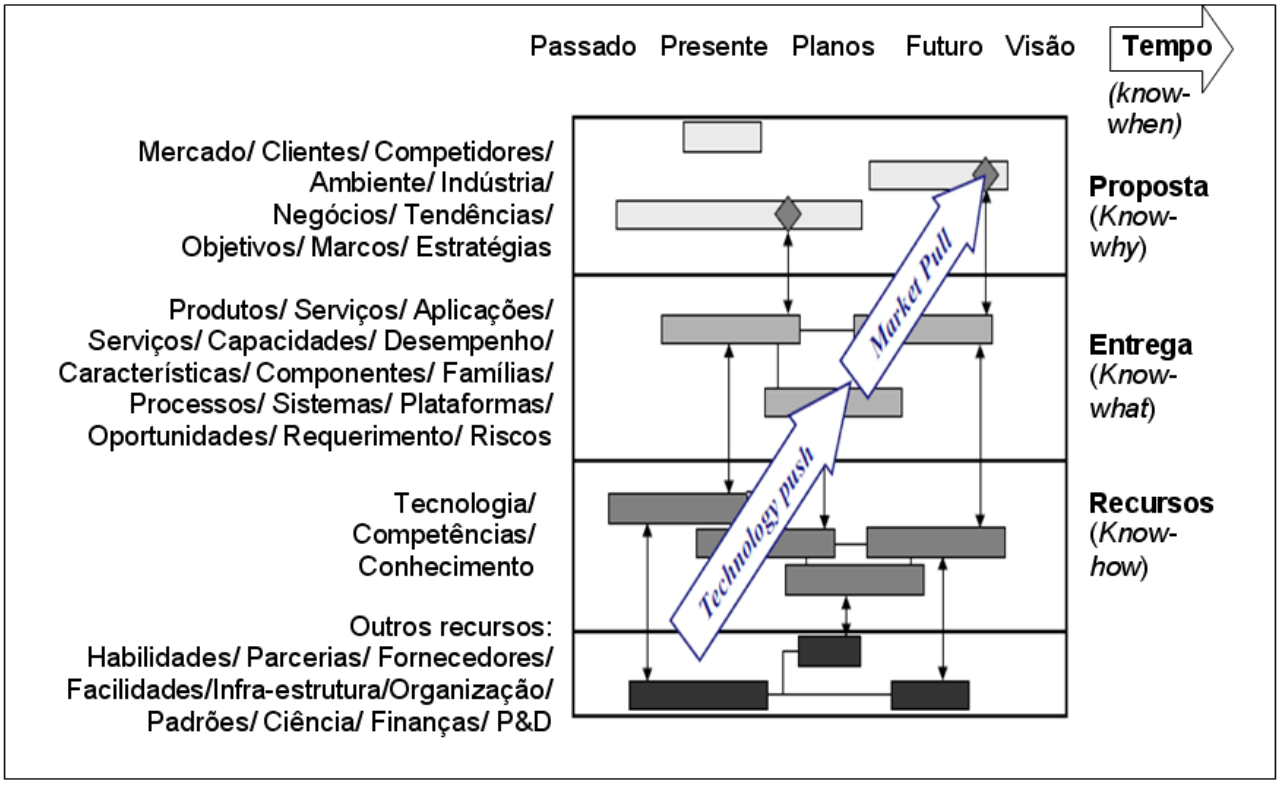


Figura 2.7 - Arquitetura de *technology roadmap* generalizado utilizando as abordagens *market pull* e *technology push*. Fonte: Adaptado de PHAAL et al. (2004).

A flexibilidade dos *roadmaps* é evidenciada pelos diferentes tipos de camadas listadas na Figura 2.7. As camadas superiores se relacionam com a proposta da organização na qual o *roadma*p direciona (*know-why*), enquanto que as camadas

inferiores se relacionam aos recursos (particularmente, conhecimento tecnológico) que serão desenvolvidos em função da demanda proveniente das camadas superiores do *roadmap* (*know-why*). As camadas intermediárias são cruciais, pois são elos entre a proposta (objetivo da organização) e os recursos (*know-what*). Freqüentemente, as camadas intermediárias focam no desenvolvimento do produto, sendo a tecnologia geralmente desenvolvida em função das necessidades do mercado e consumidores. Entretanto, para outras situações de serviços, capacidades, sistemas, riscos ou oportunidades, pode ser mais apropriado para a camada intermediária entender como a tecnologia pode ser desenvolvida para prover benefícios para a organização e suas partes envolvidas.

Observa-se na arquitetura retratada na Figura 2.7 que a seta representativa da abordagem *market pull* está posicionada na parte superior do gráfico, iniciando no domínio do parâmetro Produtos / Serviços em direção ao domínio do parâmetro Mercado / Clientes / Competidores, enquanto que a seta que representa abordagem *technology push* parte do domínio do parâmetro Tecnologia para o parâmetro Produtos / Serviços.

2.5 PROCESSO DE OPERACIONALIZAÇÃO DO ROADMAPPING

Para MULLER (2005) um modo eficiente de criar ou atualizar o *roadmap* consiste em concentrar inteiramente neste objetivo, sendo que uma boa preparação das pessoas envolvidas é essencial para que estes dias se tornem produtivos. Assim, os primeiros dias devem ser dedicados a preparação do grupo, focando nas seções do *roadmap* relativas a mercado, produto e tecnologia, necessitando de um tempo para “digerir” o material apresentado e as discussões.

A seguir encontram-se apresentados três dos principais processos de aplicação de *product technology roadmapping* disponíveis na literatura.

2.5.1 Aplicação segundo PHAAL et al. (2001, 2004, 2006)

O procedimento de aplicação do *technology roadmapping*, chamado de *T-Plan*, é resultado de três anos de pesquisa aplicada, durante os quais foram desenvolvidos por PHAAL, FARRUKH e PROBERT mais de 20 *roadmaps* em colaboração com vários tipos de empresas em diversos setores.

O *T-Plan* é um guia prático para uma aplicação rápida ("fast start") do *technology roadmapping* que tem como objetivo auxiliar no principal desafio enfrentado pelas organizações: a geração do primeiro *roadmap*. Nesse intuito, o guia está focado na aplicação padrão do método para grandes indústrias. Embora os autores façam várias considerações sobre a possível adaptação do processo padrão para outros tipos de mapas, produtos (por exemplo, *software*) e portes de empresa (por exemplo, pequenas e médias), as informações fornecidas na literatura não são muito precisas sobre como fazer essas adaptações. O *T-Plan* é estruturado através de seminários, abrangendo desde o planejamento até a implementação de seus resultados.

A Figura 2.8 ilustra as etapas do processo, que compreende seis seminários (*workshops*): seminário de planejamento, de mercado, de produto, de tecnologia, de mapemanto e o seminário final de implementação. De maneira geral, o segundo, terceiro e quarto seminários representam as três camadas do *roadmap*, sendo que o último seminário busca representar as decisões tomadas. Todos os *workshops* ocorrem na presença do facilitador.

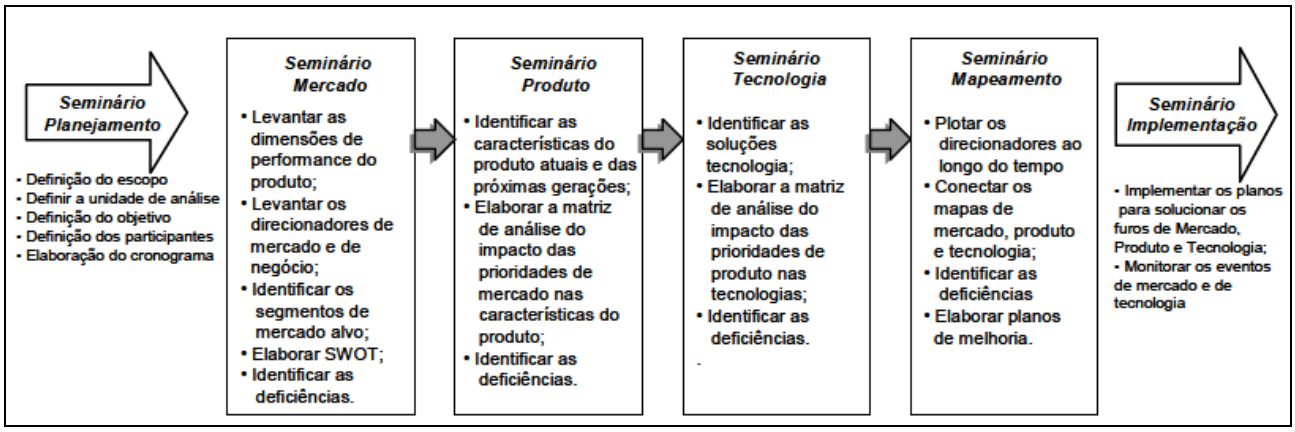


Figura 2.8 - Etapas para o desenvolvimento do *roadmapping* segundo PHAAL et al. (2001, 2004, 2006). Fonte: MATTOS NETO (2005).

2.5.2 Aplicação segundo ALBRIGHT e KAPPEL (2003)

O procedimento de aplicação do *technology roadmapping* descrito por ALBRIGHT e KAPPEL (2003) foi resultado de vários anos de experiência dentro da *Lucent Technologies*[2]. O processo deve ser organizado em quatro seminários: mercado, produto, tecnologia e geração do plano de ação e análise de risco. A Figura 2.9 apresenta uma visão geral do processo.

O seminário de mercado define os segmentos de mercado que a organização deseja atingir, em termos de tamanho, crescimento, necessidades dos consumidores e tendências. Além disso, o ambiente competitivo é detalhado, apresentando análises dos principais concorrentes, estratégias competitivas, participação nos segmentos-alvo, forças e fraquezas. No seminário de produto, as características avaliadas pelos consumidores no momento da compra são traduzidas em termos de características técnicas dos produtos

[2] ***Lucent Technologies* é uma empresa de telecomunicações norte-americana fundada em 1996.**

de forma mensurável. O seminário de tecnologia pode ser considerado o elemento principal do *technology roadmapping*, pois nele está condensada uma grande quantidade de informações. O último seminário desta seção tem o objetivo de sumarizar os resultados e de elaborar um plano de ação e um mapa com os riscos que devem ser monitorados. Por fim, o *product technology roadmap* gerado deve explicitar as ligações existentes entre as questões prioritárias para os consumidores e as áreas tecnológicas chaves para guiar o progresso dos produtos – e da própria organização – nessas questões. Portanto, as tecnologias apresentadas no *roadmap* mostram como as estratégias de produto e de negócio serão implementadas em termos tecnológicos.

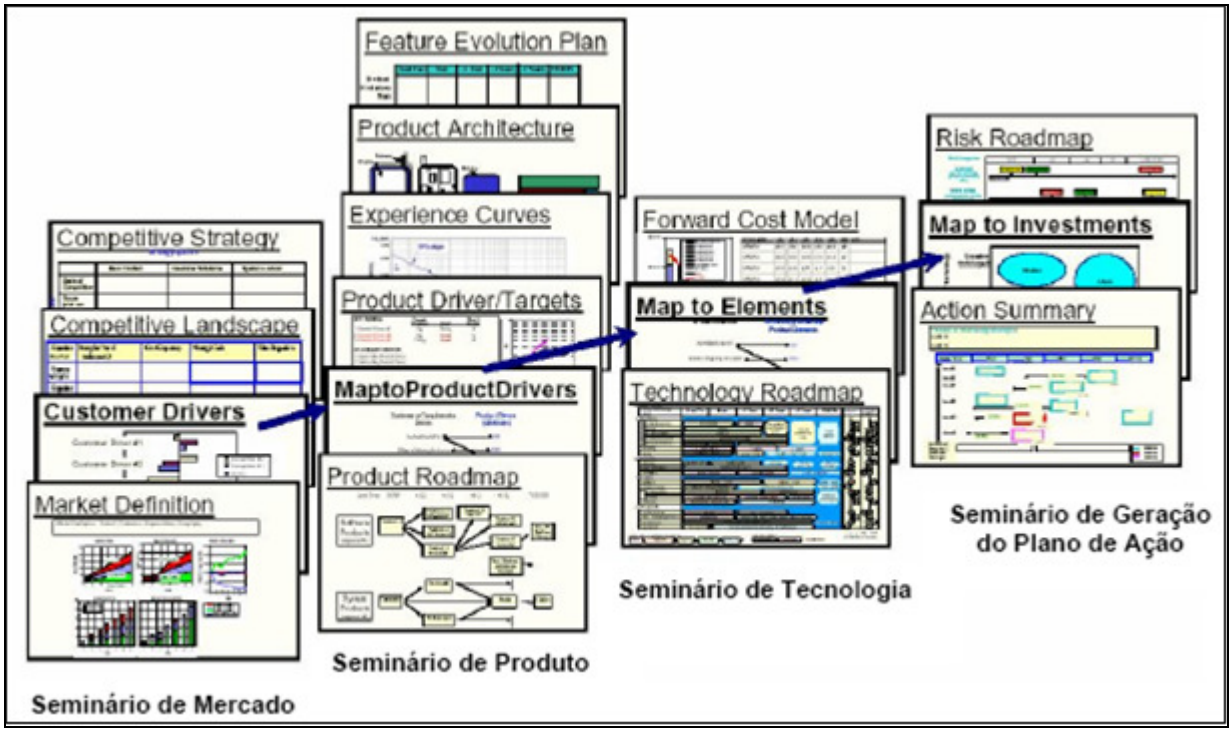


Figura 2.9 - Etapas para o desenvolvimento do *roadmapping* segundo ALBRIGHT e KAPPEL (2003). Fonte: MATTOS NETO (2005).

2.5.3 Aplicação segundo GARCIA e BRAY (1997)

O processo de *technology roadmapping* desenvolvido por GARCIA e BRAY (1997) envolve três fases: atividades preliminares, desenvolvimento do *roadmapping* e atividades de continuidade, conforme mostradas na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Fases do processo de aplicação do *technology roadmapping* segundo GARCIA e BRAY (1997). Fonte: Adaptado de GARCIA e BRAY (1997).

Fase I	**Atividade Preliminar (*Preliminary Activity*)** 1. Satisfação das condições essenciais 2. Fornecimento de liderança 3. Definição do escopo e vizinhanças para o *technology roadmapping*
Fase II	**Desenvolvimento do *roadmap* (*Development of the technology roadmap*)** 1. Identificação do "produto" que será foco do *roadmapping* 2. Identificação dos requerimentos críticos do sistema e seus alvos 3. Especificação das áreas tecnológicas majoritárias 4. Especificação das direções tecnológicas e seus alvos 5. Identificação das alternativas tecnológicas e suas linhas do tempo 6. Recomendação de alternativas tecnológicas que podem ser persuadidas 7. Criação do relatório de *tecnology roadmapping*
Fase III	**Atividade de continuidade (*Follow-up Activity*)** 1. Crítica e validação do *roadmap* 2. Desenvolvimento do plano de implementação 3. Revisão e atualização

Na primeira fase, os responsáveis pela tomada de decisões-chave devem perceber o problema que esta ferramenta pode ajudá-los a resolver. A fase de desenvolvimento do *technology roadmapping* envolve sete passos que são similares para os níveis corporativo

e industrial, porém a operacionalização do *roadmapping* industrial requer bem mais recursos e tempo. Na última fase, um grupo de pessoas maior do que o pequeno grupo envolvido no desenvolvimento do *roadmapping* critica, valida e aceita o *roadmap* delineado, que periodicamente deverá ser revisto e atualizado.

2.6 PROCESSO DE ADAPTAÇÃO DO ROADMAPPING

Cada aplicação do método tende a ser diferente dependendo dos seguintes fatores: as necessidades e os objetivos da organização; a estrutura do negócio; os sistemas, processos, procedimentos e ferramentas utilizados, bem como as informações existentes na organização; a área de aplicação; e os recursos disponíveis.

Em alguns casos sugere-se um piloto a fim de explorar o funcionamento do *technology roadmapping,* identificar potenciais elementos de adaptação, "vender" o método, gerar resultados parciais para conseguir comprometimento da alta direção e os recursos necessários para a implementação e identificar as lacunas existentes no conhecimento da corporação (PHAAL et al., 2001, 2004; MATTOS NETO, 2005).

A primeira questão para a implementação do processo de *roadmapping* é com relação ao desenvolvimento do *software*. Se o método for feito por uma pessoa em papel, torna-se difícil a atualização. De fato, a dificuldade de manter os *roadmaps* atualizados é um dos maiores obstáculos para o seu efetivo uso. Para resolver este problema, têm sido concentrados esforços na elaboração de técnicas gráficas computacionais, abrangendo informação a seus usuários e fornecendo estrutura aos seus desenvolvedores.

A segunda questão compreende a aplicação do *roadmapping* para adequar em cada ambiente particular, os chamados *customized roadmaps*. Uma das razões pelas

quais as corporações têm se esforçado para a aplicação do método é a existência de muitas formas específicas de *roadmaps*, geralmente feitos sob medida para atender às necessidades da corporação e seu contexto de negócio. Para LEE e PARK (2005), muitos estudos de processos de *roadmapping* nada mais são do que descrições (auto-relatos) das corporações.

Por meio de um levantamento de artigos recentemente publicados, foram encontrados diversos processos de adaptação do *technology roadmapping* para diferentes propósitos, sendo alguns destacados a seguir.

- DAIM e OLIVER (2008) publicaram um artigo descrevendo a construção de um *technology roadmapping* no setor de serviços de energia por meio do estudo de caso de uma agência governamental de transmissão de energia do noroeste dos Estados Unidos. Foram identificadas quatro áreas para desenvolver *roadmaps*: energia renovável, transmissão, eficiência de energia e energia hidroelétrica. Os autores esboçaram quatro passos do processo: estabelecimento dos objetivos da organização, estratégias e pesquisa do setor; desenvolvimento e implementação de um programa de treinamento demonstrando a efetividade desta ferramenta; coleta de dados e a criação de *roadmaps* em cada departamento (processo similar ao *T-Plan* desenvolvido); e revisão e ratificação periódicas dos documentos gerados.
- LEE, MOGI e KIM (2009) elaboraram um *technology roadmap* de energia (ETRM) na Coréia para os próximos 10 anos (partindo de 2006 até 2015) motivados pela inexistência deste tipo de *roadmap*, a necessidade dos formuladores de política pelo conhecimento do direcionamento do desenvolvimento das tecnologias de energia e pelo fato de que a economia coreana é facilmente afetada pelos preços do petróleo. A metodologia de

execução do *roadmapping* foi dividida em estágios: listagem das tecnologias de energia desenvolvidas na Coréia; análise das várias tecnologias baseada em fatores como potencial comercial, patentes e direitos; exame do estágio atual de P&D em energia utilizando a análise de cenário SWOT (sigla oriunda do idioma inglês, acrônimo de Forças (*Strengths*), Fraquezas (*Weaknesses*), Oportunidades (*Opportunities*) e Ameaças (*Threats*)); e construção do ETRM através da seleção dos três maiores setores tecnológicos.

- LI (2009) utilizou o método de estudo de caso baseado em dados qualitativos e quantitativos com a finalidade de explicar como ecossistema de negócios da Cisco tem sido utilizado com sucesso em estratégias de fusões e aquisições para crescimento corporativo. O *technology roadmap* dos ecossistemas de negócios da Cisco foi fundamentado em palavras-chave extraídas de patentes norte-americanas, entre o período de 1993 a 2005, sendo analisadas suas relações de freqüência por estatísticas.
- SUH e PARK (2009) propuseram um *technology roadmapping* para a indústria de serviços usando um mapa de patentes (método de visualização tridimensional e ferramenta de análise baseada em palavras-chave), que contribui para avaliar as tecnologias emergentes para serviços. A metodologia utilizada envolveu os seguintes passos: construir o mapa de patentes com palavras-chave das tecnologias de serviço e a lista de serviços oferecidos por meio da cooperação com especialistas na indústria de serviços; avaliar a prioridade das tecnologias atribuindo valores às tecnologias no mapa de patentes; e construir o *technology roadmap* utilizando as tecnologias prioritárias.
- LEE e colaboradores (2009) também sugerem a análise de patentes para realizar um *roadmapping* impulsionado pela tecnologia, ou seja, o processo que se inicia a partir da

análise de capacidade (aptidão) para o planejamento tecnológico e termina com a análise da oportunidade de negócio para planejamento mercadológico. Eles propuseram o uso de dados de patentes como uma medida próxima da capacidade tecnológica, pois as patentes são consideradas como ampla fonte de conhecimento técnico e comercial acerca do progresso técnico. A objetividade e a confiabilidade do método, que são baseadas na opinião de especialistas, podem ser aumentadas através da integração da análise de patentes ao *roadmapping*, uma vez que a análise de patentes ajuda a extrair mais informação estratégica para auxiliar na tomada de decisão.

- HINKEBEIN e PRICE (2005) apresentaram um *roadmap* para dessalinização e purificação de água, cujo objetivo principal é identificar áreas de pesquisa que possam resultar em tecnologias revolucionárias mais baratas de dessalinização e purificação de água e o objetivo secundário é identificar pesquisas que possam solucionar as deficiências das tecnologias atuais. A estrutura proposta para o desenvolvimento deste *roadmap* possui cinco passos: identificação de necessidades (exame dos desafios das diversas regiões geográficas dos Estados Unidos); criação de objetivos críticos para cada necessidade; criação de métricas (quantificação) para cada objetivo; identificação de áreas tecnológicas que oferecem melhores chances de encontrar necessidades futuras, objetivos críticos e métricas; e identificação das áreas de pesquisa e avanços tecnológicos que poderiam alcançar os objetivos.
- KIM e outros (2009) desenvolveram um *technology roadmap* para a indústria de construção, no qual as necessidades por tecnologias de construção futuras foram organizadas através de esforços de pesquisas interdisciplinares. O processo de construção do *roadmap* foi estruturado no levantamento das condições ambientais:

fatores sócio-econômicos (por exemplo, globalização, questões ambientais e energéticas), tendências tecnológicas (por meio de análises de artigos científicos e de patentes) e identificação das necessidades de mercado (através de pesquisa baseada em questionários e opinião de especialistas).

Portanto, conforme menciona PHAAL et al. (2004), para que a aplicação do *roadmapping* seja eficiente torna-se essencial a sua adaptação às circunstâncias específicas de cada organização.

2.7 DESAFIOS E FATORES DETERMINANTES PARA O SUCESSO NA IMPLEMENTAÇÃO DO ROADMAPPING

Segundo PHAAL et al. (2001), as organizações normalmente enfrentam duas questões desafiadoras na aplicação do *technology roadmapping*:

- Como iniciar o processo pela primeira vez?
- Como manter o processo ativo?

A primeira dúvida naturalmente ocorre pois o *technology roadmapping* precisa ser adaptado para a realidade e a necessidade da organização, o que nem sempre é trivial. A segunda dúvida se refere a capacidade de manter o processo "vivo" dentro da organização, o que se torna possível através das revisões periódicas do *roadmap*, de maneira a ampliar a sua extensão para outras áreas de negócio e integrando com os *roadmaps* gerados.

Na execução do *roadmapping* a etapa mais importante consiste na seleção dos assuntos mais relevantes (MULLER, 2005). A seleção da melhor tecnologia dentre as opções disponíveis deve levar em conta a avaliação de custo, benefício e risco, assim

como também envolver a escolha de visões mais adequadas baseadas nos ambientes tecnológico, organizacional e mercadológico (SHEHABUDDEEN et al., 2006).

Ainda segundo MULLER (2005), o sucesso pode ser alcançado se forem preenchidos os seguintes requisitos: os assuntos devem ser reconhecidos por todas as partes envolvidas; deve haver clareza de posicionamento no tempo levando em conta incertezas na visualização; os eventos principais possíveis devem ser apresentados; e deve haver quantidade limitada de informação para manutenção da revisão.

ALBRIGHT e KAPPEL (2003) defendem três fatores de sucesso: clara necessidade do negócio, envolvimento das pessoas certas e compromisso da alta direção. É essencial a presença de facilitadores com *expertise* na condução dos seminários e na geração dos *roadmaps,* evitando assim, perda de tempo e recursos inerentes ao processo de tentativa e erro.

Enfim, entre outros fatores, para que as organizações alcancem sucesso torna-se necessário que elas estejam aptas a identificar e validar novas oportunidades, comunicar planos de desenvolvimento de novos produtos às partes envolvidas e estabelecer acesso em tempo-real a planos de desenvolvimento de produtos.

2.8 TENDÊNCIAS DE EVOLUÇÃO DO ROADMAPPING

Observam-se na literatura algumas tendências de evolução do *technology roadmapping* desenvolvidas pelas grandes corporações a fim de melhor identificar as novas oportunidades de inovação, entre outros objetivos. A seguir encontram-se descritas algumas destas tendências verificadas a partir da década de 90.

a) Sistemas informatizados de *technology roadmaps*

Muitas grandes empresas desenvolvem seus *softwares* para gerenciamento dos *roadmappings* devido às inúmeras vantagens proporcionadas. A Motorola reuniu os seus *roadmappings* num *software* que possibilita o recebimento simultâneo de notificações quando ocorrem mudanças nos *roadmaps*. O compartilhamento dos mapas com fornecedores, clientes e parceiros capacita o alinhamento de esforços conjuntos. Assim, a Motorola aumentou sua visibilidade nas tecnologias emergentes e nas tendências de mercado para a tomada de decisões. A digitalização permitiu a Motorola uma melhor relação entre programas e projetos através da corporação, flexibilidade na construção de *roadmaps* e identificação de projetos duplicados nas divisões da empresa (RICHEY; GRINNELL, 2004). A Figura 2.10 mostra essa evolução desde o papel até a criação *on line*.

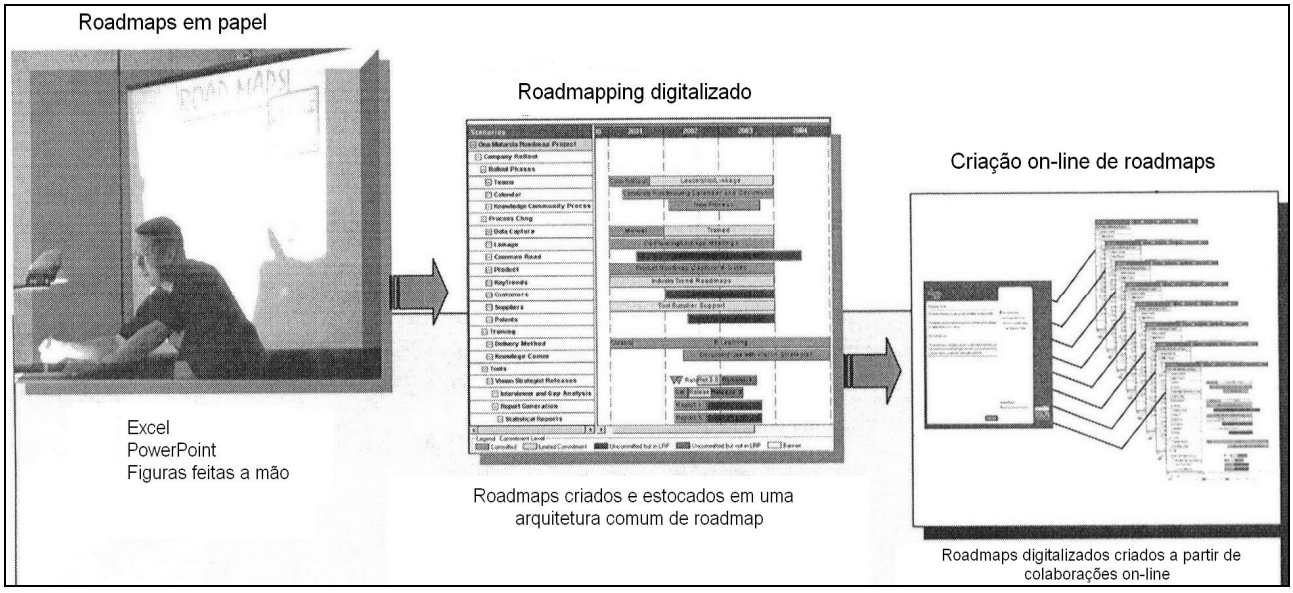


Figura 2.10 - Evolução da produção de *roadmaps* na Motorola desde o papel até a criação *on line*. Fonte: Adaptado de RICHEY; GRINNELL (2004).

b) *Roadmaps* como direcionadores de inovação virtual

RINNE (2004) cita que os *technology roadmaps* têm sido usados como direcionadores da inovação, uma vez que naturalmente eles encorajam a vislumbrar tecnologias e produtos. Inovar além da próxima geração requer inovação virtual. A inovação virtual procura inovar sem a concretização de produtos e protótipos tangíveis, que são custosos para criar.

c) Medição do valor do *roadmap*

A melhor medida do *roadmap* é o valor creditado pela sociedade, por uma indústria ou pelas partes interessadas da corporação através da execução do plano, mas o tempo perdido é geralmente muito longo e muitos fatores durante a implementação do plano podem influenciar os resultados. Um sistema de pontuação proposto é a captura das percepções da equipe envolvida no processo e/ou do facilitador. A cada seção maior do *roadmapping* é valorada sua importância numa escala de peso relativo, sendo que em cada seção os tópicos inviduais também recebem pesos. Este sistema pode ser usado para trilhar atualizações periódicas, assim como adquirir confiança no plano desenvolvido ou reconhecimento da necessidade do redirecionamento (ALBRIGHT, 2007).

RINNE (2004) propõe a construção de *technology landscapes* (Figura 2.11) que relacionam as medidas de valor da tecnologia, sendo que a altura do *landscape* corresponde a sua rentabilidade ou o seu valor. O valor pode estar associado a fatores como o tamanho de mercado, potencial criativo da tecnologia, facilidade de operacionalização, ou valor de produtos ou tecnologias alternativas.

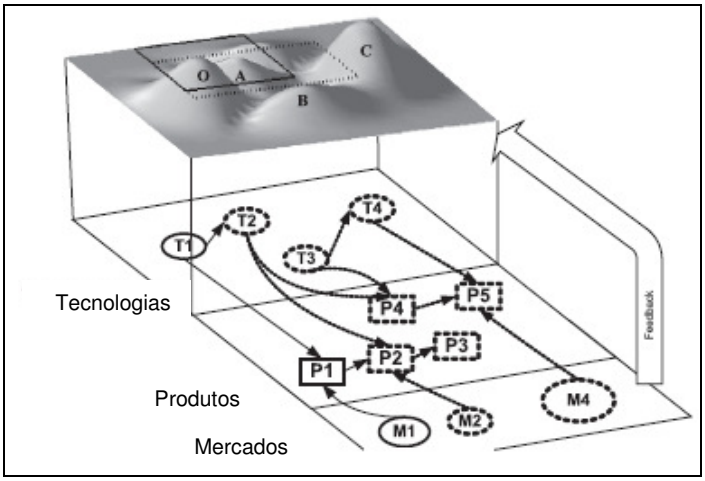


Figura 2.11 - *Technology landscape* como uma medida para o *technology roadmap*. Fonte: Adaptado de RINNE (2004).

2.9 BENEFÍCIOS E VANTAGENS DO ROADMAPPING

As organizações que usam o *technology roadmapping* como um processo de planejamento estratégico se beneficiam das seguintes possibilidades:

- Produzir maior alinhamento entre Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e iniciativas de desenvolvimento de produto.
- Clarificar as visões estratégicas, resultando em tomada de decisão melhor informada.
- Gerenciar dados, planos de produto e objetivos em alto nível.
- Fazer interagir mercados, produtos, tecnologias, clientes e fornecedores.
- Capacitar a descoberta de re-uso da tecnologia e oportunidades de sinergismo.
- Revelar lacunas, desafios e incertezas em relação a produto, tecnologia e planos de capacitação.
- Revelar fraquezas de estratégia a longo prazo antes que se tornem críticas.

- Comunicar e prover visibilidade na direção de programa estratégico em torno da organização.
- Habilitar crescimento de portfólio de produto em linha com demandas corporativas e de mercado.
- Prover direcionamento para projetar grupos de pessoas e capacitá-las a visualizar rapidamente mudanças em eventos ou direções estratégicas.

Para PHAAL et al. (2004) os principais benefícios do método são: facilitar a visualização das lacunas no processo de planejamento, alinhando metas futuras e atividades presentes na organização; e promover a integração entre as áreas funcionais do negócio, através de comunicação, compartilhamento de informações e visualização dos mapas estratégicos (*roadmaps*).

2.10 USOS DO ROADMAPPING

O grande número de contextos estratégicos ao qual o *technology roadmapping* se aplica torna a abordagem bastante flexível. Sua implementação pode variar em termos de diversas dimensões como a natureza da organização, suas metas, processos e procedimentos existentes, além de informações e recursos disponíveis. Assim, para que a aplicação do *roadmapping* seja eficiente, torna-se essencial a sua adaptação a cada contexto (PHAAL et al., 2004).

Existem muitas aplicações para os *roadmappings*, desde pesquisas científicas de ciência e tecnologia, previsão para políticas governamentais ou para determinado setor industrial, até estudos da evolução de produtos ou tecnologias. A literatura técnica apresenta exemplos de sucesso de desenvolvimento e aplicação de *roadmaps* em

diversas áreas da ciência, tecnologia e indústria. Apesar do método possuir um grande espectro de aplicações, este tem sido vastamente adotado na indústria.

Embora o planejamento no âmbito organizacional seja a principal forma do método explorada na literatura, as possibilidades de aplicação do *technology roadmapping* não ficam restritas a um único negócio. É possível utilizar a estrutura de trabalho para visualizar o futuro de setores industriais como um todo (tendências) ou até mesmo as expectativas de evolução tecnológica em uma perspectiva organizacional (KAPPEL, 2001; PHAAL et al., 2004).

Algumas vezes o *roadmapping* pode servir para promover a comunicação entre consumidores e fornecedores. *Roadmaps* auxiliam no foco de processos de planejamento de uma corporação no futuro e fornecem informação consistente acerca do portfólio para ajudar a tomada de decisão (LEE; PARK, 2005).

O uso do *roadmapping* como ferramenta de prospecção tecnológica tende a se expandir, tendo em vista o crescimento recente de publicações e a vantagem que a execução deste método permite também empregar outras ferramentas rotineiramente utilizadas para atingir uma abordagem que é diferencial dos outros métodos: **alinhar produto, mercado e tecnologia em dado horizonte temporal**. PARK (2007) sintetizou isto graficamente (Figura 2.12). O *roadmap* exemplificado contém taxionomia usada em estrutura de sistema de inovação, com camadas referentes a visão, tendências/*drivers*, mercado, produto e recursos tecnológicos. Pode-se observar que o *roadmapping* pode envolver o uso de: Delphi/painéis de especialistas, *brainstorming*, análise de impacto, as cinco forças de Porter, inteligência competitiva, cenários e portfólio. Por exemplo, os

cenários podem ser empregados para definir as camadas de visão, mercado, produto e tecnologia. Para a elaboração da visão pode ser também utilizado o *brainstorming*.

Confirmando esta tendência de combinação de métodos, o levantamento de cerca de 1650 trabalhos de mapeamento e prospecção tecnológica do mundo inteiro realizado por POPPER et al. (2007) mostrou que, embora o *technology roadmapping* não seja tão usado quanto outras ferramentas (revisão da literatura, painéis de especialistas e cenários), ele é amplamente combinado com painéis de especialistas e revisão da literatura e freqüentemente combinado com tecnologias-chave e *workshops*.

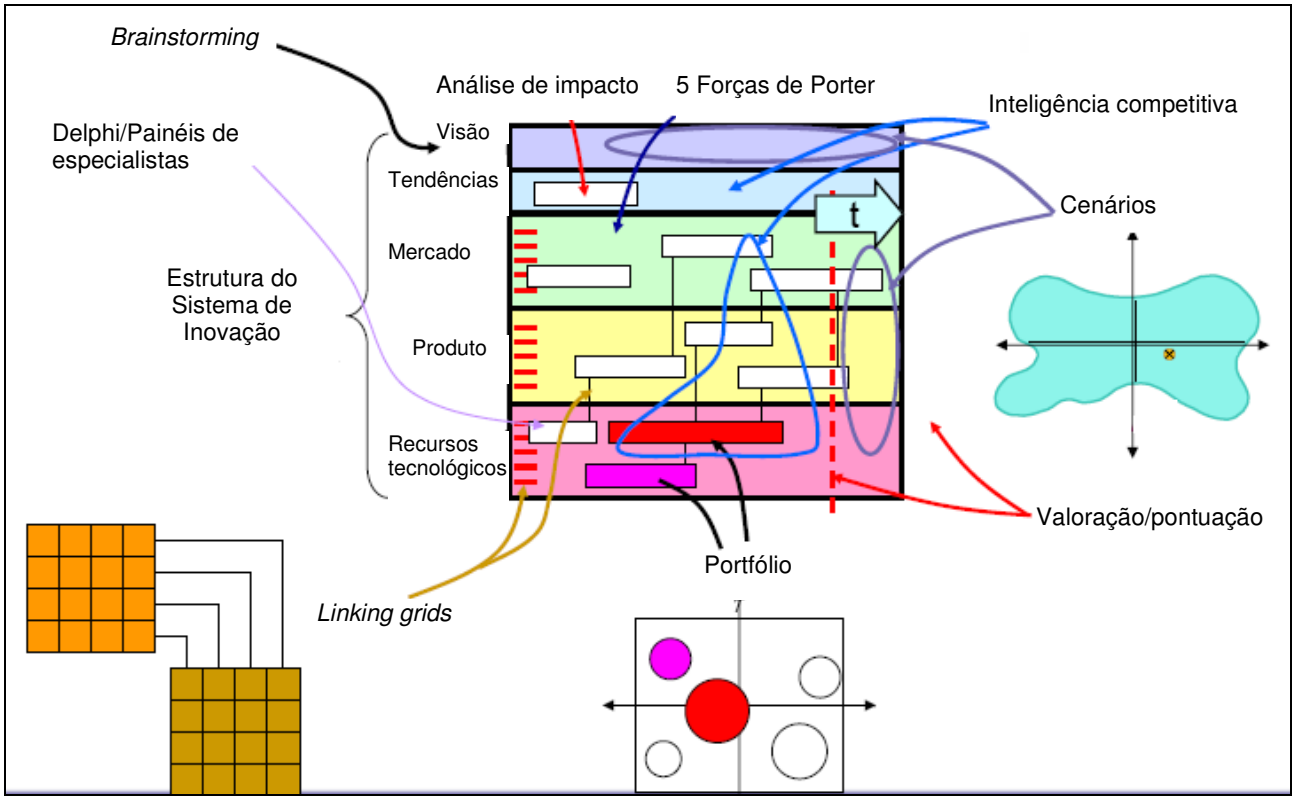


Figura 2.12 - *Roadmap* pode ser resultado de associação com outras ferramentas de prospecção tecnológica. Fonte: Adaptado de PARK et al. (2007).

2.10.1 Exemplos de aplicação do roadmapping

Inicialmente, o método era utilizado apenas por empresas, tinha enfoque tecnológico e continha um forte componente confidencial. Com a divulgação do uso, os *roadmaps* foram se diversificando e vários foram divulgados. PHAAL (2008) conseguiu listar cerca de 1300 *roadmaps* de domínio público em língua inglesa encontrados na *internet* cobrindo os mais variados campos da ciência, tecnologia e indústria (assunto que será tratado na seção seguinte). Além dos *roadmaps* listados nesta publicação, foram encontrados outros exemplos concretos de aplicação do método, que são abordados durante esta subseção.

O *technology roadmapping* é uma das ferramentas-chave utilizadas no processo de gerenciamento tecnológico da General Motors, organizando o portfólio de projetos avançados, eliminando duplicação de projetos, melhorando a comunicação e a qualidade de diálogo em projetos. O cenário de crescente taxa de mudança da tecnologia, regulamentações governamentais complexas e extremas pressões competitivas na indústria automobilística, levam a General Motors a acreditar que esta ferramenta é vital para melhorar a eficiência e sucesso de mercado (GROSSMAN, 2004).

Um importante aspecto do processo de planejamento estratégico consiste no acúmulo e partilha de informação em relação a clientes e fornecedores. A Motorola utiliza como estratégia de planejamento os chamados *collaborative roadmaps* reunidos em uma biblioteca. Estes *roadmaps* incluem necessidades de consumidores, informações de fornecedores, assim como inteligência competitiva, capturando todo o ambiente de negócio em torno das estratégias da corporação, aumentando o potencial para

comunicação, análise de dados e formulação de decisões de negócio mais precisas (RICHEY; GRINNELL, 2004).

O Instituto Coreano de Planejamento e Avaliação da Ciência e Tecnologia publicou em 2002 o *technology roadmapping* nacional que sugere visões da competitividade do setor industrial de seu país durante os próximos 10 anos, através de análises dos ambientes industrial e tecnológico (KOREA INSTITUTE, 2002).

A Universidade de *Bradford* (Reino Unido) divulgou em 2007 um *roadmap* da indústria de polímeros relacionado aos processos de medição, cujo objetivo foi padronizar as visões a curto prazo (10 anos) do desenvolvimento das técnicas de monitoramento que podem beneficiar a indústria de polímeros (UNIVERSITY OF BRADFORD, 2007).

Em Portugal, na Universidade Nova de Lisboa, SILVA e AFONSO (2009) elaboraram o *roadmap* para as tecnologias fotovoltaicas por meio do acompanhamento do desenvolvimento desta energia desde a sua origem, com o intuito de prever a sua evolução no mercado e de alertar para a necessidade da continuidade das suas atividades de pesquisa e desenvolvimento.

O processo tem sido amplamente estudado e aplicado em governos (sobretudo o governo dos Estados Unidos) e importantes universidades e corporações no exterior, mas ainda pouco difundido no Brasil. OLIVEIRA e FLEURY (2009) publicaram um recente levantamento de pesquisas desenvolvidas no Brasil relacionadas ao método *technology roadmapping* realizado em 18 fontes de pesquisa abrangendo eventos (por exemplo, “Encontro de Estudos em Estratégia”, “Encontro Nacional de Engenharia de Produção” e “Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica”), periódicos (por exemplo, “Revista Gestão e Produção”, “Pesquisa FAPESP”, “*Product: Management & Development”* e

"Revista Brasileira de Inovação") e banco de dados (Plataforma *Lattes* do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq) utilizando as palavras-chave: *road map, roadmap, technology roadmap, roadmapping, technology roadmapping, TRM, T-Plan*, Phaal e Probert. Foram encontrados somente 3 trabalhos em eventos e periódicos, sendo publicados entre os anos 2004 e 2008. A busca realizada na Plataforma Lattes forneceu mais resultados (24 registros), sendo identificados capítulos de livro, estudos da Federação das Indústrias do Estado do Paraná (FIEP), além de trabalhos de pesquisa realizados ou em andamento nas instituições brasileiras.

Com relação aos trabalhos de pesquisa em instituições brasileiras são mencionados 5 da Universidade Federal de Minas Gerais, 1 da Universidade Federal do Paraná, 1 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2 da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1 da Universidade Federal de Santa Catarina, 3 da Universidade de São Paulo, 1 da Universidade Estadual de Campinas, 1 do Instituto Tecnológico da Aeronáutica, 1 do Instituto Nacional de Tecnologia, 1 da Universidade Federal de São Carlos e 1 do CNPq. Entre estes se encontram a presente Tese de Doutorado (na ocasião em fase de andamento) e referências usadas nesta Tese: DRUMMOND (2005) e MATTOS NETO (2005).

Através dos títulos de todas as publicações de pesquisas listadas em OLIVEIRA e FLEURY (2009) foi possível verificar que, além da utilização do método para adesivos e selantes realizada neste trabalho, há aplicações do *roadmapping* em *internet* móvel, indústria de bens de capital, articulação entre o portfólio de projetos de produtos e a estratégia empresarial, *spin-off* acadêmico, varejo supermercadista, indústria petrolífera,

desenvolvimento de produtos, agroindústria canavieira do estado de São Paulo e oportunidades para a aplicação da nanotecnologia ao setor aeroespacial.

Os estudos efetuados no Brasil relacionados a esta ferramenta não estão restritos aos apontados no levantamento de OLIVEIRA e FLEURY (2009). A seguir são comentados dois outros estudos encontrados durante a fase de pesquisa bibliográfica da presente Tese:

- MERQUIOR (2006) em seu artigo "Gestão de inovações e tecnologia: *roadmap* de tecnologia" visa contribuir para o aprimoramento dos processos de planejamento e gestão de Ciência e Tecnologia (C&T) no Exército Brasileiro. Para tal, é realizada uma revisão bibliográfica do *roadmapping* apresentando e comparando os métodos de GROENVELD (1997), GARCIA e BRAY (1997), PHAAL e colaboradores (2004), LEE e PARK (2005) e REINO UNIDO (2006). O autor considera excelente o procedimento descrito por GARCIA e BRAY (1997) para iniciar um trabalho de planejamento tecnológico e conclui que a aplicação do processo seria eficaz para diminuir a lacuna existente de comunicação entre a área bélica e a área técnica do Exército, nivelando o conhecimento entre seus integrantes.

- ANDRADE e outros (2007) objetivam analisar o processo de implementação do *technology roadmapping* em uma empresa do setor automobilístico. A metodologia utilizada foi o estudo de caso e as informações foram obtidas através de observação e entrevistas estruturadas. As etapas de aplicação foram: contratação de uma empresa de consultoria especializada em gestão da inovação; identificação das pessoas-chave internas e externas à empresa para participação no processo; realização de três *workshops* para identificação das principais tendências no mercado em um horizonte de

cinco anos; realização de entrevistas com clientes externos para validação de tais tendências e possível agregação de outras; realização de quatro *workshops* com especialistas internos para desdobramento das tendências de mercado em produtos/serviços; realização de três *workshops* para identificação das tecnologias necessárias a suportarem os produtos/serviços; validação da versão final do *roadmap*; e formação da rede de especialistas externos a suportarem a sua execução. O trabalho teve duração de 8 meses e os benefícios da ferramenta percebidos foram o planejamento mais consistente, a alocação otimizada de recursos e o aumento da vantagem competitiva da organização.

2.10.1.1 Exemplos de sucesso

O *technology roadmapping* foi originalmente desenvolvido na Motorola nos anos 70 para melhorar o alinhamento entre tecnologia e desenvolvimento de produto (WILLYARD; MCCLESS, 1987). Desde então, tem sido vastamente adotado por organizações de diferentes setores em torno do mundo, a níveis empresarial, setorial e nacional. Em 2000, um estudo realizado com aproximadamente 2.000 indústrias do Reino Unido mostrou que cerca de 10% das empresas (sobretudo as grandes) aplicaram a abordagem do *roadmapping*, sendo que aproximadamente 80% usaram mais de uma vez ou usaram de forma contínua (PHAAL et al., 2001), ou seja, estas empresas perceberam os benefícios gerados pelo método já na sua primeira aplicação.

A **Motorola** continua ainda a desenvolver com sucesso o processo, possuindo atualmente dezenas de milhares de *roadmaps,* que têm alimentando a estratégia da empresa e as práticas de inovação. Uma vez que os documentos físicos foram se

tornando complexos para se gerenciar, necessita-se de um *software* para reunir seus diferentes tipos e contextos de *roadmaps*. A companhia relatou uma economia de mais de US$ 100 milhões por meio da consolidação de projetos de planejamento estratégico das várias unidades de negócio (ALIGNENT, 2010).

Um marco na evolução do método foi a sua adoção pela **indústria de semicondutores**, sendo o primeiro *roadmap* a nível setorial, publicado em 1992. Ele foi bastante influente, definindo a visão da indústria e estabelecendo um *benchmark* para o desenvolvimento tecnológico, acelerando a inovação no setor de semicondutores. Diferentemente dos *roadmaps* de empresas, que normalmente são confidenciais, o *International Technology Roadmap for Semiconductors* pertence ao domínio público (disponível na *internet*), é atualizado a cada dois anos e no momento a sua última versão é de 2009 (ITRS, 2009).

No entanto, a disseminação da aplicação do método a nível setorial foi promovida pelo ***US Department of Energy***, que financiou uma série de *roadmaps* em diferentes indústrias. Os *technology roadmaps* participam atualmente das ações de planejamento do referido departamento. Em seu *site* são encontrados *roadmaps* de bioenergia e bioprodutos, células combustíveis, hidrogênio, alumínio, produtos químicos, vidro, metais fundidos, aço, materiais, combustíveis, petróleo, energia elétrica e eletroquímica e veículos, entre outros (US DEPARTMENT OF ENERGY, 2010).

O **programa *Foresight Vehicle*** é mais exemplo de sucesso do método. Organizado pela sociedade dos fabricantes e comerciantes de motores (SMMT) do Reino Unido, o programa já existe há mais de dez anos, fornecendo um enfoque nacional para o desenvolvimento tecnológico no setor automóvel no Reino Unido. A partir de 2004, mais

de 100 projetos individuais foram gerados, abrangendo uma vasta gama de processos de fabricação e conceitos de produto. O *Foresight Vehicle Technology Roadmap* tem sido amplamente divulgado e tornou-se uma referência fundamental dentro do setor automotivo do Reino Unido e internacionalmente. O sucesso do primeiro *roadmap* é demonstrado pelo fato de que a SMMT encomendou uma atualização em 2004 (segunda versão) e vem sendo planejada uma terceira versão (FORESIGHT VEHICLE, 2004; PHAAL; PROBERT, 2009).

O **Ministério Holandês dos Assuntos Econômicos** patrocinou um estudo sobre a eficácia das iniciativas de *roadmapping* em torno do mundo, com o objetivo de avaliar como este método sustentaria sistemas e políticas de inovação nacionais da Holanda. O estudo analisou um total de 78 iniciativas de *roadmapping*, principalmente na Europa, Estados Unidos, Canadá e Japão, de onde foram identificadas "boas práticas" em planejamento, implementação e atividades de continuidade. O trabalho conclui que o método é uma ferramenta poderosa para criar consenso (LAAT; MCKIBBIN, 2003).

Destaca-se como caso brasileiro de sucesso a série de *roadmappings* do projeto "**Rotas Estratégicas para o futuro da Indústria Paranaense**" (SENAI/PR, 2007; 2008).

O projeto Rotas Estratégicas foi concebido em 2006 pelo Sistema FIEP (Federação das Indústrias do Estado do Paraná), com o intuito de elaborar mapas de trajetórias a serem percorridas para materializar, num horizonte de 10 anos, o potencial percebido por cada um dos domínios apontados como altamente promissores para o Paraná. O projeto, que foi elaborado e implementado pelo Observatório de Prospecção e Difusão de Tecnologia do SENAI (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial) do Paraná, conta

com o apoio do SENAI/DN e com a colaboração técnica da Fundação OPTI, da Espanha, que é referência em prospectiva tecnológica industrial na Europa.

O projeto se caracterizou pelo enfoque multissetorial, a abrangência estadual e a abordagem participativa. Já os objetivos específicos do projeto foram: esboçar visões de futuro para cada um dos setores e áreas selecionados; elaborar uma agenda convergente de ações para concentrar esforços e investimentos; identificar tecnologias-chave para a indústria do Paraná; e elaborar mapas com as trajetórias possíveis e desejáveis para cada um dos setores/áreas estratégicos.

O projeto Rotas Estratégicas em sua primeira fase (período 2006 – 2007) desenhou os setores/áreas: Indústria Agroalimentar; Produtos de Consumo; Biotecnologia Agrícola e Florestal; Biotecnologia Animal e Microtecnologia. Posteriormente, foi dada a continuidade em uma segunda fase (período 2007 – 2008), sendo contemplando os setores/áreas: Energia; Papel e Celulose; Metal Mecânico; Plástico; Saúde; Turismo; e Meio Ambiente.

Todos os *roadmappings* do projeto foram executados segundo uma mesma metodologia de trabalho que envolveu 4 etapas:

- Etapa 1 - Estudos preparatórios: Foram elaborados levantamentos da situação atual de cada um dos setores/áreas trabalhados (em termos de número de empresas, empregados, produção, porte das empresas, principais produtos de exportação e indicadores científicos e tecnológicos) e estudos sobre tendências tecnológicas que poderiam impactar os temas/setores objetos dos *roadmappings*.
- Etapa 2 – Organização: Os trabalhos foram planejados de forma que as etapas do método fossem cumpridas no decorrer de dois encontros, com duração de 6 horas

cada, utilizando a técnica “Painel de Especialistas” para cada tema selecionado. Os especialistas foram selecionados por sua experiência prática industrial, seu conhecimento técnico, relevância de sua pesquisa científica, ação empreendedora ou capacidade de pensar o futuro do setor estudado.

- Etapa 3 – Condução: Foram realizadas as seguintes atividades: *brainstorming* sobre a situação atual (exame da realidade do setor/área a fim de estar bem claro qual é o ponto de partida), visões de futuro (estabelecimento dos objetivos a serem alcançados em um horizonte de 10 anos), desafios (entendimento compartilhado sobre o que pode impedir o desenvolvimento desejado), identificação dos fatores críticos de sucesso (consenso sobre os fatores críticos para o sucesso no processo de concretização das visões), soluções e ações (proposição de ações a serem desenvolvidas para se alcançar as visões de futuro) e agentes envolvidos (seleção dos agentes envolvidos que precisam ser partícipes do processo para viabilizar e acelerar as estratégias de implantação das ações). A dinâmica das reuniões foi marcada pela organização dos especialistas em grupos mantidos fixos durante todo o processo. Cada grupo elegia um porta-voz para apresentar suas reflexões e negociar o consenso necessário à aceitação das propostas em cada etapa.
- Etapa 4 – Consolidação dos Resultados: Esta etapa foi consagrada à sistematização final de todos os materiais gerados durante o processo. Os *roadmaps* esboçados durante os encontros foram finalizados e validados pelos participantes e as informações consolidadas deram origem a relatórios técnicos.

Para cada visão foi gerado um *roadmap* contendo as ações propostas. Cada *roadmap* se apresenta em forma de camadas múltiplas, sendo que cada camada se

refere a um fator crítico identificado, e o horizonte temporal foi dividido em três períodos. Por exemplo, no *roadmapping* de plásticos, o painel de especialistas elaborou e validou um conjunto de quatro visões: Setor articulado e forte; Excelência na formação de talentos; Provedor de soluções limpas e inovadoras; e Pólo de competitividade em plásticos. Para cada uma destas visões foram identificados desafios a serem vencidos, fatores críticos de sucesso e ações a serem implementadas em curto, médio e longo prazo, de forma a alcançar o futuro desejado para a indústria paranaense do setor de plásticos. O Observatório de Prospecção e Difusão de Tecnologia do SENAI/PR também identificou tecnologias correlacionadas que devem ser desenvolvidas ou incorporadas ao longo dos anos, para que as visões possam ser alcançadas com sucesso.

SKROBOT e demais pesquisadores (2008) do SENAI publicaram um trabalho no qual apresentaram o citado projeto Rotas Estratégicas e apontaram pontos positivos da metodologia, como a participação de especialistas de diversos setores (academia, indústria e governo) contribuindo para a geração de ações concretas no futuro, e pontos em comum entre os setores estudados (preocupação com os critérios de sustentabilidade na produção e nos resíduos gerados e com a educação básica e profissional dos trabalhadores). Os autores ressaltaram que a divulgação dos relatórios setoriais para a comunidade paranaense foi um sucesso e que atores de diferentes tipos de instituições se interessaram em aplicar a metodologia em suas atividades de planejamento.

2.11 PANORAMA DOS ROADMAPS ENCONTRADOS NA LITERATURA, DESTACANDO OS QUE SÃO RELACIONADOS À ÁREA QUÍMICA

A literatura técnica apresenta outros exemplos de sucesso de desenvolvimento e aplicação de *roadmaps* em diversas áreas. O *Institute for Manufacturing* da *University of Cambridge*, Inglaterra, relaciona diversos trabalhos publicados na literatura, *links* na *internet* sobre o *technology roadmapping*, bem como uma lista com *roadmaps* em domínio público que é abordada a seguir (IFM, 2010).

Este panorama foi elaborado a partir do levantamento realizado por PHAAL (2008) que identificou cerca de 1300 *roadmaps* de domínio público encontrados na *internet*, em língua inglesa, cobrindo os mais variados campos da ciência, tecnologia e indústria, agrupando-os em 18 grandes áreas.

Tomando por base este documento, foi realizada uma contagem dos *roadmaps* mencionados em cada uma dessas grandes áreas. A utilização da ferramenta *technology roadmapping* para cada grande área pode ser observada na Tabela 2.2.

Verifica-se que a área que concentra o maior número de *roadmaps* é Tecnologia da Informação e Comunicação com cerca de 23%, em segundo lugar a área da Indústria em Geral com aproximadamente 13% e em terceiro lugar empatam as áreas Indústria de Energia e Política/Governo/Sociedade com 11%. A área Química (em negrito) possui uma representatividade de 1,5% dos *roadmaps* listados.

Tabela 2.2 – *Roadmap*s de domínio público selecionados por PHAAL (2008): número e porcentagem por grande área. Fonte: Elaboração própria a partir de PHAAL (2008).

Área	Número de *Roadmaps*	%
Tecnologia da Informação e Comunicação	293	23,4
Indústria em Geral	160	12,8
Política/Governo/Sociedade	142	11,4
Indústria de Energia	140	11,2
Materiais	67	5,4
Cuidados com a Saúde	64	5,1
Ciências da Vida	59	4,7
Indústria Eletrônica	58	4,6
Indústria da Defesa	44	3,5
Ciências da Terra	43	3,4
Indústria Automotiva/Transporte	42	3,4
Aeroespacial	39	3,1
Física	23	1,8
Indústria de Construção	22	1,8
Química (e Indústria de Processos Químicos)	**19**	**1,5**
Astronomia	16	1,3
Indústria de Manufatura/Operações	12	1,0
Ciência Geral	7	0,6
TOTAL	**1250**	**100,0**

Um exemplo de levantamento de características dos *roadmaps* aplicados a uma área específica seria o da área Química (marcada na Tabela em negrito). Inicialmente, os 19 *roadmaps* classificados nesta área (1,5% do total) por PHAAL foram analisados e deles extraídas as seguintes informações:

- A grande maioria destes *roadmaps* adota o formato de texto. Alguns documentos possuem somente texto, enquanto que outros contêm além do texto representações

em forma de barras, camadas múltiplas, tabelas, fluxograma e/ou gráficos. Por exemplo, o *roadmap* sobre a visão tecnológica da indústria química norte-americana para 2020 somente utiliza o recurso de texto, enquanto que o *roadmap* voltado para catálises e suas tecnologias relacionadas utiliza o texto e o recurso do gráfico de barras para cada grupo (petróleo / energia, produtos químicos / polímeros / detergentes / têxteis, química fina / fármacos / alimentos) até o ano de 2010.

- Muitos autores erroneamente denominam documentos de prospecção tecnológica que não contém previsões estruturadas de metas desejadas e sem consideração da linha do tempo como *technology roadmaps*, contrariando KAPPEL (2001), pesquisador que enfatizou que o *roadmap* deve conter a revelação explícita do domínio de tempo para cada elemento apresentado.
- Observa-se que diversos setores da Química utilizam o *technology roadmapping* como ferramenta de planejamento tecnológico. São encontrados *roadmaps* para, por exemplo, biocatalisadores, materiais, química computacional, processos químicos, catálise e meio ambiente, com destaque para o setor de tecnologia de separações.
- Vários tipos de organizações fazem ou encomendam estudos de *roadmap* para seus setores de interesse. Dentre os tipos de organizações destacam-se empresas, universidades, centros de pesquisas, institutos, fundações, associações de indústrias, departamentos de governo, ministérios.
- A maior parte dos *roadmaps* analisados foram realizados por uma ou mais organizações dos Estados Unidos, sendo este o país que mais aplica esta ferramenta em estudos de prospecção tecnológica na área Química. Em segundo lugar, encontram-se Holanda e Reino Unido.

- Quase todos os *roadmaps* da área Química fazem previsões para o ano de 2020, utilizando como período de longo prazo um intervalo de 15 a 20 anos.
- Verifica-se que, apesar dos *technology roadmaps* existirem desde a década de 70, os documentos selecionados possuem data de publicação a partir de 1998, logo o *technology roadmapping* pode ser considerado uma ferramenta que possui utilização relativamente recente.

Adicionalmente, foi observado que nas demais grandes áreas classificadas em PHAAL (2008) existem *roadmaps* que também poderiam ser relacionados à área Química, pois abordam assuntos que possuem interface. Alguns exemplos são encontrados na Ciência Geral (laboratórios e salas limpas), Ciências da Vida (bioenergia e seus produtos, biotecnologia, biocatálises, nanotecnologia, agricultura e indústria de alimentos), Cuidados com a Saúde (sanitização e tratamento de águas, redução de mercúrio em efluentes), Ciências da Terra (gases causadores do efeito estufa, seqüestro de carbono, captura e estoque de dióxido de carbono), Materiais (bio/nanomateriais, metais pesados, cerâmicas, indústria do alumínio, siderurgia, concreto, minerais, plásticos, borracha, têxtil, urânio), Indústria de Energia (energia nuclear, células combustíveis, hidrogênio, propano, gás natural, energia elétrica), Indústria em Geral (purificação de água e dessalinização, tratamentos de águas e esgotos), Indústria Automotiva/Transportes (veículos movidos a célula combustível e hidrogênio), Física (fontes de nêutron), Indústria Eletrônica (semicondutores, condutores revestidos), Indústria da Construção (construções inteligentes e sustentáveis), Indústria de Manufatura/Operações (soldas) e Política/Governo/Sociedade (setor de água). Assim, se

estes forem considerados, o número de *roadmaps* que tratam de algum assunto relacionado à área Química passa de 19 para 350. A Tabela 2.3 mostra o número de *roadmaps* que possuem interface com a área Química para cada grande área e sua respectiva porcentagem.

De um modo geral, foi observado que todos os *roadmaps* pertinentes às áreas de Indústria de Energia e Materiais possuem relação com a área Química. Entre as grandes áreas analisadas, a Indústria de Energia possui maior representatividade (40%), seguindo Materiais (quase 20%) e Ciências da Vida (10%).

Tabela 2.3 – *Roadmaps* de domínio público que possuem interface com a Química e Indústria de Processos Químicos: número e percentual por grande área, segundo a classificação proposta por PHAAL (2008). Fonte: Elaboração própria a partir de PHAAL (2008).

Área	Número de *Roadmaps*	%
Indústria de Energia	140	40,0
Materiais	67	19,1
Ciências da Vida	34	9,7
Química (e Indústria de Processos Químicos)	**19**	**5,4**
Ciências da Terra	16	4,6
Indústria em Geral	15	4,3
Indústria Eletrônica	15	4,3
Indústria Automotiva/Transporte	9	2,6
Política/Governo/Sociedade	7	2,0
Indústria de Construção	7	2,0
Cuidados com a Saúde	6	1,7
Indústria de Manufatura/Operações	6	1,7
Ciência Geral	5	1,4
Física	4	1,1
TOTAL	**350**	**100,0**

2.12 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme observado neste capítulo, apesar dos *roadmaps* serem bastante diversificados quanto aos tipos e formatos, as suas abordagens concordam no fato de que o método *roadmapping* alinha produto, mercado e tecnologia, parâmetros-chave considerados neste trabalho e tratados nos capítulos seguintes.

Dentre os principais processos descritos pela literatura, PHAAL et al. (2004) apresentam um guia detalhado para aplicação genérica do método; ALBRIGHT e KAPPEL (2003), também proporcionaram o método organizado em seminários, mas descrevem em maiores detalhes meios que auxiliam a formulação da estratégia com relação ao mercado, produto e tecnologia; e GARCIA e BRAY (1997) oferecem uma boa descrição do *roadmapping*, mostrando claramente o método por fases e etapas, sendo suficientemente detalhado para quem pretende iniciá-lo.

Cada método possui vantagens e desvantagens, de acordo com a ótica de observação e necessidades, recursos disponíveis e características de quem pretende empregá-lo. Um aspecto interessante é a possibilidade de combinar métodos de forma a criar outro mais adequado. Este capítulo também abordou exemplos de diferentes operacionalizações (metodologias) de aplicação do *roadmapping* que foram encontradas em artigos científicos, mostrando que de alguma forma são fundamentadas nos ensinamentos destes três autores citados.

Capítulo 3
Produto - Adesivos e Selantes

3.1 INTRODUÇÃO

O presente capítulo se propõe a apresentar o primeiro dos três parâmetros-chave para a construção do *roadmap* – o produto – por meio de definições básicas relacionadas à área de adesivos e selantes. Devido à abrangência que envolve uso do termo adesivo e às características comuns existentes entre adesivos e selantes (como será explicado na seção 3.2), o termo adesivo empregado durante este trabalho também se refere aos materiais selantes, salvo menção em contrário.

Adesivos e selantes são essenciais em diversas operações industriais, embora tenham pequeno volume quando comparados com metais, vidro, madeira, papel, fibras, borrachas e plásticos que foram unidos pela sua ação (SKEIST, 1997). Assim, a sua presença é pouco notada, apesar de serem utilizados na fabricação de veículos automotores, aeronaves, eletrodomésticos, componentes eletro-eletrônicos, embalagens, latas de comestíveis, móveis, carpetes, livros, sapatos, roupas, fraldas descartáveis, etc. Consequentemente, é enorme o impacto destes materiais na economia, tanto em termos de variedade de usos como na economia resultante do seu emprego.

Adesivos e selantes são geralmente produzidos a partir de materiais similares e possuem aplicações semelhantes: aderir e selar. Por isso, são sempre mencionados juntos. Além disso, adesivos e selantes possuem muitas características em comum: devem se comportar como líquidos para que possam promover contato íntimo entre os aderentes; unem superfícies através da adesão (forças intermoleculares); devem endurecer o suficiente para suportar cargas durante suas vidas úteis; devem transferir e distribuir carga aos componentes do conjunto; devem preencher espaços vazios e

cavidades; e devem trabalhar com outros componentes do conjunto para prover a durabilidade do produto (PETRIE, 2000).

O uso de adesivos pelo homem tem registros de mais de dois mil anos antes de Cristo. Os egípcios teriam sido um dos primeiros povos a usá-los. Eles empregavam a goma arábica retirada de essências florestais e resinas de algumas árvores (borracha). Uma cola feita com pasta de farinha foi usada para confeccionar os primeiros papiros compostos por lâminas finas, justapostas e coladas.

Até o início do século XX ocorreu pouca evolução no estudo dos adesivos. Até a Primeira Guerra Mundial, o predomínio era dos adesivos à base de proteínas animais. Depois, começaram a surgir novos tipos de adesivos que poderiam ser empregados à temperatura ambiente e com certa resistência à água. Esses adesivos são empregados até hoje em vários países, na colagem de peças estruturais de madeira para uso interno (KIRK-OTHMER, 1963; SKEIST,1997).

3.2 DEFINIÇÕES

O emprego correto dos termos cola, adesivo e selante causa muita confusão uma vez que estes materiais possuem a finalidade comum de manter dois materiais unidos pela junção de suas superfícies. Entretanto, as diferenças de funções e aplicações são o que os distingue.

Segundo ABIQUIM (2008), cola consiste em um preparado ou substância glutinosa e tenaz empregada para fazer aderir materiais como madeira, couro, tecido, papel, etc. O adesivo é definido como um material orgânico capaz de unir duas superfícies através de força de adesão e coesão interna sem modificar significativamente as estruturas destes

corpos. Já o termo selante é adequado ao material usado para proteger, vedar, preenchendo espaços vazios entre dois corpos.

No entanto, as definições de adesivos e selantes dadas pela ABIQUIM não parecem ser as mais adequadas. Como será apresentado adiante, o adesivo pode ser orgânico ou inorgânico, a base de solvente aquoso ou não e mesmo sem solvente (*hot melt*), e, além disso, o selante possui como propósito o preenchimento de orifícios nas superfícies as quais adere, promovendo conseqüentemente a proteção e a vedação.

O uso corrente define **adesivo** como uma substância capaz de unir diferentes partes ou materiais, introduzindo novas funções e propriedades que dão ao conjunto final um valor maior que a simples soma dos seus componentes.

O termo adesivo é considerado um termo geral, e é vastamente usado para designar todos os materiais que promovem a união (KIRK-OTHMER, 1963). Esta capacidade de unir materiais por meio da união de superfícies, entretanto, não é uma propriedade intrínseca da substância; é desenvolvida somente sob certas condições enquanto interage com o aderente (HOUWINK; SALOMON, 1965).

Em muitas situações, os selantes agem como os adesivos. De fato, estas duas substâncias geralmente são consideradas juntas em razão de que algumas formulações podem ter desempenho tanto de adesivo como de selante. Entretanto, os selantes executam tarefas distintas, o que, a rigor, os coloca em uma categoria separada dos adesivos.

PETRIE (2000, 2005) define **selante** como uma substância capaz de unir pelo menos dois materiais, preenchendo os espaços vazios entre eles para fornecer uma barreira ou servir como revestimento protetor. O termo selante também pode

compreender um material viscoso que muda de estado se tornando sólido após a aplicação, sendo empregado como uma barreira para prevenir a penetração de ar, gás, poeira, fogo, fumaça ou líquido e utilizados para excluir barulho e vibração, melhorar a aparência e o desempenho da junção. Geralmente os selantes são usados para fechar pequenas aberturas, o que é difícil quando se utilizam outros materiais. As propriedades desejáveis dos selantes incluem insolubilidade, resistência à corrosão e adesão.

Verifica-se que a elasticidade é a principal vantagem do selante e se define como sua capacidade de movimentação, ou seja, resistir a movimentos cíclicos de alongamento e compressão nos trabalhos da junta sem descolar das superfícies. O selante precisa, portanto acompanhar todas as variações dimensionais que uma junta sofre por causa das dilatações e compressões devidas às mudanças de temperatura. Necessita também acompanhar os movimentos estruturais dos substratos onde está aplicado devido à pressão dos ventos, vibrações etc.

3.3 A NATUREZA DA ADESÃO

O entendimento do fenômeno de adesão entre dois corpos (os substratos) requer conhecimentos sobre a natureza química dos seus constituintes.

Para GALEMBECK e GANDUR (2007), o termo **adesão** pode assumir significados distintos. Forças intermoleculares atuantes em uma interface causam o fenômeno da adesão. Por outro lado, o termo adesão também é empregado como referência à energia necessária para se romper uma junta adesiva.

MANO e MENDES (1999) consideram a **adesão** somente como um fenômeno que mantém as superfícies juntas através de forças interfaciais; sendo definida como a força

de atração, ou energia de ligação, entre moléculas. Essas forças interfaciais podem ser mecânicas (encaixe), eletrostáticas (cargas elétricas) ou de atração molecular (forças de valência). O conjunto ternário substrato-adesivo-substrato constitui a **junta adesiva**, que requer a adesão entre as interfaces do adesivo e do substrato, e a coesão da camada do adesivo. A junta adesiva deve ter resistência e flexibilidade próximas às dos substratos. O desempenho da adesão é avaliado pela força correspondente ao trabalho de separação da junta adesiva. Para uma boa adesão, os substratos devem apresentar superfícies tão polidas quanto possível, idealmente a nível molecular.

Já a **coesão** é o fenômeno que mantém juntas as partículas de uma substância, através de forças de valência primárias ou secundárias. A força coesiva de um adesivo polimérico depende do tamanho molecular, da organização macromolecular e da uniformidade supermolecular.

Portanto a adesão e coesão são fenômenos obtidos pela união das partículas por forças de valência primárias e/ou secundárias.

Para uma boa adesão, o adesivo deve apresentar no momento de sua aplicação uma energia de coesão menor que a energia de adesão, isto é, deve ser fluido o suficiente para molhar toda a superfície de contato do substrato, sem deixar bolhas de ar, que atuariam como focos de tensão, enfraquecendo a junta adesiva. O adesivo deve ter afinidade química pelo substrato. Deve ser tão homogêneo quanto possível. Após a consolidação, deve tornar-se um material de resistência mecânica e química adequada a suportar os esforços para os quais a junta foi projetada.

Um fator que possui grande influência no contato entre adesivo e substrato é a **molhabilidade**, propriedade que um material líquido tem de se espalhar sobre a

superfície de qualquer sólido, promovendo íntimo contato entre ambos. Se as moléculas do adesivo têm mais atração por elas mesmas do que pela superfície do sólido, elas tendem a não contactar inteiramente o sólido (MANO; MENDES, 1999).

3.3.1 Formando a união

3.3.1.1 Tempo de espera

Após a aplicação do adesivo base solvente ou água, é obrigatório esperar um determinado tempo, a fim de deixar o solvente ou a água evaporar-se ou ser absorvida(o) pelos substratos. Este tempo é chamado de tempo de espera.

Durante o tempo de espera, o adesivo torna-se mais espesso, mais pegajoso, de modo que torna-se pronto para manter duas superfícies juntas: diz-se que o adesivo desenvolve um bom "tack".

O tempo de espera é curto em clima quente, e maior quando está frio. O tempo de espera pode ser de 2 a 10 minutos com adesivos baseados em solvente, de 5 a 15 minutos com adesivos baseados em água.

3.3.1.2 Tempo aberto

Chama-se tempo aberto o tempo máximo de espera antes de uma montagem, antes que o adesivo torne-se muito seco.

Calor, baixo consumo de adesivo e alta absorção de substratos reduzem o tempo aberto. Por isso, o usuário final deve ajustar a velocidade de trabalho a estas condições, ou selecionar um adesivo com tempo aberto adequado.

3.3.1.3 "Tack"

Consiste no poder de manter juntos dois materiais imediatamente após a montagem. Isto depende de:

- Tipo de adesivo;
- Tempo de espera, quando o adesivo começa a secar se torna mais espesso e pegajoso;
- Viscosidade: adesivos de alta viscosidade tendem a ter uma maior *tack*, através de algum efeito de sucção.

3.3.1.4 Tempo de cura

O adesivo vai atingir a sua plena resistência mecânica e química somente após a secagem completa, cura ou endurecimento.

Isso pode levar de algumas horas até um dia, de acordo com o tipo de adesivo, a absorção dos materiais, a temperatura, a umidade do ar e a espessura da junta (COGNARD, 2003b).

No momento da aplicação, adesivos e selantes são produtos líquidos ou pastosos, para que se espalhem uniformemente sobre os substratos. Os adesivos e selantes devem aderir a substratos por meio de adesão ou atração mecânica, física ou química.

Após a aplicação, o adesivo ou o selante deve secar ou se tornar sólido e duro, a fim de segurar firmemente os dois substratos: isto se chama coesão.

A cura pode resultar de diversos processos químicos ou físicos:

- Evaporação ou absorção de parte do líquido (água ou solvente transportador), deixando uma película seca,

- Calor (o que pode acelerar a evaporação ou induzir cura química),
- Reações químicas de polimerização ou condensação.

3.4 COMPOSIÇÃO

A maioria dos adesivos são constituídos de vários compostos que são adicionados de acordo com a finalidade desejada do adesivo. A formulação deve possibilitar a aplicação nas superfícies a serem unidas, e uma vez aplicada, esta deve ser tornar uma junção sólida com boa propriedade mecânica e força coesiva, sem encolhimento ou empolamento.

Existem literalmente milhares de formulações adesivas usadas atualmente, e este número tem crescido rapidamente. Obviamente, as composições mais interessantes de novos adesivos estão sob segredo industrial ou estão protegidas por patentes.

A seguir serão mencionados diversos componentes de formulações de adesivos que são fundamentais para o seu bom desempenho.

O **componente principal** (ou também chamado, o **adesivo base**) é normalmente um polímero de alto peso molecular. Este material pode ser de origem natural ou sintética, ou um polímero natural modificado. Compostos orgânicos são empregados com mais freqüência, embora soluções de silicatos coloidais são exemplos de bases inorgânicas de adesivos. Em qualquer formulação particular, a estrutura e a química da substância base do adesivo possuem grande relevância, porém qualquer formulação particular de vários componentes deve levar em consideração a compatibilidade e as funcionalidades de seus constituintes (ALNER, 1967).

Considera-se o adesivo base como o principal componente responsável pelas forças de adesão que unem dois corpos. Geralmente o nome do adesivo é derivado deste componente quando se utiliza a classificação baseada na composição. Os adesivos podem conter dois ou mais componentes principais.

Os **solventes** são necessários na maioria dos adesivos pois dispersam o componente principal em uma forma líquida. A maior parte dos adesivos empregados para madeira e papel utiliza a água como solvente. Muitos adesivos baseados em resinas sintéticas, borrachas e até algumas gomas naturais requerem uma variedade de solventes orgânicos para que possam alcançar a solubilidade necessária e também uma percentagem mínima de sólidos na composição.

Os **diluentes** são líquidos voláteis adicionados a um adesivo com a finalidade de modificar a consistência ou outras propriedades. Tais líquidos não são normalmente solventes verdadeiros para outros componentes quando usados sozinhos, mas são efetivos na diluição e podem ser requeridos para a aplicação sob a forma de *spray*.

Os **catalisadores** são empregados para acelerar a cura de um adesivo, estando presentes em quantidades mínimas quando comparado com as quantidades dos reagentes principais.

Os **agentes de cura** são substâncias ou uma mistura de substâncias adicionadas ao adesivo para promover ou controlar a reação de cura. O agente de cura consiste em um reagente químico que participa na reação de cura, enquanto que o catalisador não reage diretamente, somente controla a taxa de reação (KIRK-OTHMER, 1963).

As **cargas** são substâncias não adesivas frequentemente adicionadas não somente para reduzir custos, mas também para neutralizar alguma absorção superficial indevida dos materiais a serem unidos (ALNER, 1967; KIRK-OTHMER, 1963).

Os **extensores**, por outro lado, geralmente se constituem em substâncias que possuem alguma ação adesiva. São adicionados a um adesivo com o intuito de reduzir a quantidade de adesivo base necessária por unidade de área, e consequentemente, baixar o custo da junta adesiva.

Os **conservantes** são introduzidos em certos adesivos com a finalidade de retardar ou prevenir a decomposição causada por microrganismos enquanto o adesivo é estocado ou aplicado até a cura completa. Estes agentes são mais importantes em formulações que contém carboidratos ou proteínas que são prontamente atacadas por fungos ou bactérias. Os conservantes incluem materiais inorgânicos tais como sais de cobre, além de materiais orgânicos (KIRK-OTHMER, 1963).

Para retardar o envelhecimento dos polímeros, anti-oxidantes, agentes anti-hidrólise e outros **estabilizantes** são adicionados nas formulações de adesivos.

O **plastificante** pode ser requerido para prevenir que o filme adesivo se torne muito frágil. A sua escolha dependerá da natureza do adesivo base.

O **espessante** pode ser incluído se a finalidade é aumentar a viscosidade da composição final.

O **agente de pegajosidade** (materiais resinosos) pode ser necessário para garantir que os substratos sejam unidos de imediato, logo que postos em contato.

O **agente anti-espumante** pode ser adicionado se for desejado prevenir a formação de bolhas durante a fabricação e aplicação.

Com a finalidade de melhorar a aparência e o tempo de prateleira do produto, outros componentes podem ser incluídos na mistura final, como branqueadores, corantes e perfumes (ALNER, 1967).

3.5 CLASSIFICAÇÃO

Os adesivos podem ser classificados em muitas formas, como por exemplo, modo de aplicação e cura, composição química e adequabilidade aos vários aderentes e produtos finais. A seguir encontram-se descritas as principais classificações encontradas na literatura.

3.5.1 Origem

Talvez o esquema de classificação amplo seja categorizar um adesivo como sendo produzido a partir de materiais naturais ou sintéticos.

Os adesivos naturais são obtidos por meio de materiais de ocorrência natural, tais como: amido, proteínas animal e vegetal, borracha natural.

Os adesivos sintéticos são obtidos por meio de materiais “feitos pelo homem”, tais como: polímeros de adição (acrílicos, butadieno-estireno e acetato de polivinila) e polímeros formados por condensação e outros mecanismos (epóxi, poliuretano e polissulfeto) (PETRIE, 2000).

3.5.2 Composição

Em geral, costuma-se dividir os adesivos em: termorrígidos (ou termofixos), termoplásticos, elastômeros e híbridos.

Os adesivos termorrígidos endurecem por meio de reações químicas ativadas pela temperatura ou catalisadores. Estas substâncias curam por meio de uma reação química

irreversível e não podem ser aquecidas e amolecidas repetidas vezes após sua cura inicial. São resistentes a umidade e ao calor. Citam-se os adesivos de: fenol-formaldeído, uréia-formaldeído, resorcinol formaldeído e os poliuretanos.

Os adesivos termoplásticos apresentam como característica principal a sua cura (ou endurecimento) reversível, pois não curam sob calor. Uma vez que os adesivos termoplásticos não curam através de reticulação, eles podem ser fundidos por aplicação de calor e então aplicados ao substrato, tornando a solidificar ao serem resfriados. Podem ser dissolvidos em solvente e também dispersos em água como látex ou emulsão. Adesivos *hot melt* e colas para madeira são exemplos de adesivos termoplásticos.

Os adesivos elastoméricos são feitos de resinas poliméricas que possuem alto grau de extensão e compressão, sendo dada uma classificação própria devido a suas características reológicas. Eles retornam rapidamente as suas dimensões e formas iniciais após a carga ser removida. Podem se tanto termorrígidos como termoplásticos.

Os adesivos híbridos são obtidos pela combinação de resinas termorrígidas, termoplásticas ou elastoméricas em uma formulação adesiva. Estes adesivos têm sido desenvolvidos de forma a potencializar as propriedades mais úteis de cada componente (PETRIE, 2000).

3.5.3 Função

Quanto à função, os adesivos podem ser classificados em duas principais famílias: adesivos estruturais e adesivos não estruturais.

O termo adesivo estrutural é usualmente reservado para descrever adesivos que apresentam resistência a altas forças de cisalhamento (maiores que 6,9 MPa, conforme a norma ASTM D-1002), além de boa resistência às intempéries. Juntas de adesivos

estruturais devem fornecer uma vida útil de serviço até o final de sua existência. Contemplam essa família os tipos termorrígidos com grupamentos epóxi, uretano e acrílico – para citar alguns. Todos são muito utilizados nas indústrias automotiva, têxtil e de construção civil.

Os adesivos não estruturais, quando comparados com os adesivos estruturais, requerem menor força coesiva e permanência, sendo normalmente utilizados para fixações temporárias ou união de substratos fracos. Embora apresentando menor força coesiva, os adesivos não estruturais são, normalmente, fáceis de utilizar e fixam-se rapidamente. Os tipos mais comuns de adesivos não estruturais são os adesivos PSA (*Pressure Sensitive Adhesives* – Adesivos Sensíveis à Pressão), os adesivos de contato, as emulsões termoplásticas e elastoméricas e os adesivos *hot melt* (adesivos sólidos, baseados em polímeros termoplásticos que são aplicados no estado fundido, ganhando resistência à medida que solidificam). Por serem adesivos de aplicações mais cotidianas, os adesivos não estruturais abrangem a maior porção do mercado de adesivos (PETRIE, 2000; SKEITS, 1997; POCIUS, 1997).

3.5.4 Tecnologia de cura

O adesivo deve ser aplicado ao substrato na forma fluida, cobrindo completamente a superfície, evitando vazios, mesmo que a superfície seja rugosa. Consequentemente, o adesivo deve possuir baixa viscosidade no momento da aplicação. Entretanto, para desenvolver alta força coesiva, o adesivo deve curar (SKEITS, 1997).

A transição da forma fluida a sólida pode ser realizada das seguintes maneiras:

- Reação química: sistemas 2 partes; 1 parte curado via catalisador ou endurecedor; adesivos curáveis pela umidade e radiação (luz, UV); adesivos catalisados pelo substrato; e adesivos na forma sólida (fita, filme, pó).
- Perda de solvente ou água: adesivos de contato; adesivos sensíveis à pressão; adesivos re-ativáveis; e adesivos resinosos.
- Resfriamento a partir do estado fundido: adesivos *hot melt* e termorrígidos.

Alguns adesivos solidificam simplesmente pela perda de solvente enquanto que outros endurecem como resultado de ativação por calor ou reação química. Alguns sistemas necessitam mais de um mecanismo para endurecer, como adesivos baseados em solventes termorrígidos que requerem primeiro a evaporação do solvente para depois ocorrer a reticulação.

3.5.5 Aderentes

Os adesivos são freqüentemente classificados de acordo com os aderentes nos quais são aplicados. Existem, por exemplo, os adesivos para papel, madeira, metal ou plástico (KIRK-OTHMER, 1963).

3.5.6 Finalidade de aplicação

Sob o ponto-de-vista da finalidade de aplicação, os adesivos podem ser classificados em permanentes e temporários.

Os adesivos permanentes têm a função de manter duas superfícies juntas, com alta resistência ao cisalhamento, à tensão ou ao descascamento; por exemplo, a adesão de metal a metal.

Os adesivos temporários ou sensíveis à pressão (PSA) têm a função de unir temporariamente duas superfícies e não requerem resistência significativa a esforços

externos, porém devem apresentar pegajosidade. Por exemplo, fita adesiva, esparadrapo, rótulos, etc. (MANO; MENDES, 1999).

3.6 VANTAGENS

O rápido crescimento da indústria de adesivos tem resultado de suas inúmeras vantagens sobre outros métodos de junção de materiais, entre elas:

- Os adesivos unem materiais finos ou espessos de qualquer tipo de superfície. Filmes finos, fibras e partículas pequenas não poderiam ser unidos tão bem através de outras técnicas.
- O estresse é distribuído sobre vastas áreas, ou seja, os adesivos permitem distribuição uniforme da tensão em grande área.
- Os adesivos são capazes de unir materiais de naturezas diferentes ou iguais. Quando dois metais dissimilares são colados, uma camada de adesivo fica entre eles separando-os, e assim é evitada a corrosão.
- Os adesivos resistem à fadiga e aos movimentos repetitivos, além de amortecerem vibrações e choques.

Enfim, a junção de matérias promovida por adesivo é considerada rápida e barata se comparada com solda de metais ou união mecânica (SKEIST, 1997).

3.7 TENDÊNCIAS DOS ADESIVOS E SELANTES

A seguir são mencionadas algumas das tendências verificadas para os produtos adesivos e selantes.

O adesivo *spray* é uma das tendências observadas, visto que está sendo cada vez mais utilizado por sua versatilidade e praticidade e por apresentar fácil aplicabilidade, mesmo em pontos de difícil alcance, secagem mais rápida e mais homogeneidade. O adesivo *spray* é desenvolvido com matérias-primas de baixo peso molecular com a finalidade de proporcionar menor viscosidade para permitir sua aplicação a *spray*. O sistema é geralmente constituído de materiais sólidos dispersos em solventes (orgânicos ou não), os quais são armazenados em ambientes hermeticamente fechados. É necessário que o gás propelente selecionado seja o mais compatível possível com o solvente, assegurando sua total dispersão no mesmo, bem como auxiliando na solubilidade dos componentes sólidos. Quando da aplicação, o gás em meio à fase líquida (componentes sólidos + solvente), ao entrar em contato com a atmosfera, se dispersa, deixando a mesma composta apenas de solvente e componentes sólidos. Após essa etapa, o adesivo deve ser tratado como adesivo de contato convencional.

Devido às vantagens que possui, o *hot melt* é considerado o adesivo do futuro. Sua secagem rápida permite o transporte ou uso imediato do material colado, tem um custo baixo em relação a outros sistemas de fechamento, não contém solventes inflamáveis e poluentes, além de proporcionar um longo tempo de vida útil ao produto. O *hot melt* atende as mais diversas aplicações em vários segmentos, como os de papel e embalagem, artes gráficas (lombadas de livros e revistas), madeireiro e moveleiro (colagem de bordas), de transportes (montagem na indústria automotiva), calçados e couros (fabricação dos calçados), construção civil (colagem de carpetes), operações de montagem (fabricação de brinquedos, montagem de produtos elétricos), consumo (DIY) e descartáveis (fabricação de fraldas e absorventes). No Brasil, o segmento mais

importante para adesivos *hot melt* é o de papel e embalagem, com cerca de 40% de *market share*, seguido dos segmentos da construção civil, do madeireiro e moveleiro. Hoje, está em destaque a tecnologia de *hot melt* reativo (ou PUR, poliuretano reativo), que proporciona uma resistência quase estrutural ao adesivo, já que o mesmo sofre uma reação química (cura) que altera o polímero original (KARPOVAS, 2006d).

Há uma tendência internacional de desenvolvimento dos chamados *smart adhesives* (adesivos inteligentes), produtos que além da função comum de aderência agregam outras propriedades. No ponto de vista comercial, essa tendência visa atender a aplicações em setores cujo crescimento de consumo supera a média dos outros mercados dos adesivos. São os casos, principalmente, das aplicações em eletroeletrônica e para uso medicinal, com taxa mundial de crescimento de 5% a 10% ao ano.

Também vale destacar uma família de produtos aditivada com nanocompósitos para melhorar a resistência à temperatura ou ainda os chamados adesivos universais, que têm a capacidade de colar qualquer tipo de material, desde plásticos até metais (FURTADO, 2001).

MURAD (2005) cita como as maiores tendências favorecendo mudanças em adesivos e selantes a miniaturização de componentes; a eficiência de combustível; a união entre substratos dissimilares em *design*, tais como plásticos e ligas metálicas variadas; e o aumento de produtividade.

No que diz respeito à sustentabilidade, acredita-se que os produtos caminharão para os ecologicamente corretos, que não agridem nem usuários, nem meio ambiente. No Brasil, as indústrias estão investindo fortemente no desenvolvimento de novas fórmulas, sem solventes aromáticos poluidores e metais pesados (como estanho ou chumbo). Além

disso, as empresas estão acondicionando os selantes em embalagens totalmente recicláveis como blísteres de alumínio e de plástico, ou minimizando a produção de caixas ou duplicação de embalagens, o que diminui o lixo em grandes obras (KARPOVAS, 2009).

Um aspecto a ser considerado é a influência dos adesivos sobre os materiais a serem reciclados. Para se realizar a reciclagem com sucesso, na fase de projeto deve-se pensar nos componentes do adesivo a serem aplicados no produto que futuramente será reciclado. Embora os adesivos não possam ser reciclados isoladamente devido a sua pequena quantidade, é importante que se faça a escolha de adesivos que não prejudiquem a reciclagem dos materiais. ONUSSEIT (2006) estudou a influência da composição de adesivos na reciclagem de vidro, metal, plástico e papel. Adesivos que possuem polímeros orgânicos normalmente não causam problemas em processos de reciclagem que ocorrem a altas temperaturas (por exemplo, na reciclagem de vidro ou metal), porém a escolha de adesivos para aplicação em produtos plásticos e papéis deve ser cuidadosa para que se atenda às exigências dos recicladores.

No segmento de construção, a busca por edifícios verdes ou ecologicamente corretos está cada vez maior. No Brasil há empresas que buscam sempre criar produtos e tecnologias que afetem o menos possível o ambiente, como os selantes que têm uma classificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), que é o programa do USGBC (United States Green Building Council) e possuem créditos estabelecidos para cada um. Nos Estados Unidos, muitos clientes já se utilizam desses créditos em suas obras (KARPOVAS, 2009).

3.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os selantes e os adesivos têm normalmente um impacto pequeno no custo do produto final no qual são aplicados, porém têm um resultado significativo na sua confiabilidade e durabilidade.

O campo dos adesivos tem se tornado cada vez mais amplo, com tendência crescente de composições mais complexas. A utilização de adesivos encontra-se presente em inúmeros ambientes, desde aqueles produzidos na natureza por insetos, peixes e aves que segregam líquidos viscosos capazes de unir materiais para a fabricação de seus ninhos, até aqueles produzidos atualmente pelo homem, utilizando a mais refinada tecnologia. Nota-se então, que estes possuem elevada importância tanto para a natureza, quanto para o homem contemporâneo.

Capítulo 4
Mercado - Panorama e Perspectivas

4.1 INTRODUÇÃO

O presente capítulo se propõe a mostrar um panorama do mercado de adesivos e selantes, segundo parâmetro-chave do *roadmap*. Inicialmente é apresentado um cenário do mercado global de adesivos e selantes, e em seguida são focados os mercados norte-americano (devido a sua importante participação mundial) e brasileiro. Por fim, são abordadas algumas perspectivas deste mercado.

Historicamente, a indústria de adesivos foi dominada por poucos países industrializados. Recentemente, uma significante porção de uma nova demanda tem sido gerada pelos países emergentes, tais como a China. O crescimento da demanda é consequência do surgimento de novas aplicações no mercado, que são resultantes da evolução dos substratos e dos processos de montagem (SPECIALCHEM, 2004).

O uso de adesivos se iniciou com os adesivos naturais (tais como cola animal, caseína, etc.), mas com o surgimento da industrialização, adesivos sintéticos de polivinila começaram a ser utilizados. E com o avanço da industrialização, houve a otimização da produção, dos tipos de adesivos e de suas aplicações (LOHMAN, 2008).

MURAD (2005) reporta que cerca de três quartos da indústria de adesivos e selantes é considerada madura, embora ainda altamente fragmentada. Assim, cresce o desafio de corporações procurarem aquisições como um meio de avançar sua posição em mercados e tecnologias. A globalização abre novos mercados no estrangeiro para grandes fabricantes multinacionais, mas cria significantes problemas “em casa” para fabricantes regionais e multinacionais. O desafio é realinhar a competição considerando a perda de mercado em relação a economias de crescimento desordenado (por exemplo, China, índia e Vietnã).

4.2 MERCADO DE ADESIVOS E SELANTES NO MUNDO

O Conselho de Adesivos e Selantes, *The Adhesive and Sealant Council* (ASC), que consiste em uma associação comercial norte-americana dedicada a representação da indústria de adesivos e selantes, sugere a divisão do mercado global de adesivos e selantes em três classes de *players* de acordo com a participação e desenvolvimento econômico dos países, a saber:

- Industrializados (América do Norte, Europa Ocidental, Japão, Austrália, Nova Zelândia);
- Recém-industrializados (a maioria da América Latina, Coréia do Sul, Taiwan, Singapura);
- Emergentes (Europa Central e Oriental, China e todos os outros países).

A categoria correspondente aos países industrializados representa mais de 63% da demanda de adesivos e selantes e controla aproximadamente 70% de sua produção (ASC, 2008). Segundo SPECIALCHEM (2004), em termos de tamanho de mercado, a maioria dos produtores e consumidores de adesivos e selantes industrializados se concentram nos Estados Unidos, Japão, Alemanha, Itália, Reino Unido e França.

Destacam-se cinco principais forças motrizes que afetam o mercado mundial:

- A **globalização do mercado** tem um nível diferente de efeito sobre o mercado de cada região. O mercado mais maduro, representado pelas economias industrializadas, está experimentando os efeitos da globalização do mercado: indústrias que empregam intensiva mão-de-obra estão se movendo para países com baixo custo trabalhista.

- Os **novos blocos comerciais**, incluindo a União Européia (UE), o Tratado Norte-Americano de Livre Comércio (NAFTA), a Área de Livre Comércio das Américas (ALCA) e a Organização Mundial do Comércio (OMC) estão aumentando o alcance de produtos a preços competitivos em todo o mundo.
- A **sensibilização e a responsabilidade ambiental** têm atingido todos os países e têm resultado no desenvolvimento de produtos adesivos e selantes ambientalmente corretos.
- A **consolidação industrial** tem afetado principalmente os países industrializados, com a consolidação dos formuladores de adesivos e selantes, clientes e fornecedores de matérias primas.
- A **evolução tecnológica** pode ser descrita como a passagem do mercado de adesivo e selante por três fases identificadas - emergente, avançada e madura. Os países industrializados estão na fase madura, enquanto que os países emergentes variam entre emergente e avançada. Desde que o mercado tornou-se mais globalizado, muitos dos países em desenvolvimento encontram-se na fase avançada durante todo o ciclo evolutivo tradicional. Para se tornarem competitivos, vários países optam pela tecnologia mais recente (SPECIALCHEM, 2004).

4.2.1 Panorama

Segundo a Associação de Adesivos Européia (FEICA), dentro da indústria química, a indústria de adesivos e selantes representa cerca de 1% do mercado total. São pelo menos 1.500 fabricantes no mundo oferecendo uma variedade de mais de 250.000 diferentes adesivos e selantes (FEICA, 2005).

Nos últimos anos o ritmo de crescimento anual do setor de adesivos e selantes tem se mantido, no Brasil e no mundo, a despeito da redução acentuada das margens de lucro.

Em **2000**, a média global de crescimento do setor, cujas vendas representaram US$ 30 bilhões, oscilou entre 2% e 4% (FURTADO, 2001).

Em **2003**, o mercado mundial de adesivos e selantes cresceu 3% em relação a 2002, apesar da recessão econômica que afetou mercados industrializados na América do Norte, Japão e Europa Ocidental. O crescimento sem precedentes de mercados emergentes no resto da Ásia e em algumas economias da Europa Oriental contribuíram para este aumento (SPECIALCHEM, 2004).

Em **2006** a indústria global de adesivos e selantes alcançou um rendimento de US$ 36 bilhões, com crescimento de cerca de 4% sobre 2005. Não tão surpreendentes foram os avanços ocorridos na Ásia, pelos mercados emergentes China, Índia, Vietnã, Coréia e Malásia. A Figura 4.1 apresenta o consumo de adesivos em 2006 no mundo. A Ásia é responsável por aproximadamente um quarto do consumo global, e está crescendo de duas a duas vezes e meia mais rápido que regiões industrializadas (MURAD, 2007a).

MURAD (2007a) também reporta que as fitas sensíveis à pressão cresceram globalmente em 2006 a taxa de 5,1% em relação ao ano anterior. O crescimento dos adesivos sensíveis à pressão (PSA) como alternativa de aplicação se deve a substituição de fixadores mecânicos e de adesivos líquidos. Os preços da energia têm incentivado a eficiência e a economia de combustíveis em certos setores, como transporte, levando a incorporação de ligas de peso mais leve e compósitos, o que tornou atrativo o uso de

adesivos, e especificamente os PSA para unir materiais dissimilares. Aplicações médicas e eletrônicas também contribuíram significativamente para o crescimento de fitas PSA.

As famílias de resinas acrílicas, poliuretanas e silicones cresceram mais de 5% no ano de 2006 em comparação com 2005. Estas três famílias de resinas são componentes da fita PSA e líquida, beneficiando a expansão de aplicações nas áreas de construção, transporte e medicina. O crescimento dos adesivos epóxi alimentou o ressurgimento do setor de eletrônicos e aumentou o uso de adesivos estruturais. Enquanto ainda negligenciável, a indústria avançou o uso de polímeros sintéticos a partir de materiais renováveis (MURAD, 2007a).

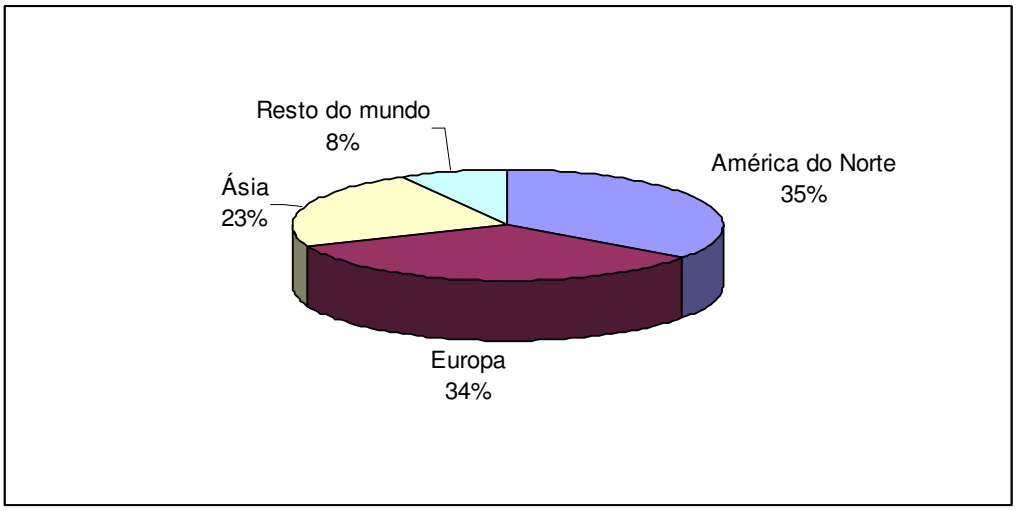


Figura 4.1 – Consumo global (em porcentagem) de adesivos no ano de 2006. Fonte: Adaptação de MURAD (2007a).

Em **2007**, o uso de adesivos estimado foi de 15 millhões de toneladas (LOHMAN, 2008). A Tabela 4.1 exibe o uso estimado de adesivos pelas regiões do mundo neste mesmo ano, onde verifica-se que os Estados Unidos possuem não somente a maior demanda (mais de 4 millhões de toneladas) como também o maior uso *per capita*

estimado (13,0 kg/pessoa). As razões para o baixo uso *per capita* de adesivos na Europa Ocidental (consumo estimado de 8,6 kg/pessoa) e no Japão (consumo estimado de 6,7 kg/pessoa) são: os Estados Unidos utilizam mais adesivos em suas construções residenciais do que estas duas regiões, o número de carros *per capita* é maior na América do Norte, e o uso de adesivos na fabricação de tapetes/carpetes é maior nos Estados Unidos (LOHMAN, 2008).

Tabela 4.1 - Uso estimado de adesivos no ano de 2007 em regiões do mundo. Fonte: Adaptação de LOHMAN (2008).

Região	Demanda (milhões de kg)	Consumo *per capita* (kg)
América do Norte	4409	13,0
América Latina	744	1,4
Europa Ocidental	3453	8,6
Europa Oriental	792	2,3
China	2394	1,8
Japão	859	6,7
Restante da Ásia	2049	0,8
Resto do mundo	254	0,3

A Figura 4.2 revela a distribuição da demanda dos segmentos de mercado para a indústria global de adesivos e selantes no mundo no ano de 2007, baseada na classificação sugerida por FEICA e ASC (ASC, 2008). Nota-se que a indústria de papel, papelão e produtos relacionados consiste no setor de mercado com a maior fatia, enquanto que a construção ocupa o segundo lugar, representando uma aplicação significativa dos adesivos, com quase 20% da demanda global.

FEICA e ASC agruparam os mercados para os adesivos, conforme se segue:

- Papel, papelão e produtos relacionados: incluem coberturas/embalagens (fabricação de caixa, cartão, produtos de papel, bolsas, envelopes, etc.), laminados (papel alumínio, etc.), encadernação e indústria de arte gráfica (colagem de livros,

revistas, catálogos, etc.), tecidos não-tecidos (produtos higiênicos femininos, fraldas, roupas cirúrgicas, etc.), produtos sensíveis a pressão (rótulos, fitas, decalques, cartazes, selos, etc.);

- Transporte: incluem componentes e manutenção de meios de transporte (carros de passeio, caminhões, ônibus, bicicletas, aviões, trens, embarcações);
- Calçados e couro: incluem componentes de calçados (solas, tecidos, biqueiras, calcanheiras e outros) e artigos de couro (bolsas, carteiras, artigos de viagem, etc.);
- Vendas a varejo: incluem usos em escolas, escritórios ou residências (colas para diversos fins, adesivos de contato, etc.);
- Construção civil: incluem aplicações no local (manutenção, reparo e troca de pisos, coberturas de paredes, fixação de painéis sanduíche, etc.), engenharia civil (pontes, etc.), fábricas de peças montadas (treliças de telhado, seções de paredes, vigas laminadas, etc.), casas pré-fabricadas, fabricação de painéis sanduíche;
- Madeireiro e moveleiro: incluem o fabrico de armários e mobília em geral, portas, esquadrias de janelas e estofados;
- Operações de montagem *(Assembly)*: incluem ferramentas e utensílios elétricos/eletrônicos, tecido/vestuário, aplicações médicas, equipamentos esportivos e brinquedos, abrasivos, filtros e outros (adesivos não incluídos em segmentos de mercado ou aplicações listados anteriormente) (ASC, 2008).

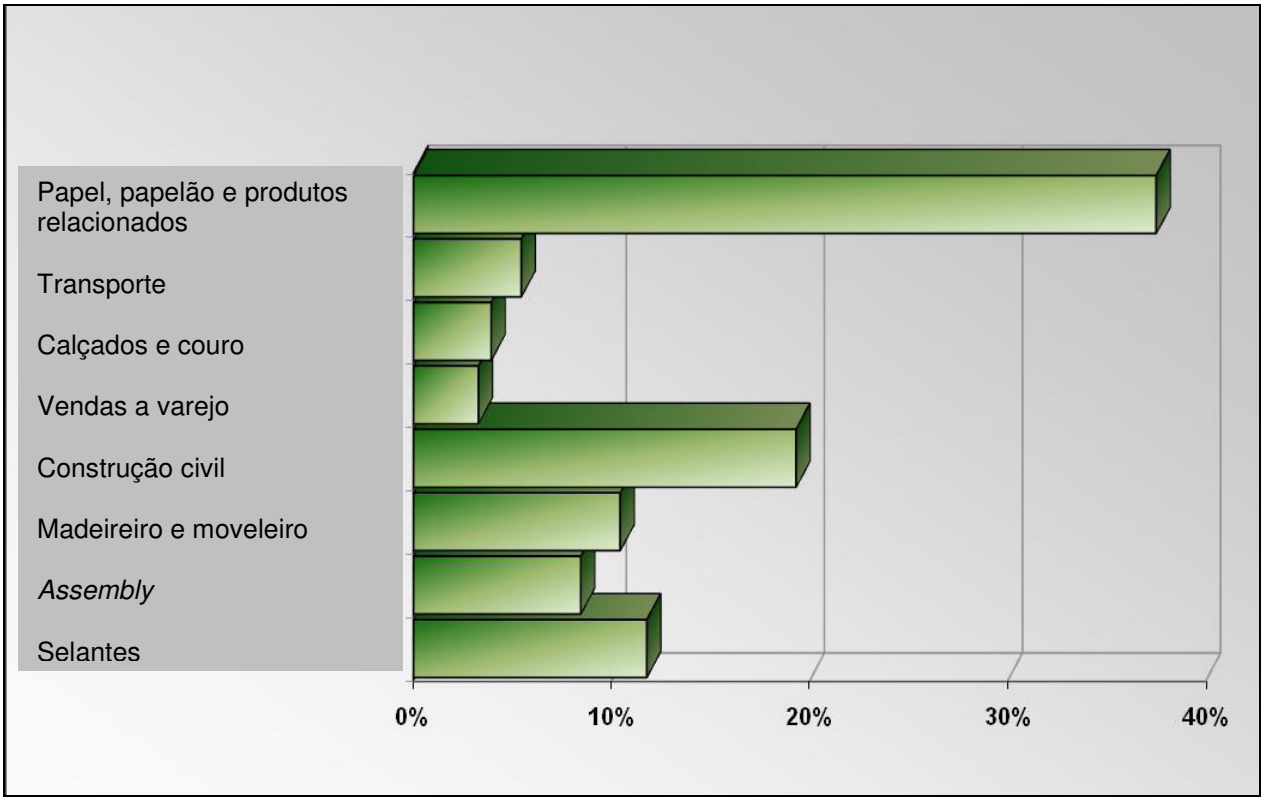


Figura 4.2 – Distribuição da demanda dos segmentos de mercado para a indústria global de adesivos e selantes no mundo no ano de 2007. Fonte: Adaptação de ASC (2008).

Com relação às fabricantes líderes de adesivos e selantes no mundo, a Revista ADHESIVE & SEALANTS INDUSTRY (2008) revela o *ranking* das 10 maiores empresas com base nos valores das vendas efetuadas no ano de 2007, que estão na seguinte ordem: 3M, Henkel, Rohm and Haas, Nitto Denko, Avery Dennison, Dow Corning, Sika, RPM International, Bostik e Forbo.

Em **2009**, segundo estimativas do ChemQuest Group, o valor das vendas globais de adesivos foi de US$ 42 bilhões e de selantes foi de US$ 5 bilhões, como pode ser constatado na Tabela 4.2. JONES (2009) afirma que até 2007, as taxas globais de crescimento alcançaram uma média de 4,2%, no entanto, a recessão econômica em 2008 causou uma diminuição global de 10% nas indústrias, com previsão de queda de 10-15%

em 2009, mas seguido por certo grau de recuperação em 2010. Certamente as adversas condições econômicas globais ao longo do ano de 2007 tiveram um impacto negativo sobre os fabricantes de adesivos e selantes, bem como sobre os produtores de matérias-primas constituintes. Isto, naturalmente, é um resultado direto da crise global nos mercados financeiros e de crédito, o que afetou negativamente os mercados globais que são grandes consumidores de adesivos e selantes, como construção, produtos montados (*assembly*), embalagem e transporte (JONES, 2009).

Tabela 4.2 - Vendas globais em 2009 expressas em bilhões de dólares (e em percentual) de adesivos e selantes distribuídas pelos maiores setores de consumo. Fonte: Adaptação de JONES (2009).

	Construção	***Assembly***	**Embalagens**	**Transporte**	**Outros**	**Total**
Adesivos	10,5 (25,0%)	7,6 (18,0%)	16,0 (38,0%)	5,0 (12,0%)	2,9 (7,0%)	42,0
Selantes	2,7 (53,0%)	0,7 (13,0%)	0,0 (0,0%)	1,7 (34,0%)	0,0 (0,0%)	5,0

4.3 MERCADO DE ADESIVOS E SELANTES NOS ESTADOS UNIDOS

Os mercados de adesivos e selantes dos Estados Unidos estão enfrentando uma série de desafios, desde pressões ambientais por formulações sem solvente até o aumento dos custos das matérias-primas. Entretanto, a procura comercial por adesivos permanecerá forte e os rendimentos continuarão a aumentar. O desenvolvimento de adesivos inteligentes, que possuem critérios de desempenho específicos, estimulará o interesse e as vendas.

A indústria de adesivo tem sido significativamente afetada com a escalada dos preços dos produtos petroquímicos e de matérias-primas relacionadas com as olefinas, tais como acetato de vinila e polipropileno. No passado, as empresas de adesivos absorviam os aumentos ou repassavam os preços para o consumidor. No entanto, em um

ambiente de cadeia de fornecimento cada vez mais concentrado, torna-se mais difícil o aumento de preços tanto para os pequenos como para os grandes participantes.

Preocupações ambientais e de segurança levaram a normas rigorosas para reduzir as emissões de compostos orgânicos voláteis (COV's). Várias leis têm estimulado os fabricantes de adesivos a ajustar suas formulações de produtos e a alterar os processos de descarte dos resíduos (FROST; SULLIVAN, 2001).

4.3.1 Panorama

Em **2005**, os principais mercados de adesivos e de selantes nos Estados Unidos encontram-se apresentados na Figura 4.3 e na Figura 4.4, respectivamente (ASC, 2006). Os segmentos de mercado dos adesivos já foram definidos na página 103 e adicionalmente os segmentos de mercado dos selantes são definidos por FEICA e ASC (2008) da seguinte forma:

- Construção: incluem a fabricação e reforma (residencial, comercial, industrial; casas pré-fabricadas, etc.), vidraças (vidros transparentes, isolantes, etc.) e construção pesada (estradas, aeródromos, pontes, túneis, etc.);
- Transporte: incluem componentes e manutenção de meios de transporte (carros de passeio, caminhões, ônibus, bicicletas, aviões, trens, embarcações);
- Vendas a varejo: incluem calafetagem ou selagem intencionadas para venda a varejo em embalagens contendo 5 galões ou menos;
- *Assembly*: incluem utensílios (refrigeradores, freezers, controladores de clima), tecido/vestuário, montagem de equipamentos eletrônicos e outros (selantes não incluídos em segmentos de mercado ou aplicações listados anteriormente).

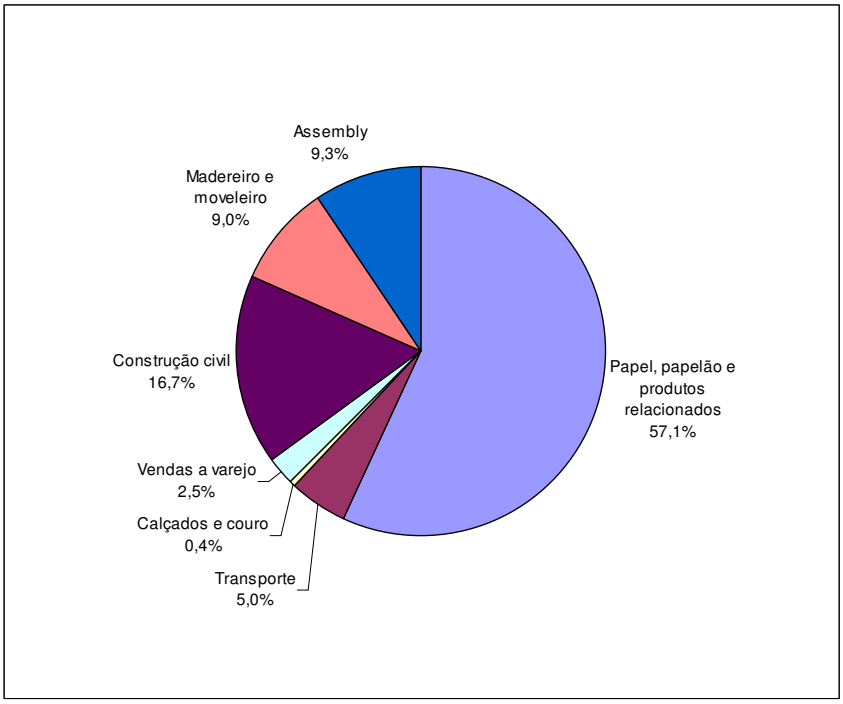


Figura 4.3 – Demanda dos segmentos de mercado norte-americano de adesivos no ano de 2005. Fonte: Adaptação de ASC (2006).

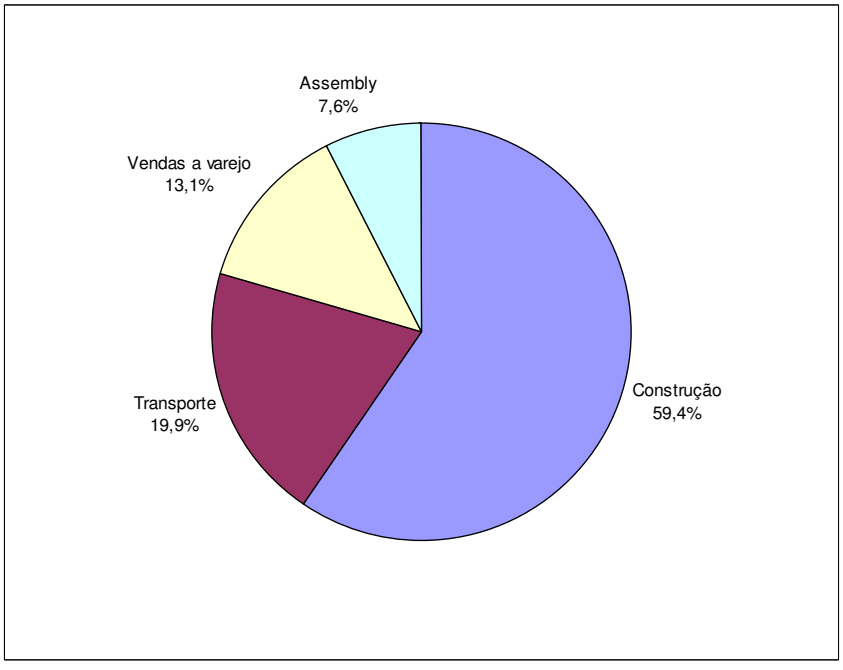


Figura 4.4 – Demanda dos segmentos de mercado norte-americano de selantes no ano de 2005. Fonte: Adaptação de ASC (2006).

Verifica-se que tanto para os adesivos como para os selantes, o setor majoritário corresponde a mais de metade da demanda requerida. No caso de adesivos, a aplicação mais demandada é o papel, papelão e seus produtos relacionados, e no caso de selantes, o setor de maior demanda é a construção.

Pode-se inferir através destes dois gráficos que as vendas de adesivos são mais diversificadas, interagindo com muitos setores. Por isso, em um cenário de crise econômica, a indústria de adesivos não é tão negativamente afetada como a indústria de selantes. Os selantes, por outro lado, dependem muito dos setores de construção e de transporte.

A indústria de adesivos nos Estados Unidos não é somente fragmentada em um grande número de segmentos de mercado, mas também em um grande número de empresas produtoras de adesivos. Há estimativas que o número de fabricantes seja maior que 500. As seis empresas produtoras líderes nos Estados Unidos no ano de 2005 encontram-se listadas na Tabela 4.3 (MURAD, 2006).

Tabela 4.3 – Produtores líderes da indústria de adesivos norte-americana no ano de 2005. Fonte: MURAD (2006).

Ranking	**Empresa**	**Vendas em 2005 (milhões de dólares)**
1	Henkel	5.886
2	3M	2.398
3	National Starch	1.573
4	H.B. Fuller	1.512
5	Bostik	1.451
6	Rohm and Haas	727

Em **2006**, a indústria norte-americana de adesivos e selantes alcançou um faturamento de 14,5 bilhões de dólares (MURAD, 2007).

Entretanto, o ano de **2007** foi desafiador devido a retração da economia; o consumidor gastou menos e os setores imobiliário e automobilístico foram afetados (MURAD, 2007).

Embora o preço do petróleo seja a maior preocupação da indústria, MURAD (2007) acredita que o elevado preço do petróleo pode na verdade impulsionar o crescimento do setor de adesivos e selantes, através do desenvolvimento de uma melhor eficiência de combustível, do surgimento de novas aplicações para os adesivos e selantes que antes não eram previstas, e da intensificação dos adesivos e selantes em aplicações que economizam energia (como vidro isolante e filmes de janela). Além disso, deve-se levar em conta que os adesivos e selantes têm sempre sido valorados consideravelmente abaixo da importância que eles conferem ao produto final, sendo que o valor típico se encontra na faixa de 1 a 2% do custo total do produto final.

As matérias-primas para as indústrias de adesivos representam a maior parcela de custo, correspondendo a faixa de 50 a 58%. Deste modo, as altas de preço das matérias-primas tornam-se um grande desafio para formuladores de adesivos (MURAD, 2007).

Quando se levam em consideração as duas maiores classes de adesivos da indústria norte-americana – adesivos sensíveis à pressão (PSA) e adesivos não sensíveis à pressão (NPS) – os NPS correspondem a 83% das vendas da indústria, embora os PSA tenham registrado maior crescimento (MURAD, 2007).

MURAD (2008) relata que os fabricantes da indústria de adesivos e selantes norte-americana enfrentam nos seus negócios muitos desafios referentes à dinâmica e preço de fornecimento/demanda de *commodities*. Os fabricantes têm citado os seguintes desafios:

1. Crescentes custos das matérias-primas impulsionados por preços do petróleo e gás natural.

2. Margens de lucro comprimidas devido ao crescente custo das matérias-primas.

3. A condição da economia dos Estados Unidos.

4. A disponibilidade de matérias-primas e a taxa na qual economias emergentes, como China, continuam a engolir a demanda global (a China está absorvendo 25% da produção global de commodities).

5. Mudanças no cenário competitivo.

6. Inovação com produtos "verdes" e design para atender antecipadamente a demanda.

7. Lidar com a deslocalização dos mercados, por exemplo, decidir se associar com fornecedores e fabricantes estrangeiros e/ou seguir os clientes até os mercados emergentes.

4.4 MERCADO DE ADESIVOS E SELANTES NO BRASIL

O Brasil é o centro de excelência em adesivos na América Latina. Com faturamento aproximado de US$ 500 milhões, o segmento de adesivos no Brasil está em uma rota de modernização irreversível. E isso ocorre em quase todas as suas aplicações. O nível técnico local aliado ao emprego de novas resinas e métodos de aplicação nivelaram os usos na indústria gráfica, em embalagens, no setor automobilístico e em eletrônicos no mesmo patamar dos países desenvolvidos. Nessa escalada de modernização, o uso de produtos aquosos e *hot melts*, sem os solventes que muitas vezes causam problemas ocupacionais e ambientais, continua sendo um destaque. Vale realçar, nessa tendência recente, a resolução da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), que estabelece

novo regulamento técnico para a produção de colas, tíneres, adesivos e corretivos para tentar combater o uso desses produtos como inalante tóxico (FURTADO, 2007).

A ABIQUIM (Associação Brasileira da Indústria Química), entidade que representa a indústria química e está estruturada para realizar o acompanhamento estatístico do setor, define o âmbito de atuação do segmento de colas, adesivos e selantes da seguinte forma (ABIQUIM, 2006):

- Colas / adesivos base água
    - Naturais (vegetais e animais)
    - PVA ou PVA/EVA
    - Amínicas / resorcínicas
    - Poliuretânicas
    - Acrílicas
- Colas / adesivos base solvente
    - Poliuretânicas
    - Borrachas (naturais, policloropreno, SBR, NBR, etc.)
    - PVC
- Colas / adesivos *hot melt*
    - Termoplásticos (EVA, SBS, poliamida, etc.)
    - Poliuretânicas
- Colas / adesivos outras
    - Poliuretânicas
    - Epoxídicas
    - Cianoacrilatos
    - Acrílicas
- Selantes
    - Poliuretânicos
    - Butílicos

- Acrílicos
- Outros

4.4.1 Panorama

A seguir encontram-se dados do mercado brasileiro relativos ao segmento de adesivos e selantes abordando as importações e as exportações brasileiras realizadas nos últimos anos, a produção e as vendas totais (internas + externas) em termos gerais e por tipo de adesivos e selantes, bem como o destino das vendas internas.

Os dados das importações e das exportações de colas, adesivos e selantes no Brasil mostrados a seguir foram disponibilizados pela Secretaria de Comércio Exterior, via consulta ao Sistema Alice (ANUÁRIO DA INDÚSTRIA QUÍMICA BRASILEIRA, 2008).

O histórico das importações e das exportações de colas, adesivos e selantes no Brasil, expressas por toneladas/ano e por dólar FOB (*free on board*), realizadas nos anos de 2003 a 2007, pode ser visualizado na Tabela 4.4. Observa-se que as exportações e as importações praticadas pelo Brasil cresceram no intervalo entre 2003 e 2007, no entanto o saldo vem se tornando cada vez mais negativo, ou seja, as importações superando as exportações gerando um déficit cada vez maior.

Já os dados de produção e de vendas, em volume e em valor, realizados no mercado brasileiro publicados pela ABIQUIM (ANUÁRIO DA INDÚSTRIA QUÍMICA BRASILEIRA, 2008) e mostrados a seguir foram compilados por intermédio de consulta direta às empresas produtoras de colas que se dispuseram a colaborar com o Departamento de Economia na divulgação de informações sobre o segmento.

Tabela 4.4 – Total das importações e das exportações de adesivos e selantes realizadas pelo Brasil (em t/ano e em US$ fob) entre os anos 2003 e 2007. Fonte: ANUÁRIO DA INDÚSTRIA QUÍMICA BRASILEIRA (2008).

Ano	Importação		Exportação	
	t	US$1.000 fob	t	US$1.000 fob
2003	27.740,4	55.931,4	14.213,8	24.610,0
2004	33.361,5	70.033,1	18.482,9	37.013,4
2005	32.154,1	76.207,3	18.964,1	34.248,7
2006	34.161,3	93.027,3	19.886,8	31.877,0
2007	36.762,5	113.174,1	25.752,1	38.418,0

A Tabela 4.5 revela a produção (em toneladas/ano) brasileira de colas, adesivos e selantes no período de 2003 a 2007. Verifica-se que durante todo este período a produção de colas e adesivos de base aquosa no Brasil representa mais de metade da produção (entre 50 e 60%) do segmento de colas, adesivos e selantes.

Tabela 4.5 – Produção brasileira de colas, adesivos e selantes (em toneladas/ano) obtida no período entre 2003 e 2007. Fonte: ANUÁRIO DA INDÚSTRIA QUÍMICA BRASILEIRA (2008).

Colas, Adesivos e Selantes	2003	2004	2005	2006	2007
Colas / Adesivos base água	152.118,8	178.943,1	170.540,7	143.090,0	123.995,0
Colas / Adesivos base solvente	81.798,6	90.900,3	97.648,2	72.495,4	53.296,7
Colas / Adesivos base *hot melt*	11.322,4	15.877,2	16.698,5	15.896,0	13.087,0
Colas / Adesivos outras	8.101,6	15.915,5	8.537,6	7.971,0	7.443,2
Selantes	14.414,5	29.701,0	36.032,6	35.276,7	37.601,6
Total	267.755,90	331.337,10	329.457,60	274.729,10	235.423,50

A Tabela 4.6 revela para este mesmo período (2003 a 2007) o total das vendas (em toneladas/ano) de colas, adesivos e selantes praticadas no mercado brasileiro, ou seja, as vendas internas somadas às vendas externas. Nota-se que os adesivos de base aquosa também correspondem entre 50 e 60% das vendas totais brasileiras efetuadas, mostrando equilíbrio com a quantidade produzida durante o período de 2003 a 2007.

Tabela 4.6 – Vendas totais brasileiras (internas + externas) de colas, adesivos e selantes (em toneladas) praticadas no período de 2003 a 2007. Fonte: ANUÁRIO DA INDÚSTRIA QUÍMICA BRASILEIRA (2008).

Colas, Adesivos e Selantes	2003	2004	2005	2006	2007
Colas / Adesivos base água	149.256,6	177.040,7	166.267,3	141.297,7	114.036,5
Colas / Adesivos base solvente	74.525,8	84.201,0	93.063,8	72.200,2	55.343,1
Colas / Adesivos base *hot melt*	10.595,0	15.275,8	15.543,6	15.224,6	13.048,0
Colas / Adesivos outras	7.874,4	14.726,6	8.559,6	7.969,1	7.638,4
Selantes	14.329,2	29.795,1	34.053,6	34.381,3	37.849,8
Total	256.581,0	321.039,2	317.487,9	271.072,9	227.915,8

Tanto no caso da produção como no caso das vendas totais verifica-se que a soma das quantidades de adesivos a base aquosa e de adesivos *hot melt* é bem superior a quantidade dos adesivos a base solvente. Este comportamento é resultante da imposição aos fabricantes de leis cada vez mais rígidas (assunto tratado na seção seguinte) e de uma maior consciência ambiental por parte da sociedade.

As Figuras seguintes mostram o destino aproximado das vendas internas para os adesivos e selantes no Brasil (ANUÁRIO DA INDÚSTRIA QUÍMICA BRASILEIRA, 2008). É estimado que 39,1% das colas e adesivos de base água (Figura 4.5) são vendidas para embalagens e que 14,8% são vendidas para a construção civil. No caso das colas e adesivos a base solvente (Figura 4.6), os setores automobilístico (43,9%) e calçadista (37,6%) são os que mais consomem. As colas e adesivos do tipo *hot melt* (Figura 4.7) são destinadas com destaque às embalagens (63,0%). Já o setor automobilístico representa, respectivamente, 71,8% e 75,6% das vendas de outras colas e adesivos e dos selantes (Figura 4.8 e Figura 4.9). No geral, observa-se por meio deste levantamento realizado pela ABIQUIM que as colas e os adesivos são requeridas para aplicações mais diversificadas que os selantes.

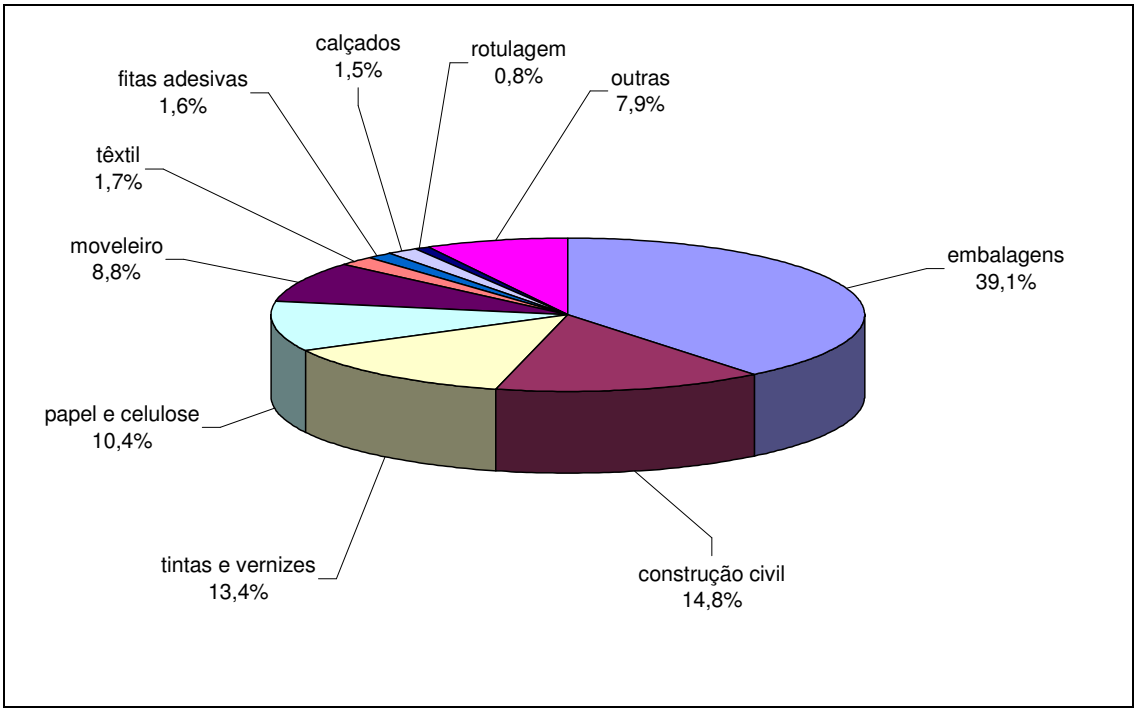


Figura 4.5 - Destino aproximado das vendas internas de colas e adesivos de base água em 2007. Fonte: ANUÁRIO DA INDÚSTRIA QUÍMICA BRASILEIRA (2008).

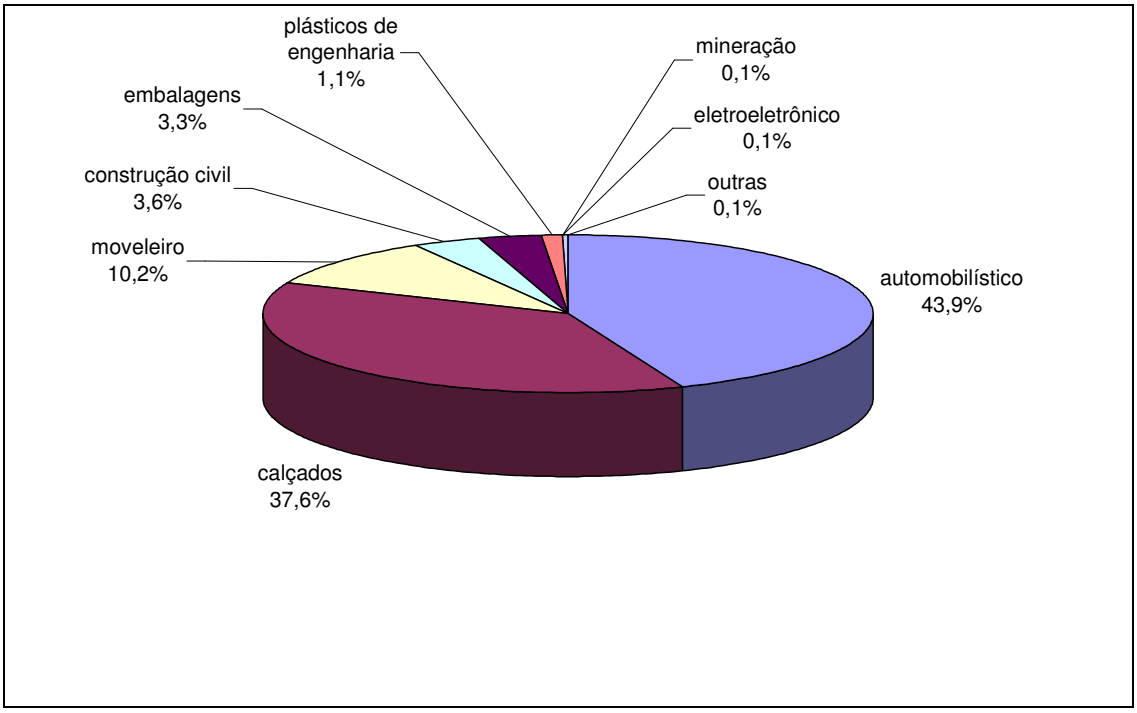


Figura 4.6 - Destino aproximado das vendas internas de colas e adesivos de base solvente em 2007. Fonte: ANUÁRIO DA INDÚSTRIA QUÍMICA BRASILEIRA (2008).

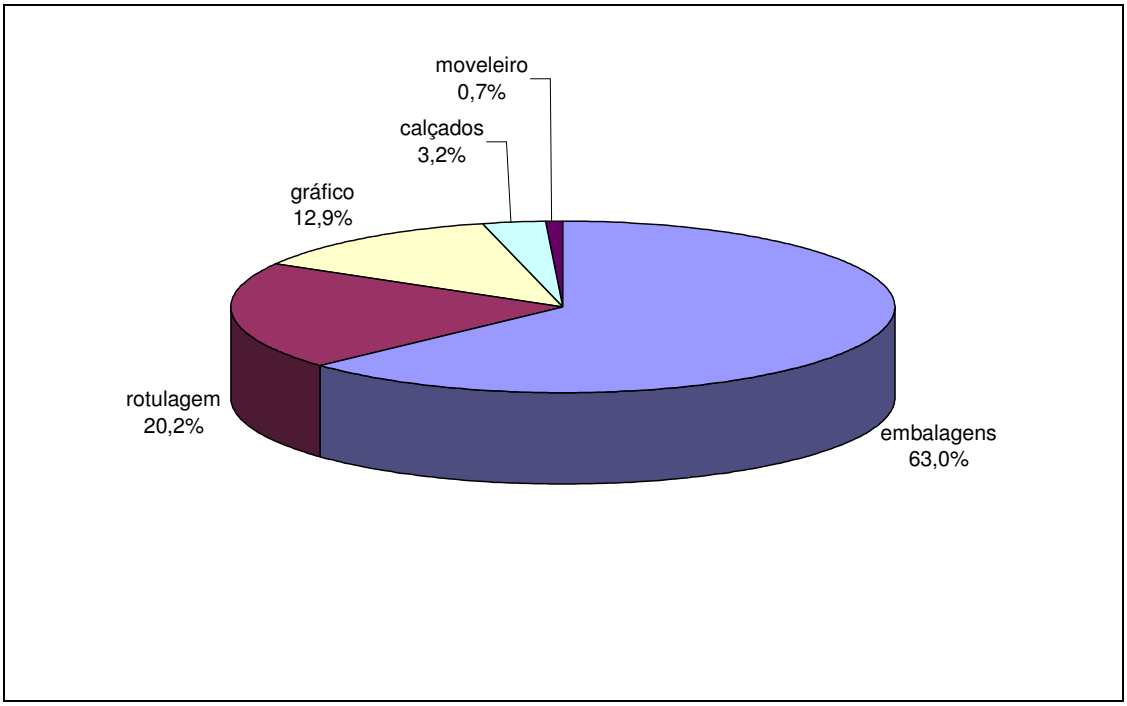


Figura 4.7 - Destino aproximado das vendas internas de colas e adesivos *hot melt* em 2007. Fonte: ANUÁRIO DA INDÚSTRIA QUÍMICA BRASILEIRA (2008).

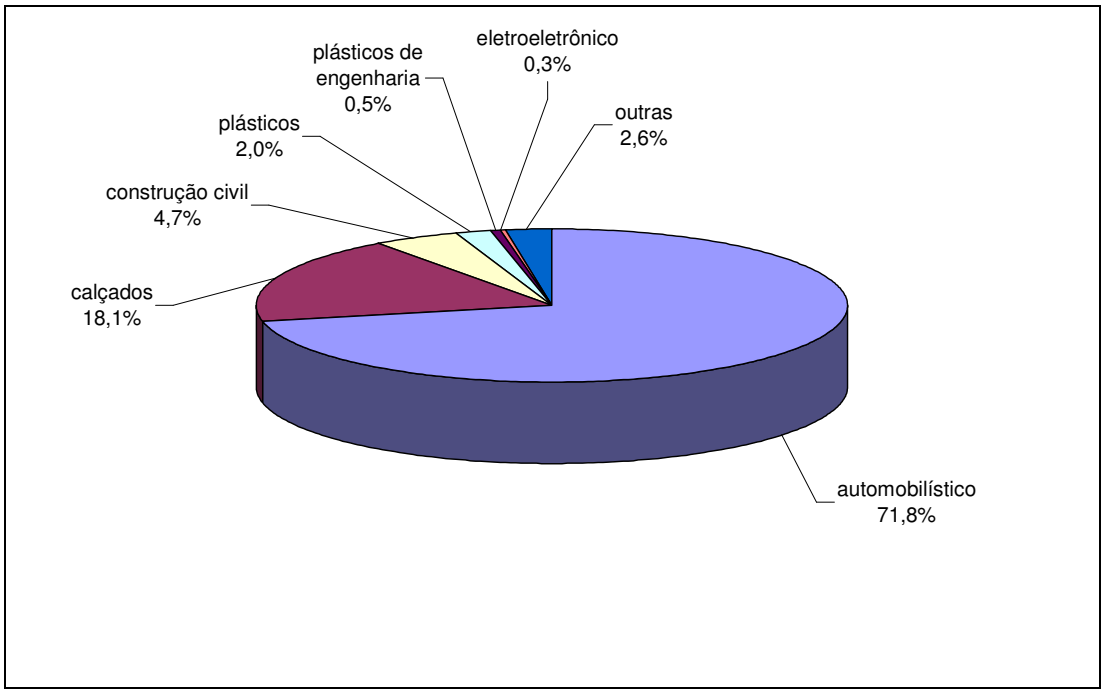


Figura 4.8 - Destino aproximado das vendas internas de outras colas e adesivos em 2007. Fonte: ANUÁRIO DA INDÚSTRIA QUÍMICA BRASILEIRA (2008).

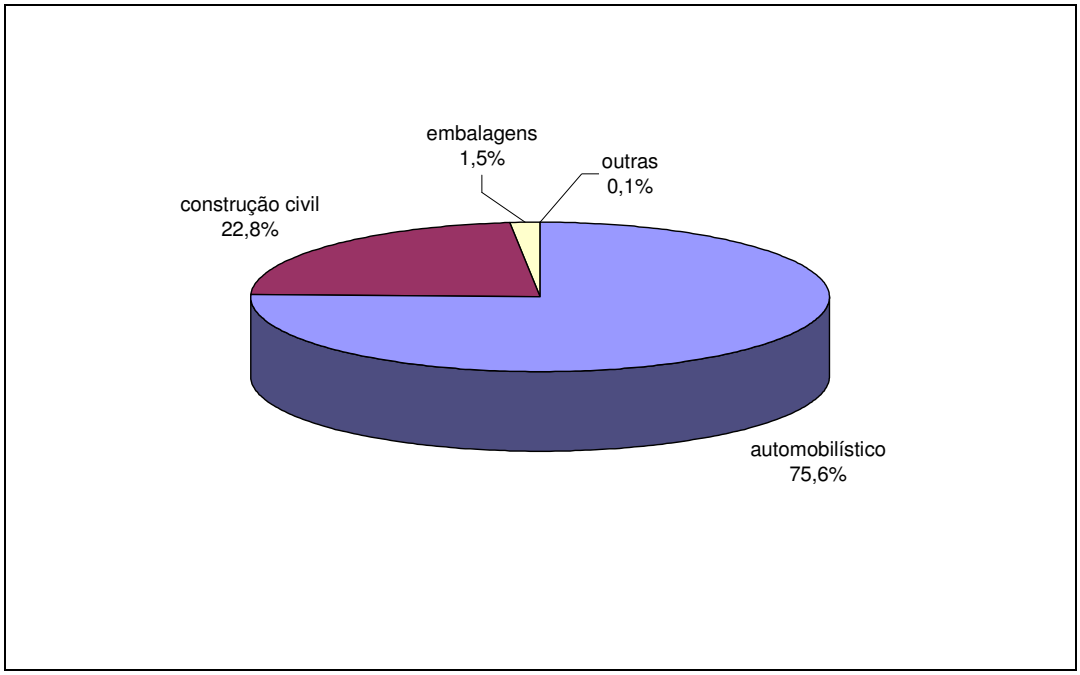


Figura 4.9 - Destino aproximado das vendas internas de selantes em 2007. Fonte: ANUÁRIO DA INDÚSTRIA QUÍMICA BRASILEIRA (2008).

4.4.2 Legislação brasileira: RDC n^{0}345

Recentemente, o uso de adesivos aquosos e *hot melts* (sem os solventes que muitas vezes causam problemas ocupacionais e ambientais) tem sido destaque em razão de uma Resolução da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Trata-se da Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) n^{0}345, de 15 de dezembro de 2005, que dispõe sobre produtos que contenham substâncias inalantes capazes de promover depressão na atividade do sistema nervoso central (SNC). Esta Resolução determina que as empresas produtoras e consumidoras de colas, tíneres (ou “thinners”, isto é, solventes que se adicionam à tinta com o intuito de torná-la menos viscosa), adesivos e corretivos envidarão os seus melhores esforços no sentido de identificar métodos e processos que possibilitem a substituição gradativa. Também determina os dizeres e advertências que devem conter os rótulos dos produtos que possuem as substâncias inalantes.

Entende-se que esta Resolução tem por objetivo alcançar os produtos reconhecidamente usados nas ruas pelas crianças como droga de abuso, especificamente a “cola de sapateiro” e o “thinner”.

Nesse sentido os adesivos orgânicos industrializados, tanto vegetais como animais, vêm se destacando no mercado em aplicações que exigem produtos com menos cheiro, que colem à temperatura ambiente e que não contaminem o conteúdo. Por esses motivos, o maior consumidor desse tipo de adesivo é o mercado de papel e embalagem (principalmente para alimentos), não apenas pelo apelo ecológico, mas também pelo custo. Os adesivos orgânicos não dependem de derivados de petróleo; são originados de fontes renováveis, vantagem que reflete também no custo desses produtos. As matérias-primas de origem orgânica têm preços desatrelados do mercado internacional de petróleo, o que as faz apresentarem menos volatilidade de preços, além de apresentarem um forte apelo ecológico (KARPOVAS, 2006c).

Um setor que está em plena fase de transição é o segmento de colas para calçados, que vive um momento de mudança entre a tecnologia base solvente e a base água. O mercado reconhece a importância e o futuro da tecnologia base água, mas não abandona o solvente, que ainda é mais utilizado. Já é mais do que conhecida a tendência da tecnologia base água no segmento de colas para a indústria calçadista. Porém, as estatísticas apontam os adesivos base solvente ainda em primeiro lugar. Em 2005 houve uma demanda de aproximadamente 25 mil toneladas de adesivos para a indústria calçadista no Brasil; a maior parte, cerca de 14 mil toneladas, de adesivos de poliuretano em base solvente. Além disso, as indústrias petroquímicas tendem a diminuir a oferta de matéria-prima para o hemisfério sul, direcionando-a para o mercado asiático, que

corresponde a 60% do mercado global de calçados. Esse é um dos motivos que está levando ao aumento do consumo de adesivos base água na indústria de calçados (MAZZI, 2006).

Os fabricantes de adesivos para o mercado moveleiro estão mais conscientes e cientes do importante papel que possuem, não só no sentido de melhorar a cada dia a qualidade dos adesivos, mas principalmente da responsabilidade de torná-los menos tóxicos ao ambiente e ao ser humano. Com um grande potencial, o mercado de adesivos destinados à indústria moveleira vem apresentando uma série de inovações e tecnologias, seguindo principalmente as exigências do setor com produtos de baixa toxicidade e menos agressivos à natureza e ao ser humano. Adesivos ainda mais resistentes à temperatura e à umidade estão tomando conta desse mercado que prima pela qualidade. A pesquisa e o desenvolvimento de novos produtos e processos de colagem inovadores fazem parte do dia-a-dia dos fabricantes de adesivos para o setor, que buscam de qualquer maneira atender as necessidades de seus clientes, que passam a ganhar produtos personalizados (MONFARDINI, 2006).

4.5 TENDÊNCIAS PARA O MERCADO DE ADESIVOS E SELANTES

Nesta seção são destacadas algumas tendências relacionadas ao mercado de adesivos e selantes.

A nanotecnologia pode ajudar a introduzir no mercado inovações de adesivos e selantes por meio do conceito de nanocompósitos, que permite criar materiais com propriedades mecânicas muito superiores às do polímero original. Gera, assim, uma família de produtos que pode atender a vários atributos desejados por diversos setores

industriais, tais como os de adesivos de base aquosa de alta tenacidade e não-tóxicos e também soluções de alta performance em impermeabilizantes, selantes, revestimentos e aditivos para concreto na indústria de construção civil. Na medicina do futuro existirão adesivos para tratar câncer de pele. Por serem sensíveis à luz, os compostos inseridos no adesivo têm a capacidade de danificar as células cancerígenas e formar uma crosta, que será substituída por tecidos sadios. Sabe-se que a nanotecnologia já é uma realidade, mas até o presente momento não há conhecicmento quanto aos efeitos dos nanomateriais sobre o ambiente e a saúde humana (ADESIVOS & SELANTES, 2008).

Um mercado que ainda tem muito a crescer no nosso país, principalmente se comparado a Europa e Estados Unidos, é o setor de rótulos e etiquetas auto-adesivas. O mercado de rótulos e etiquetas no Brasil está estimado em 360 milhões de metros quadrados por ano, um consumo per capita de quase dois metros quadrados por habitante ao ano. Segundo cálculos de executivos do setor, esse volume equivale a um movimento de aproximadamente US$ 10 milhões por mês. Para avaliar o potencial de crescimento, basta dizer que esse índice na Europa é de 8 metros quadrados por habitante ao ano, e de 14 metros quadrados nos Estados Unidos.

No Brasil, medidas governamentais de incentivo à construção civil, em obras de habitação e de infra-estrutura, têm grande potencial de alavancar o consumo de vários tipos de adesivos. Além do incentivo direto que a maior quantidade de obras trará, vale destacar ainda que alguns selantes (mástiques) entraram no último trimestre de 2006 em lista do governo de insumos empregados na construção civil com redução de IPI (imposto sobre produtos industrializados) (FURTADO, 2007).

Sob o ponto de vista da perspectiva européia para o futuro dos adesivos e selantes, WEGNER (2004) aborda entre outras previsões, que os recursos renováveis aumentarão sua participação na composição de adesivos e selantes como componente base. Também haverá uma nova classe de adesivo natural reativo, mais provavelmente os “bio” adesivos baseados em proteínas. No ramo dos adesivos sintéticos, poliuretanos e silanos terão mais alto potencial para novas descobertas no que diz respeito a misturas e modificações químicas.

KAMPFF e MOTTA (2005) elaboraram uma interessante lista das principais tendências para o mercado global de adesivos e selantes, que trata de maneira resumida as expectativas de mercado e de tipos de adesivos, conforme pode ser vista a seguir:

- Redução da participação dos EUA e da Europa Ocidental e aumento da participação de países asiáticos e industrializados da América Latina na demanda global;
- Crescimento da China no mercado de adesivo, registrando a segunda maior demanda;
- Consolidação de fabricantes a nível global;
- Clientes globais buscam ser atendidos por soluções globais;
- Expansão do emprego dos adesivos classificados como estruturais e outros das seguintes categorias:
    - Adesivos em emulsões e dispersões;
    - Adesivos *hot melt*;
    - Adesivos reativos (PUR, epoxi, cianoacrilatos, etc.);
- Demanda crescente dos adesivos ecologicamente corretos:

- Declínio dos adesivos à base de solventes;
- Uso de adesivos que permitem a reciclagem;

- Os clientes buscarão, cada vez mais, adesivos que atendam a necessidades específicas.

A FEICA (2005) prevê que num mesmo segmento de mercado ou mesmo grupo de produtos, as ações das corporações globais serão locais e globais, necessitando de desenvolver uma estratégia dual, a estratégia *glocal* (global e ao mesmo tempo local).

4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo fornececeu uma visão do mercado da indústria de adesivos e selantes abrangendo todas as suas aplicações. O levantamento de informações de mercado não envolve somente o conhecimento de dados exatos, mas também contempla outros aspectos como a recente crise financeira internacional, as restritivas leis ambientais e os desejos dos consumidores.

Uma tendência de destaque é a redução do consumo de solventes por meio de sua substituição ou por meio do uso de solventes com baixo teor de compostos orgânicos voláteis. Portanto, espera-se que a sustentabilidade seja cada vez mais integrada com as estratégias de negócio, e não só por meio de regulamentações e barreiras.

Capítulo 5
Tecnologia – Informação Tecnológica

5.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo possui o objetivo de apresentar o terceiro parâmetro-chave do *roadmap* – tecnologia – por meio da abordagem da informação tecnológica, indispensável para a elaboração do *roadmap* impulsionado pela tecnologia.

O desenvolvimento científico e tecnológico mundial tem crescido enormemente nas últimas décadas. Uma das mais claras manifestações desse crescimento espetacular é o surgimento de um imenso número de veículos e meios de divulgação voltados à comunidade técnico-científica. Atualmente, além de um número muito grande de periódicos e publicações especializadas em papel, tem ocorrido um aumento significativo na utilização de meios eletrônicos de divulgação.

O trabalho de busca, análise e síntese de informações emprega cada vez mais metodologias e ferramentas baseadas em bibliometria, estatística e sistemas de informação, sem o que se tornaria praticamente impossível acompanhar a informação disponível, crescente em quantidade e diversidade, bem como sua disseminação com o auxílio de diferentes suportes.

O uso destas metodologias e ferramentas, genericamente classificado como tratamento automatizado da informação, ou bibliometria automatizada, consiste basicamente da aplicação de filtros para classificar e separar a informação coletada, bem como agregar-lhe valor. Esta abordagem tem sido empregada para disponibilizar, por meio de indicadores de tendências, informações vitais, seja para o pesquisador ou para outros tomadores de decisão (ORTIZ et al., 2002).

5.2 O TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO

A informação deixou de ser apenas um elemento fundamental na redução das incertezas na tomada de decisões e vem se transformando em fator de produção e de sinergia empresarial. A informação precisa, no momento oportuno, atua como fator crítico para o sucesso e a sobrevivência das empresas nesta era de globalização econômica (JANNUZZI; MONTALLI, 1999).

O uso de bases de dados e o tratamento automático da informação baseados em conceitos estatísticos específicos vêm sendo utilizados para inferir a emergência de novos paradigmas. Várias ferramentas têm emergido da bibliometria como fruto dos avanços da ciência da computação e da informação, como a finalidade de auxiliar no mapeamento, levantamento e tratamento de uma grande massa de informação, notadamente eletrônica, de desenvolvimentos científicos e tecnológicos (BAHRUTH, 2004).

De acordo com GUEDES e BORSCHIVER (2005), a bibliometria é uma ferramenta estatística que permite mapear e gerar diferentes indicadores de tratamento e gestão da informação e do conhecimento, especialmente em sistemas de informação e de comunicação científicos e tecnológicos, e de produtividade, necessários ao planejamento, avaliação e gestão da ciência e da tecnologia, de uma determinada comunidade científica ou país.

As principais Leis da bibliometria são Bradford, Lotka e Zipf, focando respectivamente a produtividade de periódicos, a produtividade de autores e a freqüência de ocorrência de palavras, em sistemas de informação e comunicação científica e tecnológica. Elas lidam com distribuições e recenseamentos de documentos científicos

que possuem propriedades similares (GUEDES; BORSCHIVER, 2005; ARAÚJO, 2006; CAFÉ; BRÄSCHER, 2008).

Outros estudos que realizam, por exemplo, a análise de citações (identificação de frentes de pesquisa e colégios invisíveis, fator de imediatismo ou de impacto, acoplamento bibliográfico e co-citação, obsolescência da literatura e vida média, lei do elitismo e teoria epidêmica de Goffman) também se inserem no contexto das pesquisas bibliométricas (CAFÉ; BRÄSCHER, 2008). Os conceitos baseados na prática da análise de citações, dentro de uma visão macro, são mais utilizados como ferramenta na política científica e tecnológica, mediante diagnóstico e prognóstico dos fenômenos que norteiam a comunicação científica e tecnológica, de uma determinada instituição ou país.

A bibliometria é também um instrumento quantitativo, que permite minimizar a subjetividade inerente à indexação e recuperação das informações, produzindo conhecimento, em determinada área ou assunto. Em última análise ela contribui para tomadas de decisão na gestão da informação e do conhecimento, uma vez que auxilia na organização e sistematização de informações científicas e tecnológicas (GUEDES; BORSCHIVER, 2005).

Desta forma, o uso de metodologias e ferramentas baseadas em bibliometria, estatística e sistemas de informação, genericamente classificado como *tratamento automatizado da informação*, ou *bibliometria automatizada*, permite disponibilizar, por meio de indicadores de tendências, informações vitais, seja para o pesquisador ou para outros tomadores de decisão.

BAHRUTH (2004) afirma que indicadores bibliométricos contribuem para identificar principais atores (competidores e/ou potenciais parceiros), a maturidade da tecnologia,

padrões de desenvolvimento, tecnologias correlacionadas, localização de competências e, através do cruzamento de listas de informações grupadas, podem ser obtidos sinais de tecnologias emergentes, um dos focos da Prospecção Tecnológica; avaliar a quantidade e as características da produção científico-tecnológica (ano, país); características do impacto (conhecimento da situação, através da análise de ocorrências e/ou co-ocorrências); e características estruturais da C&T, através de mapas bibliométricos da evolução de eventos científicos e tecnológicos (inovação), que se constituem na base estrutural da Prospecção Tecnológica, obtidas através de múltiplas conexões, inter-relações entre áreas, tecnologias, temas, atores, dentre outros.

De acordo com FAPESP (2005), um método específico para o estudo do sistema de ciência, tecnologia e inovação é oferecido por um novo campo disciplinar denominado "cientometria". Ele se ocupa do desenvolvimento de metodologias para a construção e a análise de indicadores, com base em abordagem interdisciplinar, envolvendo a bibliometria, a economia, a administração, entre outras. A cientometria, ou ciência das ciências, abarca o estudo das ciências físicas, naturais e sociais, com o objetivo de compreender sua estrutura, evolução e conexões, de modo a estabelecer relações das ciências com o desenvolvimento tecnológico, econômico e social. Baseia-se em indicadores bibliométricos construídos a partir de documentos publicados em canais especializados e envolve inúmeros parâmetros, tais como a quantidade de publicações, co-autorias, citações, co-ocorrência de palavras e outros. Esses parâmetros são empregados como medidas indiretas da atividade da pesquisa científica e contribuem para a compreensão dos objetivos da pesquisa, das estruturas da comunidade científica, do seu impacto social, político e econômico.

No entanto, o estudo de VANTI (2002) mostra que há diversas formas de medição voltadas para avaliar a ciência e os fluxos da informação, dentre estas, a bibliometria, a cienciometria, a informetria e a mais nova delas, a webometria. Estas técnicas quantitativas de avaliação têm funções semelhantes, mas, ao mesmo tempo, cada uma delas propõe medir a difusão do conhecimento científico e o fluxo da informação sob enfoques diversos. Existe, ainda, muita dificuldade em estabelecer onde termina uma e começa a outra. Com o intuito de resumir os vários conceitos encontrados na literatura para bibliometria, cienciometria e informetria e também agregar informações complementares, incluindo elementos relacionados a mais recente área de estudos das métricas, a webometria, a Tabela 5.1 apresenta as aplicações, semelhanças e diferenças que unem e separam estes subcampos.

ORTIZ e colaboradores (2002) defendem que o tratamento da informação é a base do processo de monitoramento tecnológico, ou, de um modo mais geral, da inteligência competitiva. O monitoramento tecnológico consiste em pesquisar o assunto escolhido, que pode ser um produto, uma tecnologia, uma instituição, pesquisadores, fontes de informação científica e tecnológica, dentre outras ligadas ao assunto focalizado.

Contudo, gerar as informações úteis (críticas) e disseminar estes conteúdos para uso efetivo dos atores de um setor econômico em prol de sua inovação e competitividade requer a aplicação de metodologias e ferramentas que sejam capazes de separar a informação relevante e classificá-la de acordo com os objetivos e visão de futuro, estabelecidos.

Tabela 5.1 - Comparação das aplicações dos distintos métodos quantitativos. Fonte: VANTI (2002).

Tipologia/ Subcampo	Bibliometria	Cienciometria	Informetria	Webometria
Objeto de estudo	Livros, documentos, revistas, artigos, autores, usuários	Disciplinas, assuntos, áreas e campos científicos e tecnológicos. Patentes, dissertações e teses	Palavras, documentos, bases de dados, comunicações informais(inclusive em âmbitos não científicos), *home pages* na WWW	Sítios na WWW (URL, título, tipo, domínio, tamanho e *links),* motores de busca
Variáveis	Número de empréstimos (circulação) e de citações, freqüência de extensão de frases	Fatores que diferenciam as subdisciplinas. Como os cientistas se comunicam	Difere da cienciometria no propósito das variáveis, por exemplo, medir a recuperação, a relevância, a revocação	Número de páginas por sítio, nº de *links* por sítio, nº de *links* que remetem a um mesmo sítio, n° de sítios recuperados
Métodos	*Ranking,* freqüência, distribuição	Análise de conjunto e de correspondência, co-ocorrência de termos, expressões, palavras-chave etc.	Modelo vetor-espaço, modelos booleanos de recuperação, modelos probabilísticos; linguagem de processamento, abordagens baseadas no conhecimento, tesauros	Fator de Impacto da Web (FIW), densidade dos *links*, "sitações", estratégias de busca
Objetivos	Alocar recursos: pessoas, tempo, dinheiro etc.	Identificar domínios de interesse. Onde os assuntos estão concentrados. Compreender como e quanto os cientistas se comunicam	Melhorar a eficiência da recuperação da informação, identificar estruturas e relações dentro dos diversos sistemas de informação	Avaliar o sucesso de determinados sítios, detectar a presença de países, instituições e pesquisadores na rede e melhorar a eficiência dos motores de busca na recuperação das informações

Transformar informação bibliográfica em indicadores bibliométricos não é uma tarefa simples, exigindo trabalho minucioso e cautela em cada passo. A maior parte do

tempo é despendida no reconhecimento da forma em que os dados estão estruturados na base e no tratamento efetivo na cadeia de transformação da informação bibliográfica em dados quantitativos. Invariavelmente, a informação não se encontra perfeitamente padronizada, exigindo reprocessamento e retorno às etapas anteriores da cadeia (MUGNAINI et al., 2004).

5.3 ARTIGOS CIENTÍFICOS E DOCUMENTOS DE PATENTE COMO FONTE DE INFORMAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

AGUIAR (1991) define a Informação Científica como o conhecimento que constituiu, em certo momento da evolução da ciência, um acréscimo ao entendimento universal então existente sobre algum fato ou fenômeno, tendo-se tornado disponível como resultado de uma pesquisa científica, ou seja, de um trabalho de investigação conduzido segundo o método científico.

Segundo a Federação Internacional de Documentação - FID (2008) - o termo Informação Tecnológica se refere a "todo conhecimento de natureza técnica, econômica, mercadológica, gerencial, social entre outros, que por sua aplicação, favoreça o progresso na forma de aperfeiçoamento e inovação".

A informação científica e tecnológica resume-se nos diferentes tipos de buscas que podem efetuar-se para obter conhecimento sobre tecnologias disponíveis, serve para orientação em pesquisas, teses e constitui-se uma excelente base de dados para novos investimentos na indústria.

No que tange às informações científicas e tecnológicas, pode-se destacar o uso de artigos científicos (importante fonte de informações tecnológicas provenientes do meio

científico) e o uso de bancos de patentes, como o Esp@cenet da União Européia, o USPTO dos Estados Unidos e o INPI do Brasil (QUADROS; VILHA, 2009).

O principal insumo da atividade científica é informação verbalmente codificada (periódicos, anais de congresso etc.) e seu produto essencial também é informação verbalmente codificada (artigo publicado em revista científica, comunicação em congresso), constituindo insumo para outras pesquisas científicas e assim sucessivamente (AGUIAR, 1991). O conhecimento científico, produto da pesquisa, é certificado e divulgado por meio das publicações científicas. O artigo de periódico, especialmente de um periódico de alto impacto, é o canal preferencial de divulgação formal do conhecimento produzido nas ciências naturais (MUELLER, 2008).

PIZZANI e outros (2008) confirmam que um dos mecanismos mais utilizados pela comunidade científica para a disseminação dos resultados das pesquisas é a publicação de artigos científicos em periódicos científicos. Segundo AGUIAR (2001), os resultados de uma pesquisa científica necessitam ser formalmente divulgados para assegurar a autoria de quem os desenvolveu.

Os periódicos devem publicar predominantemente artigos originais resultantes de pesquisa científica e/ou significativas para a área específica do periódico, porém os periódicos podem incluir outros tipos de contribuições, como artigos de revisão, comunicações, resenhas, relatos de casos, estudos comparativos (PIZZANI et al., 2008).

Enfim, o artigo científico, pela sua condição de fonte de informação original e de qualidade, constitui-se como um veículo de transmissão do conhecimento produzido pelos pesquisadores, servindo de literatura-base para corroborar os estudos já existentes e

inspirar novas pesquisas. Os alunos de pós-graduação, especialmente no Brasil, utilizam esta literatura de forma efetiva.

Por outro lado, uma das formas de se verificar o desenvolvimento tecnológico sobre uma determinada tecnologia é a análise dos documentos de patente. As patentes apresentam-se como excelentes indicadores de inovação, pois podem servir para medir os resultados de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), produtividade, estrutura e o desenvolvimento de uma tecnologia/indústria específica. Em virtude da relação existente entre as atividades de P&D e o número de pedidos de patente, é possível comparar, monitorar e analisar as atividades de pesquisa em uma área temática específica ou um novo setor. Estatísticas em patentes têm sido usadas como indicadores de resultados em atividades relacionadas à invenção. O número de patentes concedidas a uma dada empresa ou em um determinado país reflete o vigor tecnológico. Um exame nas tecnologias patenteadas pode produzir indicações da direção de mudanças tecnológicas (ALENCAR et al., 2007). Os pedidos de patente depositados em um determinado país são considerados pela OMPI, governos e também por estudiosos em geral como um indicador dos avanços tecnológicos desse país (MUELLER, 2008).

A documentação patentária atualmente é considerada a fonte mais rica e detalhada de informação de caráter técnico disponível em todo mundo, além de ser uma rica fonte de informação mercadológica. No entanto, vale ressaltar que o uso de patentes como indicador de inovações possui limitações: as inovações nem sempre correspondem às invenções patenteadas, e nem todas as invenções patenteadas possuem valor tecnológico ou econômico. Ou seja, nem todos os produtos são patenteados e nem todas as patentes significam produtos (ALENCAR et al., 2007).

A pesquisa e o desenvolvimento para elaboração de novos produtos (no sentido mais abrangente) requerem, na maioria das vezes, grandes investimentos. Proteger esse produto através de uma patente significa prevenir-se de que competidores copiem e vendam esse produto a um preço mais baixo, uma vez que eles não foram onerados com os custos da pesquisa e desenvolvimento do produto. A proteção conferida pela patente é, portanto, um valioso e imprescindível instrumento para que a invenção e a criação industrializável se torne um investimento rentável.

Tendências em tecnologia podem ser definidas a partir de pesquisa em base de dados de patentes. Um fator a ser ressaltado, e que coloca as patentes como fonte de informação bastante interessante para a prospecção tecnológica e geração de mapas de conhecimento, reside na padronização das bases de dados em que as mesmas são veiculadas, o que permite tratar estatisticamente massas de dados com baixo risco de desvios.

A descrição técnica detalhada da invenção é um dos pressupostos consagrados pelo sistema internacional de patentes. De acordo com dados da OMPI, em aproximadamente 70% dos casos seu conteúdo não será publicado em qualquer outra fonte de informação. O crescimento do número de patentes publicadas no mundo vem adquirindo, nos últimos anos, escala surpreendente. O acervo mundial de documentos está estimado em mais de 50 milhões, com um crescimento anual da ordem de um milhão e quinhentos mil novos documentos de patente (INPI, 2008).

O número de patentes é internacionalmente considerado como um dos indicadores relevantes para se avaliar a capacidade de um país transformar o conhecimento científico em produto ou resultado tecnológico. A despeito de esse indicador possuir algumas

limitações, tendo em vista que não há um comportamento homogêneo entre as empresas de diferentes setores de atividade econômica frente às patentes, permite uma aproximação razoável dos resultados da atividade de inovação de um país.

CHANG e colaboradores (2008) afirmam que as patentes são um indicador maduro e objetivo. A patente é um meio de difusão da tecnologia, uma vez que no conteúdo da patente, o estado da arte é um elemento crítico. No relatório descritivo o estado da arte deve estar apresentado de forma clara, o qual geralmente é apresentado por citações de outras patentes ou jornais ou demais literaturas, a fim de esclarecer o avanço de desenvolvimento tecnológico pleiteado no pedido de patente. Se uma determinada patente possui posição crítica em seu campo tecnológico, a maioria das tecnologias subseqüentes necessita citar esta tecnologia, e então esta patente é denominada de patente básica.

CARAHER (2008) cita três fatores impactantes com relação a informação presente em documentos de patente. O primeiro se refere ao crescimento do volume de informação contida em documentos de patente em função da globalização, da *internet* e de áreas emergentes como a China e a Índia. O segundo se relaciona ao aumento da complexidade da pesquisa e inovação gera convergência tecnológica. E por último, a tecnologia gerando mudanças: os fatores-chave são a integração da informação e o gerenciamento de dados.

A avaliação dos dados coletados é uma fase muito importante, consistindo da análise dos mesmos para verificar sua relevância. Na interpretação dos dados deve haver uma profunda preocupação com a agregação de valor às informações, característica principal dos serviços de informação. O valor agregado das informações contidas nas

fontes anteriormente citadas depende da compilação e análise das mesmas, sendo extremamente importante o monitoramento da informação, tendo em vista os objetivos da organização em termos de atuação no mercado.

Principalmente no que se refere às organizações tecnológicas, que possuem o monitoramento tecnológico como uma das suas atividades mais importantes, o processamento da informação estratégica é condição essencial para que tal atividade se efetive. LAUTRÉ (1992) chama esse tipo de informação de "prospectiva", que deve ser portadora de inovação. A informação prospectiva é considerada como uma informação de alerta, uma vez que ela tem o papel de minimizar riscos à empresa, que podem ser acarretados pelas mudanças ambientais e tecnológicas. A realização do monitoramento informativo exige o conhecimento, por parte de quem o realiza, do meio informacional interno e externo da empresa, principalmente da informação econômica e social relativas aos movimentos estratégicos dos grupos internacionais, às mudanças de comportamento de clientes e de concorrentes, bem como ao movimento do mercado financeiro.

Desta forma, a prospecção de tecnologia por meio da gestão de informação, recorrendo-se a diferentes fontes, é extremamente útil para inferir o estado da arte de determinado setor, com o objetivo de gerar informações sobre a sua trajetória passada e sobre as tendências de mercado.

5.3.1 Documento de patente

A patente consiste em um título de propriedade temporária sobre uma invenção ou modelo de utilidade, outorgados pelo Estado aos inventores ou autores ou outras pessoas físicas ou jurídicas detentoras de direitos sobre a criação. Em contrapartida, o inventor se

obriga a revelar detalhadamente todo o conteúdo técnico da matéria protegida pela patente.

Durante o prazo de vigência da patente, o titular tem o direito de excluir terceiros, sem sua prévia autorização, de atos relativos à matéria protegida, tais como fabricação, comercialização, importação, uso, venda, etc (INPI, 2008).

Por documento de patente entende-se tanto o pedido de patente publicado, pendente ainda da concessão, como a patente em vigor ou a patente extinta. Os documentos de patente contêm como potencialides para a busca de informações tecnológicas o resumo, que aborda os principais aspectos da invenção; a folha de rosto, contendo os dados bibliográficos essenciais: país de origem, número do documento, titular, data do pedido, da publicação e da concessão da patente, data do pedido original e seu número, nome do inventor e símbolos da Classificação Internacional de Patentes; o quadro reivindicatório, que define o real escopo pretendido para proteção; o relatório descritivo, que explica o estado da técnica, e a descrição pormenorizada da invenção - produto ou processo - para a solução de determinado problema, esclarecendo o avanço tecnológico proporcionado por ela e demonstrando a sua aplicação industrial; e, sendo o caso, desenhos técnicos, que esclarecem a descrição (INPI, 2008).

Um dos aspectos mais relevantes e vantajosos do uso de indicadores de patentes é o fato de que estes dados cobrem todos os campos do conhecimento, o que o torna muito útil para a análise da difusão de tecnologias chaves ou para a geração de perfis de especialização das entidades depositantes. Uma outra vantagem é o nível de detalhamento da classificação conferida a cada pedido de patente, o que permite uma

escolha ilimitada do padrão de agregação dos níveis tecnológicos observados, do mais amplo até o produto mais simples.

TODOROV (2008) aborda a utilização do documento de patente como fonte de informação tecnológica, e menciona as seguintes vantagens:

- Conteúdo: suficiente para que um profissional da área técnica da invenção consiga realizá-la;
- Formato universal: dados bibliográficos com campos específicos numerados;
- Atualidade: contém a informação mais recente em relação ao estado da técnica.

Além das vantagens já citadas do uso de patentes, vale lembrar que qualquer pessoa que tenha acesso à *internet* pode fazer buscas em endereços de acesso livre e recuperar documentos de patente completos em segundos. Além dos documentos em Língua Portuguesa disponíveis no *site* do INPI do Brasil, podem-se realizar buscas por documentos em Língua Inglesa através do *Google* e em *sites* de bases de dados, como por exemplo, *USPTO* (Escritório de Marcas e Patentes dos Estados Unidos), *Espacenet* (Escritório Europeu de Patentes), *JPO* (Escritório Japonês de Patentes), *SIPO* (Escritório Chinês de Patentes) e *PATENTSCOPE* (Organização Mundial da Propriedade Intelectual). Portanto, segundo GALEMBECK e outros (2009), atualmente é muito mais fácil obter informação sobre patentes do que sobre artigos científicos.

5.3.1.1 Classificação Internacional de Patentes

A Classificação Internacional de Patentes, conhecida como IPC (*International Patent Classification*), é um sistema de indexação utilizado internacionalmente para documentos de patentes de invenção e modelo de utilidade. Este sistema resultou dos

esforços conjuntos de órgãos de propriedade industrial de numerosos países, incluindo um tratado internacional multilateral, a "Convenção Européia para a Classificação Internacional de Patentes de Invenções", celebrado em 1954.

A IPC foi definitivamente instituída em 1971 pelo Acordo de Estrasburgo, que conta com 57 Estados-Membros, entre os quais o Brasil, que aderiu em 1975. Contudo, a IPC é utilizada por cerca de 70 (setenta) países e 3 (três) Administrações Regionais e pela Secretaria Internacional da Organização da Propriedade Intelectual.

A fim de manter a IPC atualizada, uma comissão de peritos se reúne periodicamente para avaliar o sistema e aperfeiçoá-lo, considerando, principalmente, os avanços tecnológicos.

A IPC encontra-se dividida em 8 (oito) seções principais, sendo que a atual revisão de janeiro de 2010 (versão 2010.01) conta com cerca de 70 mil subdivisões (IPC, 2010). Cada subdivisão tem um símbolo composto de algarismos arábicos e de letras do alfabeto latino. Os 8 setores principais são denominados de seções, a saber:

Seção A - Necessidades Humanas

Seção B - Operações de Processamento; Transporte

Seção C - Química e Metalurgia

Seção D - Têxteis e Papel

Seção E - Construções Fixas

Seção F - Engenharia Mecânica / Iluminação / Aquecimento

Seção G - Física

Seção H - Eletricidade

O símbolo completo da classificação para técnica específica será constituído por símbolos representado Seção (conforme acima), Classe (número composto por dois algarismos), Subclasse (letra maiúscula), Grupo e Subgrupo, conforme esquematizado no exemplo de classificação C09J 175/06, onde:

C = Seção

09 = Classe

J = Subclasse

175 = Grupo Principal

06 = Subgrupo

A seguir, encontra-se a análise do significado da Classificação Internacional de Patentes deste exemplo – C09J 175/06:

Seção: C – QUÍMICA**;** METALURGIA

Classe: C09 – CORANTES**;** TINTAS**;** POLIDORES**;** RESINAS NATURAIS**;** ADESIVOS**;** COMPOSIÇÕES NÃO ABRANGIDAS EM OUTROS LOCAIS**;** APLICAÇÕES DE MATERIAIS NÃO ABRANGIDOS EM OUTROS LOCAIS

Subclasse: C09J - ADESIVOS**;** PROCESSOS ADESIVOS EM GERAL (PARTE NÃO-MECÂNICA)**;** PROCESSOS ADESIVOS NÃO INCLUÍDOS EM OUTRO LOCAL**;** USO DE MATERIAIS COMO ADESIVOS

Grupo: C09J 175 – Adesivos à base de poliuréias ou poliuretanas**;** Adesivos à base de derivados de tais polímeros

Subgrupo: C09J 175/06 – Poliuretanas de poliésteres.

5.3.1.2 Documentos de patente norte-americanos

A concessão de patentes nos Estados Unidos segue lei e regra específicas: 35 USC (Título 35 do *United State Code*) e 37 CFR (Título 37 do *Code of Federal Regulations*). Após revisão das mesmas, estabeleceu-se, em 1999, o *American Inventors Protection Act (AIPA)* de 1999, que permite aos inventores que se comprometem a depositar os pedidos apenas nos Estados Unidos solicitar a publicação de seu pedido apenas depois de concedidos (pedidos depositados a partir de 29 de novembro de 2000).

O Escritório de Marcas e Patentes dos Estados Unidos - *United States Patent and Trademark Office* (USPTO) publica as patentes concedidas (documentos tipo B) só após o exame técnico. A partir de fevereiro de 2001 passou a publicar também os depósitos de pedidos de patente (documentos ainda não examinados, tipo A) após 18 meses da data de depósito.

Os documentos tipo A, mesmo com informações de invenções que podem não ganhar patentes (como acontece no Brasil, que só publica os documentos tipo A), têm a vantagem da publicação das informações das invenções mais recentes e a possibilidade de conhecimento do que as empresas estão solicitando mais rapidamente. Por outro lado, as folhas de rosto dos documentos tipo B contêm informações adicionais, tais como: documentos de patentes ou outras publicações citadas e os nomes dos examinadores.

Nos Estados Unidos, a numeração dos pedidos de patente difere da numeração das patentes concedidas. Exemplificando: US 2006/0216035 refere-se a um pedido de patente publicado no ano de 2006, enquanto que US 7.129.333 é o número da patente correspondente concedida em 31/10/2006 nos EUA (número seqüencial de patente concedida desde 13 de julho de 1836) (INPI, 2008).

5.3.1.3 Panorama dos depósitos de pedidos de patente no mundo

A Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI) divulgou o relatório do Tratado de Cooperação em Matéria de Patentes (PCT, sigla em inglês) mensurando número recorde de depósitos de pedidos de patente em escala mundial no ano de 2007.

A organização salienta a importância da participação chinesa e coreana entre os dez primeiros países depositantes de patentes. Os líderes são (da 1ª até a 10ª colocação): Estados Unidos, Japão, Alemanha, Coréia, França, Reino Unido, China, Países-Baixos, Suíça e Suécia.

A OMPI confirmou um aumento de 4,7% no número de depósitos realizados em todo o mundo, se comparados com os dados do ano anterior. Ao todo, foram depositados 156.100 pedidos de patente. Somente a China contabilizou um aumento de 38,1% em apenas um ano, passando a ocupar o sétimo lugar do *ranking.* Já a República da Coréia teve um crescimento de 18,8% no número de depósitos de um ano para o outro. Esse acréscimo levou a Coréia a ocupar o quarto lugar da lista, que antes era da França. O Brasil, que teve um crescimento de 15,3% nesse levantamento, registrou um aumento significativo de seus depósitos, apesar de não estar entre os dez primeiros. A OMPI informou que pelo quarto ano consecutivo as taxas de progressão mais importantes são as registradas nos países do Nordeste Asiático, de onde provêm mais de um quarto (25,8%) das demandas internacionais sobre o Tratado de Cooperação em Matéria de Patentes. A OMPI ainda divulgou que recebeu muitas demandas de patentes dos países em desenvolvimento, representando 78% das nações que aderiram e participam do PCT.

As maiores demandas ao PCT publicadas em 2007 estão concentradas nos setores de telecomunicações (10,5%), informática (10,1%) e produtos farmacêuticos

(9,3%). Mesmo que o número de patentes nesses setores ainda sejam maiores, o relatório registrou um crescimento de outras áreas como engenharia nuclear, que cresceu 24,5% nos pedidos feitos entre 2006 e 2007 (NITPAR, 2008).

Sabe-se que a inovação tecnológica promove crescimento econômico. E com o continuado crescimento econômico, a previsão para as economias mais desenvolvidas era a continuação do aumento do número de depósitos de pedidos de patente, conforme ilustrado na Figura 5.1. As projeções para os anos de 2008 e 2009 foram baseadas nas taxas de crescimento obtidas nos últimos 5 anos. Previa-se que os Estados Unidos continuariam líderes como centro depositário e que a China passaria o Japão em 2009 (CARAHER, 2008).

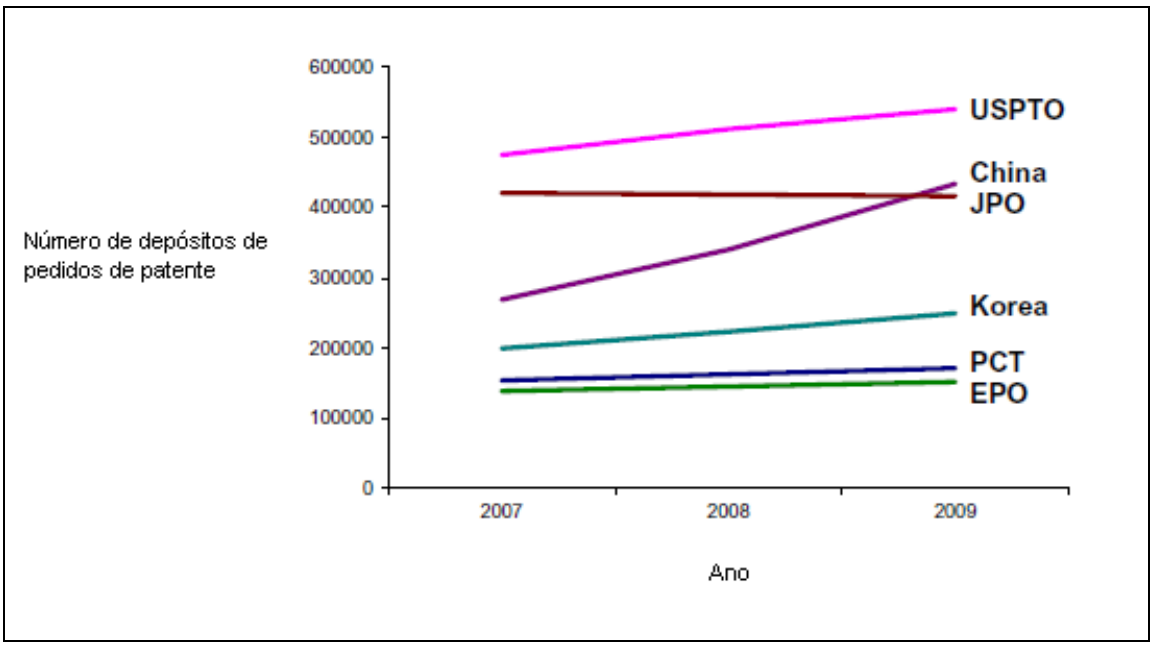


Figura 5.1 - Projeção da quantidade de pedidos de patente depositados no período de 2007 a 2009. Fonte: CARAHER (2008).

No entanto, os depósitos de pedidos de patentes previstos para até o ano de 2009 não foram alcançados. Com o grande declínio da taxa de crescimento econômico internacional ocorrido nos anos de 2008 e 2009, todos os países ricos sofreram queda nos depósitos dos pedidos de patentes. A redução pode ser devido a dificuldades de obtenção de financiamento pelas empresas e ao corte de orçamento no setor de pesquisa. De acordo com CHADE (2010), em 2008 foram 164 mil pedidos de patente registrados pelo sistema internacional, e em 2009 esse número caiu para 155,9 mil.

Dados divulgados recentemente pela OMPI apontam que o volume de pedidos de patente depositados no mundo sofreu a primeira queda em 30 anos, mas os países emergentes continuaram a aumentar o número de depósitos. A liderança ainda é dos Estados Unidos, que em 2009 depositaram 45,7 mil pedidos de patentes, quase 30% de todos os depósitos realizados no mundo neste ano. Nos Estados Unidos entre 2008 e 2009 houve declínio de 11,4%. Em segundo lugar vem o Japão, seguido pela Alemanha (CHADE, 2010).

O Brasil entre 2005 e 2009 subiu da 27ª posição no *ranking* de países que mais depositam pedidos de patentes para a 24ª posição em 2009. Há cinco anos o Brasil havia registrado 270 pedidos de patentes. Em 2009, esse número chegou a 480, superando Irlanda, África do Sul e Nova Zelândia. Apesar do avanço, o Brasil ainda está distante de outras economias, sendo responsável por apenas 0,3% do total mundial de pedidos de patentes em 2009 (CHADE, 2010).

5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo destacou duas das principais fontes de informação tecnológica – os artigos científicos e os documentos de patente – que possuem diferenças que se iniciam na fase de elaboração e vão até a sua divulgação, entretanto estão associados a dois processos inter-relacionados: ciência e tecnologia.

Em relação à elaboração, as patentes possuem uma homogeneidade e uma qualidade de cobertura que não pode ser encontrada em nenhum outro tipo de documento, pois se apresentam de forma padronizada, descrevem o estado da arte e as características técnicas dos produtos e/ou processos em detalhes. Artigos científicos são produzidos a partir de sistemática diversa, enfocando vários aspectos, inclusive da descrição metodológica.

Em relação à atualidade das informações, a patente fica 18 meses em sigilo, enquanto que o artigo científico possui um potencial maior de atualidade, pois o tempo de elaboração e publicação em periódicos científicos da área pode ser menor que o da divulgação da patente.

Concluindo, embora artigos científicos e patentes possuam diferenças, estes dois tipos de documentos são na verdade expressões da pesquisa e podem ser produzidos pelas mesmas pessoas, grupos ou instituições.

Capítulo 6
Adesivos e Selantes Aplicados à Construção Civil – Objeto do Roadmap

6.1 INTRODUÇÃO

Os três capítulos anteriores apresentaram cada um dos três parâmetros-chave que compõem o *roadmap*: produto, mercado e tecnologia. Já neste capítulo cada um destes parâmetros-chave é delineado para os adesivos e selantes especificamente aplicados à construção civil, uma vez que este foi o setor escolhido para o desenvolvimento do *roadmapping* deste trabalho.

Desse modo, as informações a respeito dos adesivos e selantes aplicados à construção apresentadas neste capítulo encontram-se agrupadas em três seções que correspondem a produto, mercado e tecnologia.

A primeira seção – Produto – aborda a aplicação específica de adesivos e selantes na construção, menciona vantagens e incovenientes da adesão na construção, discute os tipos de adesivos e selantes empregados na construção e trata dos adesivos e selantes sustentáveis na construção.

A segunda seção – Mercado – é composta por informações de mercado de adesivos e selantes aplicados à construção a nível mundial e especificamente nos Estados Unidos e no Brasil. Por fim, é descrito um breve perfil mercadológico das empresas que mais investem em inovação neste setor.

A terceira seção – Tecnologia – estuda o setor de adesivos e selantes aplicados à construção através do mapeamento tecnológico realizado em artigos científicos, patentes e pedidos de patentes. As análises encontram-se organizadas por tipo de fonte de informação, por tipo de uso na construção e por tipo de base polimérica dos adesivos e selantes. Estas informações coletadas e analisadas irão essencialmente suportar o *technology roadmap* a ser elaborado, conforme será explicado adiante no Capítulo 7.

6.2 PRODUTO

No passado, colagem e selagem de materiais tradicionais na construção eram feitas com cimento, gesso ou adesivos naturais para utilização em ladrilhos e azulejos de cerâmica, construção de paredes e materiais de decoração. Mas desde a Segunda Guerra Mundial, novos materiais de construção foram desenvolvidos, tais como plásticos, painéis de gesso, espumas isolantes, painéis de madeira e muitas novas matérias-primas sintéticas para decoração. Todos estes novos materiais necessitam de novos adesivos com boa aderência, melhor desempenho e técnicas de aplicação mais fáceis.

Nos últimos anos, a construção civil vem empregando técnicas rápidas. As novas técnicas de pré-fabricação proporcionam construção e montagem mais acelerada por meio de peças pré-fabricadas, painéis, coberturas e divisórias. Também são requeridas técnicas confiáveis, que permitem a união de concreto a concreto ou de metal a concreto, com epóxis ou argamassas baseadas em cimento modificado (COGNARD, 2003).

O emprego de adesivos e selantes no setor de construção é significativo, pois, conforme abordado anteriormente, a técnica adesiva apresenta muitas vantagens se comparada com tecnologias conhecidas de junção (como por exemplo, parafusos, rebites e soldas) (COGNARD, 2003; PASTERNAK et al., 2004).

Segundo MITSCH et al. (2008), os maiores subsetores do mercado de construção são: revestimentos resilientes, telhas, cerâmicas, habitações pré-fabricadas, fixação de carpetes, fixação de pisos, painéis pré-fabricados, cimentos, fachadas, papéis de parede, aquecimento, ventilação, ar condicionado e concreto.

6.2.1 Adesivos na construção

Há dois tipos de adesivos que são usados na construção:

- Adesivos não-estruturais: empregados para unir materiais decorativos (tais como revestimentos de pisos ou paredes) e outros materiais que não necessitam de alta força (alguns painéis e portas de interior). Estes adesivos podem ser adesivos de emulsão ou dispersão, adesivos de contato neopreno, adesivos de base solvente, adesivos ou colas naturais e renováveis, etc.
- Adesivos estruturais: possuem tensão de cisalhamento de pelo menos 5 a 8 MPa e são requisitados para partes estruturais, tais como, união de concreto a concreto, ladrilhos cerâmicos a concreto, partes metálicas a concreto, portas externas, engenharia civil, compósitos, vidro estrutural, etc. Estes adesivos podem ser adesivos epóxi, poliuretano estrutural, silicones, acrílicos estruturais.

Todos os adesivos usados *on site* devem curar ou secar a temperaturas ambiente (entre 12 a 35ºC), de acordo com as estações do ano e localização, pois geralmente não há dispositivos de aquecimento *on site*. Porém, adesivos usados na fabricação de partes pré-fabricadas em plantas geralmente utilizam aquecimento com o intuito de acelerar a secagem e/ou cura (COGNARD, 2003).

Atualmente uma casa poderia ser totalmente construída em poucos dias, empregando novos materiais e novas técnicas com uma grande utilização de adesivos.

Paredes podem ser erguidas rapidamente usando concretos leves com um cimento especial para misturar a argamassa. Outra técnica amplamente utilizada nos Estados Unidos é a utilização de painéis sanduíche para as paredes.

Painéis sanduíche para telhado podem ser usados para substituir as tradicionais ardósias ou telhas. Esses painéis são feitos de um núcleo PU e moldura de madeira, colados com adesivos de PU ou neopreno. A impermeabilização de painéis no telhado

pode ser feita através de membranas plásticas ou elastoméricas coladas aos painéis de teto com adesivos de borracha.

No interior das construções, os adesivos agem como um isolamento sonoro em pavimentos quando se caminha.

Canos de água fria e até para água quente são feitos de PVC colados com adesivos de base solvente.

A decoração interna faz um grande uso de adesivos. Ladrilhos de cerâmica, lajes e mosaicos de vidro são aderidos em pisos e paredes com adesivos com base de cimento ou com base polimérica, e podem requerer um revestimento impermeabilizante antes da colagem, por exemplo, para evitar que a água em banheiros, chuveiros, cozinhas migre através do chão. Na Europa, tapetes são sempre colados em toda a superfície, a fim de evitar qualquer enrugamento quando uma mobília pesada é movida sobre o tapete, mas na Grã-Bretanha e nos Estados Unidos as pessoas preferem anexar os tapetes por pregos no chão. O inconveniente de colagem de toda a superfície está na dificuldade de se remover o carpete quando estiver gasto, pois o adesivo o detém fortemente. Por isso, os fabricantes desenvolveram adesivos que podem ser removidos com imersão de água no tapete: o adesivo vai amolecendo e permitindo uma fácil retirada do tapete (COGNARD, 2003a).

Diversos autores estudaram as argamassas cimentosas adesivas. MARANHÃO e JOHN (2009) verificaram o desempenho de argamassa adesiva modificada com polímero, ao longo do tempo, em termos de flexibilidade da argamassa e força de união a revestimentos cerâmicos. ANDIÇ e outros (2005) investigaram o efeito da adição de cinzas nas propriedades mecânicas de adesivos de cerâmica no sistema cerâmico, que

compreende três camadas: uma de substrato, uma de cerâmica e uma de adesivo. JENNI e colaboradores (2005) descreveram a influência de polímeros na microestrutura e na força adesiva de argamassas cimentosas adesivas de cerâmica disponíveis comercialmente, que consistem em ligante (cimento Portland) e cargas minerais (areia e pó de carbonato) e são usualmente modificadas com éter de celulose e pó polimérico redispersável. A existência simultânea de ligante e polímeros provoca a interação de dois processos principais: a formação de um filme de polímero e a hidratação do cimento. BENTZ e colaboradores (2008) empregaram medidas de absorção de raios-X para estudar a formação de filme na superfície exposta durante a secagem de argamassas cimentosas adesivas para cerâmicas, em função dos componentes e das proporções de misturas, já que a pegajosidade é perdida devido à formação do dito filme na camada superior da superfície das argamassas.

Recentemente os engenheiros civis e a indústria de construção têm começado a perceber o potencial dos compósitos (produtos cuja composição tem dois ou mais tipos de materiais diferentes) para reforço em muitas situações associadas à deterioração de infra-estruturas. Os compósitos apresentam boas propriedades, tais como rigidez, baixa densidade, alta resistência a fadiga, alto amortecimento e baixo coeficiente térmico. O aumento da aplicação de material compósito de polímero reforçado com fibra se deve a sua capacidade de substituir o aço convencionalmente usado em estruturas de concreto armado, estando disponíveis *guidelines* para a seleção dos adesivos poliméricos para concreto. Historicamente, os compósitos foram primeiramente usados como materiais de reforço em concreto, colunas e paredes de alvenaria contra possíveis terremotos. No entanto, a maioria das pesquisas tem se concentrado no reparo das estruturas existentes

danificadas devido a atividades sísmicas ou outros riscos ambientais (PENDHARI et al., 2008).

PENDHARI et al. (2008) realizaram uma revisão sobre as aplicações dos compósitos poliméricos reforçados com fibra (sigla FRPCs, em inglês) na construção civil. O uso de folhas laminadas de FRPCs no reforço de estruturas de concreto tem atraído considerável interesse. Uma das técnicas mais populares de reforçar vigas de concreto envolve o uso de placas de aço unidas por epóxi. Envoltórios de FRPC consistindo de carvão, aramida e fibras de vidro unidos com resinas epóxi têm tido sucesso em aplicações para restauração de pontes nos Estados Unidos e Japão.

Materiais compósitos fabricados a partir de madeira com diferentes adesivos têm crescente utilização na construção de mobílias e edificações. Resinas sintéticas são produzidas conforme o tipo de madeira usado e as condições de umidade, pois a madeira é um material higroscópico, e, portanto as suas dimensões flutuam de acordo com a umidade relativa. Os painéis de madeira do tipo compensado que são unidos com resinas de formaldeído uréia-uréia não são tão resistentes quanto os que são unidos a resina de fenol formaldeído (UYSAL, 2005).

Assim, o mercado de adesivos para madeira é muito grande (construção civil, móveis) e tem causado problemas ambientais devido aos compostos orgânicos voláteis e demais compostos químicos empregados na formulação destes adesivos. Além disso, a maioria dos adesivos é derivada de fontes petroquímicas, como por exemplo, adesivos de fenol/formaldeído, poliuretano e acetato de polivinila (HAAG et al., 2006; 2004).

6.2.2 Selantes na construção

Antes da Segunda Guerra Mundial, as construções foram erguidas com materiais tradicionais: concreto, tijolos, algumas vezes madeira, armações de aço nos arranha-céus americanos, sendo que a a estrutura foi feita de um único material, e, portanto, não houve muito movimento entre dois elementos diferentes da estrutura. Além disso, o único composto selante existente era baseado em resinas oleosas ou betume que tinha muito baixa elasticidade e alongamento e precário envelhecimento.

Imediatamente após a Segunda Guerra, americanos e logo após europeus, começaram a utilizar muitas peças pré-fabricadas em edifícios: painéis sanduíche (feitos de diversos materiais: aço, alumínio, vidro, madeira compensada e espuma de isolamento), janelas pré-fabricadas (feitas de metais, madeira e posteriormente de PVC), portas pré-fabricadas e divisórias (muitas vezes feitas de placa de reboco), lajes de concreto pré-fabricadas para pavimentos e paredes exteriores, etc.

Estas peças tinham que ser conectadas com a estrutura principal, sem deixar lacunas entre os elementos da construção, necessitando de uma substância que fosse capaz de unir ou selar (contra a água, umidade, poeira, insetos, vento) e permitir que ocorressem movimentos entre os elementos.

Uma vez que os coeficientes de expansão térmica dos diversos materiais são às vezes muito diferentes, torna-se necessário que a composição do selante seja altamente flexível a fim de tolerar movimentos.

Em construções altas, toda a estrutura do edifício está sujeita a grandes movimentos resultantes do efeito do vento sobre as fachadas, e, portanto, movimentos ocorrem também entre os elementos da estrutura.

Os edifícios vêm se tornando cada vez mais altos, e por isso há a necessidade de se dispor de espaços vazios entre os elementos a fim de permitir movimentos devido à expansão ou retração dimensional, que ocorre em função da variação do teor de umidade, ventos, etc. Estes vazios devem ser fechados ou selados com compostos elásticos que possam resistir a todos os movimentos dos elementos.

Por todas estas razões, os fabricantes de compostos selantes tiveram que desenvolver novos selantes que possam acomodar esses grandes movimentos.

Nos anos cinqüenta e sessenta, as borrachas compostas com resinas, betume e os novos polímeros apareceram no mercado, e logo após, silicones e poliuretanos. Todos estes novos polímeros elastoméricos exibiram muito maior elongação na ruptura, muito melhor resistência ao intemperismo e envelhecimento, e também eram mais fáceis e rápidos de aplicar e secar ou curar. Os novos selantes nasceram, e seu mercado cresceu a um ritmo muito rápido. Nos últimos 50 anos, o mercado de selantes aplicados na construção cresceu mais de 5% por ano (COGNARD, 2004a).

Atualmente existem vários materiais disponíveis para selagem em construção, sendo que os tipos de selantes comumente usados em revestimentos de paredes incluem silicones, poliuretanos, polisulfetos e acrílicos. Demandas modernas por maiores produtividade e desempenho e por materiais ambientalmente corretos levaram a um declínio na utilização de alguns compostos químicos tradicionais, particularmente no caso de selantes a base solvente. Nos últimos anos, poliuretanos se tornaram um dos principais selantes para juntas na construção. Os silicones têm tido sucesso em aplicações estruturais em vidros devido ao seu favorável desempenho ao intemperismo,

especialmente na resistência a raios UV. Enquanto isso, os polissulfetos têm perdido terreno.

CHEW (2003) estudou selantes de poliuretano e o efeito de seus componentes químicos na resistência destes selantes à água quente, condições as quais os selantes aplicados em fachadas de edificações são expostos em países de clima tropical.

O isolamento de paredes pode ser realizado por diferentes técnicas. Materiais de isolamento como o isopor, espuma de PU ou fibra de vidro podem ser colados no local sobre paredes de concreto. A parede em si pode consistir em painéis sanduíche. No interior das paredes de concreto ou de tijolo, pode-se colocar painéis de isolamento (feitos de PU, PS) colados na fábrica em uma placa de reboco.

Enfim, pode-se afirmar que a principal função dos selantes é vedar a junção entre dois substratos efetivamente sob as condições ambientais e de movimento as quais é exposta. Com o intuito de se evitar falhas e de promover melhor desempenho do selante usado, CHEW (2000) cita alguns fatores que devem ser considerados: o projeto adequado de forma a permitir movimentos das juntas; a seleção correta do selante considerando movimentos devido a expansão e contração térmica, condições de exposição ambientais e tipos de substratos; e controle de qualidade na instalação e manutenção dos selantes.

O impacto no orçamento para manutenção da integridade da construção é significante, embora somente consista em uma pequena proporção de todo o custo da obra. Na verdade, somente cerca de 1/10 do custo do exterior da edificação corresponde aos selantes (CHEW, 2001a).

Os selantes possuem papel fundamental para a manutenção de modernas fachadas impermeáveis à água. Técnicas de construção recentes empregam paredes que consistem em grandes painéis anexados a armações de aço ou concreto reforçado. Os espaços vazios ou as juntas entre estes painéis são geralmente preenchidos com um selante elastomérico, aplicado no local, com o intuito de vedar os espaços vazios e acomodar movimentos. O selante deve ser capaz de exibir boas propriedades adesivas e coesivas, garantir que a estrutura seja impermeável à água, prevenir a perda de calor e permitir a expansão e compressão dos elementos da construção que expandem e contraem termicamente. As juntas selantes compreendem um substrato (usualmente alumínio ou concreto), *primer* (silano ou isocianato dissolvido em solvente orgânico), selante e um material polimérico (polietileno ou poliuretano) (HUTCHINSON; IGLAUER, 2006).

6.2.3 Vantagens e incovenientes da adesão na construção

A adesão na construção oferece vantagens sobre outras técnicas de montagem e também algumas desvantagens que são apresentadas a seguir (COGNARD, 2003).

6.2.3.1 Vantagens

- A adesão permite a montagem de diferentes materiais, por exemplo, vidro ou metal ao concreto, plásticos a madeira ou metais. Apenas a colagem por adesivo pode efetuar qualquer combinação entre concreto, metais, madeira, pedras, gesso, materiais de espuma, vidro, cerâmica, borracha, plásticos e compósitos, naturalmente, que com a seleção adequada dos adesivos. Os fixadores de metal

(parafusos, pregos, porcas e pinos) só podem unir partes rígidas e espessas, nas quais furos podem ser feitos.

- A junção por adesivo é o melhor método para a montagem de grandes superfícies, pois enquanto o adesivo pode ser espalhado por toda a superfície, a soldagem ou a rebitagem são utilizadas somente para a união linear ou periódica.
- A união de grandes áreas superficiais permitem a propagação das tensões sobre grandes áreas, reduzindo, assim, concentrações de estresse; contrariamente as tensões concentradas ao se rebitar.
- A adesão é a única maneira de fabricar painéis sanduíche, colagem de dois vidros, painéis compósitos, e também é o único método para anexar revestimentos decorativos na parede e impermeabilização em telhados inclinados.
- A colagem proporciona superfícies de exterior planas e lisas através da eliminação de fechos mecânicos, tais como parafusos, rebites, porcas, pinos ou pregos. Assim, o *design* é valorizado, por exemplo, vidro arquitetônico colado permite construir fachadas planas, contínuas e com emendas quase imperceptíveis.
- Não há enfraquecimento das peças coladas, ao contrário do que ocorre com rebites ou porcas e parafusos que exigem a perfuração que diminui a resistência mecânica em torno dos furos.
- A peça unida pode até ter uma resistência mecânica maior que a soma das partes individuais, por exemplo, em painéis sanduíche.
- As juntas adesivas podem ser flexíveis e amortecer as vibrações ou resistir a algumas diferenças de coeficientes de dilatação, quando os materiais são bastante

diferentes no que respeita, por exemplo, a colagem de vidro a metal (se a união é muito elástica e preenche as lacunas, o material de união torna-se um selante).

- O custo da adesão pode ser inferior ao custo da montagem mecânica, pois quando não ocorre a perfuração há menos mão-de-obra, e se o custo do adesivo é baixo o suficiente, as ferramentas para a aplicação dos adesivos, no setor da construção são simples e baratas.
- Algumas argamassas e camadas espessas de adesivo que não se encolhem na cura podem preencher as lacunas e proporcionar algum efeito nivelador. Este é um ponto muito importante para a colagem de revestimentos cerâmicos ou grandes peças de concreto que não são planas, e também para a impermeabilização de peças metálicas em concreto.
- A camada adesiva pode proteger da corrosão (por exemplo, com adesivos epóxis), sendo um bom isolamento elétrico (embora alguns adesivos possam conduzir eletricidade).
- Também pode fornecer impermeabilização, dependendo dos tipos e formulações químicas: por exemplo, uma camada de epóxi, PU ou borracha com base adesiva proporcionará impermeabilização sob um revestimento do chão. Isto é útil, por exemplo, para impermeabilização sob piso em cerâmica de banheiros.

6.2.3.2 Inconvenientes

- De forma a obter uma boa e forte união, as superfícies a serem coladas devem estar limpas, secas e bastante planas (exceto se o adesivo tolerar desvios de

espessura), sendo que esses requisitos são freqüentemente difíceis para que os trabalhadores os satisfaçam em construção.

- A adesão requer cuidados, limpeza, treinamento dos trabalhadores e supervisores, a boa concepção das juntas unidas idealizadas por arquitetos, designers, artesãos e construtoras. É preciso ter uma formação específica e um conhecimento adequado dos designers, arquitetos e construtoras.
- A resistência ao calor dos adesivos aplicados na construção é limitada a 100 ℃ para os adesivos epóxis, e 70-80 ℃ para os adesivos termoplásticos, tais como neopreno ou adesivos vinílicos, o que normalmente é o suficiente para exposição externa. As temperaturas mais altas são geralmente encontradas na superfície exterior de painéis das fachadas onde se pode chegar de 70 a 80 ℃ à sombra nos países quentes. Às vezes os adesivos iniciam amolecimento a 60 ou 70 ℃. Somente argamassas baseadas em cimento ou gesso podem suportar altas temperaturas, acima de 300 ou 400 ℃, porque são de natureza mineral.
- O tempo de cura ou endurecimento completo de alguns adesivos pode demorar até 10 ou 15 horas à temperatura ambiente quando ocorre uma reação química de cura, por exemplo, os adesivos epoxídicos de dois componentes. Mas se pode sempre realizar uma cura adesiva mais rápida, alterando o endurecedor ou a formulação.
- A adesão química, o desenho e o cálculo das peças coladas, e as propriedades físicas e mecânicas dos adesivos não são bem conhecidos pelos usuários, e nem sempre são claramente indicados pelos fornecedores de adesivos. Pelo contrário,

os fixadores mecânicos são mais fáceis de usar, o desenho e o cálculo de fixação são bem conhecidos, e as regras são fáceis de compreender.

- A durabilidade das adesões, quando submetidas ao intemperismo, água, calor, ciclos térmicos, podem ser limitadas para alguns adesivos em 10 a 15 anos, embora adesivos epóxis tenham mostrado uma durabilidade de 50 anos em obras de engenharia civil, tais como pontes.
- Partes para serem coladas devem ser especialmente concebidas para a adesão: por exemplo, as junções não devem ser submetidas ao *peeling* ou clivagem ou tensão em pequenas superfícies, e as juntas devem preferencialmente ser protegidas da penetração de água, já que a água degrada a aderência na interface através de sua migração.

6.2.4 Tipos de adesivos e selantes empregados na construção

Como mencionado anteriormente, há vários tipos de adesivos e selantes. Segundo OMNEXUS (2009), a construção civil usa os seguintes tipos de tecnologias adesivas: adesivos à base solvente, adesivos a base água, *hot melt* e reativos. A escolha do adesivo a ser aplicado deve levar em consideração as vantagens e desvantagens de cada tipo.

Os adesivos à base solvente possuem como vantagens: secagem rápida, boa adesão a substratos apolares e certos plásticos, versatilidade, resistências térmica e química razoáveis. Entre as desvantagens estão: o fato de ser inflamáveis, possuírem toxicidade, serem afetados por legislações ambientais e menos fáceis de limpar.

Por outro lado, citam-se como vantagens dos adesivos à base água: facilidade de limpeza, boa adesão a substratos polares e o fato de ser ambientalmente aceitáveis. São

desvantagens destes adesivos: secagem lenta, necessidade de aquecimento para secar (o que leva a grande consumo de energia), corrosão nos dutos causada pelo vapor de água gerado, má adesão em superfícies apolares e baixa resistência à umidade.

Os adesivos *hot melt* têm as seguintes vantagens: cura muito rápida, ausência de resíduo de solvente, o fato de ser ambientalmente aceitáveis e 100% ativos. Já as desvantagens são: alto custo do equipamento, exigência de altas temperaturas (mas por curto período de tempo), degradação térmica do adesivo ou do substrato, dificuldade para limpar e baixas resistências térmica e química.

Entre as vantagens dos adesivos reativos estão: uniões mais fortes e mais duráveis, ausência de resíduo de solvente, o fato de serem ambientalmente aceitáveis e 100% ativos, terem boas resistências térmica e química e sofrerem nenhuma ou mínima deformação. Entretanto, possuem desvantagens como: cura geralmente lenta, necessidade de medição e de mistura e o *pot life* (tempo de uso) limitado que pode resultar em perdas (OMNEXUS, 2009).

Análisando esta taxionomia proposta por OMNEXUS (2009) verifica-se que ela não é adequada, pois mistura classificação de adesivos por composição (adesivos base água e base solvente) com métodos de cura dos adesivos (reação química e *hot melt*).

6.2.5 Adesivos e selantes sustentáveis na construção

A sustentabilidade está mudando a forma como os produtos são concebidos, produzidos e descartados, sobretudo adesivos e selantes, que são representantes típicos de tecnologias multi-setoriais (WEGER, 2009). Pode-se citar como forças-motrizes da sustentabilidade na indústria de adesivos e selantes: a consciência da sociedade, os

requisitos legais, os padrões do consumidor, os benefícios econômicos e a necessidade de soluções sustentáveis (MURAD, 2008).

Ao se discutir a melhoria da sustentabilidade de adesivos e selantes, a consideração primordial reside geralmente no uso de matérias-primas baseadas em recursos naturais ou renováveis, em detrimento de fontes não renováveis como o petróleo bruto, gás natural ou carvão (WEGER, 2009). Entre as vantagens dos adesivos baseados em tecnologia renovável estão: biocompatibilidade favorável, balanço positivo dos gases causadores do efeito estufa, boa relação preço/desempenho, disponibilidade e baixa a nenhuma toxicidade. No entanto, estes adesivos apresentam desvantagens que levam a utilização de matérias-primas oriundas do petróleo, tais como: adequação somente para baixo e médio módulos, freqüente desnaturação por meio de modificação química, freqüente necessidade de biocidas para evitar a degradação microbiana, má consistência na qualidade e estabilidade térmica limitada (MURAD, 2008). Neste contexto, há uma dependência dos adesivos por fontes de matérias-primas derivadas do petróleo, que impõe limites a melhoria da sustentabilidade. Para reduzir e até eliminar esta dependência, alguns procedimentos incluem:

- identificar fontes de matéria-prima alternativas renováveis;
- garantir a reciclagem do produto final;
- minimizar o uso de recursos escassos;
- garantir mínimo impacto ambiental.

Um dos aspectos da sustentabilidade de adesivos é comparar seu uso com as alternativas. A utilização de adesivos em materiais compósitos de peso leve para construção pode contribuir mais para o uso eficiente de recursos do que os materiais

convencionais. Deste modo, apesar da energia e matérias-primas utilizadas na sua produção e da dificuldade de reciclagem, verifica-se que os adesivos permitem uma redução da quantidade de recursos empregados.

Uma vez que os adesivos normalmente representam uma pequena proporção de determinado produto, a reciclagem de adesivos é mais difícil do que a reciclagem de grandes quantidades de plástico. Talvez o modo mais efetivo seja a escolha de adesivos que não dificultem a reciclagem dos componentes unidos por ele (EXTANCE, 2009a).

ONUSSEIT (2006) estudou a influência dos adesivos sobre os materiais a serem reciclados. Para se realizar a reciclagem com sucesso, na fase de projeto deve-se pensar nos componentes do adesivo a serem aplicados no produto que futuramente será reciclado. Embora, por vezes, os adesivos não possam ser reciclados isoladamente devido a sua pequena quantidade, é importante que se faça a escolha de adesivos que não prejudiquem a reciclagem dos materiais. Este autor estudou a influência da composição de adesivos na reciclagem de vidro, metal, plástico e papel. Adesivos que possuem polímeros orgânicos normalmente não causam problemas em processos de reciclagem que ocorrem a altas temperaturas (por exemplo, na reciclagem de vidro ou metal), porém a escolha de adesivos para aplicação em produtos plásticos e papéis deve ser cuidadosa para que se atenda às exigências dos recicladores.

Por outro lado, WEGNER (2009) lembra que se ignora o fato de que apenas cerca de 0,006% de equivalentes de petróleo bruto em relação à produção total é utilizado para a fabricação e formulação da tonelagem global de cerca de 10,3 kt (base seca) de adesivos e selantes prevista para 2010. Também se ignora que a adesão e a selagem estruturais, os dois segmentos dentro da indústria mais exigentes e de maior crescimento,

vêm pedindo moléculas químicas reprodutíveis, que não são encontradas na natureza, que sejam cada vez mais sofisticadas e cada vez mais bem definidas. Sem dúvida, as matérias-primas baseadas em fontes naturais permitem características de desempenho interessantes para determinados usos, mas muitas vezes é necessária uma modificação química para superar as flutuações de qualidade natural.

WEGNER (2009) propõe que os formuladores de adesivos e selantes podem reduzir as "pegadas" de carbono (*carbon footprints*) por meio da substituição dos sistemas adesivos à base de solventes por sistemas de base aquosa, da elevação do teor de sólidos e da busca por mais desempenho com a utilização de menos material. As entidades reguladoras e autoridades governamentais contribuem consideravelmente para a evolução contínua, e permanecem como uma das fontes mais importantes para a inovação.

CZECH e WESOLOWSKA (2007) abordaram o problema de se desenvolver adesivos sensíveis a pressão (PSA) sem solvente orgânico, aplicados em rótulos, filmes decorativos e protetores. O desejo de se produzir PSA sem solventes orgânicos existe desde que tem sido feita a sua produção em massa, através dos tipos *hot melt*, dispersão e outras tecnologias livres de solvente. No entanto, estas tecnologias têm tido dificuldades para atender requisitos com relação à resistência a água e ao calor, e por isso, adesivos PSA acrílicos do tipo solvente continuam a ser vastamente utilizados.

A substituição de solvente por água nas formulações não vale somente para adesivos e selantes, mas também para outros produtos utilizados em processos construtivos, pois a construção envolve inúmeros materiais que contém componentes que emitem compostos orgânicos voláteis e que são prejudiciais à saúde humana.

Apesar dos benefícios sócio-econômicos (volume de emprego e contribuição para o PIB, por exemplo), a indústria da construção é responsável por muitos problemas ambientais, como: aquecimento global, emissão de CO_2, alto consumo de energia, alto consumo de água e geração de resíduos sólidos, dentre outros.

Neste sentido, a construção deve também abranger a demanda ambiental, deixando de ser uma das emissoras principais de CO_2 e de rejeitos danosos, para se transformar em um referencial em geração de energia limpa e na área de reciclagem. Os países desenvolvidos vêm pioneiramente buscando criar critérios que foquem a redução ou solução dos impactos ambientais gerados pela construção através do conceito conhecido como *green building*, que se encontra abordado a seguir (MEIRELLES, 2009).

A indústria da construção possui ainda a preocupação com a reciclagem de rejeitos gerados: se a separação dos materiais aos quais estão combinados (materiais que possuem diversos tipos de componentes) for dificultada, estes não poderão ser reciclados ou re-utilizados (ISHIKAWA et al., 2005).

6.2.5.1 Construção verde

Foi a partir da década de 90 que surgiu o termo "*green building*" (construção verde). Tratava-se de empreendimentos que utilizassem alta tecnologia para reduzir os impactos negativos causados pela construção ao meio-ambiente, promovendo benefícios sociais, econômicos e ambientais, durante todo o processo de concepção, execução e operação da atividade da construção (MEIRELLES, 2009).

A construção verde consiste em um movimento mundial para promover o uso de produtos ambientalmente corretos e práticas de desconstrução, construção, reforma e

reparo. O objetivo é fazer materiais e atividades de construção que minimizem o impacto ambiental total.

Embora o termo “verde” seja subjetivo, a maioria dos produtos verdes pode ser classificada em uma ou mais das seguintes categorias:

- Produtos feitos com rejeitos reciclados ou agrícolas;
- Produtos que conservem os recursos naturais;
- Produtos que evitam tóxicos ou outras emissões;
- Produtos que economizam energia ou água;
- Produtos que contribuem para a segurança e um ambiente saudável (SPECIALCHEM/ASI, 2009).

Na literatura existem diversas definições para os termos “construção verde” e “construção sustentável”. SOUSA et al. (2005) esclarecem que a diferença entre as “construções verdes” e as “construções sustentáveis” está na equiparação das dimensões ambiental, social e econômica da segunda, enquanto que na primeira a dimensão ambiental tem maior, ou total, peso.

O uso de produtos verdes oferece muitos benefícios aos construtores, remodeladores e/ou proprietários de residências ou estabelecimentos comerciais: melhoria na qualidade do ar, menor esgotamento dos recursos naturais, economia de energia e menos problemas de saúde (SPECIALCHEM/ASI, 2009).

6.2.5.2 Ferramentas para a avaliação da sustentabilidade da construção

Um dos principais objetivos da sustentabilidade ambiental é o corte das emissões de compostos orgânicos voláteis (COVs), dos quais os adesivos são a maior fonte (EXTANCE, 2009 b).

Houve a necessidade de se criar um método para avaliação da sustentabilidade de edifícios, chamados de ecologicamente corretos. Para isso, essas construções deveriam atender determinados parâmetros ambientais para receber a certificação.

Exemplos da busca mundial pela sustentabilidade no setor da construção civil são as metodologias: BREAM (britânico), GBC (participação de 20 países), *Blue Angel* (alemão) e LEED (norte-americano), dentre outros (EXTANCE, 2009 b; MEIRELLES, 2009). Já nos Estados Unidos muitos programas de construção verde têm surgido, particularmente a níveis local e estadual, sendo os três programas mais populares: *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), do *U.S. Green Building Council*; *Green Building Guidelines* (GBG), da *National Association of Home Builders*; e *Green Globes* (GG), da *Green Building Initiative* (SPECIALCHEM/ASI, 2009).

O primeiro país a oficializar o conceito de *green buildings* foi o Reino Unido, em 1998, através do sistema de avaliação de desempenho ambiental *Building Research Establishement Environmental Assessment Method* (BREAM). O BREAM estabelece normas de avaliação das construções que se propõem a seguir os passos de uma construção sustentável, através da racionalização de energia, diminuição do uso da água e reutilização de materiais. A avaliação está baseada em um *checklist* de projeto, reunindo uma série de pontuações e pré-requisitos associados a determinadas metas de projeto e de desempenho, classificando o desempenho da construção com relação a sua categoria (MEIRELLES, 2009).

O GBC (*Green Building Challenge*) conta com a participação de 20 países com o objetivo de avaliar o desempenho ambiental das construções. O GBC procura diferenciar-se como uma nova geração de sistemas de avaliação, desenvolvida especificamente para

refletir as diferentes prioridades, tecnologias, tradições construtivas e até mesmo valores culturais de diferentes países ou regiões em um mesmo país. O GBC pode ser aplicado em vários tipos de construção, em qualquer estágio e local, sendo considerado um bom método para avaliação ambiental da construção sustentável (MEIRELLES, 2009).

O *Blue Angel* (ou *Blauer Engel*, em alemão) é uma certificação alemã para produtos e serviços com impacto ambiental reduzido ou positivo, sendo o primeiro e mais antigo selo ecológico do mundo. Foi criado em 1977 como um instrumento de política ambiental para harmonizar o mercado e possibilitar que as características positivas dos produtos e serviços recebam o selo ecológico de forma voluntária. O selo promove tanto a conscientização de proteção ambiental como a de proteção ao consumidor. Portanto, ele é concedido a produtos e serviços especialmente benéficos para o meio ambiente sob uma análise ampla, o que inclui o atendimento a altos padrões de segurança e saúde ocupacional e adequação do uso (BLAUER ENGEL, 2010).

O programa GBG publicou um conjunto de diretrizes que construtores, associações de construtores e gerentes de projetos podem usar para aplicar conceitos verdes a projetos de construção residencial. Estas diretrizes também funcionam num sistema de classificação por pontos (categorias: ouro, prata e bronze) e fornecem uma opção voluntária e acessível para o construtor em geral (SPECIALCHEM/ASI, 2009; GBG, 2009).

O programa GG é um programa usado nos Estados Unidos e no Canadá. Ele foi inicialmente adotado para construção comercial, mas vem ganhando popularidade na área residencial também. Este programa é interativo, podendo ser usado através do seu

sítio na *internet*, para fazer avaliações ambientais de um projeto de construção (SPECIALCHEM/ASI, 2009; GG, 2009).

Por fim, o programa LEED que foi iniciado em 1996 com o objetivo de difundir o conceito de construção ambientalmente responsável entre os profissionais e a indústria da construção americana. Este programa abrange sete categorias: 1) LEED® NC - Novas Construções e grandes projetos de renovação; 2) LEED® EB - Edifícios Existentes; 3) LEED® CI - Projetos de interiores e edifícios comerciais; 4) LEED® CS - Projetos da envoltória e parte central do edifício; 5) LEED® for Homes – Residências; 6) LEED® Schools – Escolas; e 7) LEED® ND - Desenvolvimento de Bairro (MEIRELLES, 2009). Na versão 2.2 do programa LEED há quatro níveis de classificação por pontos: certificado (26-32 pontos), prata (33-38 pontos), ouro (39-51 pontos) e platina (52-69 pontos) (MEIRELLES, 2009; EXTANCE, 2009 b; LEED, 2009).

O programa LEED determina padrões de emissão de compostos orgânicos voláteis a partir de adesivos. É possível verificar que adesivos e selantes estão explicitamente pontuados dentro da categoria Qualidade Ambiental Interna. Conseqüentemente, a maioria dos adesivos que atendem a este padrão são aqueles de base aquosa. Dentro dos adesivos que satisfazem os critérios do LEED, os dispersos em base aquosa são os mais usados, em detrimento dos adesivos naturais solúveis de base aquosa oriundos de fontes animais, que devem ser aplicados a altas temperaturas. Os adesivos em dispersão de base aquosa contêm polímeros insolúveis conhecidos como látex, incluindo os produzidos a partir da seringueira e as formulações sintéticas (EXTANCE, 2009 b).

6.2.5.2.1 Certificação no Brasil

No Brasil, o início da disseminação do conceito de construção sustentável ocorreu apenas em 2007 através da criação do CBCS (Conselho Brasileiro de Construção Sustentável). O CBCS foi o resultado da articulação entre lideranças empresariais, pesquisadores, consultores e profissionais atuantes. Este conselho objetiva induzir o setor da construção a utilizar práticas sustentáveis, que venham melhorar a qualidade de vida dos usuários, dos trabalhadores e do ambiente que cerca as edificações.

Outro marco importante da presença da construção sustentável no Brasil também em 2007 foi a criação do GBC Brasil (*Green Building Council Brasil*). O GBC Brasil nasceu com o objetivo de desenvolver a indústria da construção sustentável no país, utilizando as forças de mercado para conduzir a adoção de práticas de *green building* em um processo integrado de concepção, implantação, construção e operação de edificações e espaços construídos.

A metodologia LEED é a ferramenta utilizada no Brasil e está passando pela fase de adaptação às características intrínsecas ao país. O LEED® Brasil está sendo formulado pelo Comitê de Adaptação do GBC Brasil, que reúne especialistas em construção e meio ambiente, professores e pesquisadores universitários, empresários e fabricantes de matéria-prima e de equipamentos e associações de classe (MEIRELLES, 2009).

O número de pontos por redução de consumo de energia pode ser minimizado no caso brasileiro já que utilizamos amplamente a energia hidroelétrica, que não gera resíduos tóxicos. Outro caso a ser avaliado é a pontuação pela utilização do conceito de reciclagem, amplamente adotado pelo setor de construção. Por outro lado, deve-se

aumentar o número de pontos pela escolha e recuperação de locais degradados, prática incomum no Brasil.

Na perspectiva brasileira, o tema da sustentabilidade está intrinsecamente relacionado às questões sócio-ambientais. Pretende-se criar 2 novas categorias, referentes à biodiversidade e o impacto social positivo de uma construção. Ambas reverterão pontos para a certificação LEED® Brasil.

Durante o processo de certificação brasileiro avalia-se, por exemplo, a matéria-prima utilizada na construção e outros equipamentos e produtos que promovem a redução no consumo de recursos naturais e o aumento da qualidade de vida dos ocupantes. Agregam-se pontos ao critério matéria-prima utilizada: 1) se o material é reciclado; 2) se os seus componentes são recursos naturais rapidamente renováveis e 3) a proximidade do local de produção da matéria-prima e a obra. A utilização de madeira certificada de região próxima ao empreendimento e de argamassas e carpetes produzidas a partir de material reciclável são valorizadas. A utilização de torneiras com regulação de vazão, descargas *dual-flux* ou bacias a vácuo, que ajudam na economia do consumo de água, são observadas. Assim como a preferência por tintas e vernizes sem compostos orgânicos voláteis, que melhoram a qualidade do ar interno do prédio.

No mundo totalizam-se 2.271 empreendimentos certificados LEED® até o ano de 2009 e no Brasil há 5, conforme a seguir:

1) Agência Granja Viana Banco Real (SP) - LEED® NC Ouro

2) ABN Amro Cotia (SP) - LEED® NC Ouro.

3) Unidade Delboni Auriemo - Dumont Villares (SP) - LEED® NC Ouro.

4) Edifício Bracor / Universidade Petrobras (RJ) - LEED® CS Certificação Básica

5) Banco Morgan Stanley (SP) - LEED® CI Ouro

Além disso, no mundo somam-se 75.000 profissionais credenciados ao LEED®, enquanto que no Brasil tem-se 36 profissionais. A respeito do número de empreendimentos registrados no mundo é alcançado o montante de 19.836 construções e no Brasil 114, havendo mais algumas ainda em sigilo (MEIRELLES, 2009).

O grupo SustentaX desenvolveu o Selo SustentaX com o objetivo de dar fluidez ao crescente mercado de construções sustentáveis, reduzindo custos de concepção, implantação e operação de *green building* (SELOSUSTENTAX, 2009). No setor da construção, a Adespec, fabricante de adesivos e selantes de alto desempenho e com tecnologia limpa, foi a primeira empresa brasileira que teve produtos que receberam o selo SustentaX (TRAMACOMUNICAÇÃO, 2008).

6.3 MERCADO

Os adesivos são empregados na construção principalmente para a instalação de pisos e revestimentos em unidades residenciais, enquanto selantes são mais comuns em novos edifícios comerciais. Selantes também são favorecidos nas aplicações pós-venda de reparação e melhoria de cozinhas, banheiros e janelas já existentes.

Mais de 50% dos adesivos e selantes vendidos para a construção são termoplásticos à base de água porque os principais substratos utilizados são a madeira ou outros substratos porosos (por exemplo, concreto, alvenaria). No entanto, verifica-se uma tendência para a utilização de adesivos e selantes de alto desempenho.

A indústria de adesivos e selantes aplicados à construção enfrenta desafios de processamento e de aplicação de campo, que geralmente não são encontrados em

fábricas ou linhas de montagem. Muitas vezes, o adesivo ou o selante deve ter uma capacidade de cura conveniente desde a temperatura ambiente até temperaturas tão baixas como 0°C. A taxa de cura deve ser rápida para prevenir efeitos ambientais como danos provocados por chuva, poeira e outros contaminantes. O adesivo deve ser compatível com uma ampla variedade de substratos. O adesivo ou o selante pode exigir propriedades "indoor", tais como baixa toxicidade, ou propriedades "outdoor", como resistência à umidade e UV. Coloração e aparência são importantes em muitas aplicações. Flexibilidade e alongamento são muitas vezes necessários por causa das diferenças de expansão térmica devido aos distintos substratos e variações de temperatura diária e sazonal.

Os construtores e empreiteiros normalmente preferem produtos tradicionais que proporcionem excelente desempenho. Eles desejam adesivos e selantes a preços competitivos, que sejam fáceis de instalar e que não atrasem os trabalhos de acabamento. Eles geralmente são relutantes em aceitar um novo produto sem testes de campo que sejam amplamente conhecidos.

MUHLEMAN (2007) cita as seguintes razões para o crescimento saudável do uso dos adesivos na construção:

- Continuação da expansão do tamanho de casas construídas;
- Aumento do número de banheiros, garagens, porões e modelagens decorativas;
- Uso continuado de adesivos em várias facetas da construção, por exemplo, escadarias, reforços e carpintaria;
- Continuação da substituição de fechos mecânicos pelos adesivos;

- Crescimento do uso de componentes pré-fabricados durante a construção com o intuito de conter o aumento dos custos de materiais de construção e do trabalho *onsite*, que por sua vez, favorece o aumento da utilização de adesivos.

LOHMAN (2008) também espera que a indústria de adesivo no mundo continue a crescer por muitos anos e acredita que há oportunidades de aplicações para a indústria da construção ainda não descobertas, mas que vão requerer que os próprios fabricantes de adesivos desenvolvam estas novas oportunidades.

6.3.1 No mundo

Em 2006, o setor de construção cresceu globalmente a taxa de 4,7% em relação a 2005. As maiores firmas de adesivos e selantes têm focado o setor de construção civil, embora outros alvos e investimentos tenham sido feitos em setores promissores como a indústria automobilística. Os grandes produtores têm reforçado suas posições na Ásia, especialmente na China. A larga demanda na China por todos os tipos de produtos químicos relacionados ao setor de construção, incluindo os adesivos e selantes, se deve ao *boom* ocorrido na construção civil deste país. A China preparou sua infra-estrutura e expansão para os Jogos Olímpicos ocorridos em 2008. O governo da Índia também tem investido bastante em projetos de infra-estrutura para atrair investimentos estrangeiros. Já a demanda por adesivos para construção civil na região da América do Norte passou por um aumento devido aos esforços de reconstrução após o furacão *Katrina* (MURAD, 2007a; D´AMICO et al., 2006).

Para LOHMAN (2008), talvez a indústria que possui maiores dissimilaridades pelo mundo seja a adesivos aplicados à construção, devido às particularidades de técnicas de construção, de materiais disponíveis e de normas de construção.

Segundo PETRIE (2009), o mercado da construção é dependente da saúde econômica de um país e complexo por possuir vários setores, sendo que a habitação tende a ser um dos mais importantes em termos de volume e impacto. Conseqüentemente, a indústria de adesivos e selantes é influenciada pela atividade da indústria de construção residencial.

Geralmente o crescimento de adesivos e selantes é projetado para superar o crescimento do mercado da construção. Entretanto, o mercado da construção está muito fraco, senão anêmico em certas zonas do mundo. Por exemplo, os Estados Unidos passam por uma queda significativa, especialmente no mercado imobiliário residencial. Isto se deveu principalmente às dificuldades de crédito após vários anos de crescimento inigualável e aos empréstimos de alto risco (PETRIE, 2009).

O mercado de habitação no mundo declinou em 2008 e isto persistiu em 2009. Mas apesar da recessão no setor construção residencial, a construção não-residencial parece ter aumentado em 2008, de acordo com o *U.S. Census Bureau*. Os mercados de construção mostraram um aumento de escritórios, centros de saúde e de energia e indústrias.

A desaceleração econômica também afetou o mercado de reformas residenciais (melhorias e manutenção/reparos). O tamanho do mercado de reforma corresponde a cerca de 1/5 do mercado de construção de novas habitações, sendo que a despesa é tradicionalmente dividida entre melhorias e manutenção na razão 80/20. Durante o *boom* residencial (2002-2006), muitos proprietários aumentaram os gastos em projetos de reforma.

Embora os projetos de reforma geralmente utilizem menos adesivo do que a construção de novas unidades, eles ainda representam uma área de demanda significativa de adesivo. Atualmente, os proprietários de residências continuam a gastar em manutenção, mas já não empreendem grandes melhorias. A prática popular "faça você mesmo" ou *do-it-yourself* (DIY) tem ressurgido pelos proprietários que procuram diminuir os custos dos reparos necessários e em projetos de pequena escala, substituindo o contrato de trabalho de um profissional. O resultado é um incentivo da demanda por adesivos de consumo (MUHLEMAN, 2009).

6.3.2 Nos Estados Unidos

O mercado residencial dos Estados Unidos experimentou uma expansão sem precedentes de 2000 a 2005. Mais de 8,6 milhões de novas unidades residenciais foram construídas. O mercado de construção residencial, expansão residencial e reformas impulsionaram o mercado total de adesivos usados na construção para além de 1,6 bilhões em 2006 (residencial e comercial combinados). Entretanto, a recente recessão econômica causou dramática queda do mercado imobiliário, assim como afetou o crescimento dos adesivos e selantes (MUHLEMAN, 2007).

A economia dos Estados Unidos tem continuado em contração, mas segundo a publicação da EURONEWS (2009), as quedas vêm diminuindo de intensidade. Nos meses de abril a junho de 2009, o PIB norte-americano desceu 0,7%, o melhor desempenho em mais de um ano. Foi uma quebra inferior à esperada pelos analistas, segundo os dados revistos e definitivos publicados pelo Governo. O consumo esteve caindo, mas menos que o previsto. Este indicador, que representa dois terços da economia, esteve em queda de 0,9%. As vendas estão se recuperando. Em agosto de

2009, as vendas a varejo tiveram a maior subida em três anos, graças sobretudo ao setor automotivo. A indústria e a construção civil estão sendo incentivadas por programas do governo, nomeadamente o que oferece bônus aos compradores de carros novos, ou ainda o programa de incentivo à compra de uma primeira casa. O investimento das empresas também tem caído, mas muito menos que no primeiro trimestre. De uma forma geral, a economia parece estar emergindo da crise.

6.3.3 No Brasil

6.3.3.1 O setor da construção civil

Impulsionada por um crescimento superior a 30% em 2007, a indústria de materiais de construção enfrenta algumas barreiras para se renovar e, muitas vezes, inovar. Limitada pela baixa escolaridade dos profissionais da construção civil e do desconhecimento dos consumidores finais a respeito dos materiais mais modernos e duradouros, processos antigos - como a simples colocação de pregos - enfrentam resistência para serem substituídos. O desafio do setor de selantes é convencer o usuário de que existem novos produtos para serem usados no lugar da furadeira, por exemplo, e que, ao mesmo tempo, protegem o local contra infiltrações (KARPOVAS, 2009).

A estabilidade econômica, a melhora da renda e das oportunidades de emprego e a decisão do governo de priorizar investimentos em infra-estrutura fizeram de 2008 mais um ano de crescimento no recente ciclo de retomada da construção civil. No ano de 2008 o setor de construção civil participou com 19% do PIB (Produto Interno Bruto) brasileiro, o que significou um aumento de 8,9% em relação a 2007. Os investimentos em construção no ano de 2008 estimados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) foram de R$206,8 bilhões representando a mais alta taxa de investimentos desde o início da

série histórica do IBGE, em 2000 (GAZETA MERCANTIL, 2009). Além da importância econômica, a atividade da construção civil no país tem relevante papel social, como a geração de emprego e impostos, além de apresentar um dos mais baixos coeficientes de importação, inferior a 2% da demanda total (USP, 2003).

A produção de insumos típicos da construção civil, indicador que está diretamente associado ao desempenho do setor, até o mês de setembro de 2008 cresceu 10,91%, se comparado com o mesmo mês do ano anterior este percentual sobe para 14,18%. Ao se verificar a produção de bens de capital voltados para a construção neste mesmo ano há uma variação positiva no acumulado dos nove primeiros meses de 8,56% com crescimento consecutivo mês a mês, registrando em setembro, na comparação com o mesmo mês do ano anterior, variação de 32,43%. Estes resultados permitem concluir que o setor investiu na renovação e ampliação de seu parque industrial com reflexos na produtividade (CBIC, 2008).

As notícias de crise mundial e as expectativas de falta de crédito e de negócios no mundo ocorridas no final de 2008 e no começo de 2009 levaram a uma desaceleração significativa no Brasil, embora de menor impacto que na Europa e Estados Unidos. Já o final de 2009 e o início de 2010 mostraram que a demanda do setor da construção civil está forte, o que é evidenciado pela quantidade de obras sendo realizada, como prédios residenciais e comerciais e obras de infraestrutura (ADESIVOS & SELANTES, 2010).

6.3.3.2 O setor de adesivos e selantes na construção

Os Estados Unidos enfrentam uma crise imobiliária que não afetou o desenvolvimento do setor nacional de construção civil, nem tampouco o segmento de

adesivos e selantes e o fornecimento de matéria-prima para a indústria nacional. A grande maioria dos produtos vendidos no Brasil é produzida localmente.

No Brasil, o PAC (Programa de Aceleração do Crescimento), anunciado com entusiasmo, trouxe expectativas otimistas para o setor da construção civil e, conseqüentemente, uma esperança de aumento no consumo de adesivos e selantes (KARPOVAS, 2009). O PAC porporciona o crescimento da construção pesada pois está diretamente ligado ao investimento em construção de usinas hidroelétricas, estradas, pontes, ferrovias, portos e aeroportos que, para terem durabilidade e qualidade, fazem uso de sistemas de impermeabilização. No caso do varejo e das construtoras residenciais, o grande impacto no mercado está ligado ao aumento de crédito imobiliário para construção de casas e edifícios comerciais e residenciais. Consequentemente, os impulsos ocorridos no varejo, nas edificações e na construção pesada geraram um crescimento significativo das vendas de materiais de construção, e dentre eles, os adesivos e selantes (ADESIVOS & SELANTES, 2010).

Tendo em vista o PAC 2 anunciado no fim de março de 2010, que ampliará obras de infra-estrutura em geral e o programa habitacional "Minha Casa, Minha Vida", os empresários da construção civil seguem com uma percepção bastante otimista sobre o aumento da atividade em 2010 (VALOR ONLINE, 2010).

Além disso, a proximidade dos eventos Copa do Mundo de 2014 e das Olimpíadas de 2016 e as carências em infra-estrutura, que terão que ser supridas até a data dos jogos, prometem fazer da construção civil o motor da economia nos próximos anos, e consequentemente a indústria de adesivos e selantes deve estar preparada para atender a essa nova demanda (PORTAL VGV, 2010).

6.3.4 Mercado e inovação

PETRIE (2010) reporta que a indústria de adesivos e selantes possui um ambiente em que a inteligência competitiva[3] não é somente uma opção, mas um requerimento básico de sobrevivência. Dentre os métodos de adquirir inteligência competitiva, o mapeamento de patentes pode fornecer valiosas informações para a tomada de decisões e a formulação de planos. Um simples mapeamento em patentes, como demonstrado a seguir, pode revelar as corporações que mais investem em inovação no mercado de adesivos e selantes aplicados à construção.

Nesse sentido, foi realizada uma busca de patentes relacionadas a adesivos e selantes envolvendo aplicação na construção civil na base de dados de patentes concedidas (*Issued Patents*) do *site* do Escritório de Marcas e Patentes dos Estados Unidos - *United States Patent and Trademark Office* (USPTO) - no endereço http://www.uspto.gov. Foram consideradas as patentes norte-americanas concedidas desde janeiro de 1976 até dezembro de 2009 e a estratégia de busca baseou-se na Classificação Internacional de Patentes (IPC) por meio do cruzamento das classificações relativas a adesivos e selantes e construção civil, ou seja, **C09J** (que corresponde a adesivos, processos adesivos em geral (parte não-mecânica), processos adesivos não incluídos em outro local, uso de materiais como adesivos) e a seção **E** (que corresponde a construções fixas, edificações).

Foram recuperadas 256 patentes concedidas, sendo identificadas 105 corporações titulares de patentes neste setor. Apesar do grande número de corporações titulares de

[3] Inteligência competitiva pode ser definida como um meio ético de obter informações sobre o comportamento de seus competidores (PETRIE, 2010).

patentes, a larga maioria detém somente 1 patente. As corporações que possuem mais de uma (1) patente encontram-se dispostas em ordem decrescente de número de patentes na Tabela 6.1. A soma do número de patentes efetuada levou em consideração as fusões e as aquisições ocorridas até o momento.

Tabela 6.1 - Principais corporações titulares de patentes US relacionadas a adesivos e selantes aplicados à construção desde 1976 até 2009. Fonte: Elaboração própria.

Classificação	Titular	nº patentes
1	3M (Minnesota Mining and Manufacturing Company) [US]	17
2	Bridgestone / Firestone [JP / US]	9
	PPG Industries [US]	9
3	W. R. Grace [US]	8
	The Dow Chemical Company [US]	8
4	H. B. Fuller Company [US]	6
5	Basf Aktiengesellschaft [DE]	5
	E-Z Taping System [US]	5
6	Foamseal [US]	4
	GAF Materials Corporation [US]	4
	Illinois Tool Works [US]	4
7	American Colloid [US]	3
	Barrett Enclosures [US]	3
	GenCorp [US]	3
	Hayakawa Rubber Company Limited [JP]	3
	Henkel [DE]	3
	Owens Corning Fiberglas Technology [US]	3
	Protective Treatments [US]	3
	Step Loc Corporation [US]	3
8	Akzo Nobel [GB]	2
	B. F. Goodrich Company [US]	2
	Du Pont [US]	2
	Hilti AG [LI]	2
	Hyload Corporation [US]	2
	MACtac (Morgan Adhesives Company) [US]	2
	Maeda Kousen Kabushiki Kaisha [JP]	2
	Ruetgerswerke AG [DE]	2
	Sandoz [CH]	2
	Superfos [DK]	2
	Urecoats International [US]	2

Observa-se que a corporação líder, a 3M, detém uma concentração elevada de patentes, representando quase o dobro do número de patentes das empresas colocadas

em segundo lugar. A participação de corporações estrangeiras nesta amostra é relativamente pequena.

No ANEXO A encontra-se um breve perfil das corporações que mais investem em inovação, selecionando-se as que ocupam até o $5^{\underline{0}}$ lugar no *ranking*.

6.4 TECNOLOGIA

A realização do mapeamento tecnológico de adesivos e selantes aplicados à construção tem por objetivo levantar informações para subsidiar a elaboração de um *tecnology roadmap* de adesivos e selantes. A seguir são descritas as metodologias adotadas e os resultados obtidos no mapeamento tecnológico, sendo apresentados na seguinte ordem: por fonte de informação, por uso na construção e por base polimérica.

6.4.1 Metodologia de busca para o mapeamento tecnológico

Para a realização do mapeamento tecnológico neste setor de estudo foram utilizados artigos científicos, patentes concedidas e pedidos de patente como fontes de informação tecnológica, sendo a metodologia detalhada a seguir.

6.4.1.1 Artigos científicos

Foi realizada a busca por artigos científicos que estudam adesivos ou selantes com alguma aplicação na construção civil através da base de dados *Science Direct* (http://www.sciencedirect.com). Após clicar em *search*, a Figura 6.1 ilustra os critérios iniciais de busca no *site* do *Science Direct*, que foram: o artigo conter as palavras “adhesive(s)” e/ou “sealant(s)” no título, o artigo ter sido publicado entre 2000 e 2009 e o artigo pertencer às áreas de Química, Engenharia Química e Engenharia.

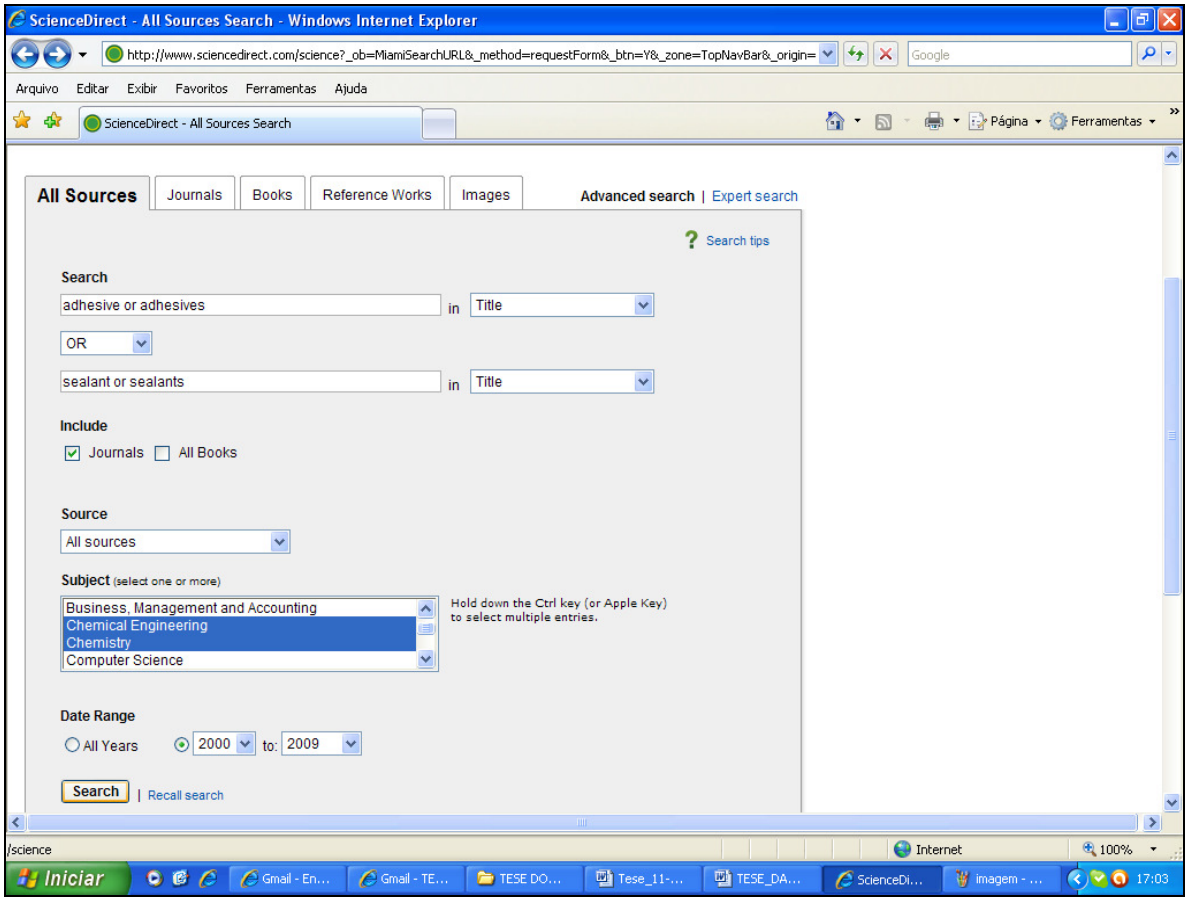


Figura 6.1 - Tela da busca por artigos científicos efetuada na base de dados *Science Direct*. Fonte: www.sciencedirect.com.

Em seguida, foram examinados os títulos de cada um dos artigos encontrados, eliminando-se aqueles que não pertencem à área da construção civil. Finalmente, foram lidos estes artigos e excluídos aqueles que não explicitavam aplicação dentro da construção civil. Também foram descartados aqueles artigos que tratavam de formulações ditas “cimentosas” para adesão a materiais cerâmicos, embora tenham sido considerados como adesivos, uma vez que as patentes e os pedidos de patente foram selecionados conforme a Classificação Internacional de Patentes correspondente a adesivos, processos adesivos e uso de materiais como adesivos - C09J - que não contempla produtos cimentícios como adesivos.

6.4.1.2 Patentes

Foi efetuada a busca por patentes norte-americanas que envolvem adesivos e selantes com aplicação na construção civil na base de dados de patentes concedidas (*Issued Patents*) do *site* do Escritório de Marcas e Patentes dos Estados Unidos - *United States Patent and Trademark Office* (USPTO) - no endereço http://www.uspto.gov. Ao abrir a tela inicial, clicou-se em *search* dentro de *Patents*, em seguida em *USPTO Patent Full-Text and Image Database (PatFT)*, e por fim, clicou-se em *Advanced Search*. A Figura 6.2 ilustra os critérios de seleção de patentes adotados, que foram: a patente ter sido depositada entre os anos de 2000 e 2009 e a patente ter sido classificada simultaneamente em C09J (que corresponde a adesivos, processos adesivos em geral (parte não-mecânica), processos adesivos não incluídos em outro local e uso de materiais como adesivos) e na seção E (que corresponde a construções fixas, edificações).

6.4.1.3 Pedidos de patente

Foi realizada a busca por pedidos de patente norte-americanos na base de dados *Published Applications* do *site* do USPTO. Ao abrir a tela inicial, clicou-se em *search* dentro de *Patents*, em seguida em *USPTO Patent Application Full-Text and Image Database (AppFT),* e por fim, clicou-se em *Advanced Search*. A Figura 6.3 ilustra os critérios adotados para a busca por pedidos de patente, que são: o pedido ter sido depositado entre 2001 e 2009 e o pedido também ter sido classificado simultaneamente na subclasse C09J e na seção E. Ressalta-se que esta base não contém pedidos de patente referentes a patentes já concedidas, estando estas somente na base de patentes concedidas (referida anteriormente).

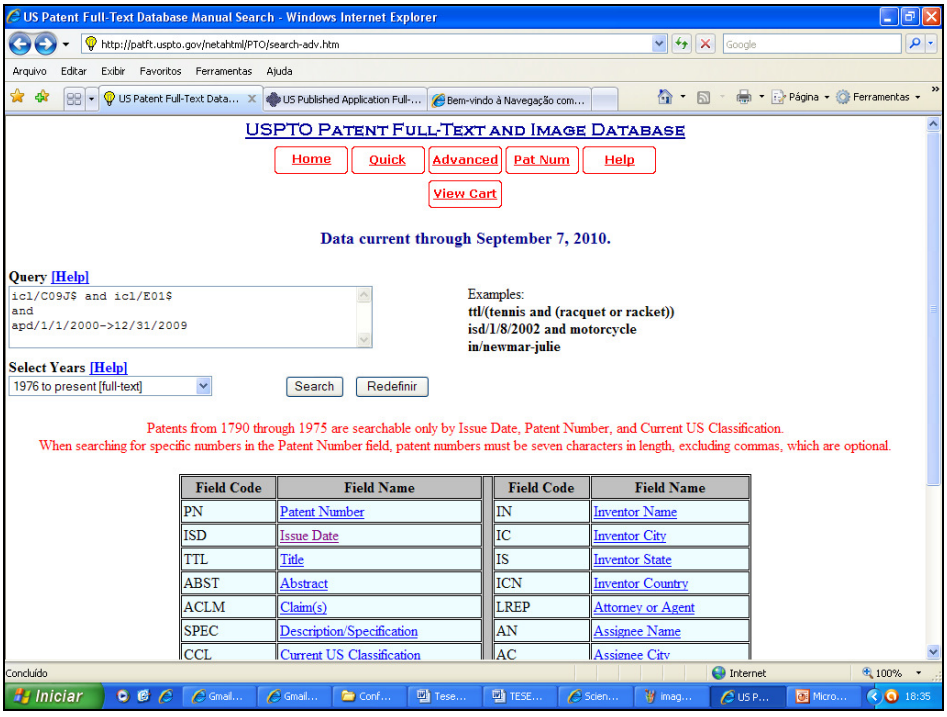


Figura 6.2 - Tela da busca por patentes concedidas efetuada na base de dados do Escritório de Marcas e Patentes dos Estados Unidos. Fonte: www.uspto.gov.

Figura 6.3 - Tela da busca por pedidos de patente efetuada na base de dados do Escritório de Marcas e Patentes dos Estados Unidos. Fonte: www.uspto.gov.

6.4.2 Justificativas para a metodologia de mapeamento tecnológico adotada

Para a realização do mapeamento tecnológico foram utilizados artigos científicos, patentes concedidas e pedidos de patente. O artigo científico constitui-se como uma fonte de informação original e de qualidade, sendo um dos procedimentos mais rápidos para a divulgação dos resultados de uma pesquisa e é maciçamente utilizado pela maioria dos pesquisadores e grupos de pesquisa no mundo (CACOAL/RO, 2008).

O uso de documentos de patente como fonte de informação tecnológica possui vantagens: a documentação patentária atualmente é considerada a fonte mais rica e detalhada de informação de caráter técnico disponível em todo mundo (ALENCAR, 2007). Em aproximadamente 70% dos casos, o seu conteúdo não será publicado em qualquer outra fonte de informação (INPI, 2009). Além disso, as patentes são documentos públicos organizados em formatos padronizados, consistem em fonte de conhecimento valioso acerca do progresso da inovação tecnológica (LEE et al., 2009) e representam o resultado direto de um processo inventivo aprovado pelo governo (SUCH; PARK, 2009).

Em relação a busca por artigos científicos, a utilização das palavras-chave em inglês se deve ao fato de que a maioria dos artigos publicados no mundo está escrito neste idioma (MOREAU, 2007). A utilização dos artigos publicados nos últimos 10 anos (em relação à ocasião da realização desta busca) segue a praxe verificada na bibliografia.

A opção pelo *Science Direct* como base de dados de artigos científicos levou em consideração a sua disponibilidade para alunos de Pós-Graduação na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) aliado ao fato de que possui um compêndio de artigos científicos de periódicos com textos completos e resumos, em diversas áreas do conhecimento, além de permitir a busca por palavras-chave.

Em relação às patentes e aos pedidos de patente, a opção de realização da busca em documentos de patente norte-americanos deveu-se aos seguintes fatores de relevância:

• A Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI) divulgou que os Estados Unidos são o país líder em depósitos de pedidos de patente via PCT em 2009 (CHADE, 2010).

• O sistema norte-americano é o que realiza o maior número de depósitos de patentes de empresas estrangeiras do mundo (INPI, 2008). Portanto, a maior parte dos depositantes estrangeiros possui interesse em proteger suas invenções em vários territórios, mas, sobretudo, nos Estados Unidos.

• Os Estados Unidos não somente se destacam como o centro depositário que mais recebe pedidos de patente do mundo, mas também se destacam como líderes de depósitos em outros países. Por exemplo, os Estados Unidos lideram com vantagem o número de depósitos de pedidos de patente por não-residentes no Brasil (INPI, 2009).

• Os Estados Unidos possuem posição de destaque no mercado mundial de adesivos. Dados de 2006 revelaram que este país sozinho foi responsável por 35% do consumo de adesivos no mundo, ficando a Europa toda com 34% e a Ásia com 26% (MURAD, 2007).

• Considerando que se trata de uma das principais economias do mundo, a comercialização de produtos nos Estados Unidos costuma ser um objetivo central para aqueles que oferecem produtos inovadores. É por esse motivo que o acervo de patentes dos EUA é uma amostra muito importante do desenvolvimento tecnológico em todo o mundo.

Adicionalmente, é importante levar em consideração dois aspectos da documentação patentária. O primeiro aspecto é que, uma vez depositado o pedido de patente, este fica durante 18 meses em sigilo. O outro é que, segundo a Lei de Patentes dos Estados Unidos, a vigência máxima de uma patente é de 20 anos a contar da data do depósito (35 U.S.C. § 154(a)).

A estratégia de busca nos documentos de patente foi baseada na Classificação Internacional de Patentes (IPC). Nas tentativas anteriores foi verificado que a busca nos campos título e resumo das patentes utilizando palavras-chave contendo termos relacionados a adesivos e selantes em língua inglesa “adhesive(s)” e “sealant(s)” cruzando com termos relacionados com construção tais como “building”, “civil construction” e “engeneering” resultava em recuperação de muitos documentos não ligados exatamente ao objeto de interesse. Esta dificuldade na estratégia de busca foi contornada por meio da utilização da Classificação Internacional de Patentes, que constitui uma ferramenta importante para acessar a informação desejada, permitindo uma recuperação muito precisa da tecnologia de interesse.

Além disso, sabe-se que cada banco de dados possui características e particularidades próprias. Embora os Estados Unidos possuam um sistema próprio de classificação de patentes, chamado *Current US Classification* (CCL), este sistema particular não consta nos mecanismos de busca nos mais importantes e conhecidos bancos de dados (por exemplo, Derwent e Esp@cenet). Portanto, a busca baseada na IPC permite torná-la reprodutível em qualquer outro banco de dados ou ferramenta de busca.

Verifica-se que as estratégias de busca por artigos científicos e por documentos de patente não foram executadas de modo idêntico: a busca por artigos científicos empregou palavras-chave e a busca por documentos de patentes empregou a IPC (pois o uso de palavras-chave recuperou documentos não ligados ao objeto de interesse, conforme já justificado). Apesar das particularidades de cada uma destas fontes de informação, as estratégias adotadas objetivaram localizar precisamente artigos e documentos de patentes que não apenas tratassem de adesivos e selantes, mas que também mencionassem a aplicação na construção.

6.4.3 Condução do mapeamento tecnológico de adesivos e selantes aplicados à construção por fonte de informação

A seguir encontra-se detalhada a forma como foram organizadas e conduzidas as análises por tipo de documento (artigos científicos, patentes e pedidos de patente).

6.4.3.1 Artigos científicos

Com os artigos selecionados, inicialmente foram efetuadas as análises “macro” por meio de informações relacionadas a país de origem, tipo de autoria e tipo de instituições as quais os autores são afiliados. Estas informações estão contidas na folha de rosto dos artigos selecionados.

Em seguida foram conduzidas as análises de informações “micro” a partir da leitura criteriosa de cada um dos artigos selecionados levando-se em consideração a composição dos adesivos e selantes, seus usos na construção e os substratos aos quais são aplicados.

6.4.3.2 Patentes

Com as patentes selecionadas, foram realizadas as análises “macro” onde foram observados o país de origem dos inventores, o tipo e o *ranking* dos titulares divulgados das patentes.

A análise “meso” foi baseada nas aplicações dos adesivos e selantes dentro da construção civil (seção E da Classificação Internacional de Patentes (IPC)), que consta na folha de rosto de cada patente.

Por último, foram conduzidas as análises “micro” contemplando a composição dos adesivos e selantes, os seus usos na construção e os substratos aos quais são aplicados, a partir da leitura criteriosa do quadro reivindicatório e do relatório descritivo de cada uma das patentes selecionadas.

6.4.3.3 Pedidos de patente

Cada um dos pedidos de patente selecionados foi lido e analisado da mesma forma como realizado com as patentes.

O resumo de cada documento selecionado encontra-se no ANEXO B (artigos científicos), ANEXO C (patentes) e ANEXO D (pedidos de patente).

Para a condução deste mapeamento tecnológico por fonte de informação foi empregada a metodologia de prospecção tecnológica adotada pelo NEITEC (Núcleo de Estudos Industriais e Tecnológicos) com sede na EQ/UFRJ, que engloba desde uma visão geral (análise “macro”) até uma visão particular (análise “micro”).

6.4.4 Condução do mapeamento tecnológico de adesivos e selantes aplicados à construção por uso na construção

Para cada uso dos adesivos e selantes na construção civil, identificado no mapeamento tecnológico, obteve-se a sua freqüência em todos os documentos selecionados (artigos, patentes e pedidos de patente). Em seguida, selecionaram-se os documentos que tratam de cada um dos usos considerados relevantes e realizaram-se análises como tipo de substratos e composições adesivas ou selantes mais freqüentes.

6.4.5 Condução do mapeamento tecnológico de adesivos e selantes aplicados à construção por base do adesivo e selante

Inicialmente foi apresentada a distribuição percentual das bases poliméricas mencionadas em todos os documentos selecionados. Em seguida, para cada uma das cinco composições mais frequentemente citadas nos documentos selecionados foram identificados os usos na construção e os substratos aos quais são aplicadas.

6.4.6 Resultados do mapeamento tecnológico de adesivos e selantes aplicados à construção por fonte de informação

A seguir estão dispostos os resultados obtidos nas análises de cada uma das três fontes de informação tecnológica utilizadas. Vale lembrar que cada documento selecionado pode conter mais de um tipo de informação desejada, como por exemplo, um artigo que inclui autores de mais de um país de origem; uma patente que tem mais de uma classificação; um pedido de patente que trata de um adesivo que é empregado em mais de um substrato.

6.4.6.1 Artigos científicos

Foram selecionados 30 artigos publicados em periódicos científicos. A seguir encontram-se reveladas as análises “macro” e “micro” realizadas. Na análise “macro” foram abordados os países de origem das pesquisas, os tipos de autoria dos artigos e os tipos de instituições as quais os autores são afiliados. Já na análise “micro” foram abordadas as composições de adesivos e selantes, os usos na construção e os substratos aos quais são aplicados.

6.4.6.1.1 Análise macro

A Figura 6.4 proporciona a distribuição percentual dos países de origem das instituições às quais os autores são afiliados dos artigos publicados entre 2000 e 2009. Observa-se uma variedade de países que tem desenvolvido pesquisas envolvendo adesivos ou selantes aplicados à construção. Em primeiro lugar estão Singapura e Estados Unidos (21,9% cada); China (12,5%), Alemanha, Turquia, Reino Unido e Japão (6,3% cada); Bélgica, Canadá, Coréia, Finlândia, Itália e Suécia (3,1% cada). Destaca-se que todos os artigos originados de Singapura consistem em estudos com selantes e possuem a autoria de CHEW, autor com maior número de publicações dentre os artigos selecionados.

Verificou-se que 33,3% dos artigos selecionados foram escritos por um único autor enquanto que 66,7% foram escritos em colaboração. Houve parceria entre pesquisadores dos Estados Unidos com outros da China em dois artigos científicos. Os pesquisadores optam por parceria com o intuito de aumentar a visibilidade científica de suas pesquisas, ou seja, elevar o grau de exposição dos pesquisadores frente à comunidade científica para que seus trabalhos e idéias possam ser facilmente acessíveis.

Quanto aos tipos de instituição, a maior parte dos autores dos artigos científicos selecionados são afiliados a universidades. A Figura 6.5 mostra que 82,4% dos artigos possuem autores de universidades / centros de pesquisa / institutos de pesquisa, refletindo a prática rotineira de publicações dos resultados de suas pesquisas científicas. Em seguida encontram-se pesquisadores afiliados a empresas (17,6%). Ainda foi verificado que 11,8% dos artigos selecionados foram resultantes de cooperação entre estudiosos de universidades / centros de pesquisa / institutos de pesquisa e pesquisadores de empresas, mostrando que, embora com vocações diferenciadas, as universidades (e instituições de pesquisa) e as empresas interagem de forma a maximizar os benefícios para seus objetivos.

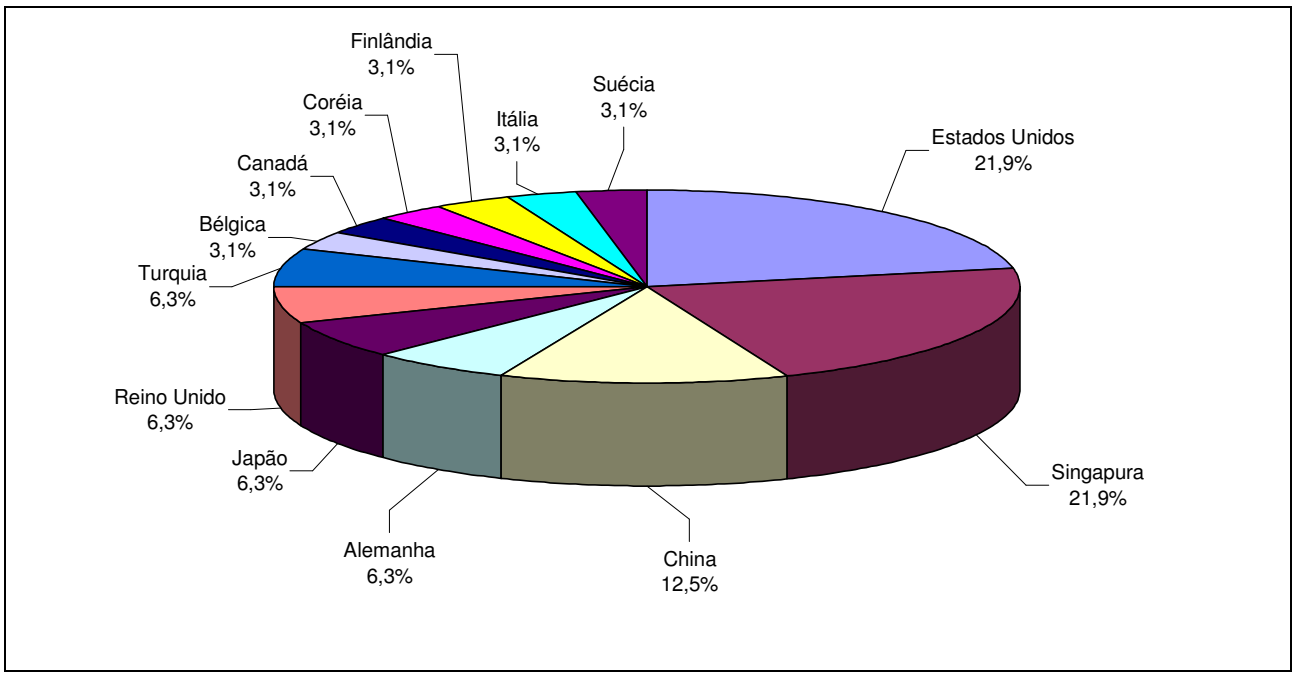


Figura 6.4 - Países de origem dos artigos científicos selecionados. Fonte: Elaboração própria.

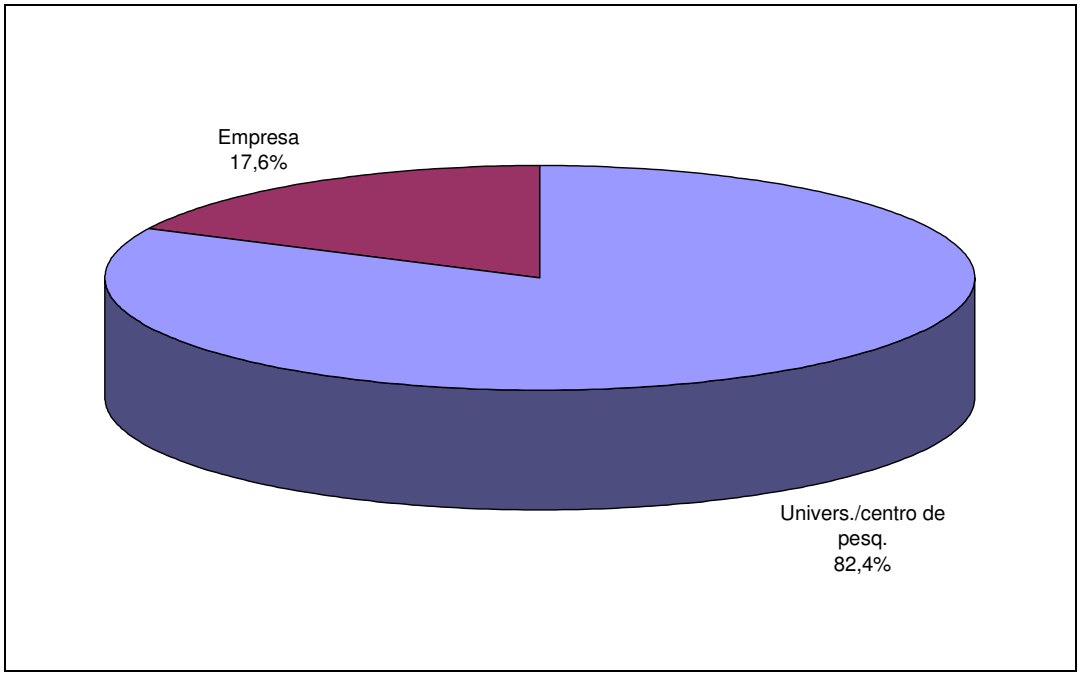


Figura 6.5 - Tipos de instituição de origem dos autores dos artigos científicos selecionados. Fonte: Elaboração própria.

6.4.6.1.2 Análise micro

Com relação à composição dos adesivos e selantes aplicados à construção estudados nos artigos científicos selecionados, a Figura 6.6 apresenta a distribuição percentual por tipo de base dos adesivos e selantes. Os adesivos e selantes são, em ordem decrescente, baseados em:

- poliuretano (23,9%), incluindo os de 1 e 2 componentes;
- polímeros acrílicos (17,4%), incluindo acrilatos e metacrilatos;
- polissiloxano ou silicone (10,9%);
- resina epóxi (13,0%);
- polissulfeto (6,5%);

- polímeros de condensação de aldeídos ou cetonas (6,5%), incluindo fenol-resorcinol, uréia-formaldeído, melamina-uréia-formaldeído e fenol-formaldeído;
- poliacetato de vinila (6,5%), incluindo copolímero de etileno-vinil acetato;
- poliéter (2,2%);
- materiais betuminosos (4,3%), incluindo betume e asfalto modificado;
- polissacarídeo (4,3%), incluindo oriundo de fermentação biológica;
- resina natural (2,2%), incluindo tanino;
- proteína (2,2%), incluindo de soja.

Quanto aos usos específicos na construção, foi constatado que alguns artigos selecionados descrevem de forma genérica que o adesivo ou o selante estudado possui utilização na construção. Dentre os usos explicitados (Figura 6.7), a utilização de adesivos ou selantes em paredes (incluindo *drywalls,* fachadas, vidro arquitetônico) de edificações empatou com a utilização em pavimentos (incluindo pisos cerâmicos em concreto e pisos laminados de madeira), correspondendo a 23,1% cada. Em seguida, foram citadas aplicações em vias (15,4%), incluindo estradas e tabuleiros de pontes; outros (15,4%), incluindo decoração residencial e dutos; operações de ancoragem (sustentação) (10,3%), incluindo reparos e reabilitações; coberturas (7,7%); e janelas (5,1%).

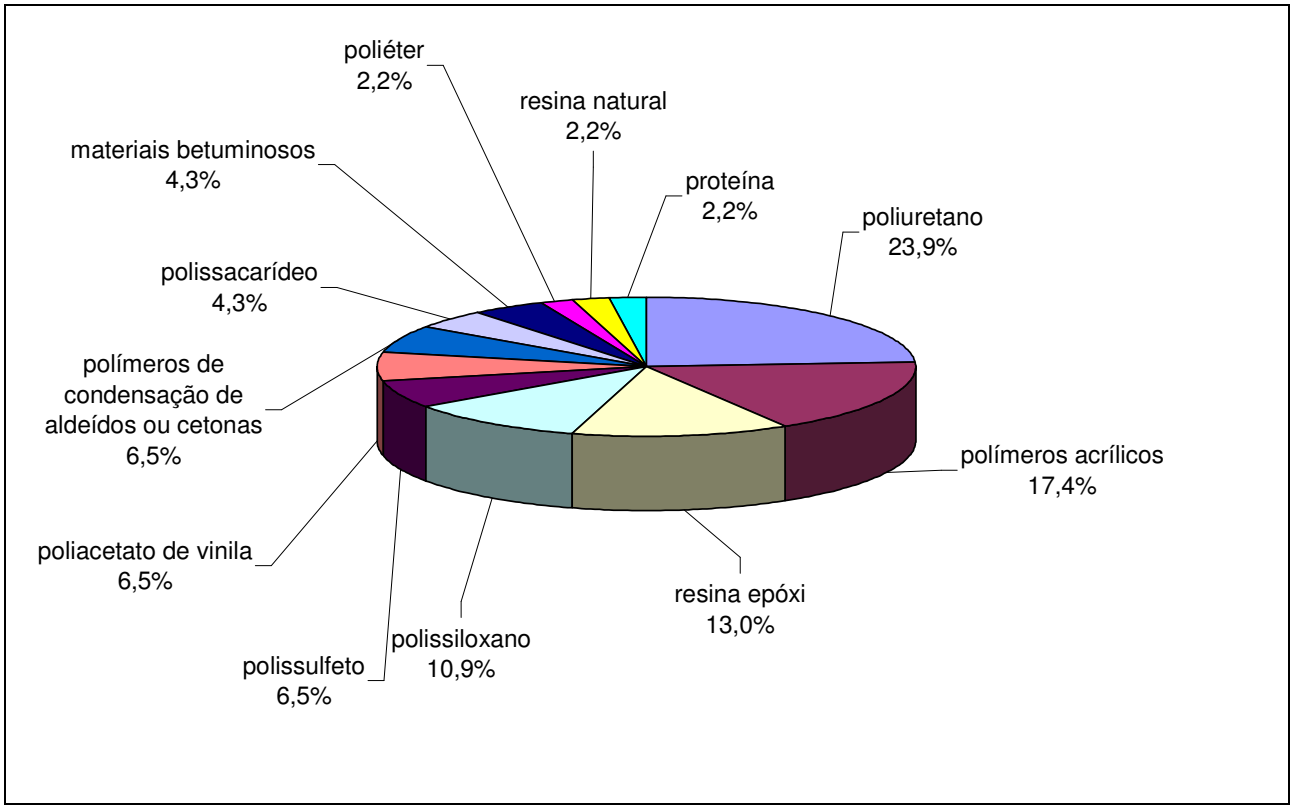


Figura 6.6 - Tipos de base dos adesivos e selantes mencionados nos artigos selecionados. Fonte: Elaboração própria.

No que se refere aos tipos de substrato aos quais os adesivos e selantes são unidos, a Figura 6.8 mostra que a maior parte dos artigos científicos selecionados cita o concreto ou o cimento, correspondendo a 42,6%, o que decorre de forma coerente com as aplicações majoritárias verificadas na Figura 6.7 (paredes, pavimentos e vias). Os demais substratos mencionados são, em percentual decrescente: madeira e metal (14,9% cada); plástico (12,8%); asfalto (6,4%); vidro (4,3%); cerâmica e gesso (2,1% cada).

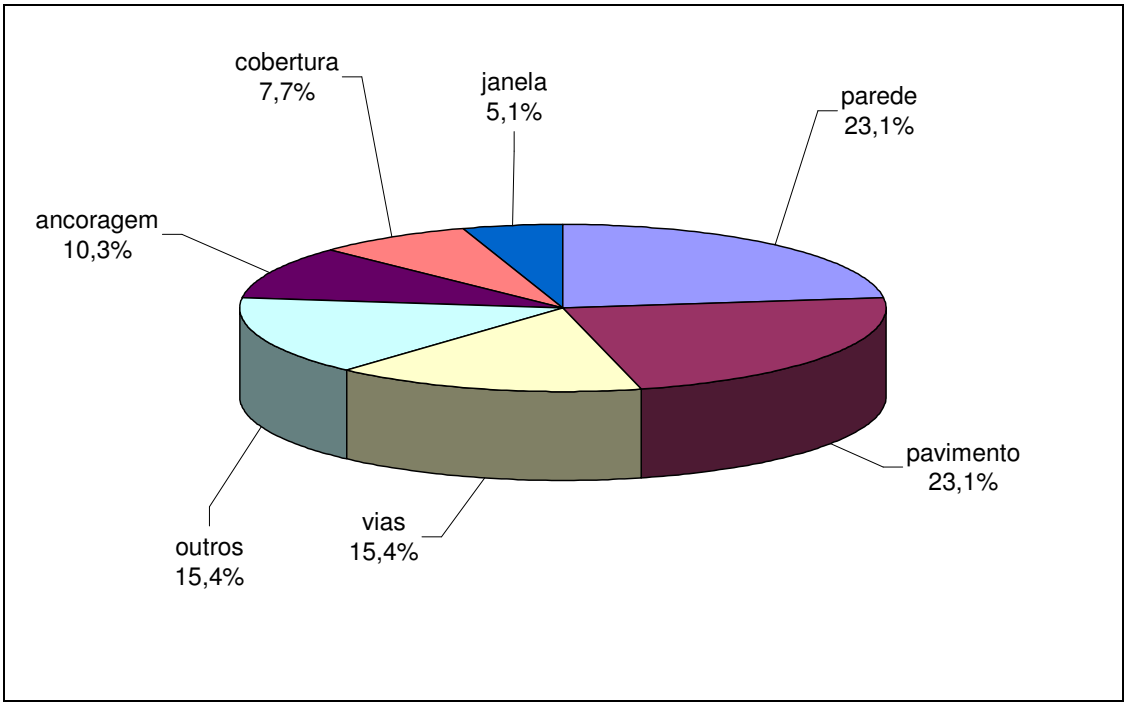


Figura 6.7 - Tipos de aplicação dos adesivos e selantes na construção civil verificadas nos artigos científicos selecionados. Fonte: Elaboração própria.

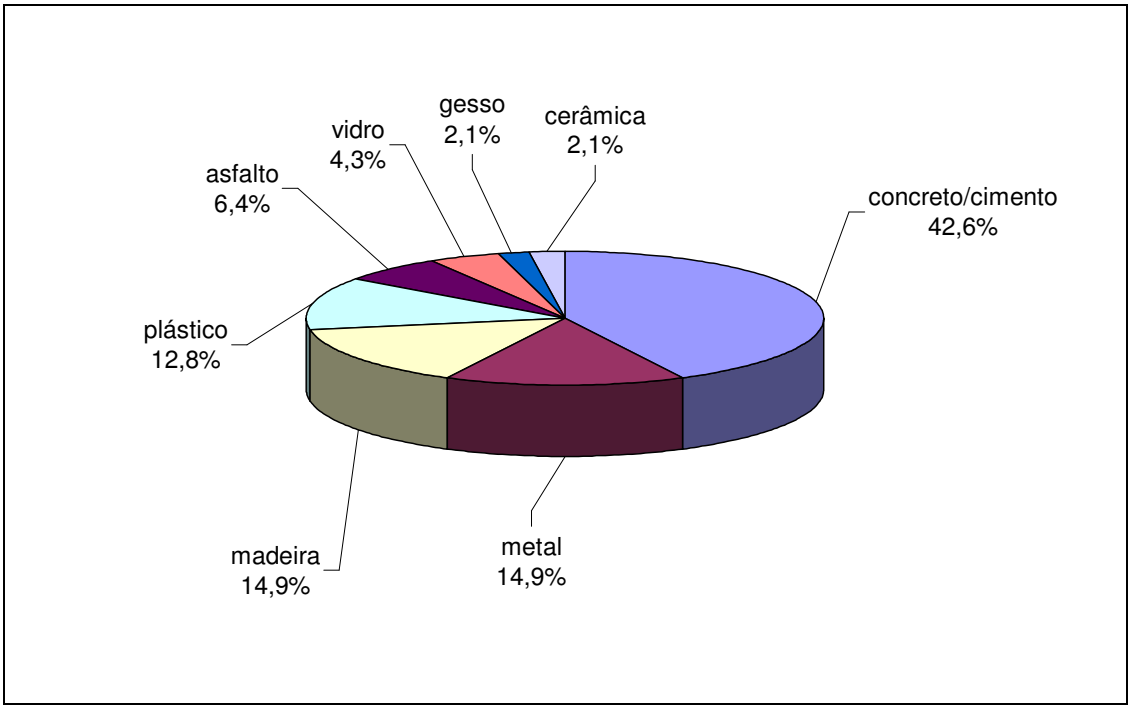


Figura 6.8 - Tipos de substratos aos quais adesivos e selantes são unidos na construção civil mencionados nos artigos científicos selecionados. Fonte: Elaboração própria.

A seguir são apresentados alguns comentários a respeito dos estudos de adesivos e selantes percebidos nos artigos científicos selecionados.

Grande parte dos artigos selecionados investiga o comportamento das modificações físicas e químicas de selantes, principalmente de silicone, sob condições extremas, realizando em laboratório testes de intemperismo acelerado (temperatura, umidade e radiação UV).

Há artigos que demonstram a preocupação com a “síndrome do edifício doente” (*sick building syndrome*), ou seja, conjunto de doenças originadas ou estimuladas pela contaminação do ar nestes espaços fechados, que pode ser causada pela emissão de compostos químicos a partir de materiais de construção, mesmo a baixas concentrações. Os autores estudam os adesivos contidos entre pavimentos de PVC e substratos de cimento, que podem se degradar em alto valor de pH, levando a emissões de compostos orgânicos voláteis, que emitem odor e prejudicam a qualidade do ar em ambientes fechados, como por exemplo, 2-etil-hexanol e butanol.

Há pesquisadores que testaram adesivos provenientes de fontes biológicas, livres de compostos orgânicos voláteis e/ou de derivados de petróleo, como por exemplo, o adesivo de polissacarídeo produzido por fermentação microbiana e o adesivo de tanino natural, ambos para uso em madeira.

Ainda com relação à questão ambiental, foi verificada também a tendência de desenvolvimento de adesivos facilmente separáveis antes da reciclagem, além do desenvolvimento de formulações de adesivos sem solventes orgânicos ou de base aquosa, que são menos agressivos ao meio ambiente.

6.4.6.2 Patentes

Foram selecionadas 26 patentes. A seguir encontram-se as disponibilizadas as análises “macro”, “meso” e “micro”. Na análise “macro” das patentes selecionadas, foram abordados de forma análoga os itens tratados nos artigos científicos: país de origem dos inventores, tipo e *ranking* dos titulares das patentes. Tendo em vista que, diferentemente dos artigos científicos, as patentes possuem um sistema de indexação utilizado internacionalmente – a Classificação Internacional de Patentes (IPC) – na análise “meso” foram abordadas as aplicações dos adesivos e selantes dentro da construção baseadas na IPC. Em relação à análise “micro” das patentes, novamente foram abordados os mesmos itens tratados nos artigos: composição dos adesivos e selantes, seus usos na construção e os substratos aos quais são aplicados.

6.4.6.2.1 Análise macro

A Figura 6.9 ilustra a distribuição percentual dos países de origem dos inventores das patentes US relacionadas a adesivos e selantes aplicadas à construção. Enquanto que nos artigos científicos houve a procedência de países desenvolvidos e em desenvolvimento, no caso das patentes observa-se que todos os inventores são provenientes de países desenvolvidos: Estados Unidos (77,8%); Canadá (7,4%); Alemanha, França, Japão e Suíça (3,7% cada). Isto indica que nos países em desenvolvimento é prática comum a publicação de resultados de pesquisas em periódicos científicos, ao passo que nos países desenvolvidos há mais preocupação de se proteger as invenções por meio do sistema patentário. Além disso, os Estados Unidos lideram, com folga, o *ranking* dos países de origem das tecnologias protegidas nas patentes US, conforme era esperado.

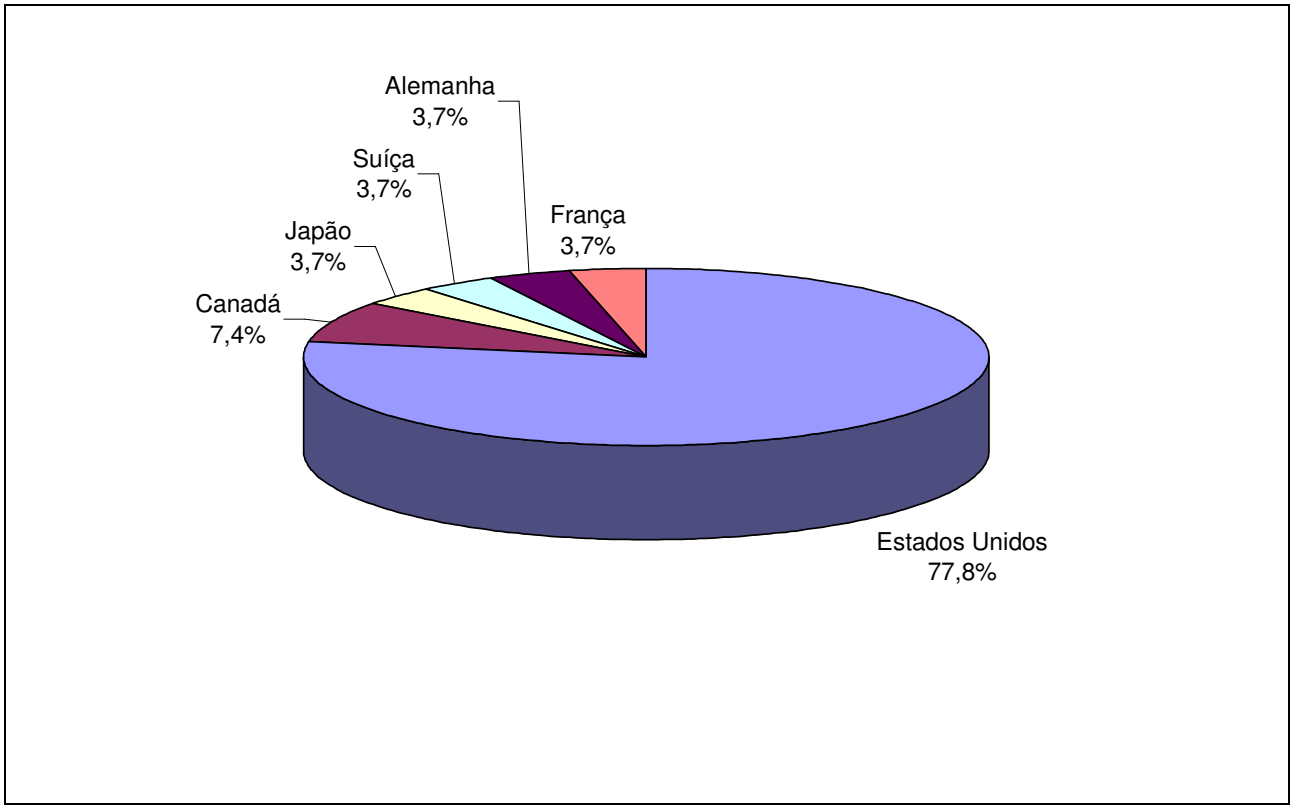


Figura 6.9 - Países de origem dos inventores das patentes selecionadas. Fonte: Elaboração própria.

Foi verificado que somente 26,9% das patentes selecionadas foram resultantes dos esforços de apenas um inventor, havendo patentes desenvolvidas por até sete pessoas. Assim como ocorreu nos artigos científicos, a tendência é pelo trabalho colaborativo. A única parceria entre pesquisadores de países diferentes foi entre Estados Unidos e Canadá, observada em 1 patente.

Quanto aos titulares das patentes selecionadas, 4 patentes não apresentam o titular divulgado. Todos os titulares divulgados são empresas. A Tabela 6.2 mostra o *ranking* dos titulares das patentes divulgados dispostos em ordem decrescente de número de patentes.

Tabela 6.2 - Principais corporações titulares de patentes US relacionadas a adesivos e selantes aplicados à construção desde 2000 até 2009. Fonte: Elaboração própria.

Classificação	Titular	nº patentes
1	3M (Minnesota Mining and Manufacturing Company) [US]	4
2	The Dow Chemical Company [US]	3
3	Illinois Tool Works [US]	2
4	Bakor [CA]	1
	Du Pont [US]	1
	Gerflor [FR]	1
	Henkel [DE]	1
	James Hardie Research Pty Limited [AU]	1
	Mannington Mills [US]	1
	National Starch and Chemical Investment Holding Co [US]	1
	SILU Verwaltung AG [CH]	1
	Tamko Roofing Products [US]	1
	Tavy Enterprises [US]	1
	The Yokohama Rubber Co [JP]	1
	Urecoats International [US]	1
	Wayne-Dalton Corp [US]	1

Comparando-se a Tabela 6.1 mostrada anteriormente com a Tabela 6.2, verifica-se que a corporação 3M detém o maior número de patentes no período entre 1976 e 2009, inclusive nos últimos anos (2000 a 2009). Nota-se na Tabela 6.2 que as três corporações líderes (3M, Dow e a Illinois Tool Works) são norte-americanas e que na quarta colocação surgem corporações do Canadá, França, Alemanha, Austrália, Suíça e Japão que também possuem invenções neste setor de estudo protegidas nos Estados Unidos.

6.4.6.2.2 Análise meso

A Figura 6.10 ilustra a distribuição percentual das aplicações das patentes selecionadas em função das classes da Classificação Internacional de Patentes. A principal aplicação dos adesivos e selantes na construção se encontra na classe E04, ou seja, nas edificações (50,0%). A seguir, surgem aplicações na classe E06, que inclui portas, janelas, postigos, persianas de enrolar e escadas, representando cerca de 23%. Também há aplicações na classe E01 (15,4%), que trata de construção de rodovias,

ferrovias ou de pontes; na classe E02 (3,8%), que trata de engenharia hidráulica, fundações e terraplenagem; e na classe E21 (7,7%), que trata de perfuração do solo e mineração.

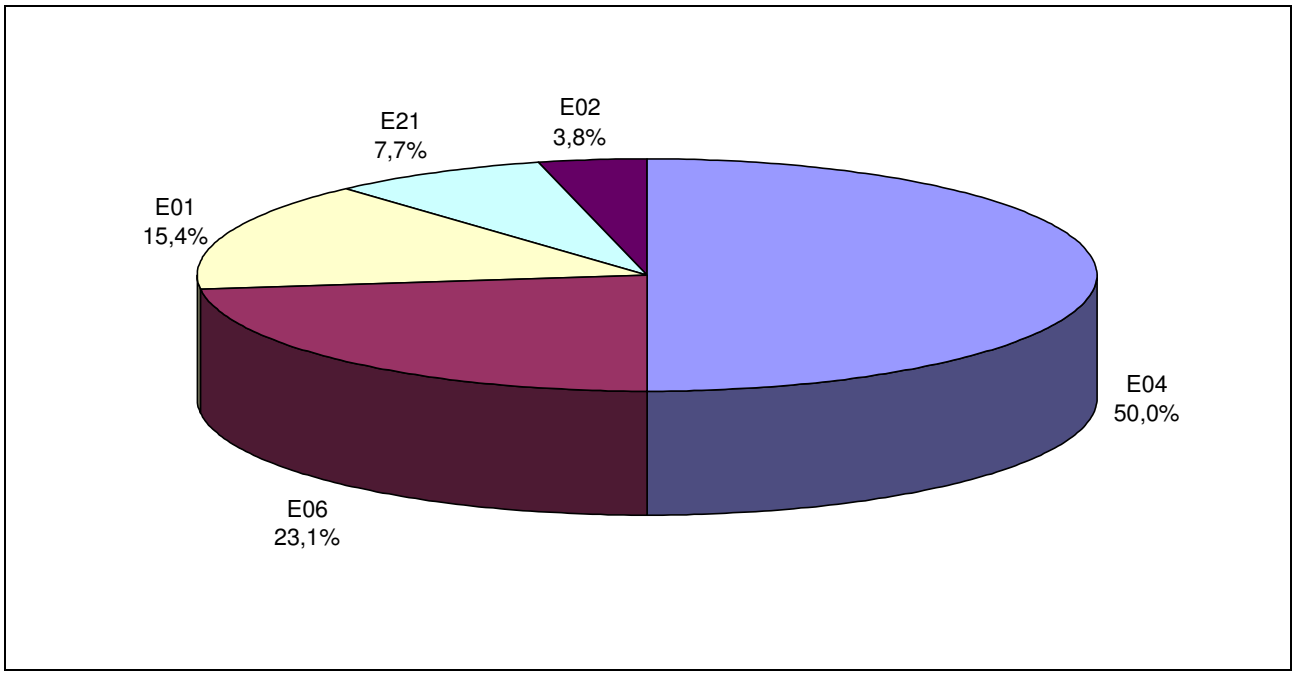


Figura 6.10 - Área de aplicação dos adesivos e selantes na construção civil, segundo a Classificação Internacional de Patentes, para as patentes selecionadas. Fonte: Elaboração própria.

6.4.6.2.3 Análise micro

Com relação à composição dos adesivos e selantes aplicados à construção pleiteados nas patentes selecionadas, a Figura 6.11 apresenta a distribuição percentual por tipo de base dos adesivos e selantes. Os adesivos e selantes são, em ordem decrescente, baseados em:

- polímeros acrílicos (20,4%), incluindo acrilatos e metacrilatos;
- polissiloxano (12,2%);

- poliacetato de vinila (12,2%), incluindo os homopolímeros e copolímeros;
- poliuretano (12,2%), incluindo os de 1 e 2 componentes;
- poliolefina (10,2%), incluindo polietileno;
- poliéster (6,1%);
- materiais betuminosos (4,1%), incluindo betume;
- álcool polivinílico (4,1%);
- poliamida (4,1%);
- polissacarídeo (4,1%), incluindo sorbitol ou xarope de milho e amido de iúca;
- resina epóxi (4,1%);
- poliuréia (2,0%);
- copolímero com estireno (2,0%), incluindo borracha de estireno-butadieno, estireno etileno-butadieno-estireno;
- poliéter (2,0%).

Destaca-se que as três bases mais freqüentes nas composições de adesivos e selantes destinados à construção mencionadas nos artigos selecionados (poliuretano, monômeros acrílicos e silicones ou polissiloxanos) também estão entre as mais freqüentes nas patentes selecionadas. Observa-se adicionalmente uma variedade maior de tipos de base dos adesivos e selantes no caso das patentes selecionadas.

Por meio da leitura de cada uma das patentes selecionadas foi possível identificar detalhamentos das aplicações na construção civil não mencionadas nas classes da Classificação Internacional de Patentes. Assim como nos artigos científicos, algumas patentes não especificavam a aplicação do adesivo ou selante dentro da construção. A

Figura 6.12 mostra que o uso mais citado foi em cobertura (20,0%). Em seguida, foram mencionados usos em paredes (17,5%), incluindo fachadas e drywall; janelas (15,0%); outros (15,0%), que inclui portas, artigos de decoração e dutos; pavimentos (12,5%); ancoragem (10,0%); e vias (10,0%), que inclui estradas, túneis e sinalização de trânsito.

A Figura 6.13 revela a distribuição percentual dos tipos de substratos aos quais os adesivos e selantes das patentes selecionadas, sendo os seguintes: plástico (17,6%), incluindo PVC e poliéster; metal (17,6%), incluindo alumínio e aço; concreto/cimento (15,7%); madeira (11,8%); vidro (9,8%); outros (9,8%), incluindo rocha; cerâmica (7,8%); gesso (5,9%); e asfalto (3,9%).

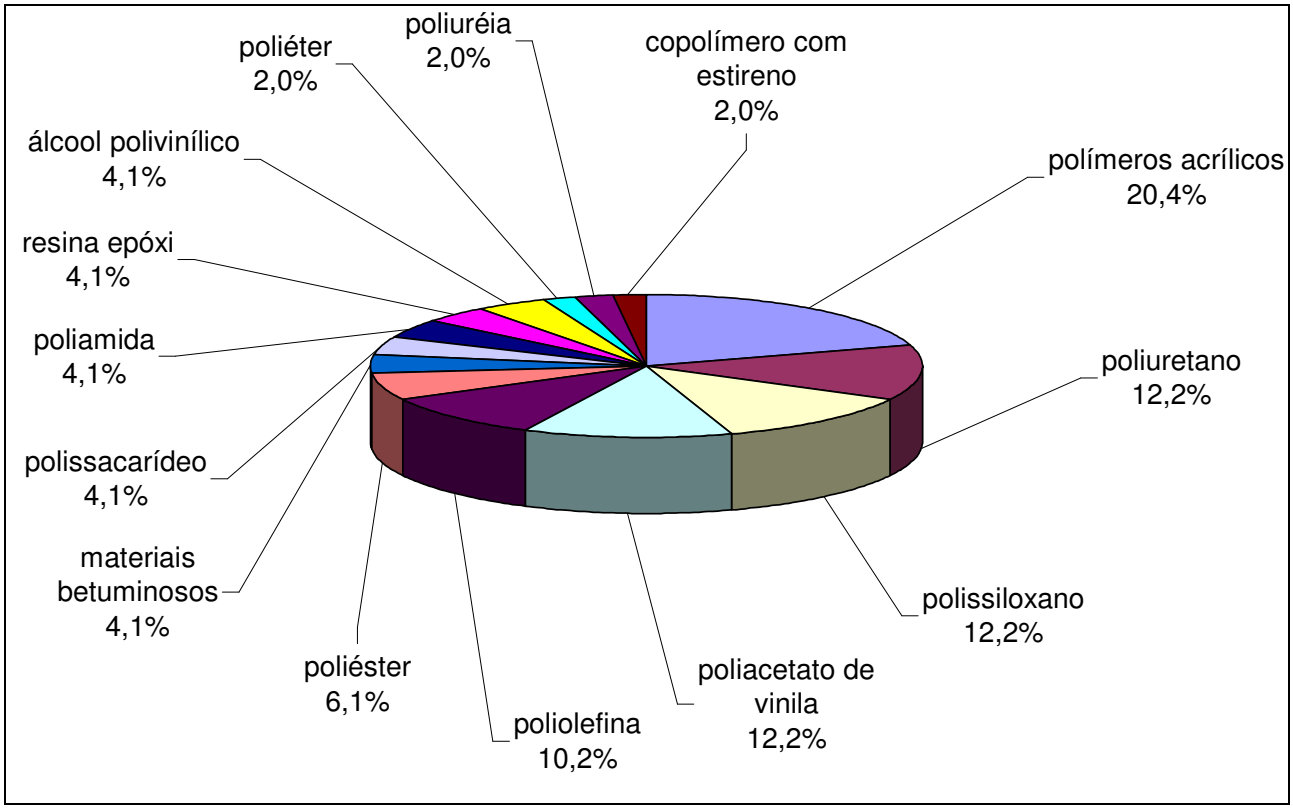


Figura 6.11 - Tipos de base dos adesivos e selantes mencionados nas patentes selecionadas. Fonte: Elaboração própria.

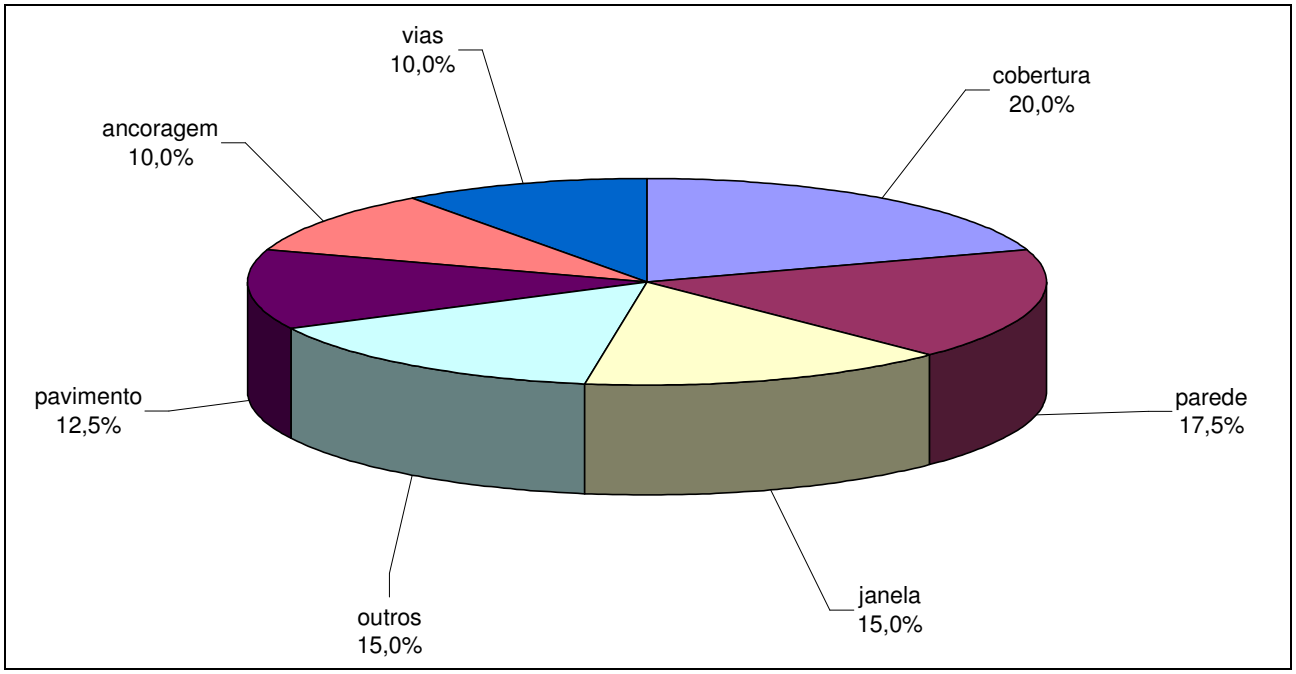


Figura 6.12 - Tipos de aplicação dos adesivos e selantes na construção civil verificadas nas patentes selecionadas. Fonte: Elaboração própria.

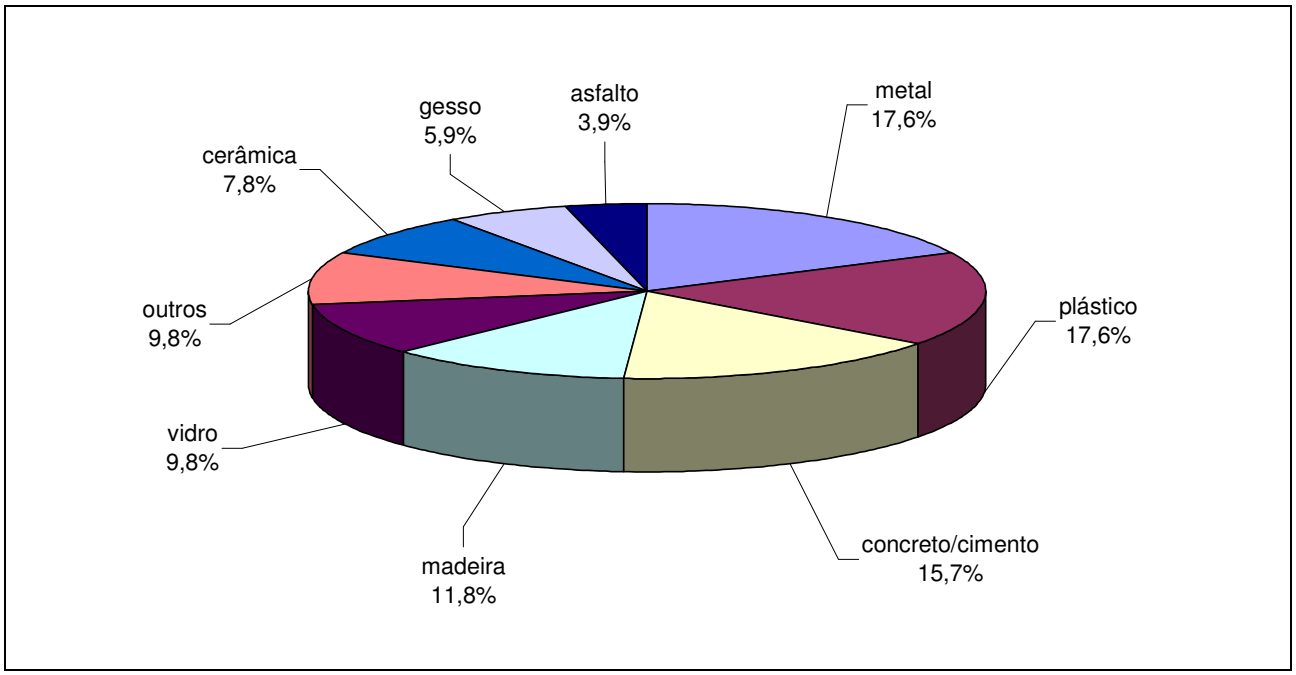


Figura 6.13 - Tipos de substratos aos quais adesivos e selantes são unidos na construção civil mencionados nas patentes selecionadas. Fonte: Elaboração própria.

A seguir são apresentados alguns comentários a respeito dos adesivos e selantes contidos nas patentes selecionadas.

Há patentes que explicitamente revelam que as formulações dos adesivos ou selantes são não tóxicas, sem solventes ou compostos orgânicos voláteis. São exemplos os adesivos de base aquosa e os de fontes biológicas (adesivo da planta iúca), que são empregados em *drywalls*.

Observa-se que a competição do mercado leva a busca por adesivos e selantes que sejam multifuncionais, ou seja, produtos que além da finalidade básica, por exemplo, são isolantes térmicos ou acústicos, ou adesivos presentes em produtos decorativos ou que servem para propósitos de sinalização, como material retrorreflexivo.

Foi identificada a tendência pelo desenvolvimento de produtos em multicamadas utilizando adesivos entre elas, citando-se as camadas base, protetora, de folha removível, espuma. Estes produtos são predominantemente empregados como pisos de edificações.

Também foi evidenciado o desejo por adesivos e selantes com desempenho aperfeiçoado, como por exemplo, uma melhor resistência ao intemperismo como a radiação UV, melhor resistência ao impacto e à abrasão, melhor adesão a substratos oleosos. Além dessas propriedades, é desejável que sejam permeáveis a vapor de água e impermeáveis a ar e umidade, para utilização em telhados, ou então, que possibilitem a redução ou a eliminação do uso de fixadores mecânicos.

Uma grande parte das patentes pleiteia métodos (destacando-se os processos de unir adesivos e/ou selantes a substratos) e produtos montados (*assembly*) contendo adesivos ou selantes.

6.4.6.3 Pedidos de patente

Foram selecionados 11 pedidos de patente. A seguir, encontram-se as informações extraídas destes documentos, sendo distribuídas em análises “macro”, “meso” e “micro”. Uma vez que as patentes e os pedidos de patente são documentos que possuem o mesmo formato e que somente se diferenciam pelo fato que as patentes já foram concedidas, as análises efetuadas foram semelhantes para ambos.

6.4.6.3.1 Análise macro

A Figura 6.14 proporciona a distribuição percentual dos países de origem dos inventores dos pedidos de patente relacionados a adesivos e selantes aplicados à construção que foram depositados entre 2001 e 2009: Alemanha (15,4%), Suíça (7,7%), Reino Unido (7,7%) e Estados Unidos (69,2%). O mesmo comportamento observado com as patentes ocorreu com os pedidos de patente: somente há pesquisadores oriundos de países desenvolvidos e os Estados Unidos representam mais da metade dos documentos selecionados.

Verificou-se que 27,3% dos pedidos de patente foram resultantes da pesquisa de um único autor, número bem próximo das patentes (26,9%). Como constatado nos artigos científicos e nas patentes, o esforço oriundo de um só inventor foi minoria também para os pedidos de patente selecionados (27,3%). Há parceria de inventores dos Estados Unidos com outros da Alemanha e Suíça em dois pedidos de patente.

Quanto aos tipos de instituição, todos os depositantes dos pedidos de patente selecionados são empresas, igualmente como foi observado para as patentes, o que demonstra o forte interesse competitivo do setor privado e a necessidade da proteção das

invenções. A Tabela 6.3 mostra o *ranking* dos depositantes aguardando exame de seus pedidos de patente, sendo dispostos em ordem decrescente de número de pedidos.

A corporação Dow Chemical possui o maior número de pedidos de patente (3) depositados nos Estados Unidos relacionados a adesivos e selantes aplicados a construção. Exceto a BASF (alemã), as demais empresas são norte-americanas.

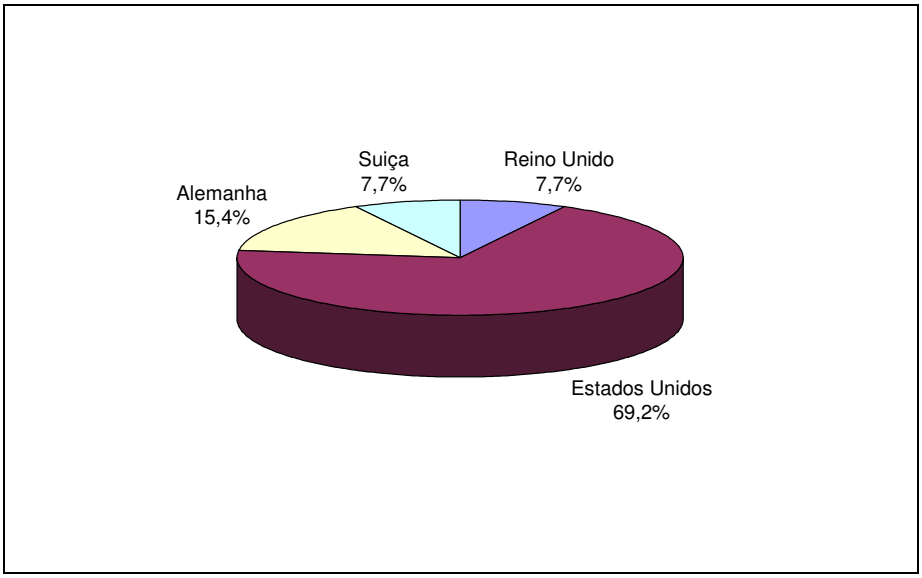


Figura 6.14 - Países de origem dos inventores dos pedidos de patente selecionados. Fonte: Elaboração própria.

Tabela 6.3 - Principais corporações depositantes de pedidos de patente relacionados a adesivos e selantes aplicados à construção depositados entre 2001 e 2009. Fonte: Elaboração própria.

Classificação	Depositante	nº de pedidos de patente
1	The Dow Chemical Company [US]	3
2	BASF [DE]	1
	Brooks Kushman P.C. [US]	1
	Burns, Doane, Swecker & Mathis [US]	1
	H.B. Fuller [US]	1
	Johns Manville [US]	1
	Maccord Mason PLLC [US]	1
	Mueller-Smith Building [US]	1
	National Starch and Chemical Company [US]	1

6.4.6.3.2 Análise meso

A Figura 6.15 ilustra a distribuição percentual das aplicações dos pedidos de patente em função das classes da Classificação Internacional de Patentes. Assim como ocorreu nas patentes selecionadas (seção 6.4.6.2.2), a principal aplicação dos adesivos e selantes na construção verificada nos pedidos de patente se encontra na classe E04, ou seja, nas edificações (54,5%). Além desta aplicação, há também na classe E06, que inclui portas, janelas, postigos, persianas de enrolar e escadas (45,5%).

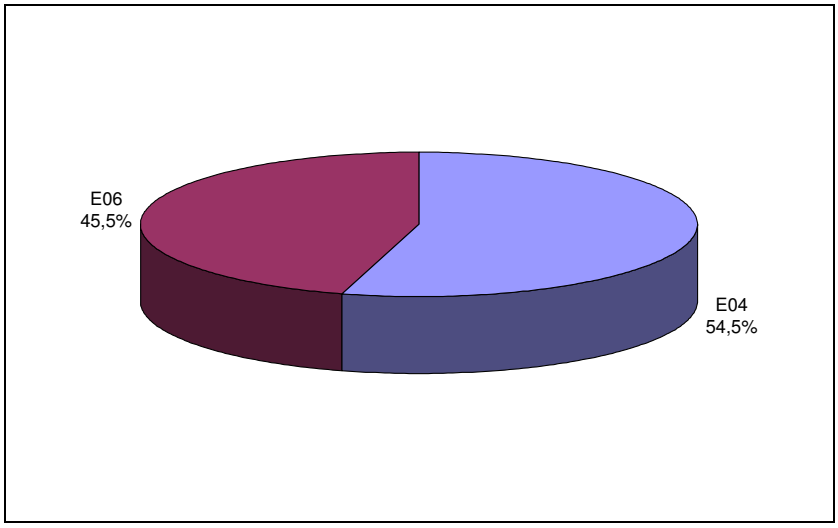


Figura 6.15 - Áreas de aplicação de adesivos e selantes na construção civil, segundo a Classificação Internacional de Patentes, para os pedidos de patente selecionados. Fonte: Elaboração própria.

6.4.6.3.3 Análise micro

Com relação às composições dos adesivos e selantes aplicados à construção tratadas nos pedidos de patente, a Figura 6.16 apresenta a distribuição percentual por tipo de base dos adesivos e selantes. Os adesivos e selantes são, em ordem decrescente, baseados em:

- poliuretano (33,3%);
- polissiloxano (33,3%);
- copolímero com estireno (8,3%);
- materiais betuminosos (8,3%);
- polissulfeto (8,3%);
- poliolefina (8,3%).

Nota-se que mais da metade dos adesivos e selantes pleiteados nos pedidos de patente são compostos de poliuretano e polissiloxano, o que leva a concluir que no futuro a tendência ainda será por materiais adesivos e selantes empregando composições conhecidas, ou seja, as mais utilizadas e estudadas nos artigos e patentes selecionados.

No que diz respeito às aplicações específicas dentro da construção (Figura 6.17), os pedidos de patente mencionaram utilização em janelas (33,3%); paredes (20,0%); coberturas (20,0%); pavimentos (20,0%); e outros (6,7%), incluindo portas. Dentre os pedidos de patente selecionados que tratam de adesivos ou selantes usados em janelas, o poliuretano foi o polímero base mais citado.

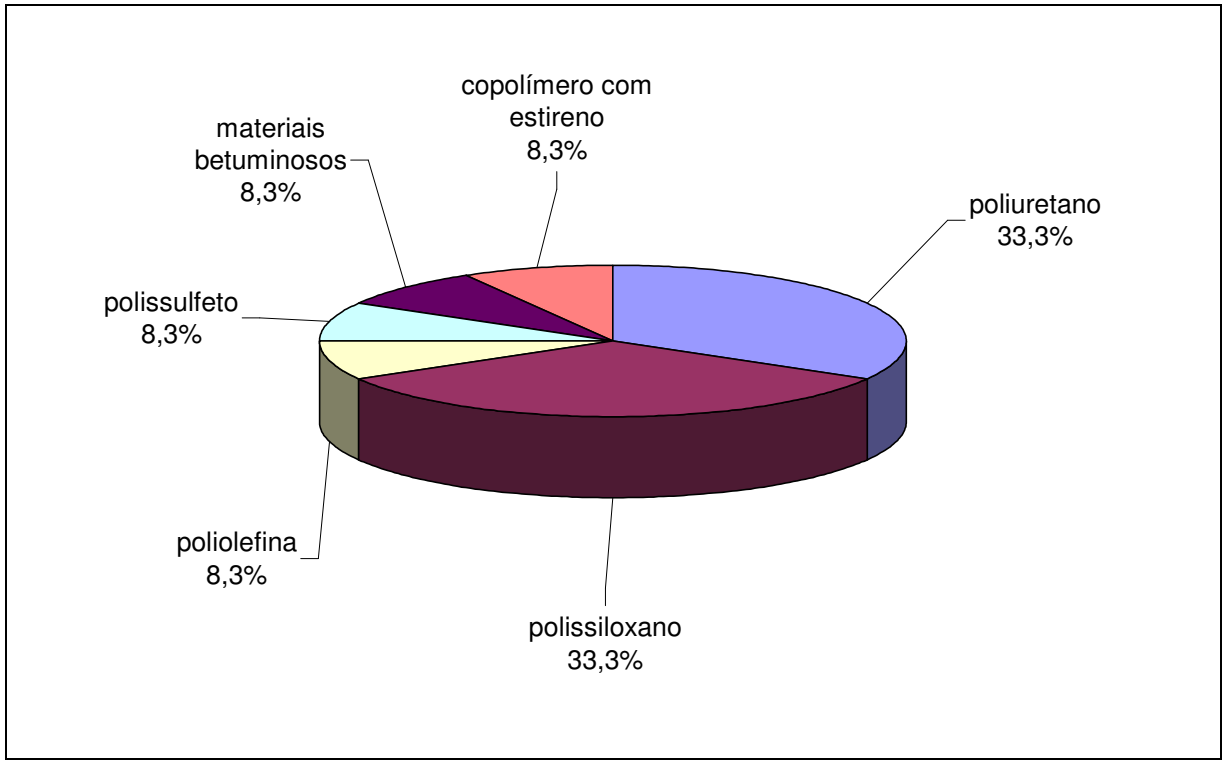


Figura 6.16 - Tipos de base dos adesivos e selantes mencionados nos pedidos de patente selecionados. Fonte: Elaboração própria.

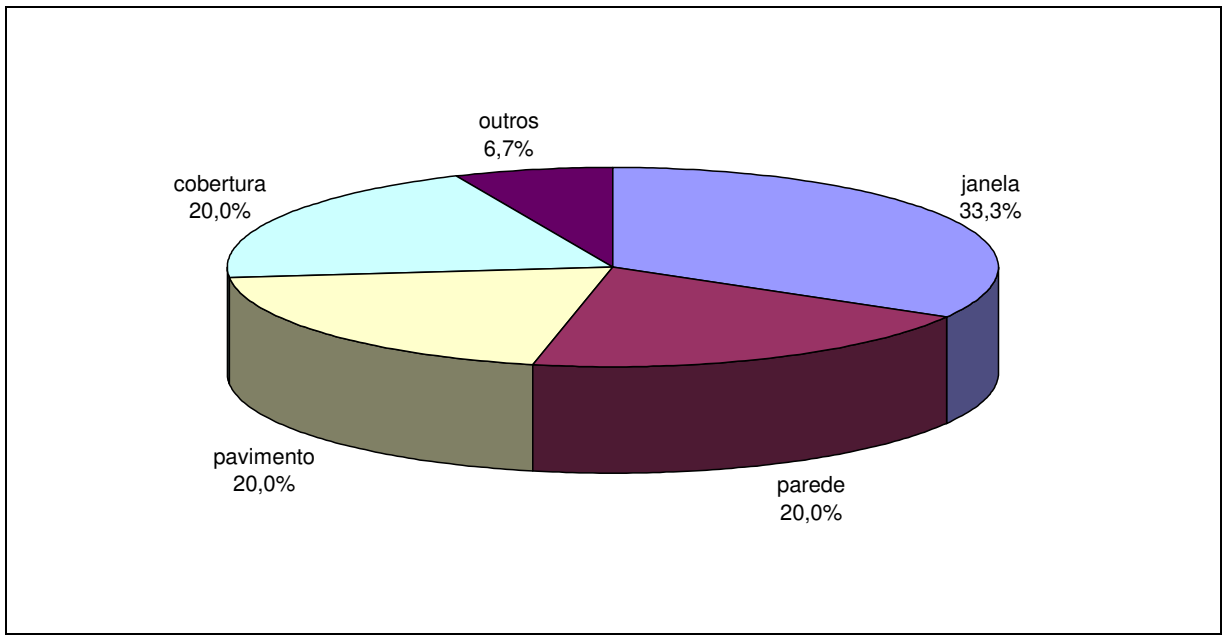


Figura 6.17 - Tipos de aplicação dos adesivos e selantes na construção civil verificadas nos pedidos de patente selecionados. Fonte: Elaboração própria.

A Figura 6.18 mostra a distribuição percentual dos substratos mais citados nos pedidos de patente selecionados: vidro e metal (21,4% cada); madeira (14,3%); plástico, concreto/cimento e outros (10,7%); cerâmica (7,1%); e gesso (3,6%). Verifica-se que o vidro e metal são os substratos mais mencionados em conseqüência da maior utilização em janelas verificadas na Figura 6.17.

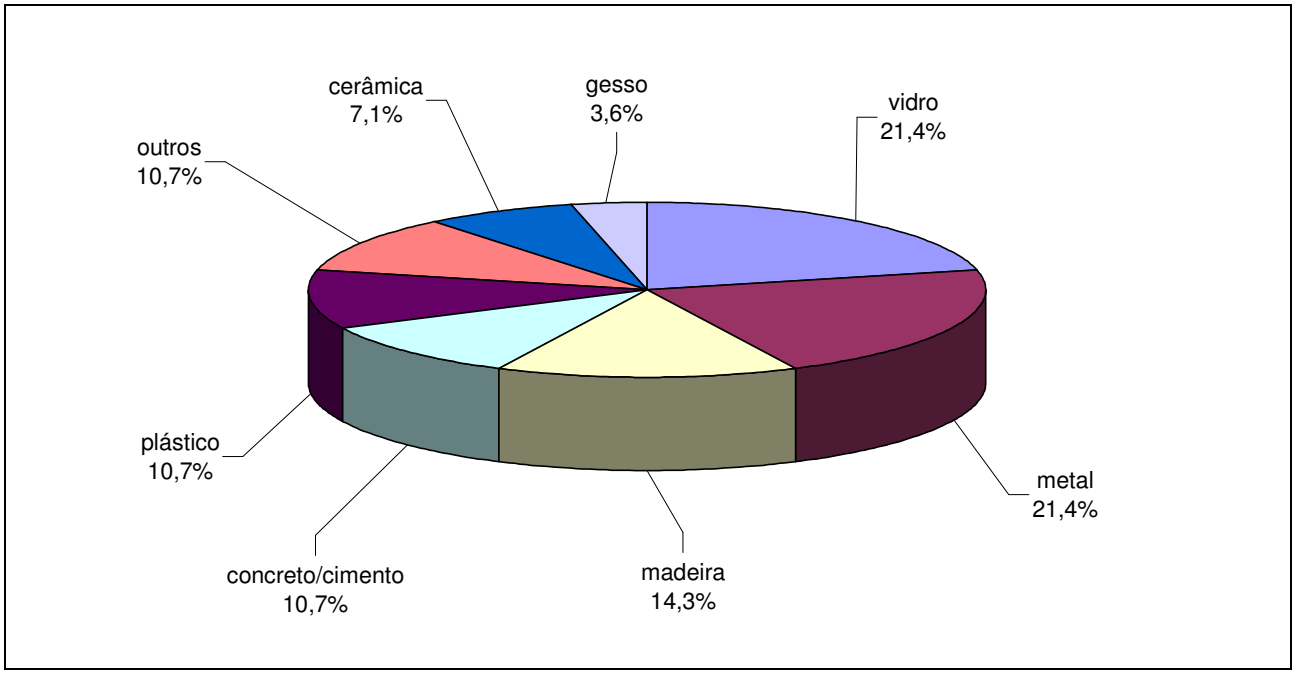


Figura 6.18 - Tipos de aplicação dos adesivos e selantes na construção civil verificadas nos pedidos de patente selecionados. Fonte: Elaboração própria.

Comentando-se a respeito dos adesivos e selantes contidos nos pedidos de patente, foram verificadas muitas semelhanças às patentes concedidas. Por exemplo, há pedidos de patente que: tratam de adesivos contidos nos produtos em multicamadas, que apresentam melhor desempenho ou utilizam adesivos de base aquosa e que são ausentes ou com redução de compostos orgânicos voláteis.

6.4.7 Resultados do mapeamento tecnológico de adesivos e selantes aplicados à construção por uso na construção

A Figura 6.19 mostra a distribuição percentual da incidência das aplicações específicas de adesivos e selantes em todos os documentos selecionados, evidenciando os usos em:

1º lugar: parede (24,1%);

2º lugar: pavimento (21,5%);

3º lugar: janela (16,5%);

4º lugar: cobertura (15,2%).

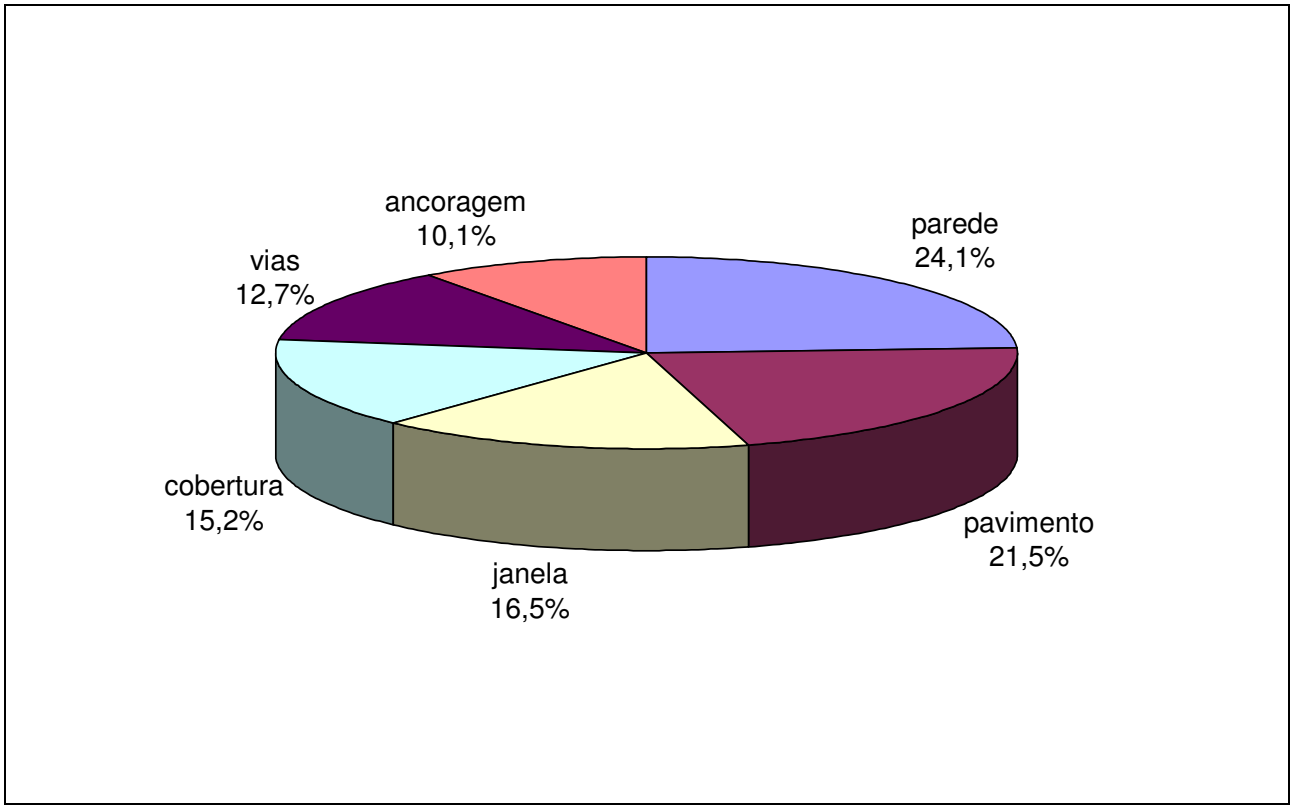


Figura 6.19 - Distribuição percentual dos usos de adesivos e selantes na construção verificados nos documentos selecionados (artigos, patentes e pedidos de patente). Fonte: Elaboração própria.

6.4.7.1 Parede

O uso de adesivos e selantes em parede adotado neste trabalho contempla:

- Paredes externas de edificações: incluindo fachadas de vidro arquitetônico (*curtain walling*) e paredes impermeabilizantes;
- Paredes internas de edificações: incluindo paredes isolantes e *drywall* ou *wallboard* (chapas de gesso aparafusadas em estruturas de perfis de aço galvanizado);

Quanto aos substratos, observou-se que concreto/cimento, vidro, metal e gesso foram citados com maior freqüência nos documentos selecionados, conforme pode ser visualizado na Figura 6.20.

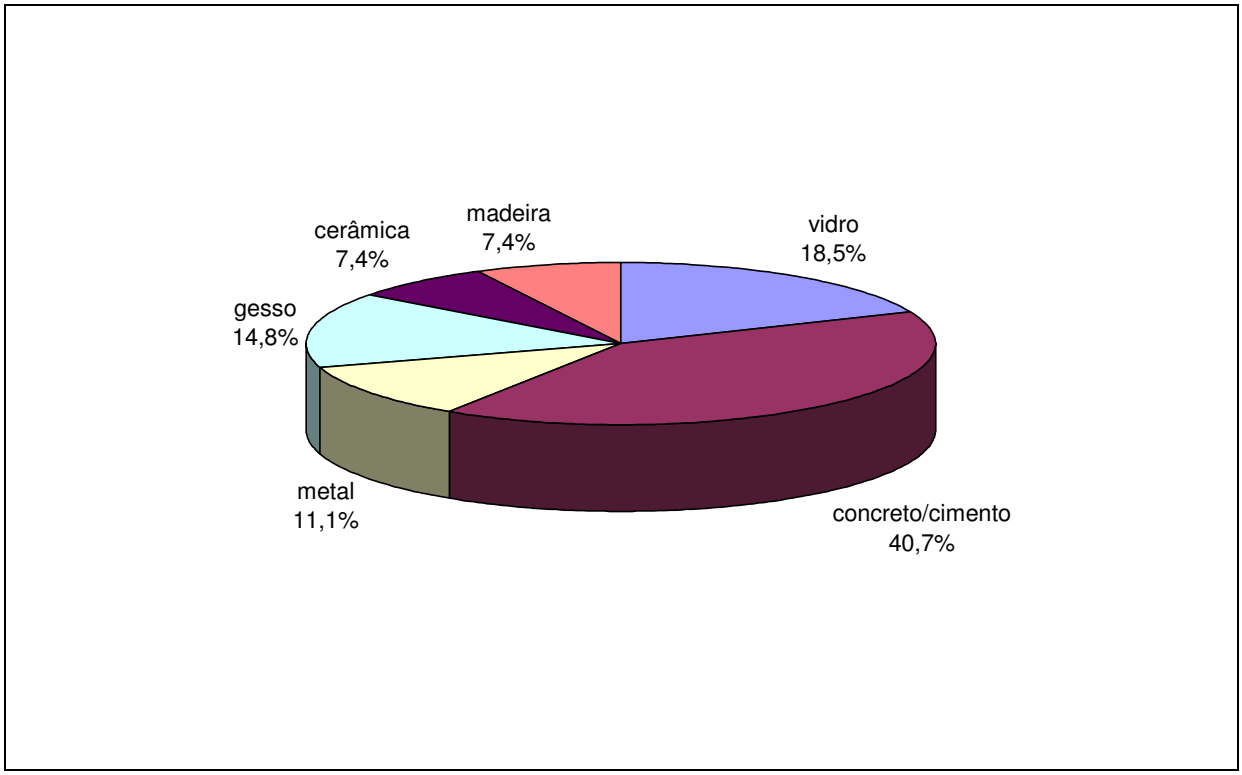


Figura 6.20 - Distribuição percentual dos substratos aos quais adesivos e selantes são aplicados em paredes verificada nos documentos selecionados. Fonte: Elaboração própria.

No que diz respeito às composições dos adesivos e selantes empregadas neste uso, verificou-se que as mais citadas foram polissiloxano e poliuretano, destacando-se também poliacetato de vinila, polímeros acrílicos e polissulfeto, conforme é mostrado na Figura 6.21.

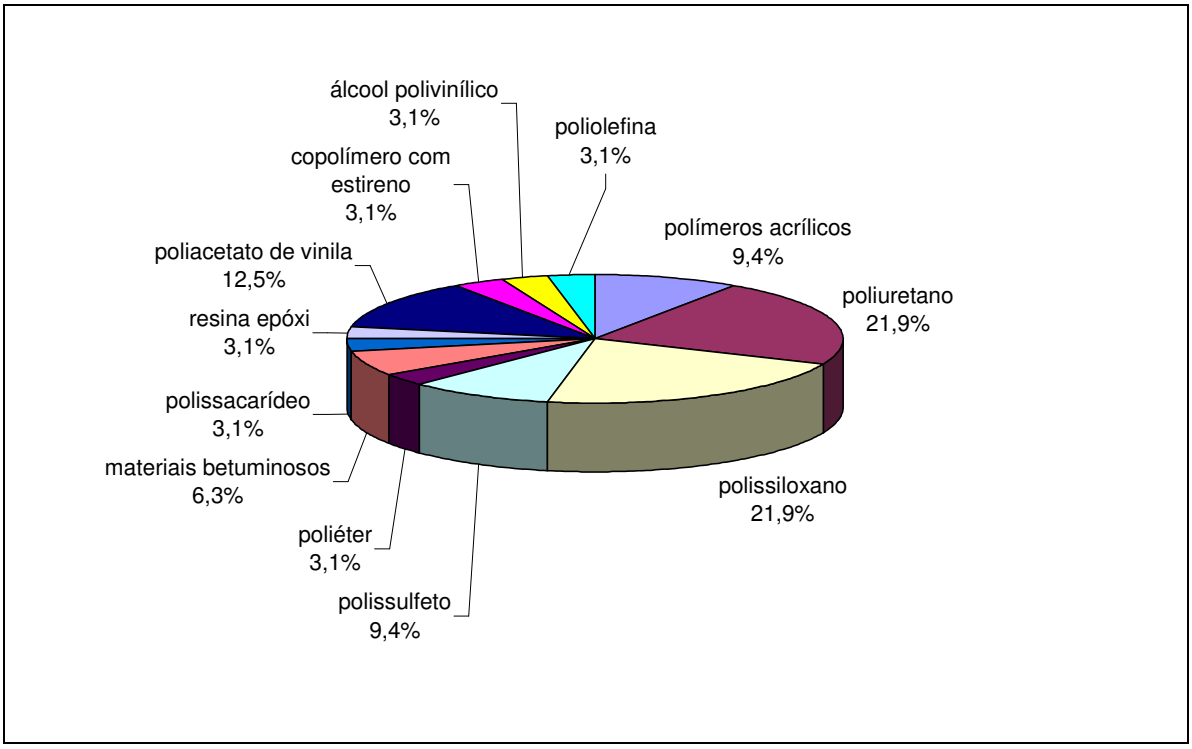


Figura 6.21 - Distribuição percentual das composições de adesivos e selantes aplicadas em paredes verificada nos documentos selecionados. Fonte: Elaboração própria.

6.4.7.2 Pavimento

O uso de adesivos e selantes em pavimento adotado neste trabalho contempla:

- Revestimentos de plástico, especialmente PVC, colados sobre concreto;
- Revestimentos de madeira sólida ou laminada;

- Folhas adesivas em camadas utilizadas na preparação de superfícies para receber revestimento decorativo (por exemplo, cerâmica).

Desta forma, os documentos selecionados que se referem ao uso de adesivos e selantes em pavimentos revelaram que os substratos mais empregados são concreto/cimento, madeira, plástico e cerâmica (Figura 6.22).

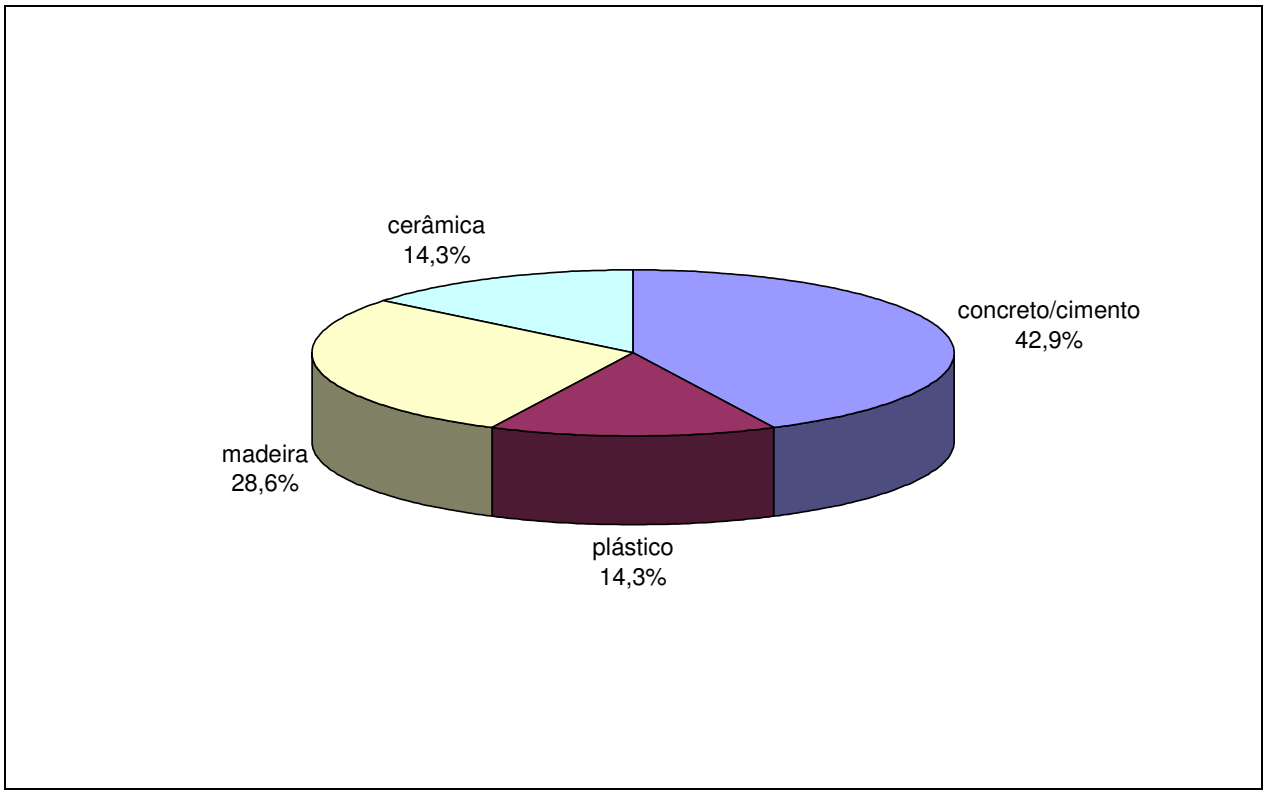


Figura 6.22 - Distribuição percentual dos substratos aos quais adesivos e selantes são aplicados em pavimentos verificada nos documentos selecionados. Fonte: Elaboração própria.

No uso em pavimentos, as bases mais citadas foram polímeros acrílicos e poliacetato de vinila, no entanto não se devem desprezar os adesivos e selantes de origem natural, tais como, proteína de soja, polissacarídeo de fermentação biológica e

resina natural de tanino (Figura 6.23). Observou-se que as composições de adesivos e selantes para unir substratos de madeira e plásticos de PVC nos documentos selecionados são de base aquosa.

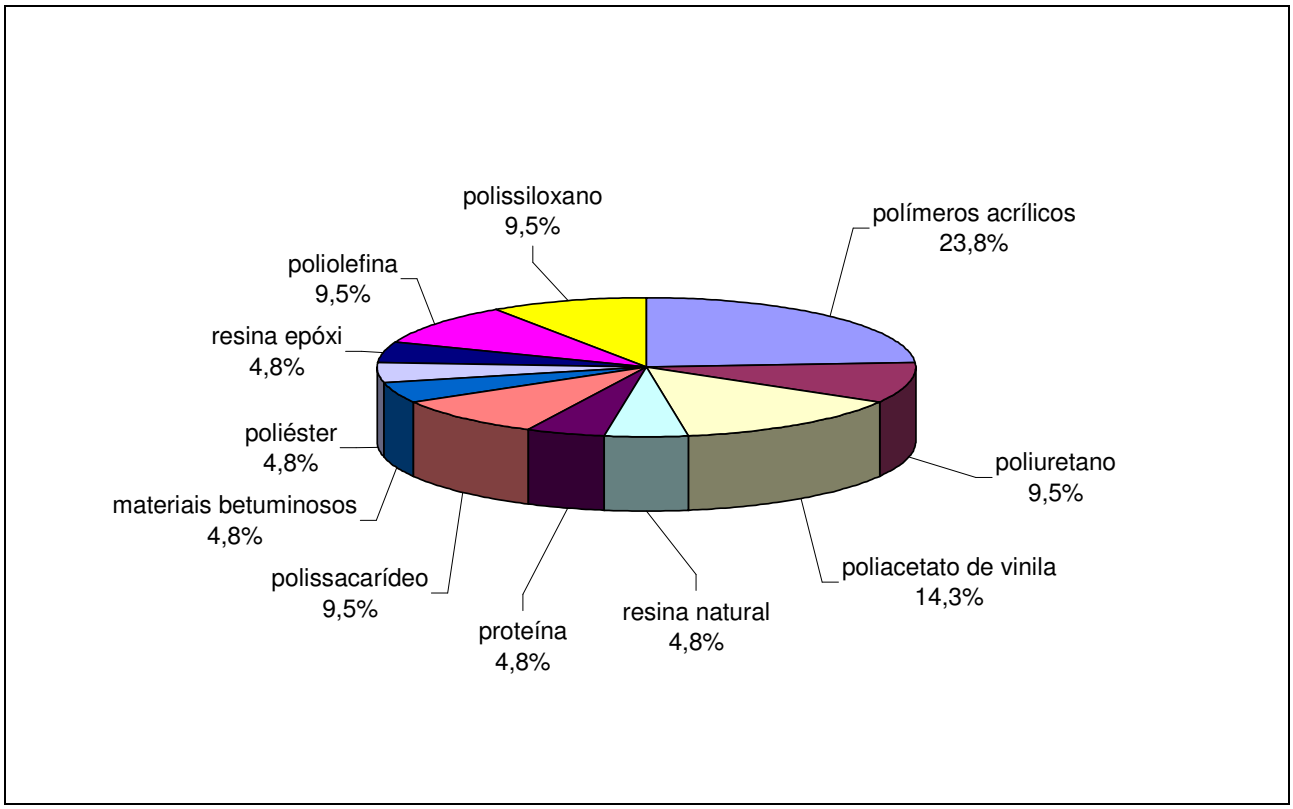


Figura 6.23 - Distribuição percentual das composições de adesivos e selantes aplicadas em pavimentos verificada nos documentos selecionados. Fonte: Elaboração própria.

6.4.7.3 Janela

O uso de adesivos e selantes em janela adotado neste trabalho contempla:

- A união entre o vidro e a esquadria (moldura) da janela;
- A união entre a esquadria da janela e a parede.

Os adesivos e os selantes utilizados em janela são aplicados predominantemente entre o vidro e o metal, mas há também esquadrias de plástico e madeira. Também foi mencionada a aplicação entre a esquadria e a parede de concreto promovendo uma barreira a vento, som e umidade. A Figura 6.24 apresenta a distribuição percentual dos substratos empregados no uso em janela observada nos documentos selecionados.

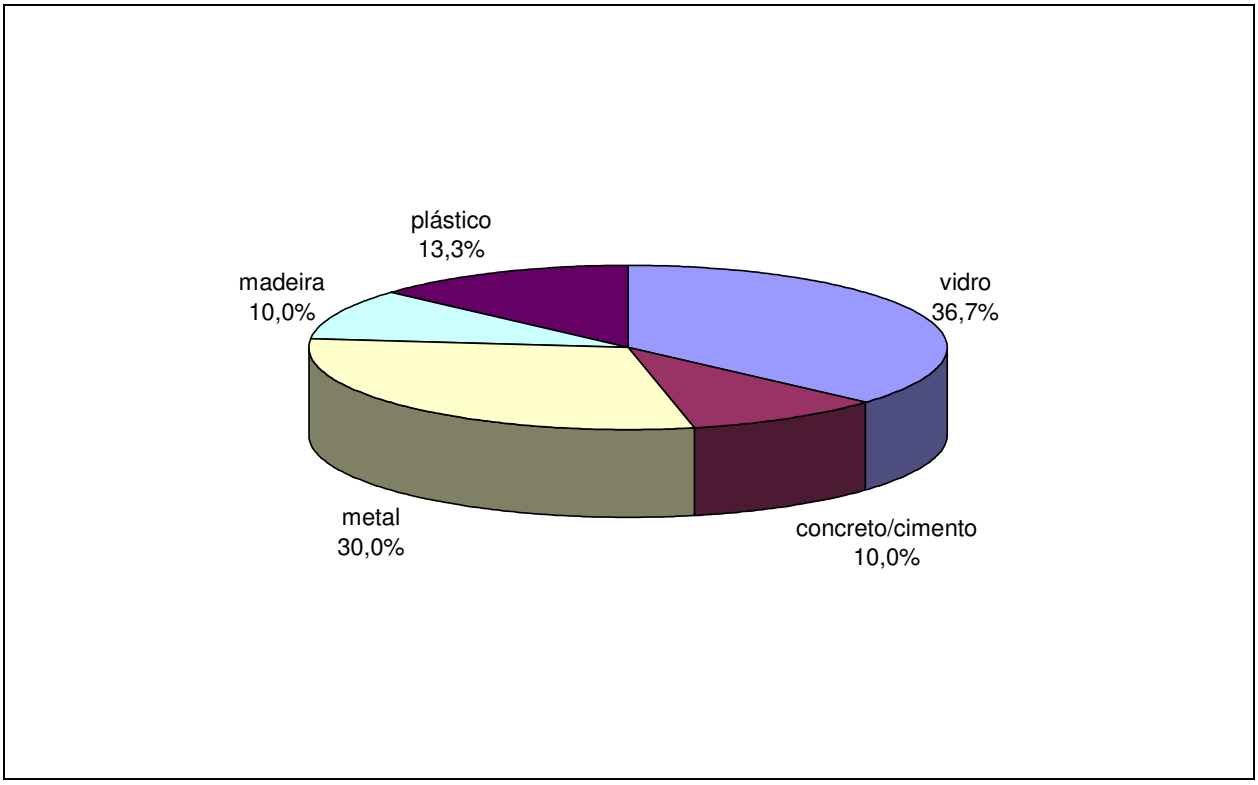


Figura 6.24 - Distribuição percentual dos substratos aos quais adesivos e selantes são aplicados em janelas verificada nos documentos selecionados. Fonte: Elaboração própria.

A Figura 6.25 proporciona a distribuição percentual das composições de adesivos e selantes empregadas em janelas. As composições mais relevantes, segundo os documentos selecionados, são polissiloxano e poliuretano, e em seguida, polímeros acrílicos.

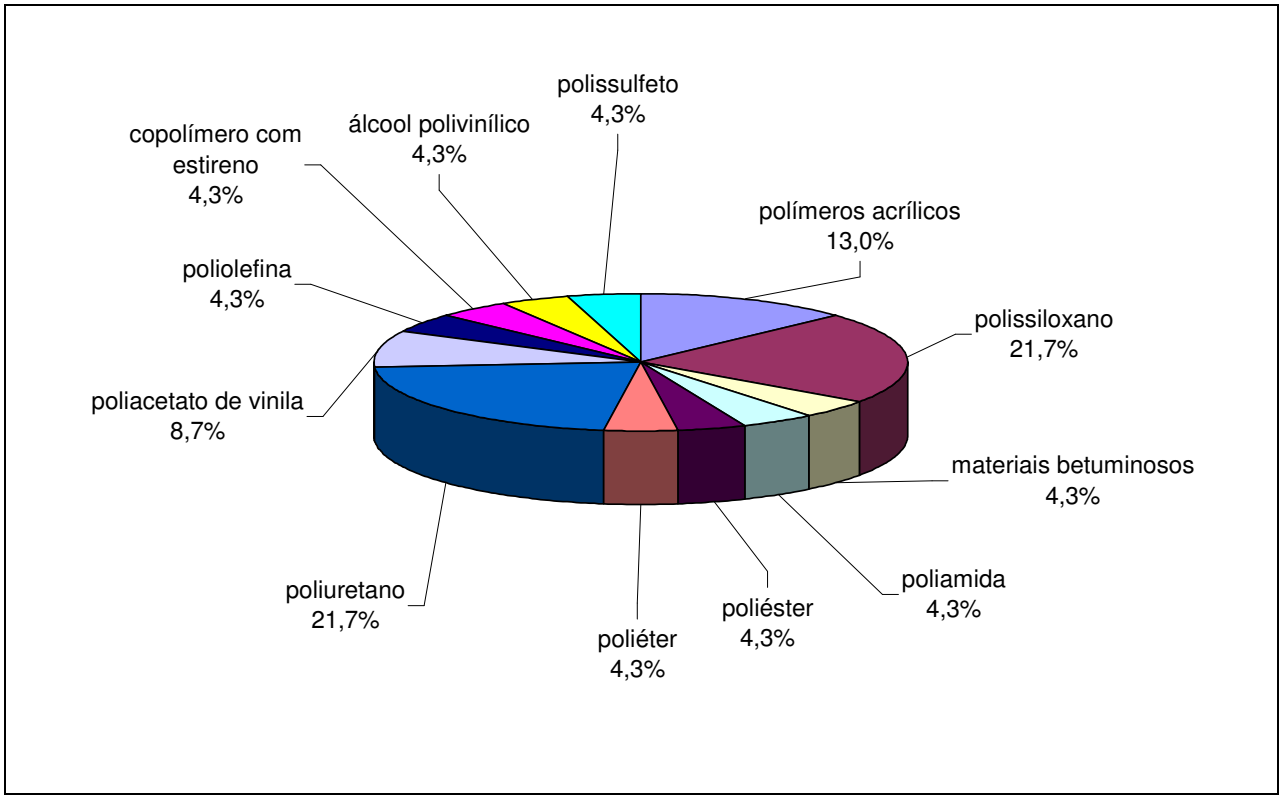


Figura 6.25 - Distribuição percentual das composições de adesivos e selantes aplicadas em janelas verificada nos documentos selecionados. Fonte: Elaboração própria.

6.4.7.4 Cobertura

O uso de adesivos e selantes em cobertura adotado neste trabalho contempla:

- Telhados transparentes de vidro estrutural;
- Lajes;
- Filmes e painéis isolantes em telhados;
- Placas de gesso (*wallboard*).

Por conseguinte, os substratos mencionados para uso em coberturas nos documentos selecionados foram concreto/cimento, metal, madeira, plástico, cerâmica, gesso e vidro (Figura 6.26).

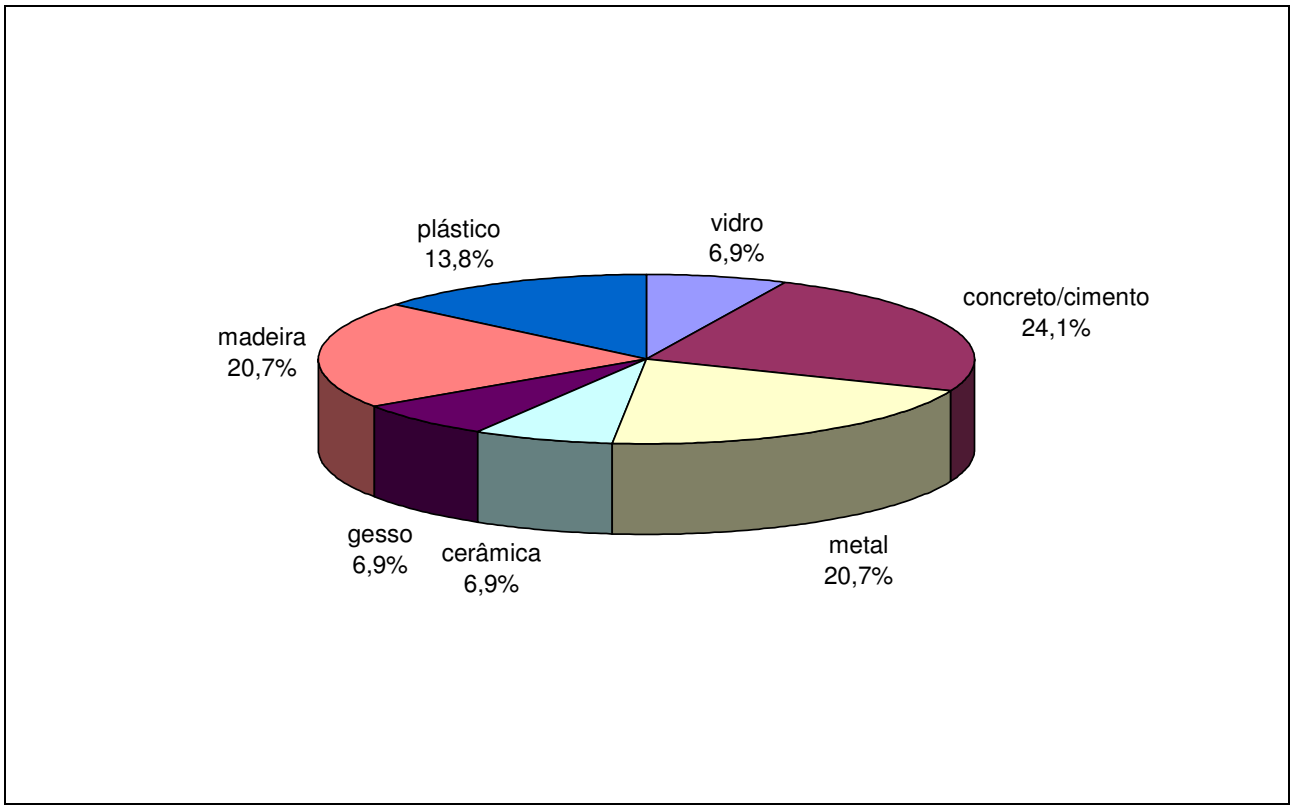


Figura 6.26 - Distribuição percentual dos substratos aos quais adesivos e selantes são aplicados em coberturas verificada nos documentos selecionados. Fonte: Elaboração própria.

As composições de adesivos e selantes mais citadas para uso em coberturas verificadas nos documentos selecionados são poliuretano, polissiloxano, polímeros acrílicos e poliacetato de vinila (Figura 6.27). Observou-se que a maioria das composições possui a finalidade isolante, sendo permeável ao vapor de água, devido ao risco de ocorrência de condensação na superfície da cobertura. Em países frios as construções são herméticas e portanto estão sujeitas a uma situação em que o vapor de

água não consegue sair e gera uma pressão positiva, forçando-o a subir para a cobertura (como uma grande panela de pressão). Em virtude dos documentos de patente serem norte-americanos, foi identificado este fenômeno que acontece em paises muito frios com calefação interna e janelas herméticas, mas que não é freqüente no Brasil.

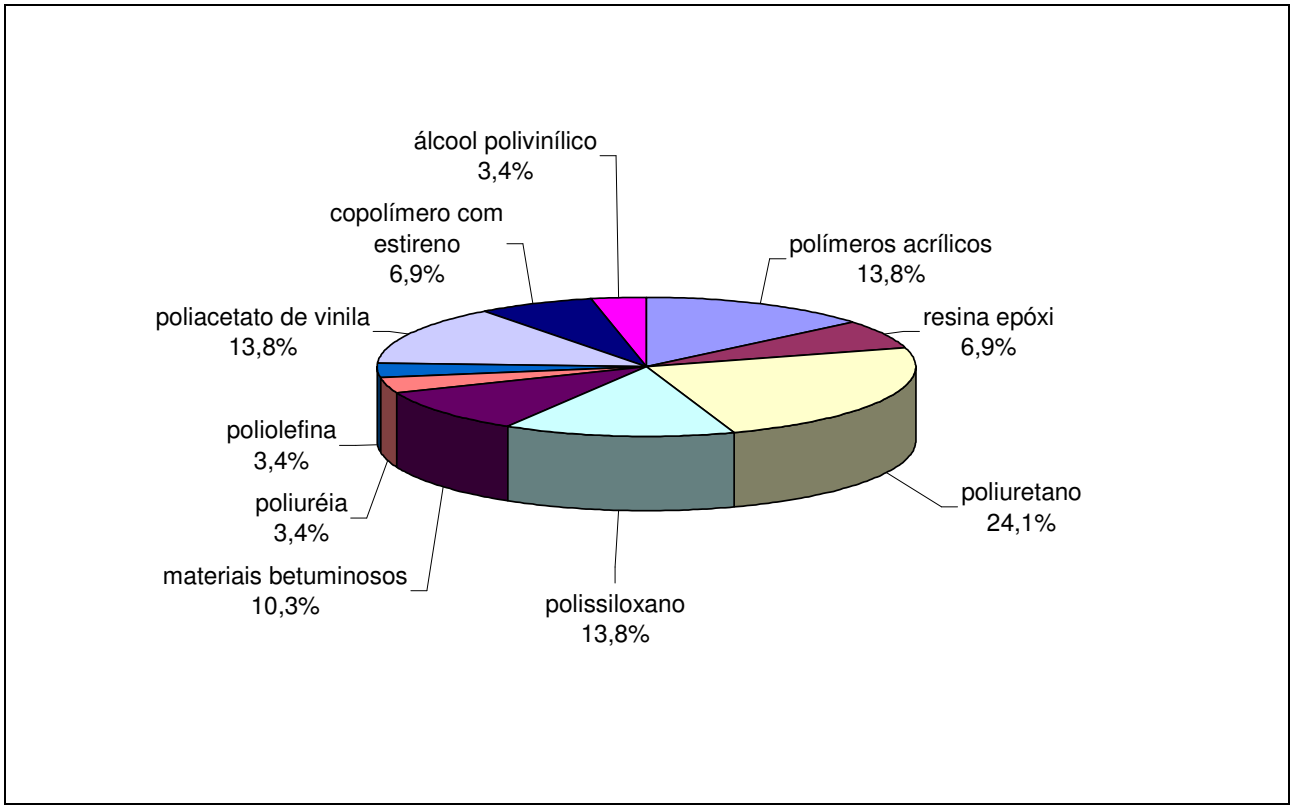


Figura 6.27 - Distribuição percentual das composições de adesivos e selantes aplicadas em coberturas verificada nos documentos selecionados. Fonte: Elaboração própria.

6.4.8 Resultados do mapeamento tecnológico de adesivos e selantes aplicados à construção por base do adesivo e selante

A Figura 6.28 apresenta a distribuição percentual das bases poliméricas mencionadas em todos os documentos selecionados (artigos científicos, patentes e pedidos de patente). As composições mais freqüentemente estudadas de adesivos e selantes com aplicação na construção são aquelas baseadas em:

- poliuretano (19,6%);
- polímeros acrílicos (16,8%);
- polissiloxano (14,0%);
- poliacetato de vinila (8,4%);
- resina epóxi (7,5%);
- poliolefina (5,6%);
- materiais betuminosos (4,7%);
- polissacarídeo (3,7%);
- polissulfeto (3,7%);
- poliéster (2,8%);
- polímeros de condensação de aldeídos ou cetonas (2,8%);
- poliamida (1,9%);
- poliéter (1,9%);
- álcool polivinílico (1,9%);
- copolímero com estireno (1,9%);
- poliuréia (0,9%);

- proteína (0,9%);
- resina natural (0,9%).

Foram encontrados 18 tipos de bases poliméricas. Tendo em vista a diversidade de bases poliméricas encontradas, foram escolhidas para as análises por composição somente aquelas mais relevantes, ou seja, poliuretano, polímeros acrílicos, polissiloxano, poliacetato de vinila e resina epóxi.

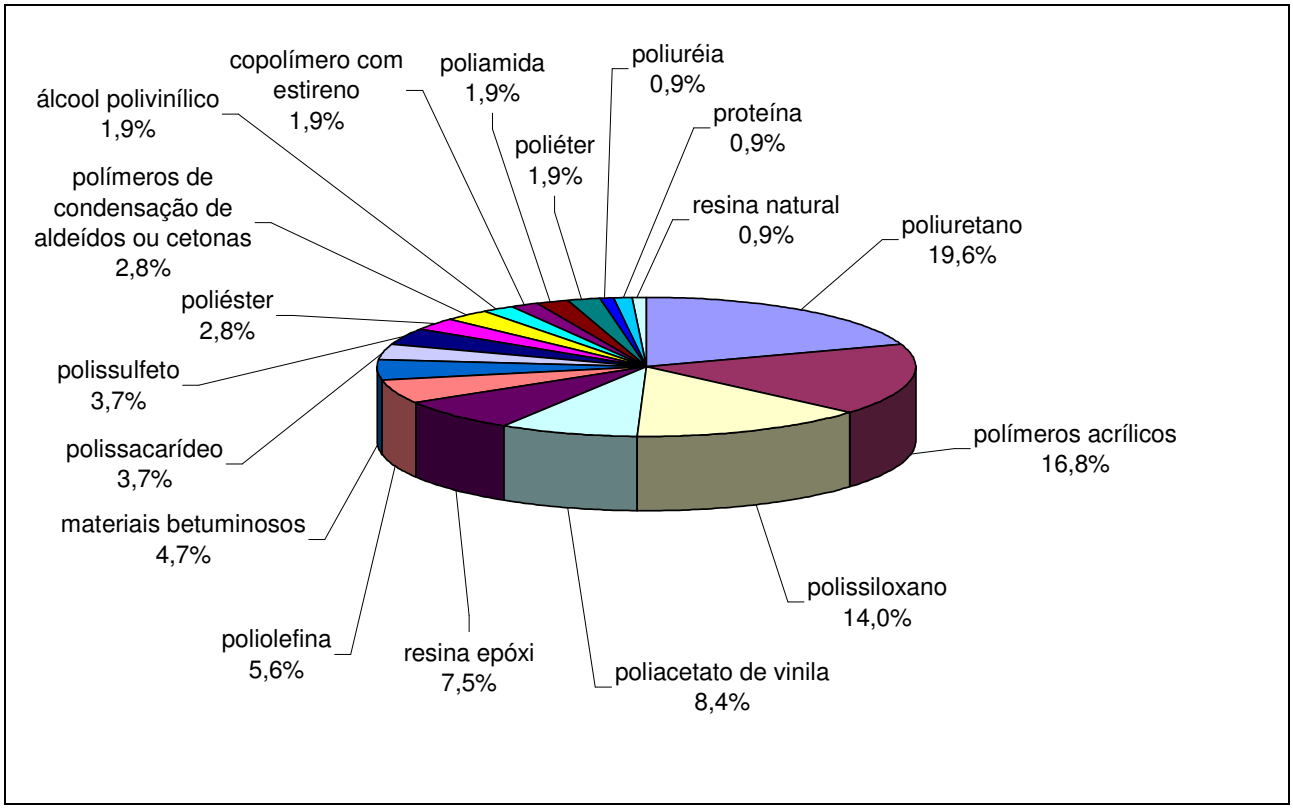


Figura 6.28 - Distribuição percentual das bases poliméricas de adesivos e selantes na construçao verificadas nos documentos selecionados (artigos, patentes e pedidos de patente). Fonte: Elaboração própria.

6.4.8.1.1 Poliuretano

A Figura 6.29 apresenta a distribuição percentual dos **usos** de adesivos e selantes baseados em poliuretano mencionados nos documentos selecionados. Destacam-se os usos das formulações de poliuretano em paredes e coberturas (29,2% cada).

A Figura 6.30 fornece a distribuição percentual dos **substratos** mencionados nos documentos selecionados em que adesivos e selantes de poliuretano são aplicados. Nota-se que os substratos mais citados foram metal (23,9%) e concreto/cimento (21,7%).

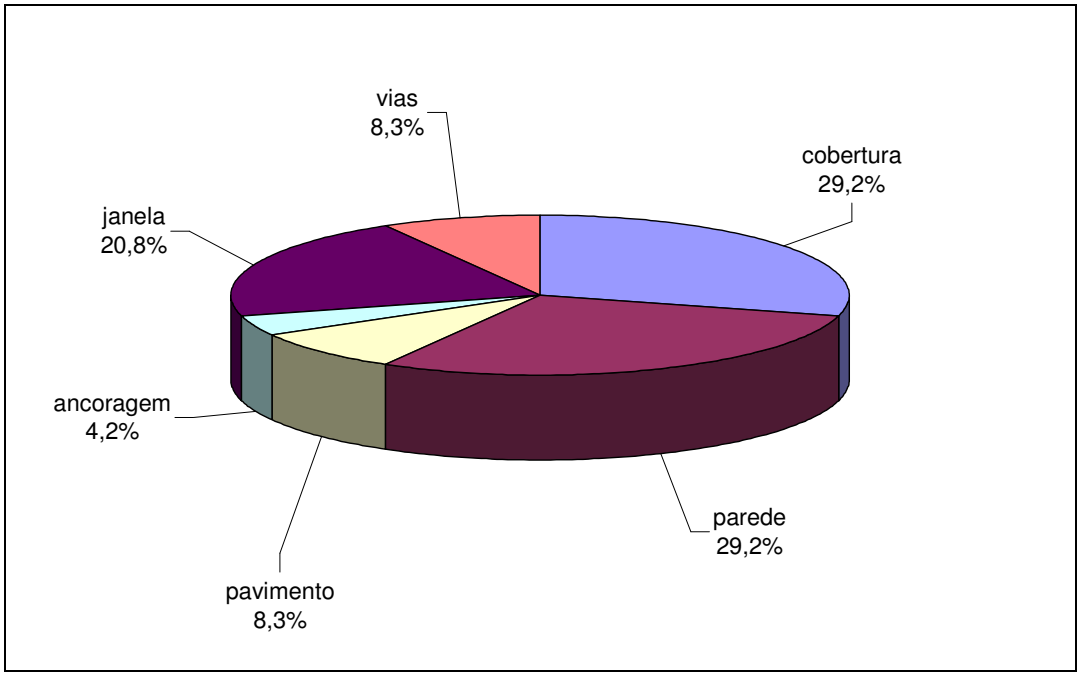


Figura 6.29 - Distribuição percentual dos usos de adesivos e selantes baseados em poliuretano observados nos documentos selecionados. Fonte: Elaboração própria.

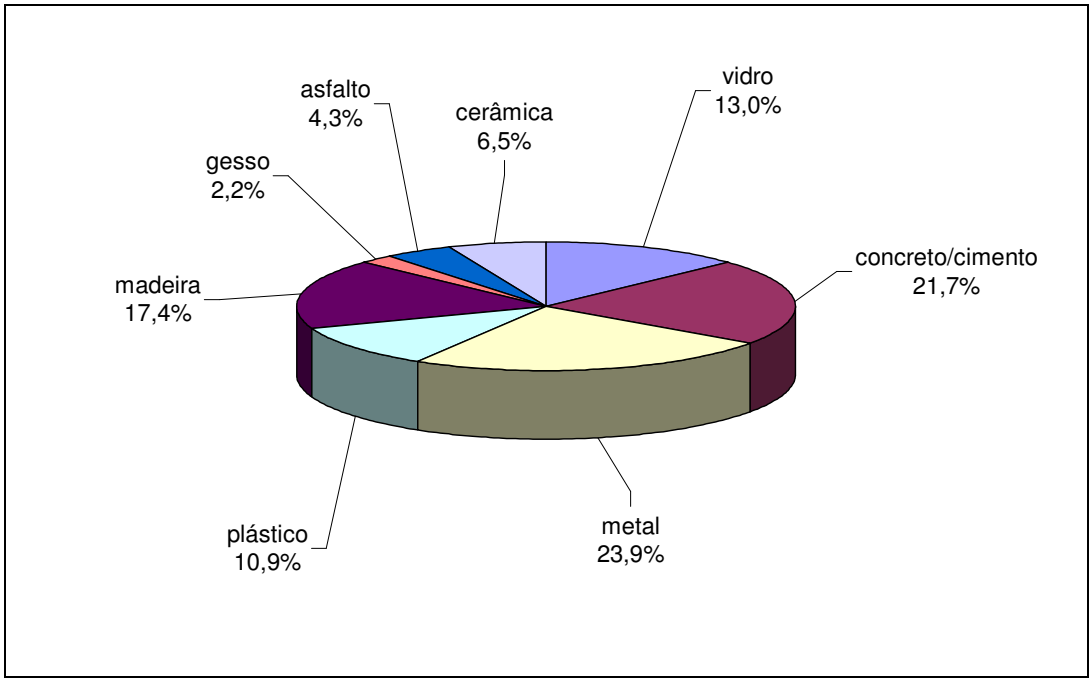


Figura 6.30 - Distribuição percentual dos substratos aos quais adesivos e selantes baseados em poliuretano são aplicados conforme verificado nos documentos selecionados. Fonte: Elaboração própria.

6.4.8.1.2 Polímeros acrílicos

A Figura 6.31 apresenta a distribuição percentual dos **usos** de adesivos e selantes baseados em polímeros acrílicos mencionados nos documentos selecionados. Destacam-se os usos das formulações de polímeros acrílicos em vias e pavimentos (26,3% cada).

A Figura 6.32 fornece a distribuição percentual dos **substratos** mencionados nos documentos selecionados em que adesivos e selantes de polímeros acrílicos são aplicados. Nota-se que os substratos mais citados foram plástico (30,0%), concreto/cimento (26,7%) e metal (16,7%).

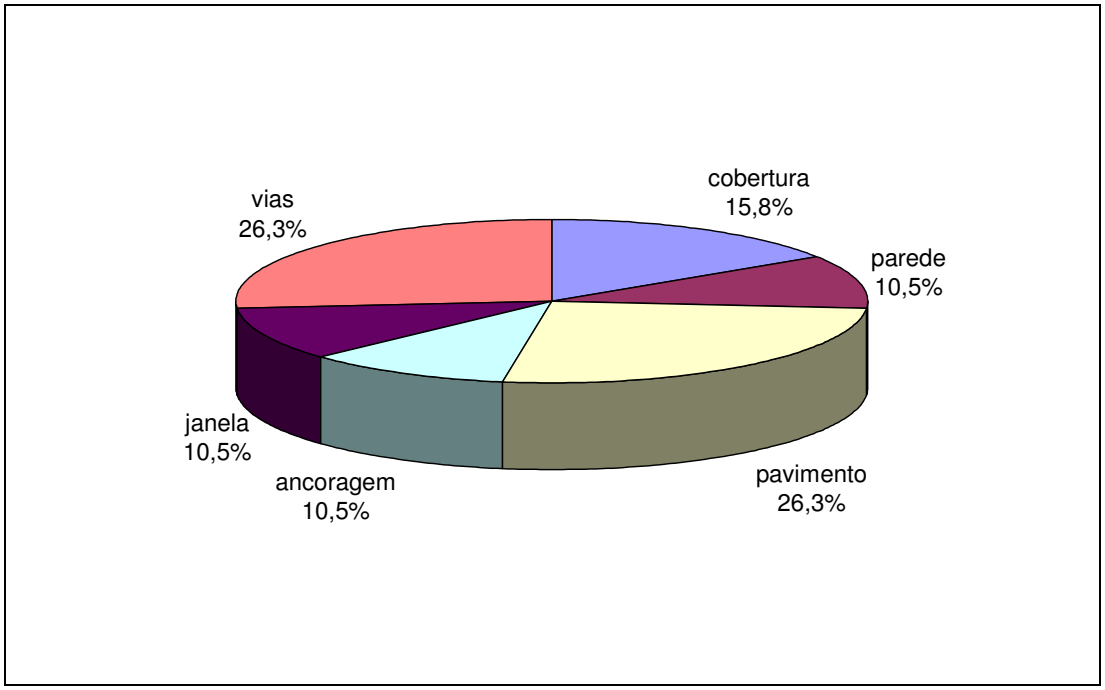


Figura 6.31 - Distribuição percentual dos usos de adesivos e selantes baseados em polímeros acrílicos observados nos documentos selecionados. Fonte: Elaboração própria.

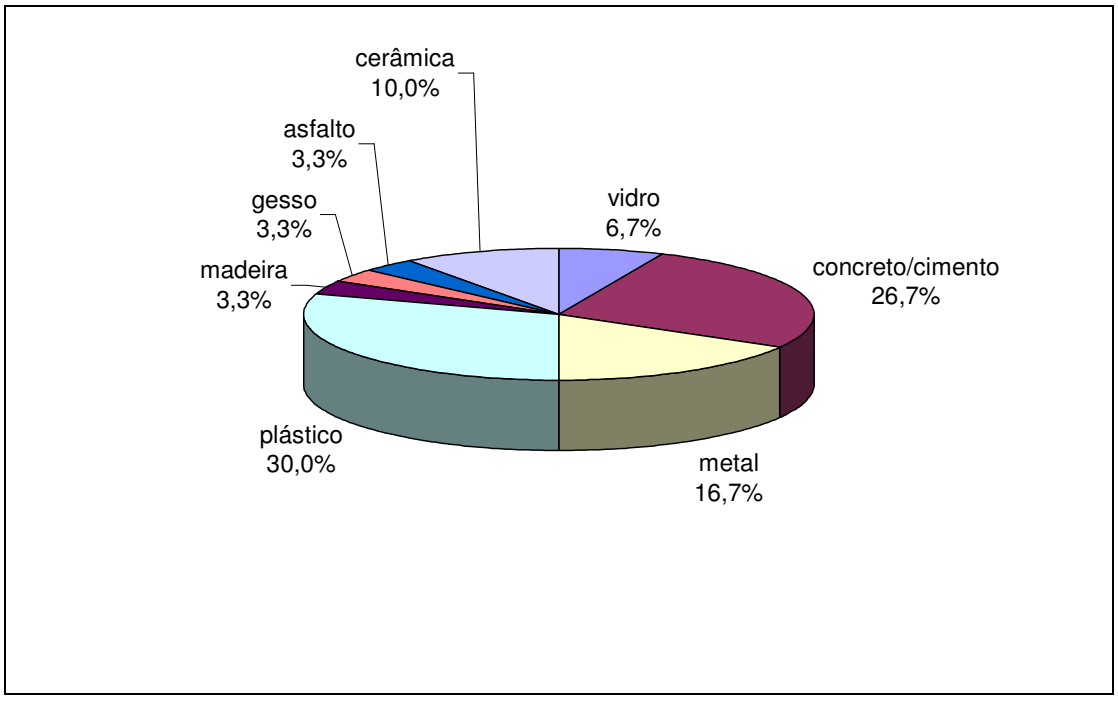


Figura 6.32 - Distribuição percentual dos substratos aos quais adesivos e selantes baseados em polímeros acrílicos são aplicados conforme verificado nos documentos selecionados. Fonte: Elaboração própria.

6.4.8.1.3 Polissiloxano

A Figura 6.33 apresenta a distribuição percentual dos **usos** de adesivos e selantes baseados em polissiloxano mencionados nos documentos. Destacam-se os usos das formulações de polissiloxano em paredes (33,3%) e coberturas (23,8%).

A Figura 6.34 fornece a distribuição percentual dos **substratos** em que adesivos e selantes de polissiloxano são aplicados. Nota-se que os substratos mais citados foram metal (25,0%) e concreto/cimento (21,9%).

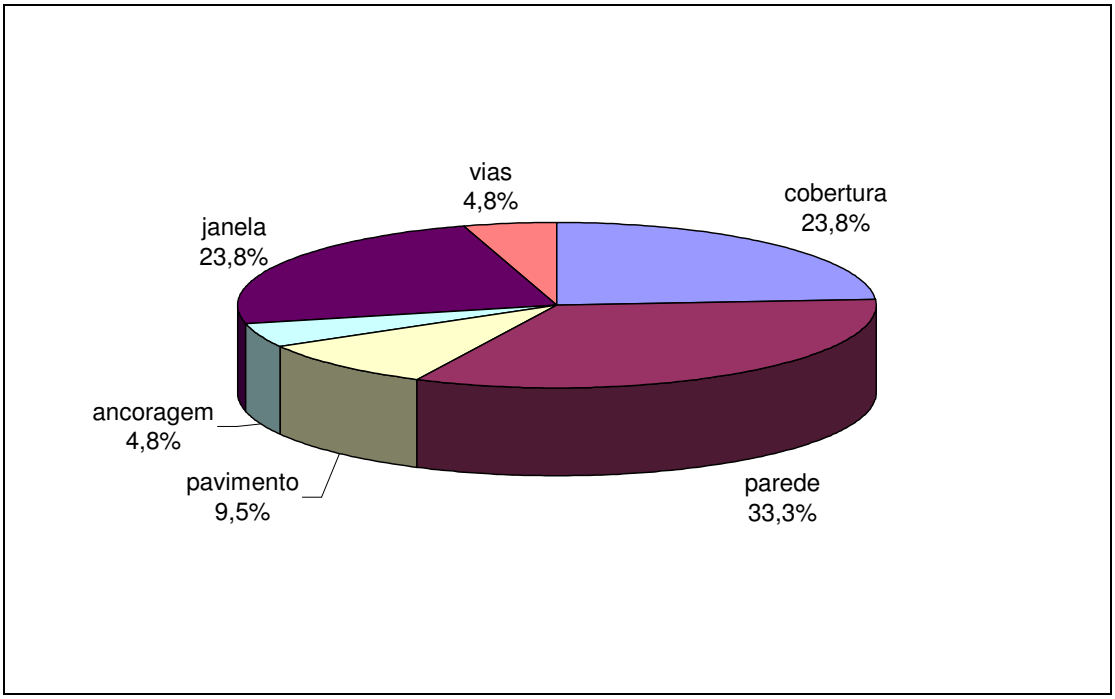


Figura 6.33 - Distribuição percentual dos usos de adesivos e selantes baseados em polissiloxano observados nos documentos selecionados. Fonte: Elaboração própria.

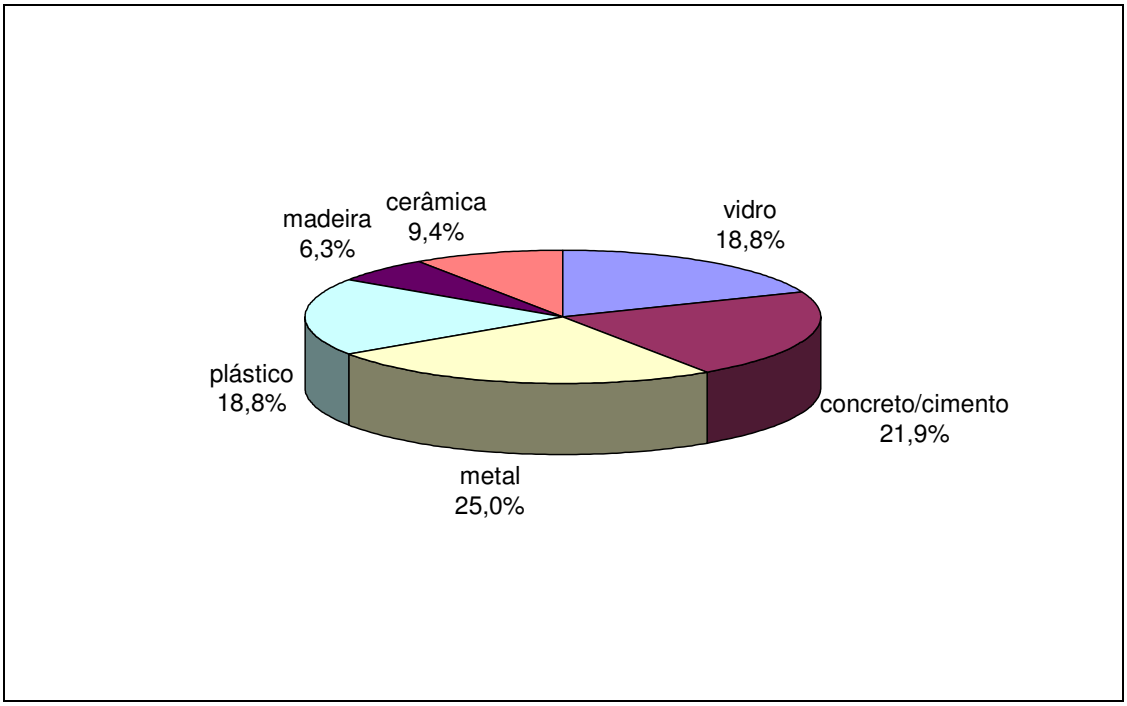


Figura 6.34 - Distribuição percentual dos substratos aos quais adesivos e selantes baseados em polissiloxano são aplicados conforme verificado nos documentos selecionados. Fonte: Elaboração própria.

6.4.8.1.4 Poliacetato de vinila

A Figura 6.35 apresenta a distribuição percentual dos **usos** de adesivos e selantes baseados em poliacetato de vinila. Destacam-se os usos das formulações de poliacetato de vinila em parede (36,4%), seguindo de cobertura e pavimento (27,3% cada).

A Figura 6.36 fornece a distribuição percentual dos **substratos** mencionados nos documentos em que adesivos e selantes de poliacetato de vinila são aplicados. Nota-se que o substrato mais citado foi concreto/cimento (31,6%).

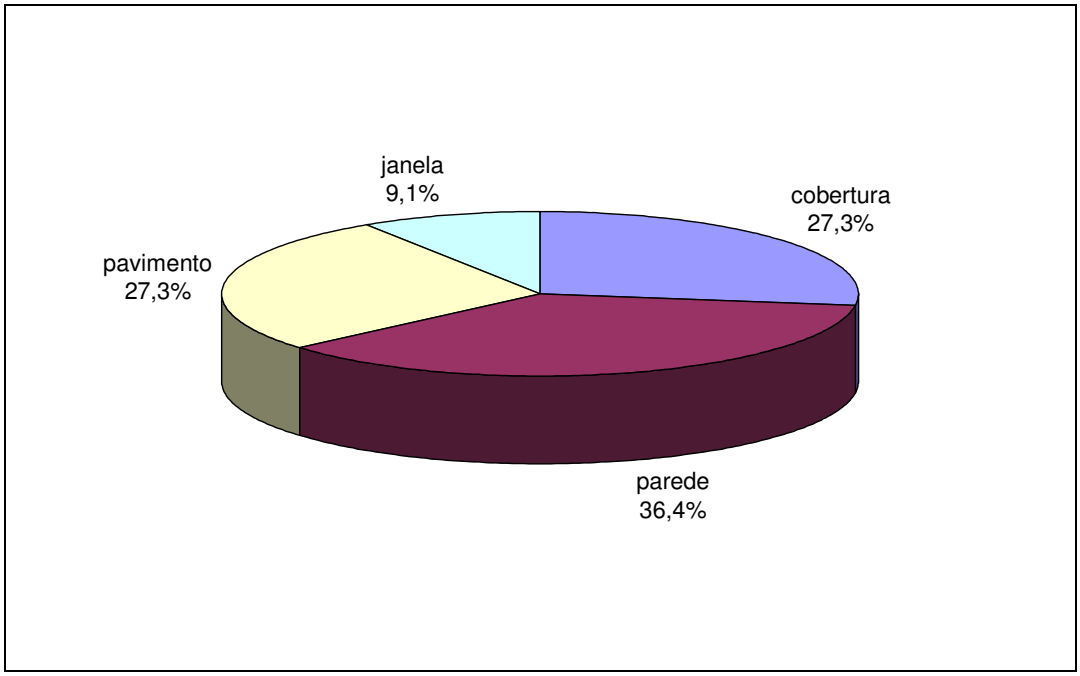


Figura 6.35 - Distribuição percentual dos usos de adesivos e selantes baseados em poliacetato de vinila observados nos documentos selecionados. Fonte: Elaboração própria.

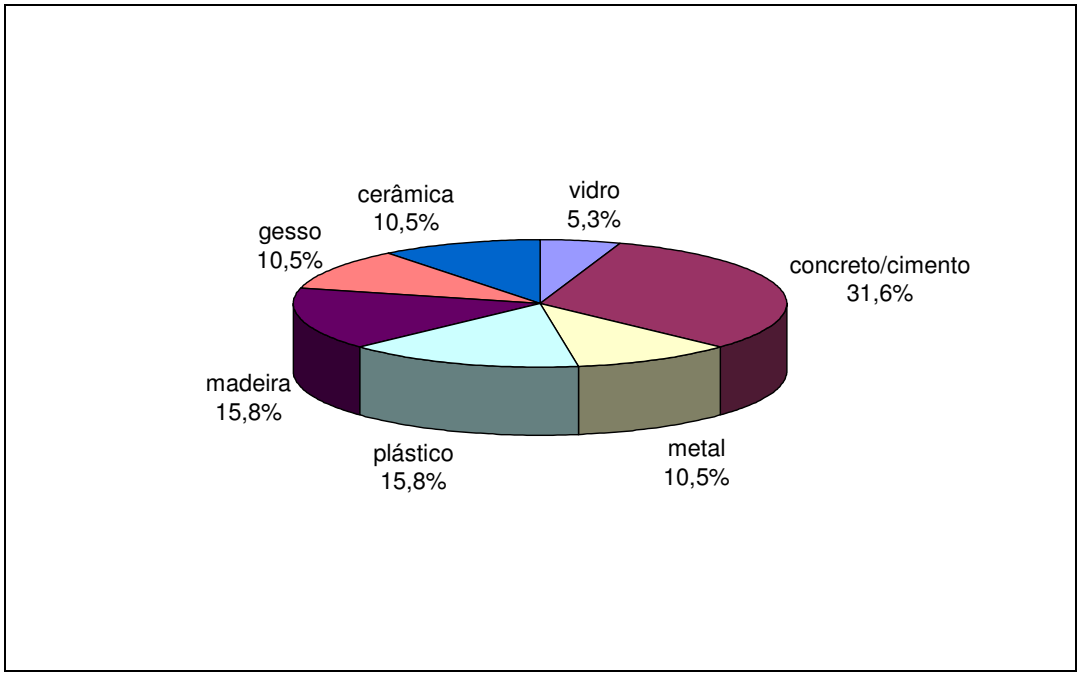


Figura 6.36 - Distribuição percentual dos substratos aos quais adesivos e selantes baseados em poliacetato de vinila são aplicados conforme verificado nos documentos selecionados. Fonte: Elaboração própria.

6.4.8.1.5 Resina epóxi

A Figura 6.37 apresenta a distribuição percentual dos **usos** dos adesivos e selantes baseados em resina epóxi mencionados nos documentos. Destaca-se a utilização das formulações de resina epóxi em ancoragem (40,0%), que exige alta resistência.

A Figura 6.38 fornece a distribuição percentual dos **substratos** em que adesivos e selantes de resina epóxi são aplicados. Nota-se que os substratos mais citados foram concreto/cimento (41,7%), e em seguida, metal (25,0%).

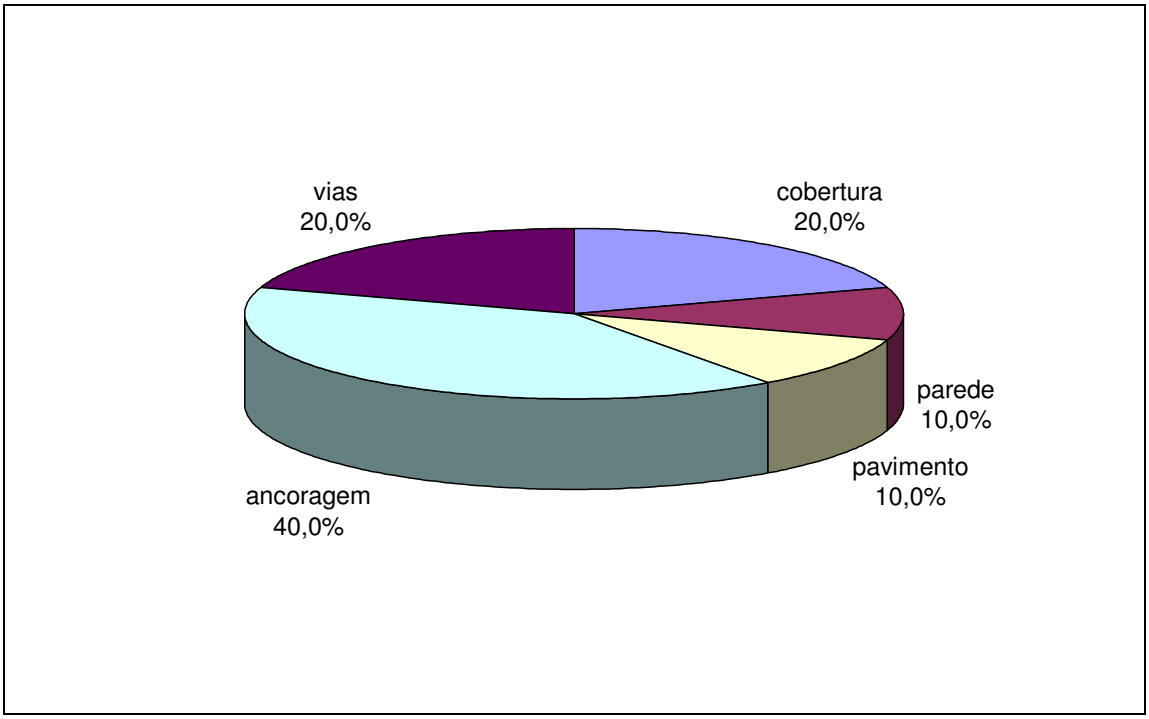


Figura 6.37 - Distribuição percentual dos usos de adesivos e selantes baseados em resina epóxi observados nos documentos selecionados. Fonte: Elaboração própria.

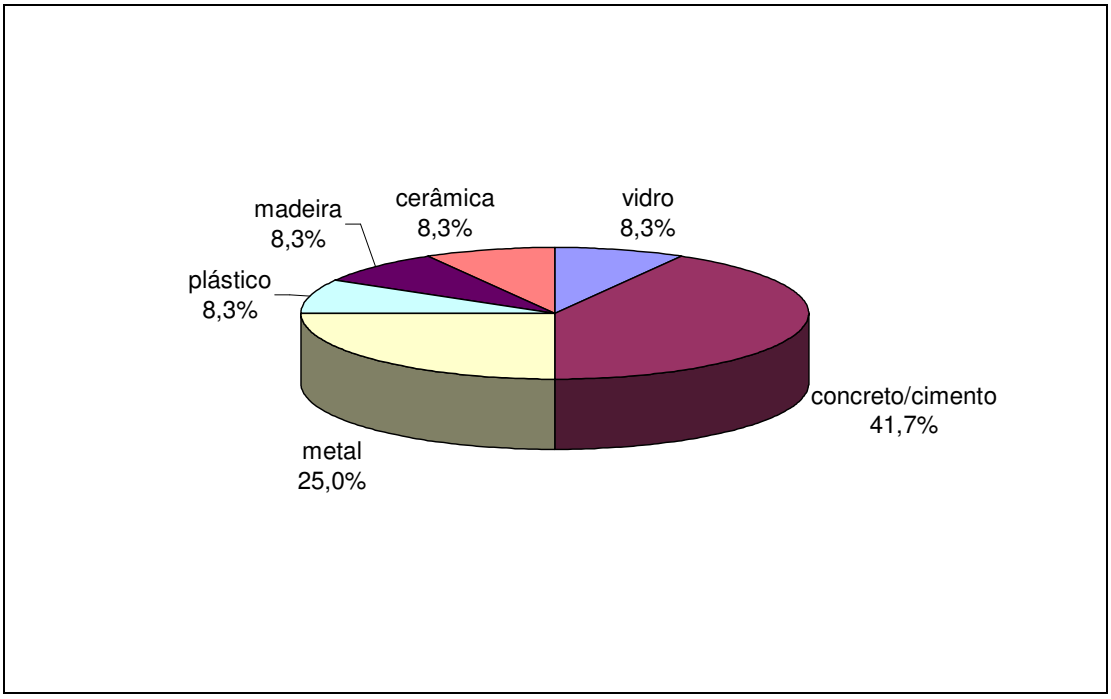


Figura 6.38 - Distribuição percentual dos substratos aos quais adesivos e selantes baseados em resina epóxi são aplicados conforme verificado nos documentos selecionados. Fonte: Elaboração própria.

6.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapeamento tecnológico realizado permitiu identificar características em comum nos três tipos de documentos estudados (artigos, patentes e pedidos de patente):

- A característica principal dos adesivos e selantes para a construção civil é unir qualquer tipo de material que seja usado na construção.
- A tendência pelo adesivo estrutural, ou seja, o adesivo passa a fazer parte da estrutura de uma obra e não é simplesmente um material que vai conectar dois substratos.
- A preocupação pelo desenvolvimento de adesivos e selantes de alto desempenho, com forte apelo ambiental e segurança do trabalhador, através de matérias-primas

à base d'água, livres de solvente e com alto teor de sólidos e/ou materiais renováveis.

- Como esperado, os Estados Unidos são o país líder nos três tipos de documentos. No caso dos artigos, este país divide a primeira colocação com Singapura, e no caso dos documentos de patente, ele representa mais da metade.
- Enquanto que nos artigos científicos os autores são majoritariamente afiliados a universidades e demais instituições de pesquisa, no caso de patentes e pedidos de patente as empresas correspondem à totalidade dos titulares e depositantes divulgados.
- Quanto à composição, os adesivos e selantes de poliuretano e polissiloxano estiveram entre as composições mais freqüentes dos artigos científicos, das patentes e dos pedidos de patente.
- Os substratos citados nos artigos científicos, patentes e pedidos de patente foram diversos, sendo que o concreto/cimento se destacou nos artigos científicos, metal e plástico se destacaram nas patentes, e metal e vidro se destacaram nos pedidos de patente (justificando a sua utilização majoritária em janelas).

Sabe-se que a proteção da inovação é indispensável. Nota-se que os países desenvolvidos possuem uma preocupação maior em proteger as invenções por meio do sistema patentário. O segredo industrial apresenta vantagens e desvantagens em relação ao sistema de patentes. Pode ser vantajoso em um primeiro momento manter o segredo industrial, mas em longo prazo a sua proteção pelo sistema de patentes pode evitar a cópia a comercialização.

A leitura dos artigos científicos, patentes e pedidos de patente permitiu perceber diferenças na forma que são abordadas as informações tecnológicas. Os artigos científicos focam em testes de desempenho sob várias condições ambientais para produtos já existentes no mercado e para poucos produtos novos formulados, sem novos processos de obtenção. Por outro lado, a maioria dos documentos de patente trata de produtos em camadas contendo pelo menos uma camada de adesivo ou selante, ou montagens de artefatos empregando adesivos ou selantes (*assembly*), ou ainda processos de união empregando adesivos ou selantes.

Pode-se inferir que os aperfeiçoamentos tecnológicos descritos nas patentes e nos pedidos de patente decorrem como conseqüência da competitividade do mercado e do atendimento às restritivas legislações ambientais.

O universo de artigos científicos e de documentos de patente relacionados a adesivos e selantes aplicados à construção pode não ser grande se comparado com outras tecnologias. No entanto, deve-se considerar a especificidade do objeto de estudo, ou seja, a sua aplicação na construção civil: o número de documentos encontrados e a identificação de inovações consideradas incrementais refletem a maturidade deste setor tecnológico e a possível utilização do segredo industrial para proteger seus produtos.

Vale lembrar que as bases poliméricas de adesivos e selantes mencionadas neste estudo foram encontradas em documentos que abordam adesivos ou selantes em si ou que descrevem produtos que contém adesivos ou selantes ou que descrevem processos de união que envolvem tais substâncias.

No que diz respeito ao monitoramento tecnológico por usos dos adesivos e selantes empregados na construção, os que mais têm sido estudados nos documentos selecionados foram: paredes, pavimentos, janelas e coberturas. Verifica-se que todos estes usos fazem parte das edificações, que corresponde à classe E04 da Classificação Internacional de Patentes.

Por fim, o monitoramento tecnológico realizado pode fornecer vários aspectos do desenvolvimento de adesivos e selantes aplicados à construção. Um exemplo encontra-se na Figura 6.39, que ilustra resumidamente as composições de adesivos e selantes mais freqüentes nas quatro maiores utilizações da construção.

Figura 6.39 - Presença dos adesivos e selantes na construção. Fonte: adaptação de http://www.abiquim.org.br/estudante/casa.html

Capítulo 7
Metodologia de Elaboração do Roadmap

7.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta a metodologia idealizada para o *technology roadmap* de adesivos e selantes aplicados à construção, e por fim, encontram-se as justificativas.

A metodologia utilizada no desenvolvimento do presente trabalho é de prospecção tecnológica, buscando mapear os principais avanços tecnológicos, em um horizonte de tempo definido, para demonstrar a dinâmica do setor químico de adesivos e selantes destinados a aplicações na construção civil. Este mapeamento passa a ser uma ferramenta para auxiliar as organizações ou governos na tomada de decisão, considerando as ações necessárias no cenário tecnológico futuro.

Este estudo consiste em uma pesquisa aplicada, uma vez que objetiva gerar conhecimentos para a aplicação prática da ferramenta *technology roadmapping* de modo a obter os cenários atual e futuro dos adesivos e selantes empregados na construção.

Do ponto de vista da abordagem, este estudo utiliza as naturezas de pesquisa quantitativa e qualitativa, pois tanto requer o uso de técnicas estatísticas para classificar e analisar os dados coletados, assim como requer a interpretação para analisar as informações contidas em artigos científicos e documentos de patente.

O presente estudo também pode ser classificado como pesquisa descritiva porque descreve as características de determinada população (no caso, adesivos e selantes aplicados à construção), envolvendo o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados (SILVA; MENEZES, 2001).

7.2 PONTOS RELEVANTES DA METODOLOGIA PROPOSTA

Conforme já abordado anteriormente, os *technology roadmappings* têm ganhado popularidade nos últimos anos como meio de suporte para estratégias de desenvolvimento, sendo utilizados em vários setores, desde a academia até a indústria.

Este trabalho apresenta **um método adaptado ao objeto de interesse**, de forma que *roadmap* gerado possa mostrar o direcionamento do desenvolvimento tecnológico de adesivos e selantes aplicados à construção nos próximos anos. De acordo com LEE e PARK (2005), a adaptação do *roadmapping* a cada meio particular é essencial.

A maioria das abordagens de *technology roadmaps* existentes na literatura são perspectivas orientadas pelo mercado. **Este estudo propõe o *roadmapping* orientado pela tecnologia, contendo informações retiradas de artigos científicos e documentos de patente para identificação de tendências tecnológicas**, assim como foi efetuado no *roadmapping* para a indústria da construção, elaborado por KIM et al. (2009). Além disso, o uso de patentes foi um comportamento verificado nos processos de adaptação do *roadmapping* na literatura recente (LEE; MOGI; KIM, 2009; LI, 2009; SUH; PARK, 2009; LEE et al., 2009) apresentados no Capítulo 2.

Além disso, observou-se que **muitos *roadmaps* disponíveis na literatura não explicam de forma clara e completa como alcançaram os mapas construídos**. Por isso, neste trabalho é apresentado um procedimento contendo as fases de construção do *roadmap*, assim como o detalhamento das etapas para a concretização de tais fases.

A metodologia idealizada para a construção do *roadmap* foi inspirada nas fases e etapas ensinadas por GARCIA e BRAY (1997). Após analisar as metodologias de construção do *roadmap* encontradas na literatura, verificou-se que a metodologia

proposta por estes autores foi a que mais se adequou ao perfil deste estudo, pois foi considerada uma metodologia simples e detalhada para quem deseja fazer o processo pela primeira vez.

Esta consideração é confirmada pela comparação entre métodos de construção do *roadmap* efetuada por MERQUIOR (2006). Ele verificou dentre os métodos de GROENVELD (1997), GARCIA e BRAY (1997), PHAAL et al., LEE e PARK (2005) e REINO UNIDO (2006) que a metodologia de GARCIA e BRAY (1997) detalha as etapas e fases, sendo mais adequada para uma organização com pouca experiência em gestão tecnológica, que não possa contar com especialista em *roadmapping* e que disponha de poucos recursos financeiros para investir na implementação. As vantagens desta metodologia relacionadas pelo autor são: a estrutura simples como os procedimentos executáveis por uma pequena equipe empregando recursos de baixa complexidade; a riqueza em detalhes e as explicações e exemplos sobre cada fase ou etapa do procedimento; o baixo investimento requerido para a implementação do método em uma organização com pouca ou nenhuma experiência; e a apresentação em plataforma simples, ou seja, a forma física na qual é apresentado e divulgado o *roadmap*: em papel, através de *softwares* de desenho comuns ou de *softwares* específicos de *roadmapping*.

O processo *roadmapping* deste trabalho foi realizado por um grupo pequeno, fornecendo as necessárias explicações durante a sua execução, necessitou de baixo investimento e o resultado encontra-se apresentado em plataforma simples, permitindo a sua continuidade em uma plataforma mais sofisticada. Portanto, todas as vantagens evidenciadas por MERQUIOR (2006) são adequadas para a realização do método de GARCIA e BRAY (1997) na presente Tese.

7.3 METODOLOGIA DE ELABORAÇÃO DO TECHNOLOGY ROADMAP DE ADESIVOS E SELANTES APLICADOS À CONSTRUÇÃO

Como mencionado no Capítulo 2, o *roadmapping* é um método bastante flexível que pode ser adaptado para cada situação específica, e conseqüentemente, o *roadmap* gerado pode assumir vários tipos de estrutura, propósitos e formatos.

O processo *technology roadmapping* proposto neste trabalho inspira-se na aplicação segundo GARCIA e BRAY (1997) por ser conduzido em três fases: **atividades preliminares, desenvolvimento do *roadmap* e atividades de continuidade**. A Tabela 7.1 apresenta as fases e as etapas adotadas para a construção do *roadmap* de adesivos e selantes aplicados à construção.

Tabela 7.1 - Fases e etapas do processo *technology roadmapping* adaptado adotado neste trabalho. Fonte: Elaboração própria.

Fase I	**Atividade Preliminar (*Preliminary Activity*)** 1. Definir o propósito e o formato 2. Definir a estrutura 3. Definir o período temporal 4. Definir a abordagem
Fase II	**Desenvolvimento do *roadmap* (*Development of the technology roadmap*)** 1. Reunir e priorizar as informações mais importantes 2. Organizar o *roadmap* 3. Identificar os *drivers* 4. Construir o *roadmap*
Fase III	**Atividade de continuidade (*Follow-up Activity*)** 1. Revisar o *roadmap* 2. Avaliar o *roadmap*

7.3.1 Fase I: Atividades Preliminares

A primeira fase visa estabelecer a definição do escopo e do contorno do *technology roadmap* por meio das etapas de delimitação do propósito, formato, estrutura, período temporal e tipo de abordagem adotado.

7.3.1.1 1ª etapa: Definir o propósito e o formato

O *roadmap* deste estudo possui o propósito de planejamento de produto (adesivos e selantes aplicados à construção) e o formato de camadas múltiplas, de acordo com os propósitos e formatos classificados por PHAAL et al. (2004).

7.3.1.2 2ª etapa: Definir a estrutura

O *roadmap* do presente trabalho apresenta a estrutura genérica descrita por PHAAL e colaboradores (2001), ou seja, a disposição em camadas contendo os três parâmetros-chave: **mercado, produto e tecnologia**. Não será considerada a quarta camada sugerida por ALBRIGHT e KAPPEL (2003) – **plano de ação** –visto que é mais adequado em *roadmaps* corporativos.

A camada **mercado** está relacionada com as tendências do mercado, mudanças de ordem social, política ou econômica.

A camada central do *roadmap* - **produto** - se constitui na ponte entre as tendências de mercado e as tecnologias.

A camada **tecnologia** está relacionada com os processos necessários para a elaboração dos produtos.

Cada um dos parâmetros-chave do *roadmap* contém *drivers* (direcionadores), ou seja, requerimentos críticos que dependem da área tecnológica e que determinarão as alternativas tecnológicas a serem selecionadas.

7.3.1.3 3ª etapa: Definir o período temporal

O *roadmap* contém as visões atual e prospectiva, sendo o horizonte temporal definido de 15 anos (2010 a 2025), o que permite a visualização de informações científicas e tecnológicas da seguinte forma:

- Curto prazo (2010 a 2015): representando o cenário atual;
- Médio prazo (2016 a 2020): representando o cenário futuro próximo;
- Longo prazo (2021 a 2025): representando o cenário futuro distante.

7.3.1.4 4ª etapa: Definir a abordagem

A metodologia adotada propõe um *roadmap* com abordagem impulsionada pela tecnologia, ao invés da maioria dos *roadmaps* existentes que possuem perspectivas orientadas pelo mercado, cujas atividades iniciam-se com a percepção de oportunidades de mercado e finalizam-se com requisitos de P&D (LEE et al., 2009).

Assim, o processo *technology roadmapping* proposto parte de fontes consistentes de informação, oriundas de produção científica (artigos científicos) e de produção tecnológica (documentos de patente), para encontrar oportunidades de mercado.

7.3.2 Fase II: Desenvolvimento do Roadmap

Para a formulação do *roadmap* - ferramenta capaz de organizar e priorizar as informações identificadas - foram executadas as seguintes etapas:

7.3.2.1 1ª etapa: Reunir e priorizar as informações mais importantes

Antes de iniciar a construção do *roadmap* é necessário que os participantes envolvidos tenham acesso às informações relacionadas ao objeto de estudo para que então sejam identificadas, analisadas e priorizadas as mais importantes. No caso deste

trabalho, as informações contidas no Capítulo 6, especialmente na seção que trata da TECNOLOGIA (realização do mapeamento tecnológico), serviram de subsídio para a construção do *roadmap* de adesivos e selantes aplicados à construção.

7.3.2.2 2ª etapa: Organizar o roadmap

Após reflexão das informações coletadas sobre o objeto de estudo, foram conduzidas as atividades de organização do *roadmap* deste trabalho, conforme mostrado esquematicamente na Figura 7.1.

Partindo-se do fato que se trata de *roadmap* de produto (adesivos e selantes) com determinada aplicação (na construção) e que o *roadmap* possui uma abordagem impulsionada pela tecnologia, inicialmente foi desejado conhecer os maiores usos dentro da aplicação escolhida (construção). Os usos na construção que mais têm sido objetos de pesquisas foram identificados por meio do monitoramento tecnológico apresentado na seção 6.4.7 .

Assim, com o intuito de tornar a compreensão mais clara, para cada um dos principais usos foi elaborado um *tecnology roadmap* mostrando o desenvolvimento tecnológico de adesivos e selantes destinados a cada um dos referidos usos.

Cada um dos *roadmaps* contém camadas relativas à composição do adesivo ou do selante (PRODUTO), aos métodos de cura do produto (TECNOLOGIA) e às suas características (MERCADO).

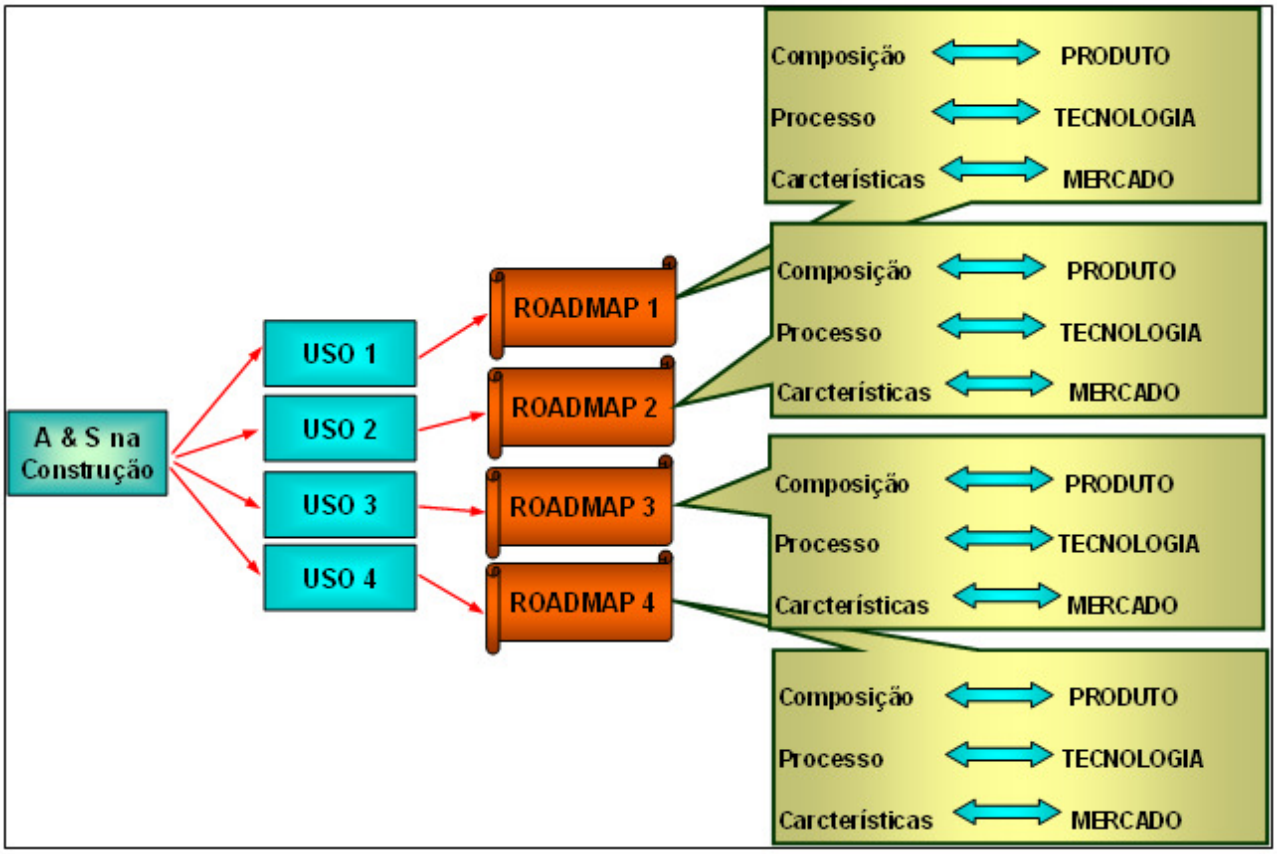


Figura 7.1- Representação esquemática das atividades de organização do roadmap. Fonte: Elaboração própria.

7.3.2.3 3ª etapa: Identificar os drivers

As atividades de mapeamento tecnológico permitem, por meio da leitura e da análise de cada um dos documentos selecionados, a identificação dos *drivers* para os parâmetros-chave do *roadmap*.

7.3.2.4 4ª etapa: Construir o roadmap

Para traçar cada *technology roadmap* de adesivos e selantes aplicados à construção, cujo esboço encontra-se na Figura 7.2, foram realizadas as operações:

• Proporcionar verticalmente três **camadas** principais correspondentes aos parâmetros-chave **mercado**, **produto** e **tecnologia**;

• Subdividir cada camada em **subcamadas** correspondentes aos ***drivers*** de cada parâmetro-chave;

• Dividir horizontamente em três **períodos temporais** correspondentes ao **curto**, **médio** e **longo prazos**;

• Identificar na parte superior do *roadmap* o uso a que se refere;

• Introduzir as informações consideradas relevantes para mostrar o desenvolvimento tecnológico dos adesivos e selantes aplicados à construção como se segue:

- Cada composição de adesivo e selante é representada por um retângulo de cor diferente (como as composições 1, 2 e 3 da Figura 7.2);
- Cada composição deve ser introduzida na camada do parâmetro-chave produto, de acordo com a sua subcamada correspondente (*driver* de produto);
- Cada composição deve ser conectada aos *drivers* de tecnologia e mercado dispostos no *roadmap*, conforme as informações obtidas nos documentos selecionados;
- Cada composição possui a extensão do retângulo ao longo da linha do tempo correspondente ao período previsto no qual o adesivo ou selante empregado naquele uso será obtido por determinada(s) tecnologia(s) e atenderá determinada(s) demanda(s) de mercado, como se segue:
  - O ponto de partida para a determinação do período temporal de cada uma das composições de adesivos e selantes identificadas foi o seguinte: as composições observadas nos artigos científicos são dispostas no cenário de curto prazo, as composições descritas em patentes são colocadas no cenário

de médio prazo e as composições reportadas nos pedidos de patente são introduzidas no longo prazo.

- Tendo em vista que o prazo máximo da validade de uma patente é de 20 anos a contar da sua data de depósito, no caso dos documentos de patente ainda foi adotado o seguinte procedimento: as composições tratadas nas patentes e nos pedidos de patente ocupam o período temporal do *roadmap* desde a data de depósito até 20 anos após, mesmo que venha a abranger os cenários de curto e longo prazos.

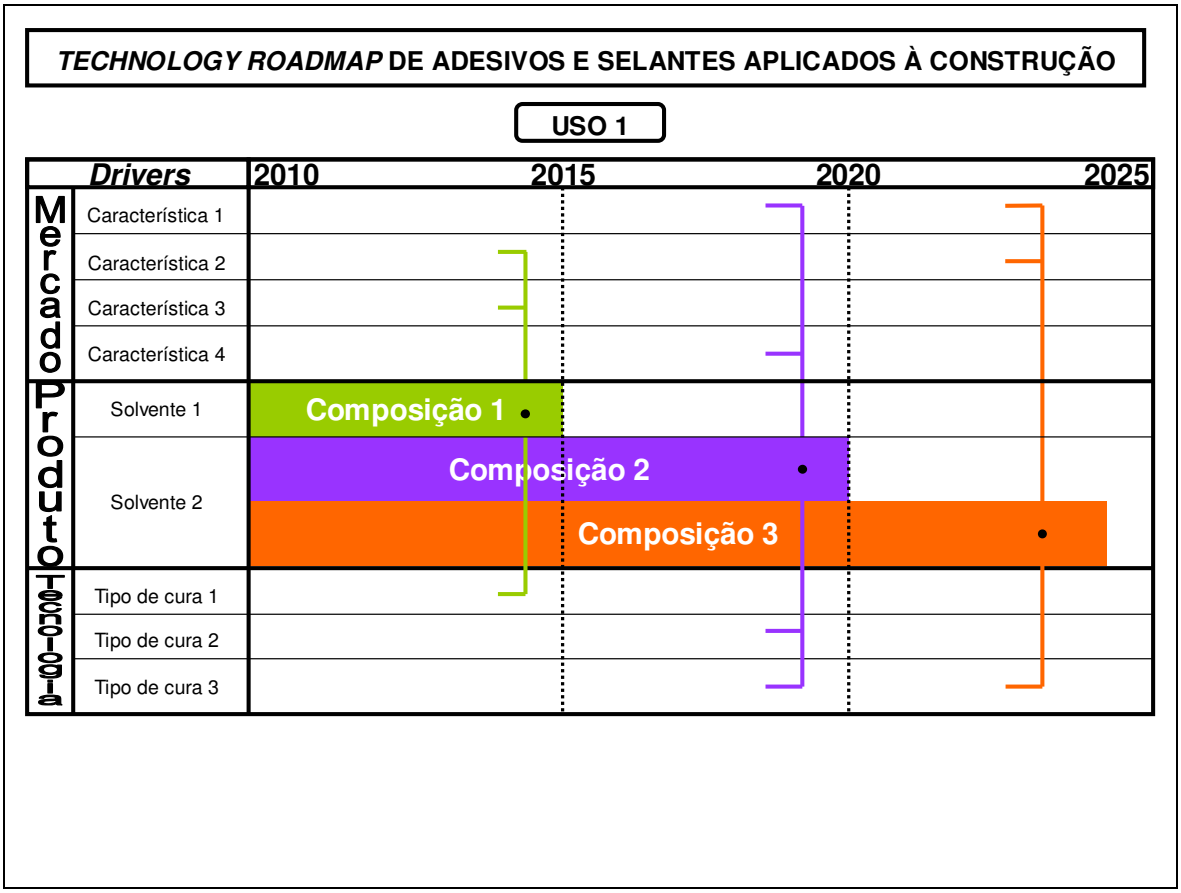


Figura 7.2 - Esboço de cada *roadmap* de adesivos e selantes aplicados a construção a ser gerado. Fonte: Elaboração própria.

- Apesar dos pedidos de patente ainda não terem sido analisados e concedidos (tornando-se patentes), as composições tratadas nos pedidos de patente também ocuparam o período de 20 anos pois levou-se em consideração que o depósito de um pedido de patente gera a expectativa da concessão da patente. Além disso, mesmo que não venham a ser concedidos, os pedidos de patente contém informações que estão disponíveis ao público depois do período de sigilo.

7.3.3 Fase III: Atividades de Continuidade

GARCIA e BRAY (1997) recomendam como atividades de continuidade as etapas de crítica e validação do *roadmap*, desenvolvimento do plano de implementação do *roadmap* e revisão e atualização do *roadmap*.

Verifica-se que estas etapas são apropriadas para *roadmaps* de nível corporativo, pois a empresa para utilizá-lo, necessitará que o *roadmap* até então gerado seja criticado, validado e aceito por um grupo de pessoas maior que o envolvido na sua elaboração.

O processo exigirá ainda de um plano de ação usando a informação gerada pelo processo *roadmapping* para tomar as melhores decisões de investimento; e necessitará que o mapa seja periodicamente revisto e atualizado, o que permite que o plano de ação seja ajustado de acordo com as mudanças.

No entanto, o presente trabalho realiza a elaboração de um *roadmap* de nível industrial – adesivos e selantes aplicados à construção – e consiste em uma Tese de Doutorado com previsão de término. Desta forma, a última fase do *roadmapping* envolveu as etapas propostas a seguir.

Vale lembrar que outras atividades de continuidade além das desenvolvidas neste trabalho podem ser executadas por diferentes empresas privadas ou órgãos governamentais.

7.3.3.1 1ª etapa: Revisar o roadmap

Os *roadmaps* gerados precisam ser revisados pelos envolvidos na sua elaboração antes que sejam executadas as etapas subseqüentes.

7.3.3.2 2ª etapa: Avaliar o roadmap

Tendo as finalidades de padronizar os critérios de avaliação e de facilitar o exame dos *roadmaps*, esta etapa se baseou nos atributos de um "bom" *roadmap* reportados por PHAAL et al. (2001), definidos a seguir:

- Simplicidade: o *roadmap* favorece a comunicação entre os parâmetros-chave;
- Profundidade: o *roadmap* representa uma visão altamente condensada de mercados, enquanto que o objetivo é tipicamente produzir uma figura de uma página, que deve ser suportada pelos dados necessários, geralmente na forma de um relatório detalhado;
- Processo: embora o objetivo principal seja produzir o *roadmap*, o processo *roadmapping* é de valor significante. A qualidade e a credibilidade do *roadmap* dependem do seu processo de construção, particularmente em termos de garantir que a entrada de informações reflita o melhor conhecimento disponível;
- Contexto: o *roadmap,* por si, pode ser difícil de interpretá-lo sem um entendimento dos objetivos particulares aos quais foi endereçado, como ele foi produzido e quem estava envolvido. Estas informações devem estar presentes junto ao *roadmap*.

7.4 JUSTIFICATIVAS

As justificativas da metodologia proposta durante este capítulo no que diz respeito à escolha da ferramenta de prospecção tecnológica e à forma de apresentação do mapa gerado encontram-se apresentadas a seguir.

7.4.1 Escolha da ferramenta technology roadmap

A escolha do método *technology roadmapping* como ferramenta de prospecção tecnológica para estudar adesivos e selantes aplicados na construção se deve a várias razões, citadas a seguir:

- O *roadmapping* executa um bom planejamento em todas as áreas e linhas de produtos. O processo *roadmapping* conduz a análise de potenciais estratégias competitivas e dos meios para implementar essas estratégias.
- Os *roadmaps* incorporam um elemento explícito de tempo. Esta ferramenta auxilia na certificação de que tecnologias e capacidades estarão disponíveis no momento em que serão necessárias para levar a cabo a sua estratégia.
- Os *roadmaps* conectam estratégia de negócios e dados de mercado com produtos e tecnologia. O *roadmapping* induz a especificidade no que diz respeito às características planejadas ou desempenho em termos de valor para os clientes.
- Os *roadmaps* revelam lacunas em planejamento de produto e tecnologia. Áreas onde os planejamentos são necessários para alcançar objetivos tornam-se imediatamente evidentes, e podem ser preenchidas antes que elas se tornem problemas.
- Os *roadmaps* priorizam os investimentos baseados em *drivers.* Em todas as fases do processo *roadmapping* devem-se focar aspectos essenciais, como as

necessidades dos clientes, os direcionadores dos produtos ou investimentos em tecnologia.

- O *roadmapping* ajuda a fixar metas realistas e mais competitivas. O desempenho do produto é definido em termos do cenário competitivo da indústria.
- O *roadmapping* comunica mercado, tecnologia e produto a gestores, clientes e fornecedores. Por meio do *roadmap* é possível que gestores expliquem claramente a clientes e fornecedores o direcionamento do desenvolvimento.
- Finalmente, o *roadmapping* proporciona desenvolvimento. O processo *roadmapping* constrói uma compreensão comum do plano, incorporando idéias e *insights* envolvidos em um bem sucedido processo de desenvolvimento (ALBRIGHT, 2008).

7.4.2 Forma de apresentação do roadmap

Uma vez que, de acordo com KAJIKAWA et al. (2008), a estrutura mais usada em *roadmaps* de ciência e tecnologia relaciona mercados, produtos e tecnologias, o *roadmap* do presente trabalho seguiu a estrutura genérica descrita por PHAAL e colaboradores (2001). Estes três aspectos essenciais para a construção do *roadmap* já foram abordados detalhadamente nos capítulos 3, 4 e 5.

No que se refere ao horizonte temporal total, optou-se pelo período de 15 anos tendo em vista que possibilitou a divisão igualitária de duração dos períodos de curto, médio e longo prazos, e além disso, na análise dos *roadmaps* listados por PHAAL (2006) mostrada na seção 2.11 foi verificado que os diversos *roadmaps* pertencentes à área de Química utilizaram um período de prospecção médio de 15 a 20 anos.

A divisão do período de prospecção em três intervalos escolhidos (curto, médio e longo prazos) ocorre rotineiramente em *roadmaps* encontrados na literatura, inclusive no Brasil, destacando-se o Projeto Rotas Estratégicas (SENAI/PR, 2007; 2008).

Para melhor representar de forma clara e compreensível a dinâmica da indústria de adesivos e selantes aplicados à construção, as quatro principais utilizações dentro da construção são representadas em quatro *roadmaps*, um para cada utilização.

O fato da composição encontrada somente em artigo científico se localizar apenas no cenário de curto prazo do *roadmap* ponderou a questão da atualidade das informações: a patente fica 18 meses em sigilo, enquanto que o artigo científico possui um potencial maior de atualidade, já que o tempo de elaboração e publicação em periódicos científicos da área pode ser menor que o da divulgação do conteúdo da patente.

7.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo forneceu a metodologia proposta para a elaboração dos *roadmaps* com o intuto de melhor representar o setor estudado. Ela resultará na geração de *roadmaps* com **ênfase na composição** (componente principal) de adesivos e selantes aplicados na construção.

A preocupação foi propor um método de forma detalhada (explicando as fases e as etapas realizadas), já que na literatura dificilmente é encontrada uma metodologia descrita de forma clara e completa, e que seja adaptado ao objeto de interesse (adesivos e selantes aplicados no setor da construção).

Desta forma, o método *roadmapping* proposto neste trabalho baseou-se nas fases ensinadas por GARCIA e BRAY (1997), pois foi considerada uma metodologia simples e detalhada para quem deseja fazer o processo pela primeira vez.

Cabe ressaltar que nas buscas efetuadas não foi encontrada publicação de *roadmap* para adesivos e selantes aplicados à construção, nem publicação relatando a metodologia de *roadmapping* tal como formulada neste trabalho. A presente Tese procurou-se superar estas carências criando ou adaptando as etapas de construção do *roadmap* de forma adequada ao objeto de estudo.

Capítulo 8
Os Roadmaps

8.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo dedica-se a apresentar os *roadmaps* da indústria de adesivos e selantes aplicados à construção civil. O mapeamento tecnológico dos adesivos e selantes empregados na construção está representado por meio de quatro *roadmaps,* correspondendo às quatro maiores utilizações dos produtos estudados na construção, conforme mostrado na seção 6.4.7 : Paredes, Pavimentos, Janelas e Coberturas. A elaboração de cada um destes "mapas de caminhos" seguiu a metodologia descrita no Capítulo 7, levando em consideração as informações tecnológicas extraídas dos artigos científicos, patentes e pedidos de patente selecionados.

8.2 DRIVERS DOS ROADMAPS

Para cada um dos parâmetros-chave que os *roadmaps* contêm (produto, mercado e tecnologia) foram identificados os *drivers* através das informações obtidas e analisadas durante o monitoramento tecnológico.

O parâmetro-chave **produto** corresponde a adesivos e selantes empregados na construção. Tendo em vista as questões ambientais, há a tendência por formulações ausentes de compostos orgânicos voláteis (COV´s). Desta forma, o produto do *roadmap* foi categorizado nos seguintes *drivers*: com solvente aquoso, com solvente orgânico ou sem solvente (sólidos).

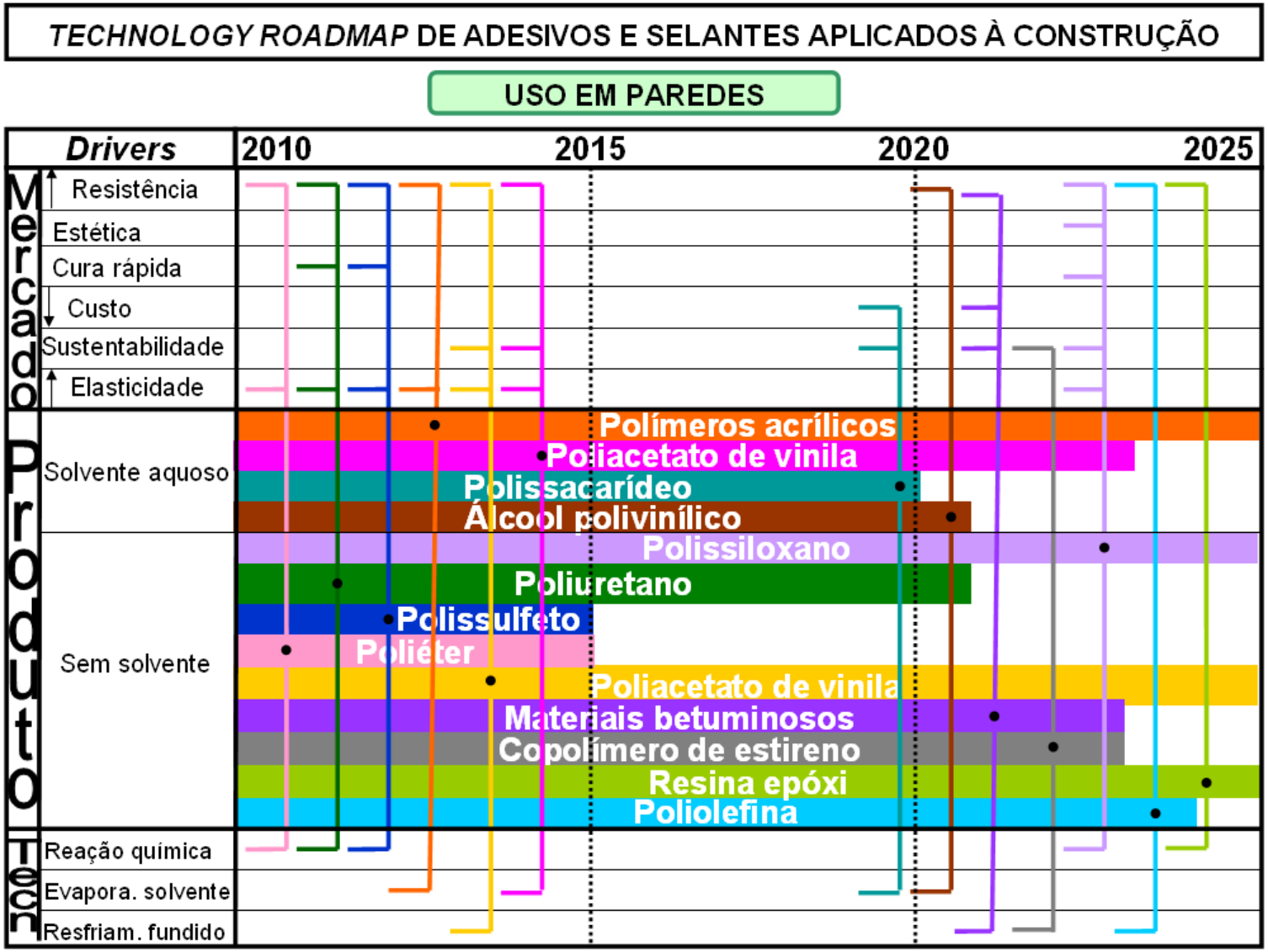
O parâmetro-chave **tecnologia** corresponde aos tipos de processo de cura dos adesivos e selantes empregados na construção. Para compor a camada tecnologia foram considerados como *drivers* os métodos de cura classificados por PETRIE (2000): via reação química (incluindo sistema 2 partes, cura com emprego de catalisador, umidade,

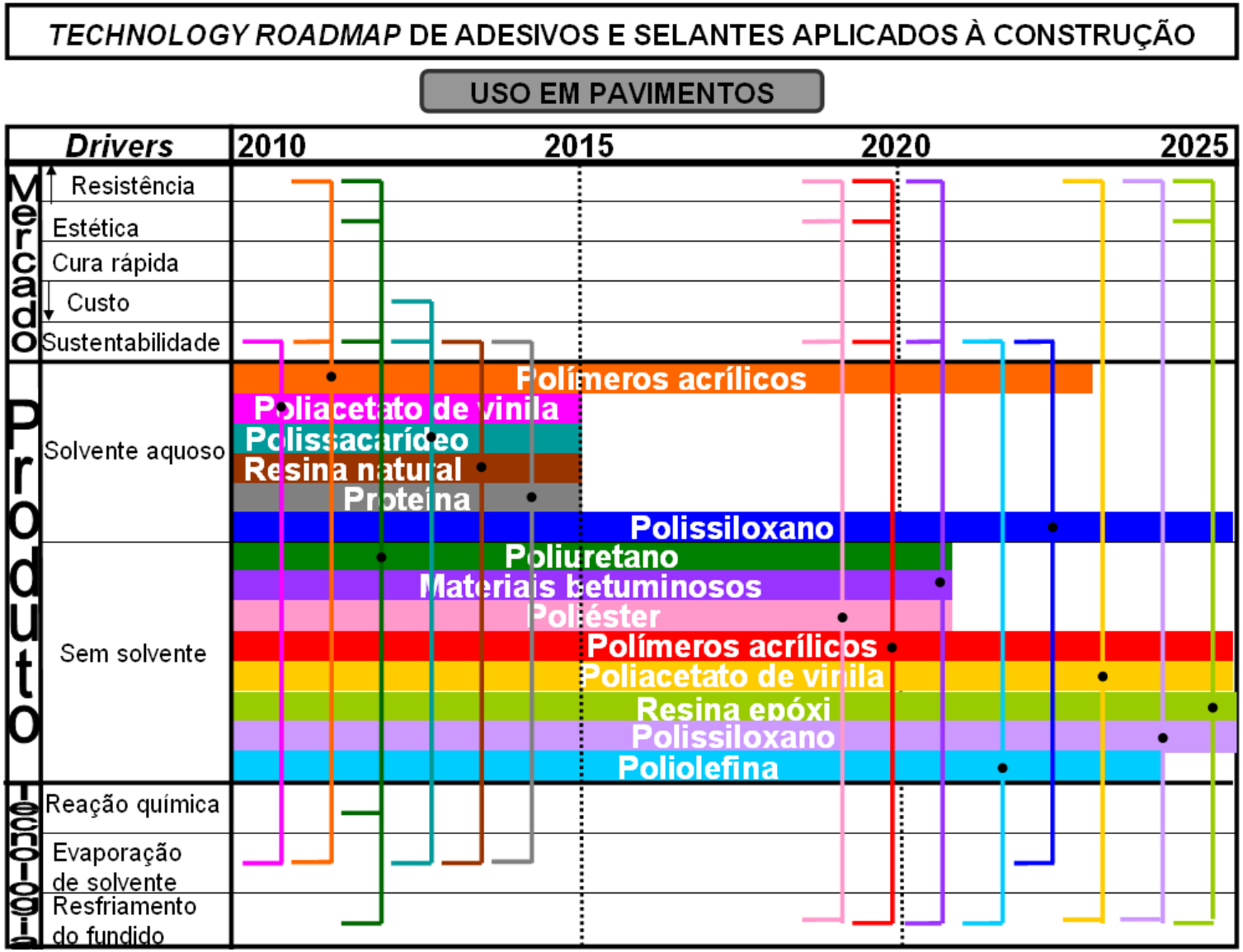
radiação UV), via evaporação de solvente (aquoso ou orgânico) e via resfriamento a partir do estado fundido (*hot melt*).

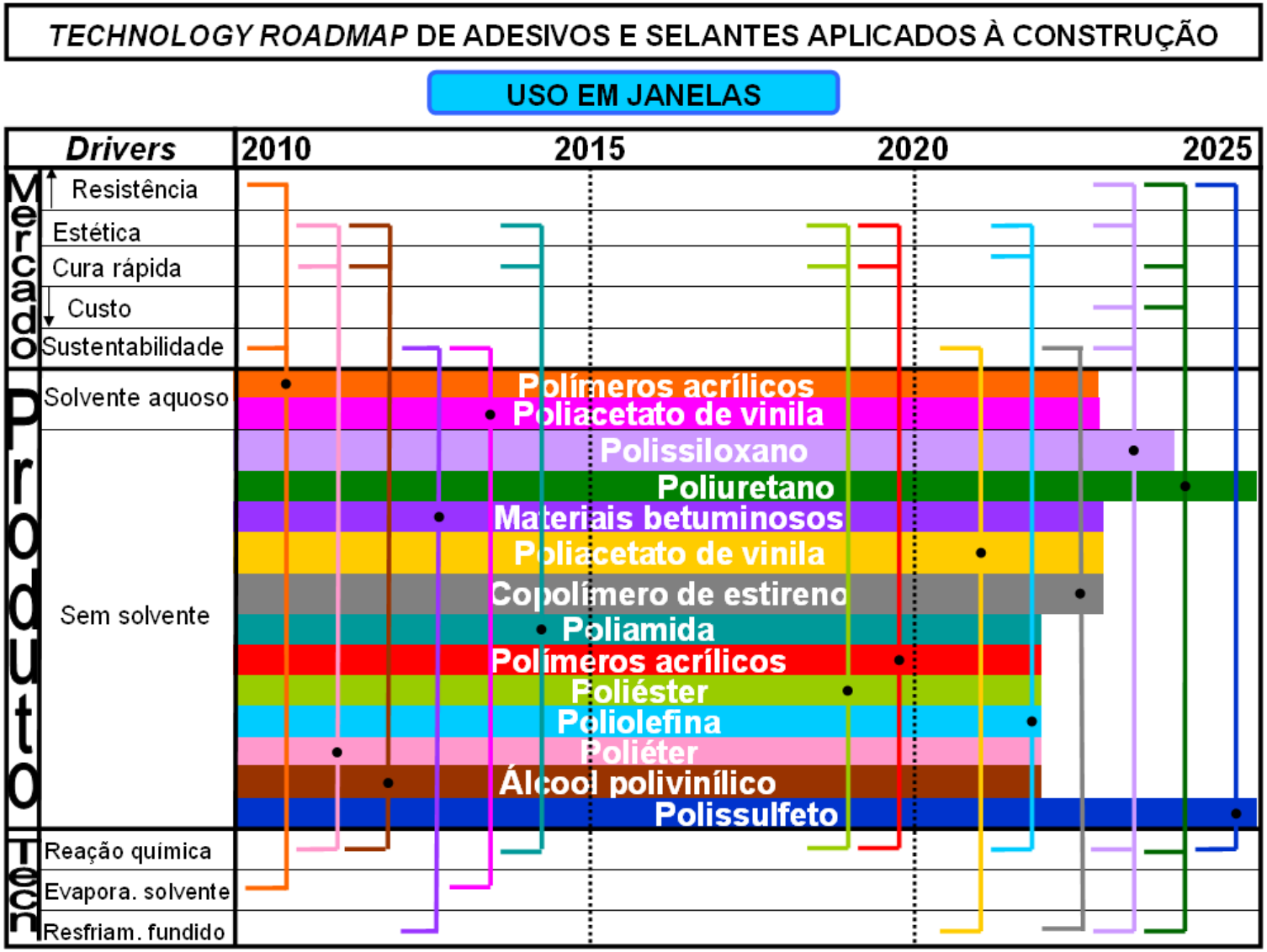
O parâmetro-chave **mercado** corresponde às propriedades dos adesivos e selantes obtidas por meio da combinação de composição e método de cura para alcançar as características desejadas pelo consumidor, tornando os produtos mais competitivos. Os *drivers* percebidos foram: sustentabilidade (inclui adesivos obtidos por fontes renováveis e adesivos e selantes sem COV´s nem compostos tóxicos), cura rápida (para diminuir o tempo da obra), maior resistência (à carga ou às condições de intemperismo: temperatura, radiação, chuva), menor custo (menor valor a ser pago), maior elasticidade (melhor de capacidade de movimento para acomodar a expansão e a contração dos materiais que ocorrem em função da temperatura) e estética (incluindo a finalidade decorativa ou a transparência).

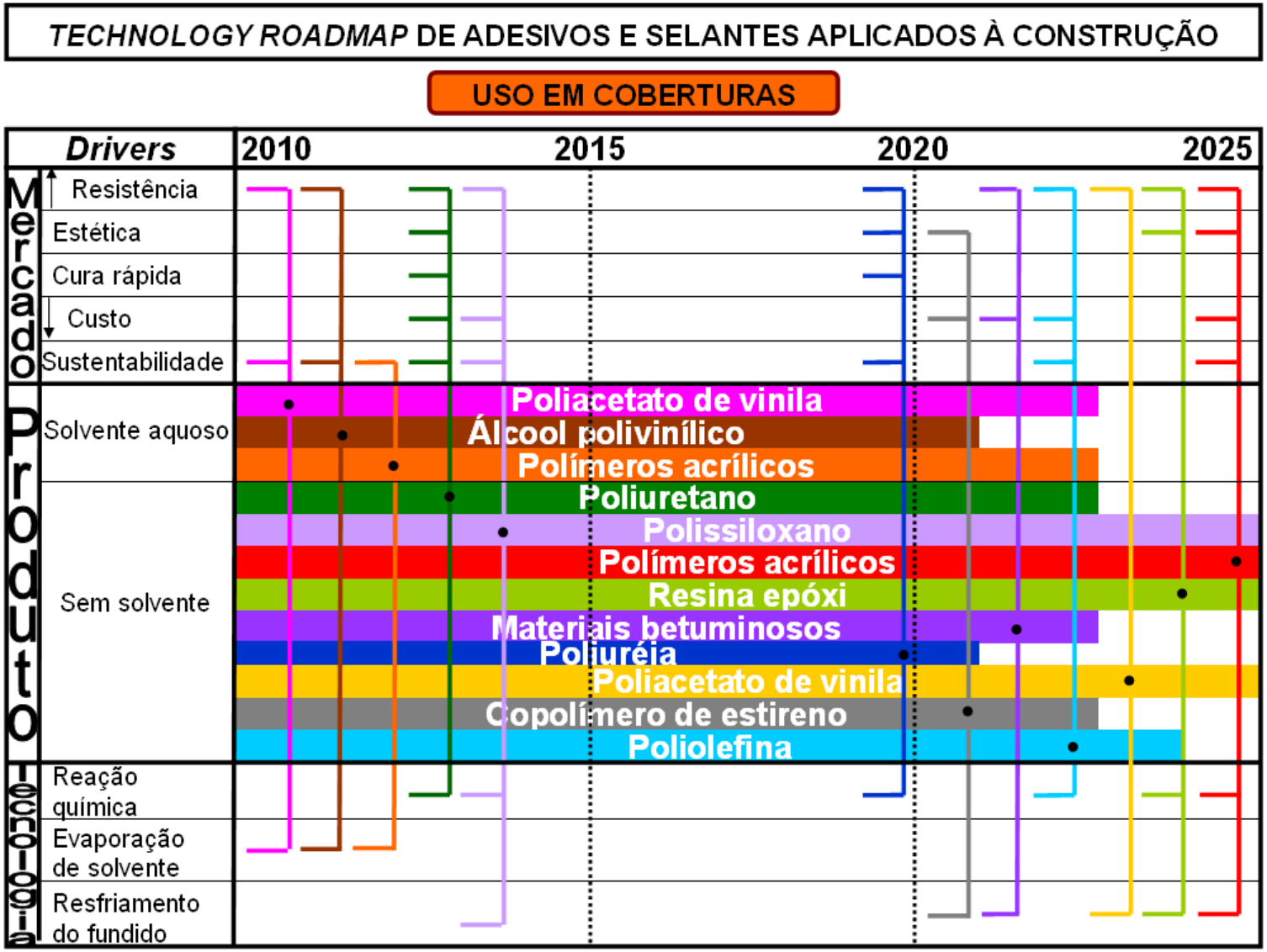
8.3 OS ROADMAPS

Os quatro *roadmaps* representativos do setor de adesivos e selantes aplicados à construção são exibidos a seguir: Uso em Paredes, Uso em Pavimentos, Uso em Janelas e Uso em Coberturas.


TECHNOLOGY ROADMAP DE ADESIVOS E SELANTES APLICADOS À CONSTRUÇÃO
USO EM PAREDES
Drivers
2010
2015
2020
2025
Mercado
Resistência
Estética
Cura rápida
Custo
Sustentabilidade
Elasticidade
Produto
Solvente aquoso
Sem solvente
Polímeros acrílicos
Poliacetato de vinila
Polissacarídeo
Álcool polivinílico
Polissiloxano
Poliuretano
Polissulfeto
Poliéter
Poliacetato de vinila
Materiais betuminosos
Copolímero de estireno
Resina epóxi
Poliolefina
Tec
Reação química
Evapora. solvente
Resfriam. fundido


TECHNOLOGY ROADMAP DE ADESIVOS E SELANTES APLICADOS À CONSTRUÇÃO
USO EM PAVIMENTOS
Drivers
2010
2015
2020
2025
Mercado
Resistência
Estética
Cura rápida
Custo
Sustentabilidade
Produto
Solvente aquoso
Polímeros acrílicos
Poliacetato de vinila
Polissacarídeo
Resina natural
Proteína
Polissiloxano
Sem solvente
Poliuretano
Materiais betuminosos
Poliéster
Polímeros acrílicos
Poliacetato de vinila
Resina epóxi
Polissiloxano
Poliolefina
Tecnologia
Reação química
Evaporação de solvente
Resfriamento do fundido


TECHNOLOGY ROADMAP DE ADESIVOS E SELANTES APLICADOS À CONSTRUÇÃO
USO EM JANELAS
Drivers
2010
2015
2020
2025
Mercado
Resistência
Estética
Cura rápida
Custo
Sustentabilidade
Produto
Solvente aquoso
Sem solvente
Polímeros acrílicos
Poliacetato de vinila
Polissiloxano
Poliuretano
Materiais betuminosos
Poliacetato de vinila
Copolímero de estireno
Poliamida
Polímeros acrílicos
Poliéster
Poliolefina
Poliéter
Álcool polivinílico
Polissulfeto
Tec
Reação química
Evapora. solvente
Resfriam. fundido


TECHNOLOGY ROADMAP DE ADESIVOS E SELANTES APLICADOS À CONSTRUÇÃO
USO EM COBERTURAS
Drivers
2010
2015
2020
2025
Mercado
Resistência
Estética
Cura rápida
Custo
Sustentabilidade
Produto
Solvente aquoso
Sem solvente
Poliacetato de vinila
Álcool polivinílico
Polímeros acrílicos
Poliuretano
Polissiloxano
Polímeros acrílicos
Resina epóxi
Materiais betuminosos
Poliuréia
Poliacetato de vinila
Copolímero de estireno
Poliolefina
Tecnologia
Reação química
Evaporação de solvente
Resfriamento do fundido

8.4 ANÁLISE DOS ROADMAPS

A análise dos mapas gerados pode proporcionar a identificação de tendências pertinentes ao desenvolvimento tecnológico sob vários aspectos, como por exemplo, quanto aos usos considerados relevantes na construção e quanto às composições de adesivos e selantes.

8.4.1 Quanto aos usos na construção

Algumas observações a respeito de cada um dos maiores usos na construção civil são mostradas a seguir:

8.4.1.1 Paredes

Dentre os documentos selecionados que mencionam o uso de adesivos e selantes em Paredes foram identificados para o parâmtro-chave **produto** os *drivers* solvente aquoso e sem solvente; para o parâmetro-chave **tecnologia** os *drivers* de métodos de cura via reação química, evaporação do solvente e resfriamento a partir do estado fundido; e para o parâmetro-chave **mercado** os *drivers* relacionados às características desejadas de maior resistência (às intempéries), estética, cura rápida, menor custo, sustentabilidade e maior elasticidade (para acomodar aos movimentos de expansão e retração devido a diferença de temperatura, ventos, etc).

Uma vez que somente em artigos científicos foram encontrados estudos envolvendo adesivos e selantes baseados em polissulfeto e poliéter, pode-se inferir que não há interesse de desenvolvê-los, e consequentemente, a tendência é o baixo aperfeiçoamento das formulações já comercializadas.

Também foram encontradas composições adesivas aquosas baseadas em polissacarídeo (amido de iúca) para aplicação em *drywall* ou *wallboard* (placa de reboco) somente em patentes, com data de depósito no ano de 2000. Uma vez que a patente possui período máximo de vigência de 20 anos, a extensão do retângulo relativo a esta composição termina no ano de 2020.

8.4.1.2 Pavimentos

Comparando-se este *roadmap* com o referente ao uso em Paredes, verificam-se os mesmos *drivers* para as camadas produto e tecnologia. Com relação à camada mercado, para o uso em Pavimentos os *drivers* encontrados foram também os mesmos, exceto maior elasticidade, que não foi mencionada com freqüência relevante nos documentos selecionados que explicitavam o uso em Pavimentos.

Tendo em vista a preocupação com a saúde do trabalhador e com o fenômeno da "síndrome do edifício doente" (*sick building syndrome*), os adesivos e os selantes devem atender ao desejo de mercado por produtos sustentáveis. O *roadmap* mostra que as formulações "sustentáveis" adequadas para o uso em Pavimentos podem conter: polímeros acrílicos (base aquosa ou *hot melt*), poliacetato de vinila, poliuretano, polissacarídeo, resina natural, proteína, poliéster, poliolefina e polissiloxano.

Dentre as formulações sustentáveis de base aquosa e que são curadas por meio de evaporação do solvente, as que são empregadas para o substrato madeira são as baseadas em polissacarídeo (obtido por fermentação biológica), proteína (de soja) e resina natural (tanino). Observa-se que nenhuma das referidas composições atende ao critério de grande resistência, uma opção potencial para desenvolvimento.

8.4.1.3 Janelas

Nota-se para este uso, por exemplo, que o adesivo ou o selante baseado em poliuretano, cujo processo de cura pode ser através de reação química ou resfriamento a partir do estado fundido, possui proteção comercial até 2025, atendendo a avidez do mercado por maior resistência, cura rápida e menor custo.

Adesivos e selantes baseado em polissulfeto, que são curados por meio de reação química e satisfazem o desejo de mercado por maior resistência, também possuem proteção comercial até 2025.

Observa-se que para o uso em Janelas não foram encontradas composições de adesivos ou selantes que tenham sido exclusivamente citadas em artigos científicos. Todas as composições apresentadas neste *roadmap* possuem previsão de proteção por meio do sistema patentário pelo menos até o ano de 2022.

8.4.1.4 Coberturas

Dentre os adesivos e selantes empregados em Coberturas que atendem ao critério de sustentabilidade estão os aquosos (baseados em poliacetato de vinila, álcool polivinílico ou polímeros acrílicos), cujo mecanismo de cura é por evaporação de solvente.

Na maioria dos documentos selecionados referentes ao uso em Coberturas estava explícito o desejo que adesivos e selantes apresentassem uma maior resistência às intempéries, e por isso, verifica-se neste *roadmap* que quase todas as composições estão conectadas ao *driver* de maior resistência.

Este *roadmap* mostra que os adesivos e selantes que curam rapidamente são aqueles baseados em poliuretano e poliuréia.

8.4.2 Quanto aos drivers de produto

Algumas observações a respeito das composições apresentadas nos quatro *roadmaps* são mostradas a seguir:

8.4.2.1 Adesivos e selantes de base aquosa

Adesivos e selantes baseados em polímeros acrílicos e poliacetato de vinila estão presentes nos quatro *roadmaps*. Além destes, são encontrados outros adesivos e selantes de base aquosa: polissacarídeo, álcool polivinílico, resina natural, proteína e polissiloxano.

8.4.2.2 Adesivos e selantes sem solvente

Os adesivos e selantes baseados em poliuretano, polissiloxano, poliacetato de vinila, materiais betuminosos e poliolefina foram encontrados nos quatro maiores usos. Além destes, são encontrados outros adesivos e selantes sem solvente: polissulfeto, poliéter, copolímero de estireno, resina epóxi, poliéster, poliamida, álcool polivinílico e poliuréia.

8.4.2.3 Adesivos e selantes de base solvente

Não constam nos *roadmaps* por não terem sido mencionados nos documentos selecionados com freqüência relevante.

8.4.3 Outras análises

Outros aspectos podem ser observados através da análise comparativa dos quatro *roadmaps* gerados, tais como:

- Adesivos e selantes baseados em polímeros acrílicos aquosos, cujo processo de cura é por evaporação de solvente, são adequados para uso em Paredes por atender aos requisitos maior resistência e maior elasticidade aliado a baixa toxicidade por usar solvente aquoso. São ainda adequados para uso em Pavimentos e Janelas por satisfazerem os critérios de maior resistência e sustentabilidade e são adequados para uso em Coberturas por atender a demanda por sustentabilidade.
- Adesivos e selantes baseados em polissacarídeo são composições de base aquosa e de cura por meio de evaporação de solvente. Podem ser usados em Paredes e Pavimentos com baixo custo e sustentabilidade nos dois usos, no entanto a perspectiva é que o prazo de utilização em Paredes seja maior do que em Pavimentos, pois para este último uso não foram encontradas composições baseadas em polissacarídeo em documentos de patente.
- Adesivos e selantes baseados em polissulfetos são materiais sem solvente curados por reação química e que atendem ao desejo do consumidor por maior resistência. Estas composições possuem perspectiva de curto prazo para utilização em Paredes, mas possuem perspectiva de longo prazo para utilização em Janelas. Sabe-se que polissulfetos têm sido empregados na arquitetura moderna pois são capazes de acomodar vibrações mecânicas e movimentos térmicos de expansão e contração, porém não possuem boas características de cura em Paredes, especialmente quando expostos ao clima tropical.
- Adesivos e selantes baseados em poliuréia têm tido desenvolvimento tecnológico relevante para uso em Coberturas (composição presente somente neste *roadmap*).

8.5 AVALIAÇÃO DOS ROADMAPS

Na última fase do *roadmapping*, os *roadmaps* obtidos foram primeiramente revisados, e em seguida, foi efetuado o processo de avaliação.

Os quatro *roadmaps* apresentados permitem visualizar, a partir do cenário atual, como provavelmente se desenvolverão nos próximos anos os adesivos e selantes aplicados à construção.

Pode-se considerar que os mapas gerados procuraram atender às características de "bons" *roadmaps* reportadas por PHAAL et al. (2001):

- Simplicidade: os quatro *roadmaps* produzidos comunicam as informações entre os parâmetros-chave;
- Profundidade: os quatro *roadmaps* foram elaborados para melhor representar a indústria de adesivos e selantes, cada um correspondendo a uma figura de uma página, contendo dados condensados e suportados durante este trabalho;
- Processo: o *roadmapping* utilizou fontes de informações que representam o melhor conhecimento tecnológico disponível (artigos científicos e documentos de patente);
- Contexto: o presente trabalho intencionou apresentar, juntamente com os quatro *roadmaps* produzidos, o processo executado de forma clara e detalhada.

8.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os mapas gerados retratam as mais prováveis tendências de adesivos e selantes aplicados à construção em um horizonte de 15 anos a partir de fontes de informação científica e tecnológica confiáveis.

Várias são as informações que estão condensadas nos *roadmaps* e podem ser extraídas por meio de sua observação.

A análise global dos mapas gerados evidenciou a existência de características comuns entre eles, como por exemplo:

- Não há formulações adesivas ou selantes de base solvente, apontando que no futuro haverá pouco desenvolvimento tecnológico neste tipo de formulação;
- Há mais opções de bases poliméricas para a formulação de produtos adesivos ou selantes do tipo *hot melt* do que para produtos aquosos;
- Há composições adesivas ou selantes que são versáteis, pois podem ser aplicadas nos quatro usos estudados, tanto as aquosas (polímeros acrílicos e poliacetato de vinila) tanto aquelas que não necessitam de solvente (poliuretano, polissiloxano, poliacetato de vinila, materiais betuminosos e poliolefina).

Os *roadmaps* obtidos possuem ênfase nas composições de adesivos e selantes que têm significância do ponto-de-vista tecnológico. Do ponto-de-vista de estratégia de uma empresa ou política pública, pode-se inferir por meio destes *roadmaps* que as melhores composições para investimento são aquelas que têm domínio até o longo prazo, visto que houve interesse em proteger as invenções que envolvem tais composições.

Enfim, o principal benefício observado por meio da utilização desta ferramenta é a possibilidade de previsão. A partir dos *roadmaps* gerados, qualquer empresa do setor de adesivos e selantes pode se planejar de forma mais consistente, alocar recursos de modo otimizado e conseqüentemente aumentar a vantagem competitiva da organização, favorecendo a sua sobrevivência.

Capítulo 9
Conclusões

9.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo tem como principal objetivo promover reflexões acadêmicas sobre o processo de *roadmapping* aplicado e os *roadmaps* obtidos, buscando revelar suas contribuições com relação aos métodos existentes. Nesse sentido, o presente capítulo encontra-se dividido em três partes principais, além desta introdução: conclusões gerais, limitações da pesquisa e sugestões para trabalhos futuros.

9.2 CONCLUSÕES GERAIS

O *technology roadmapping* demonstrou ser um método muito flexível. Por um lado, isto representa um ponto forte, pois possibilita o desenvolvimento da metodologia de acordo com o enfoque desejado ou com os recursos financeiros disponíveis, por exemplo. No entanto, esta flexibilidade torna a etapa de planejamento uma das mais críticas.

A disponibilidade e a qualidade das informações obtidas definem os resultados do *roadmapping*.

Tão importante quanto o resultado gerado (ou seja, o *roadmap* em si) é o aprendizado do processo proporcionado à aluna na sua elaboração. A construção do *roadmap* permitiu avaliar e priorizar o conhecimento até então adquirido, reconhecer as falhas e propiciar oportunidades para o melhoramento contínuo da metodologia.

Além disso, a metodologia proposta mostrou-se adequada para ser utilizada para o estudo da evolução tecnológica de um determinado setor industrial. Portanto, o processo *roadmapping* desenvolvido neste trabalho poderá servir a associações, empresas ou pesquisadores como exemplo de estrutura a ser aplicada em outras áreas ou setores, fazendo-se as devidas adaptações.

O *roadmap* expresso em formato gráfico é um mecanismo de comunicação, entretanto esta representação é altamente sintetizada e condensada, e por isso, o *roadmap* deve ser apoiado por um relatório ou documentação apropriada.

Considera-se que a primeira aplicação do *roadmapping* atendeu de modo satisfatório os objetivos geral e específicos formulados no primeiro capítulo deste estudo. Elaborar cenários não é um exercício de predição, mas sim um esforço de fazer descrições plausíveis e consistentes de situações futuras possíveis, apresentando as informações relevantes do caminho entre a situação atual e a futura, auxiliando nas decisões que precisam ser tomadas. Assim, mesmo sendo uma representação parcial e imperfeita do futuro, o *roadmap* apresentado constitui um instrumento de apoio à decisão, mantendo-se dentro dos limites do conhecimento científico e propondo o panorama viável no horizonte de tempo considerado.

9.3 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

A presente Tese, como qualquer trabalho de pesquisa, possui limitações, apesar de todo o cuidado tomado durante a sua elaboração.

Os resultados alcançados são válidos para o momento e o horizonte de pesquisa estudados. A mesma pesquisa, realizada em outro momento ou abrangendo outro horizonte temporal, talvez possa chegar a resultados diversos. Portanto, o *roadmap* gerado é válido para o momento atual e deve ser continuamente atualizado, de acordo com a evolução das tecnologias.

A estatística quando baseada em documentos de patente como fonte de informação tecnológica possui algumas limitações: (i) nem toda invenção é patenteável

em virtude das exigências legais mínimas e (ii) nem todas as invenções patenteadas possuem necessariamente o mesmo valor econômico, uma vez que as inovações radicais e pequenos melhoramentos se tornam equivalentes para efeitos de estatísticas patentárias. Ainda deve ser lembrado que há invenções que se encontram sob segredo industrial, não entrando neste levantamento.

9.4 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Uma vez que o *roadmap* é um documento "vivo", necessitando de revisões periódicas, sugere-se primeiramente a atualização da base de dados construída para este estudo. Esta atualização pode ser feita diariamente, ou mesmo anualmente (a exemplo do *roadmap* para semicondutores que são publicadas versões atualizadas a cada ano).

Em segundo lugar, sugere-se que seja realizada uma análise da documentação patentária incluindo outras bases de dados além do banco de patentes do USPTO, como por exemplo, o banco de patentes mundial do EPO (Escritório Europeu de Patentes). Também poderia ser efetuada a análise de artigos científicos juntamente com outros tipos de publicação de conteúdo científico, como anais de congressos.

Adicionalmente, sugere-se que seja verificado se os documentos de patente norte-americanos selecionados possuem correspondentes no Brasil. Além disso, pode ser aprofundada a análise da evolução do número de depósitos de pedidos de patente no Brasil, no sentido de se determinar as variáveis internas e externas às empresas produtoras de adesivos e selantes aplicados à construção, que participam do mercado brasileiro.

Sugere-se também que outros *roadmaps* que venham a ser gerados contenham *drivers* diferentes daqueles que foram identificados para as camadas produto, mercado e tecnologia. Podem ser ressaltados outros direcionadores, como por exemplo, a aplicação da nanotecnologia em adesivos e selantes ou aspectos relacionados aos adesivos e selantes multifuncionais (como sinalização, decoração, isolamento térmico ou acústico).

Sugere-se, ainda, que o *roadmap* delineado seja apresentado por meio de seminários a especialistas externos (um grupo de pessoas maior do que o pequeno grupo envolvido no desenvolvimento do presente *roadmapping*) para que seja criticado e validado.

Por fim, sugere-se que o método *roadmapping* proposto neste trabalho seja aplicado em diferentes indústrias e empresas, fazendo-se as devidas adaptações para a sua implementação e sua continuidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

3M. 3M Global Gateway Page. Disponível em: http://www.3m.com. Acesso em: jan. 2010.

ABILHOA, A. S. T. O novo perfil da economia mundial. **Revista da Associação Brasileira da Propriedade Industrial**, v.2, n.8, p.68-69, 1993.

ABIQUIM – Associação Brasileira da Indústria Química. **Colas, adesivos e selantes**. Disponível em: www.abiquim.org.br. Acesso em: mar. 2008.

ABIQUIM – Associação Brasileira da Indústria Química. **Estatísticas do segmento de colas, adesivos e selantes**. São Paulo: ABIQUIM, v.4, n.2, 2006.

ADESIVOS & SELANTES. **A tendência dos "nanoadesivos"**. Disponível em: http://www.adesivoseselantes.com.br/edicao28_inovacao.asp. Acesso em: ago. 2008.

ADESIVOS & SELANTES. **Adesivos para a indústria moveleira.** Disponível em: http://www.adesivoseselantes.com.br/edicao20_adesivos.asp. Acesso em: mar. 2007.

ADESIVOS & SELANTES. **Colas para a indústria calçadista.** Disponível em: http://www.adesivoseselantes.com.br/edicao15_colas.asp. Acesso em: jun. 2009.

ADESIVOS & SELANTES. **Adesivos e Selantes para construção civil**. Disponível em: http://www.adesivoseselantes.com.br/edicoeseletronicas/ed39/index.html. Acesso em: ago. 2010.

AGUIAR, A. C. Informação e atividades de desenvolvimento científico, tecnológico e industrial: tipologia proposta com base em análise funcional. **Ciência da Informação**, Brasília, n.20, v.1, p.7-15, jan./jun. 1991.

ALARCIA, F.; DE LA CAL, J. C.; ASUA, J. M. Continuous production of specialty waterborne adhesives: Tuning the adhesive performance. **Chemical Engineering Journal**, v.122, p.117-126, 2006.

ALBRIGHT, R. E. **A unifying architecture for roadmaps frames a value scorecard.** Albright Strategy Group. Disponível em: www.albrightstrategy.com. Acesso em: mar. 2007.

ALBRIGHT, R. E. **Ten reasons to roadmap**. Disponível em: www.albrightstrategy.com. Acesso em: mar. 2008.

ALBRIGHT, R. E. What can past technology tell us about the future?. **Technological Forecasting and Social Change**, jan. 2002. Disponível em: www.albrightstrategy.com. Acesso em: mar. 2007.

ALBRIGHT, R. E.; KAPPEL, T. A. Roadmapping in the corporation. **Research Technology Management**, v.46 n.2, p.31-40, 2003.

ALENCAR, M. S. M.; PORTER, A. L.; ANTUNES, A. M. S. Nanopatenting patterns in relation to product life cycle. **Tecnological Forecasting & Social Change,** v.74, p.1661-1680, 2007.

ALIGNENT. **Case study**: Motorola. Disponível em: http://www.alignent.com/customers/casestudies/motorola.php. Acesso em: fev. 2010.

ALNER, D. J**. Aspects of adhesion**. University of London: London, v.3, 1967.

ANDERBERG, A.; WADSÖ, L. Degradation of floor adhesives as a function of pH. **Polymer Degradation and Stability**, v.93, p.329-334, 2008.

ANDIÇ, Ö.; RAMYAR, K.; KORKUT, Ö. Effect of fly ash addition on the mechanical properties of tile adhesive. **Construction and Building Materials**, v.19, p.564–569, 2005.

ANDRADE, C. C. A.; MONTI, L. L.; SILVA, A. R. P. **Aplicação do technology roadmapping em empresa automobilística**. Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2009. Disponível em: http://www.aedb.br/seget/artigos08/21_SEGET.pdf. Acesso em: fev. 2010.

ANUÁRIO DA INDÚSTRIA QUÍMICA BRASILEIRA. São Paulo: Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM), 2008.

ARAUJO, C. A. Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. **Em Questão**, Porto Alegre, v.12, n.1, p.11-32, jan./jun. 2006.

ASC. 2005-2007. **North American market study for adhesives and sealants with a global overview**. The Adhesive and Sealant Council, 2006. Disponível em: http://www.ascouncil.org/news/reports/2005-2007SampleMktRpt_update.pdf. Acesso em: mar. 2010.

ASC. **2007-2010 North American market study for adhesives and sealants with a global overview**. The Adhesive and Sealant Council, 2008. Disponível em: http://adhesiveandsealantcouncil.net/news/reports/07MktRpt_TOC.pdf. Acesso em: maio 2009.

BAHRUTH, E. B. **Prospecção tecnológica na priorização de atividades de C&T**: Caso QTROP-TB. Rio de Janeiro, 2004. 2 volumes. Tese de Doutorado em Engenharia Química. Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

BARKER, D.; SMITH, J. H. Technology foresight using roadmaps. **Long Range Planning**, v.28, n.2, p.21-28, 1995.

BASF. Disponível em: http://www.basf.com. Acesso em: mar. 2010.

BENTZ, D. P.; HAECKER, C.-J.; PELTZ, M. A.; SNYDER, K. A. X-ray absorption studies of drying of cementitious tile adhesive mortars. **Cement & Concrete Composites**, v.30, p.361–373, 2008.

BLANDINI, L. Structural use of adhesives for the construction of frameless glass shells. **International Journal of Adhesion & Adhesives**, v.27, p.499-504, 2007.

BLAUER ENGEL. The Blue Angel. Disponível em: http://www.blauer-engel.de. Acesso em: jan. 2010.

BRASIL. RDC n^{0}345. RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA - RDC Nº 345, de 15 de dezembro de 2005. Dispõe sobre produtos que contenham substâncias inalantes. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 16 dez. 2005. Disponível em: http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=20138. Acesso em: jun. 2007.

BRIDGESTONE. Bridgestone Corporation. Disponível em: http://www.bridgestone.com. Acesso em: jan. 2010.

BROUGHTON, J. G.; HUTCHINSON, A. R. Adhesive systems for structural connections in timber. **International Journal of Adhesion & Adhesives**, v.21, p.177-186, 2001.

BUYL, F. Silicone sealants and structural adhesives. **International Journal of Adhesion & Adhesives**, v. 21, p. 411-422, 2001.

CACOAL/RO. **Manual de Artigo Científico** (Graduação e Pós-Graduação). Faculdade de Ciências Biomédicas de Cacoal. 2008. Disponível em: http://www.facimed.com.br/academicos/arquivos/manual_artigo_cientifico.doc. Acesso em; abril 2010.

CAFÉ, L.; BRÄSCHER, M. Organização da informação e bibliometria. **Revista Eletrônica de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, Florianópolis, 2008. Disponível em: http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/eb/article/viewFile/1334/1032. Acesso em: maio 2009.

CAMPOS, C. I.; LAHR, F. A. R. Estudo comparativo dos resultados de ensaio de tração perpendicular para MDF produzido em laboratório com fibras de Pinus e de eucalipto utilizando uréia-formaldeído. **Matéria**, v.9, n.1, p.32-42, 2004.

CARAHER, V. The evolution of the patent information world over the next 10 Years: A Thomson Scientific perspective. **World Patent Information**, v. 30, p. 150-152, 2008.

CARDOZO, A. C. Consideraciones sobre el tema de la proteccion tecnologica em los paises en desarrollo. **Reflexiones de Caracas**. Caracas, jun. 1990, p.74-78.

CAVALCANTI, A. R.; MAIA, S.; GOULART, L. **Propriedade industrial e transferência de tecnologia, conceitos, legislação e aplicabilidade**. Confederação Nacional da Indústria: Rio de Janeiro, 1993.

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Desempenho da economia nacional e do setor da construção em 2008 e perspectivas para 2009**. Brasília, dez. 2008.

CHADE, J. Brasil fica em 24º lugar no ranking de patentes. **Jornal do Commercio**, Rio de Janeiro, 09 fev. 2010. Economia, p. A4.

CHANG, S. B.; LAI, K. K.; CHANG, S. M. Exploring technology diffusion and classification of business methods: Using the patent citation network. **Technological Forecasting & Social Change**, *article in press*, doi:10.1016/j.techfore.2008.03.014, 2008.

Chemical Week, p. 21-24, april, 2006.

ChemQuest. **Widget adhesives in the US adhesive industry**. The ChemQuest Group, 2004. Disponível em: http://www.chemquest.com/store/sample-report.pdf. Acesso em: nov. 2009.

CHEW, M. Y. L. Curing characteristics and elastic recovery of sealants. **Building and Environment**, v.36, p.925-929, 2001a.

CHEW, M. Y. L. Product Performance – Joint sealant for wall cladding. **Polymer Testing**, v.19, p.643-651, 2000a.

CHEW, M. Y. L. Retention of movement capability of polyurethane sealants in the tropics. **Construction and Building Materials**, v.18, p.455–459, 2004.

CHEW, M. Y. L. Test Method – On-site nondestructive test for sealants. **Polymer Testing**, v.19, p.653-665, 2000b.

CHEW, M. Y. L.; ZHOU, X. Enhanced resistance of polyurethane sealants against cohesive failure under prolonged combination of water and heat. **Polymer Testing**, v.21, p.187–193, 2002.

CHEW, M. Y. L.; ZHOU, X.; TAY, Y. M. Material behaviour – Application of ATR in characterizing aging conditions of polyurethane sealants. **Polymer Testing**, v.20, p.87-92, 2001b.

CHEW, M. Y. L.; ZHOU, X.; TAY, Y. M. On-site weathering of sealants under tropical conditions. **Construction and Building Materials**, v.18, p.287-293, 2004.

CHINO, S.; KATO, S.; SEO, J.; ATAKA, Y. Study on emission of decomposed chemicals of esters contained in PVC flooring and adhesive. **Building and Environment**, v.44, p.1337–1342, 2009.

ÇOLAK, S.; ÇOLAKOGLU, G.; AYDIN, I.; KALAYCIOGLU, H. Effects of steaming process on some properties of eucalyptus particleboard bonded with UF and MUF adhesives. **Building and Environment**, v.42, p.304–309, 2007.

CZECH, Z.; WESOLOWSKA, M. Development of solvent-free acrylic pressure-sensitive adhesives. **European Polymer Journal**, v.43, p.3604-3612, 2007.

D´AMICO, E.; SEEWALD, N.; WALSH, K. Adhesives and sealants: M&A takes hold. **Chemical Week**, p. 21-24, april, 2006.

DAIM, T. U.; OLIVER, T. Implementing technology roadmap process in the energy services sector: A case study of a government agency. **Technological Forecasting & Social Change**, v.75, p.687-720, 2008.

DING, S. H.; LIU, D. Z. Durability evaluation of building sealants by accelerated weathering and thermal analysis. **Construction and Building Materials**, v.20, p.878-881, 2006.

DING, S. H.; LIU, D. Z.; DUAN, L. L. Accelerated aging and aging mechanism of acrylic sealant. **Polymer Degradation and Stability**, v.91, p.1010-1016, 2006.

DOW. The Dow Chemical Company. Disponível em: http://www.dow.com. Acesso em: jan. 2010.

DRUMMOND, P. H. F. **O planejamento tecnológico de uma empresa de base tecnológica de origem acadêmica por intermédio dos métodos technology roadmapping (TRM), technology stage-gate (TSG) e processo de desenvolvimento de produtos (PDP) tradicional.** Belo Horizonte, 2005. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Engenharia de Produção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

DRY, C. M. Three designs for the internal release of sealants, adhesives, and waterproofing chemicals into concrete to reduce permeability. **Cement and Concrete Research**, v.30, p.1969-1977, 2000.

EURONEWS. **PIB americano cai 0,7%**. 30 set. 2009. Economia, EURONEWS. Disponível em: http://pt.euronews.net. Acesso em: nov. 2009.

EXTANCE, A. **Formulating for LEED in building and construction adhesives**. The ChemQuest Group, jan. 2009b. Disponível em: http://www.specialchem4adhesives.com/resources/articles/article.aspx?id=2603. Acesso em: jul. 2009.

EXTANCE, A. **Sustainable adhesives**. The ChemQuest Group, april, 2009a. Disponível em: http://www.specialchem4adhesives.com/home/editorial.aspx?id=2709. Acesso em: jul. 2009.

E-Z TAPING. Disponível em: http://www.eztapingsystem.com. Acesso em: mar. 2010.

FAPESP. Os indicadores FAPESP. Capítulo 5 – Análise da produção científica a partir de indicadores bibliométricos, 2005. Disponível em: http://www.fapesp.br/indicadores2004/volume1/cap05_vol1.pdf. Acesso em: jun. 2009.

FEICA. The european adhesive & sealant industry – A global perspective. Düsseldorf, jan, 2005. Disponível em: http://www.idspackaging.co.in/Common/Paper/Paper_164/Europ%20Adh%20Seal%20Ind%20-%20Global%20Persp%20-%20Jan%202005.pdf. Acesso em: Nov.2009.

FEICA; ASC. **The FEICA-ASC adhesives & sealants classification manual**. 2008. Disponível em: http://www.ascouncil.org/news/reports/Final%20Word%20version%20Classification%20FEICA%20ASC%20Manual081203.pdf. Acesso em: mar. 2010.

FID – Federação Internacional de Documentação. **Conceito da informação tecnológica**. Disponível em: http://www.sebrae-sc.com.br/sebraetib/Hp/conceitos/info_tec/conceito.html. Acesso em: jul. 2008.

FORESIGHT VEHICLE. **Foresight Vehicle Technology Roadmap**. Society of Motor Manufacturers and Traders: London, 2004. Disponível em: http://www.foresightvehicle.org.uk/public/info_/FV/TRMV2.pdf. Acesso em: fev. 2010.

FRIGONE, M., AIELLO, M. A., NADDEO, C. Water effects on the bond strength of concrete/concrete adhesive joints. **Construction and Building Materials**, v.20, p.957-970, 2006.

FROST; SULLIVAN. **U.S. Construction, paper and film, and transportation adhesive markets**. Research and Markets, 2001. Disponível em: http://www.researchandmarkets.com/reports/358046/u_s_construction_paper_and_film_and.htm. Acesso em: nov.2009.

FURTADO, M. Medidas de estímulo à construção civil animam a venda de selantes. **Revista Química e Derivados**. São Paulo: QD, jan. 2007, n.457. Disponível em: http://www.quimica.com.br/revista/qd457/adesivos1.htm. Acesso em: abril 2007.

FURTADO, M. Mercado em potencial mantém ritmo de investimentos apesar da redução dos lucros. **Revista Química e Derivados**. São Paulo: QD, maio 2001, n.393. Disponível em: http://www.quimica.com.br/revista/qd393/adesivos1.htm. Acesso em: abril 2008.

GALEMBECK, F.; BARBOSA, C. A. S.; SOUSA, R. A. Aproveitamento sustentável de biomassa e de recursos naturais na inovação química. **Química Nova**, v.3, n.3, p.571-581, 2009.

GALEMBECK, F.; GANDUR, M. C. Cientistas explicam o fenômeno da adesão. **Revista Química e Derivados**. São Paulo: QD, maio 2001, n.393. Disponível em: http://www.quimica.com.br/revista/qd393/adesivos_tec1.htm. Acesso em: abril 2007.

GALINA, S. V. R. Internacionalização de atividades de P&D: Participação de afiliadas brasileiras mensuradas por indicadores de C&T. **São Paulo em Perspectiva**, v.19, n.2, p. 31-40, abr./jun. 2005.

GARCIA, M. L.; BRAY, O. H. **Fundamentals of technology roadmapping**. Sandia National Laboratories. Disponível em: www.sandia.gov/PHMCOE/pdf/Sandia'sFundamentalsofTech.pdf. Acesso em: abr. 2007.

GAZETA MERCANTIL. **Construção**: PIB do setor fica abaixo das previsões. 10/03/2009. Disponível em: http://indexet.investimentosenoticias.com.br/arquivo/2009/03/10/18/CONSTRUCAO-PIB-do-setor-fica-abaixo-das-previsoes.html. Acesso em: jan.2010.

GBG. National Association of Home Builders. Disponível em: http://www.nahb.org. Acesso em: dez. 2009.

GG. Green Globes. Disponível em: http://www.greenglobes.com. Acesso em: dez. 2009.

GRACE. W.R.GRACE. Disponível em: http://www.grace.com. Acesso em: jan. 2010.

GROSSMAN, D. S. Putting technology on the road. **Research Technology Management**, v.47, n.2, p. 41-46, 2004.

GUEDES, V. L.; BORSCHIVER, S. **Bibliometria**: Uma ferramenta estatística para a gestão da informação e do conhecimento, em sistemas de informação, de comunicação e de avaliação científica e tecnológica. Disponível em: http://www.cinform.ufba.br/vi_anais/docs/VaniaLSGuedes.pdf. Acesso em: jun. 2009.

HAAG, A. P.; GEESEY, G. G.; MITTLEMAN, M. W. Bacterially derived wood adhesives. **International Journal of Adhesion & Adhesives**, v.26, p.177-183, 2006.

HAAG, A. P.; MAIER, R. M.; COMBIE, J.; GEESEY, G. G. Bacterially derived biopolymers as wood adhesives. **International Journal of Adhesion & Adhesives**, v.24, p.495-502, 2004.

HB FULLER. Disponível em: http://www.hbfuller.com. Acesso em: fev. 2010.

HINKEBEIN, T. E.; PRICE, M. K. Progress with the desalination and water purification technologies US roadmap. **Desalination**, v.182, p.19-28, 2005.

HOUWINK, R.; SALOMON, G. **Adhesion and adhesives**. 2. ed. Elsevier Publishing Company: New York, v.1, 1965.

HOVAN, G. R. Adhesives simply composites assembly. **Reinforcedplastics**, feb.2001.

HUTCHINSON, A.R.; IGLAUER, S. Adhesion of construction sealants to polymer foam backer rod used in building construction. **International Journal of Adhesion & Adhesives**, v.26, p.555-566, 2006.

IFM. Institute for Manufacturing. Disponível em: http://www.ifm.eng.cam.ac.uk. Acesso em: fev. 2010.

INPI – Instituto Nacional da Propriedade Industrial. **O que é patente?** Disponível em: http://www.inpi.gov.br/menu-esquerdo/patente/pasta_oquee. Acesso em: maio 2008.

IPC. Classificação Internacional de Patentes, versão atual (2010.01) em português. Disponível em: http://pesquisa.inpi.gov.br/ipc/index.php. Acesso em: mar. 2010.

ISHIKAWA, H., SETO, K.; SHIMOTUMA, S.; KISHI, N.; SATO, C. Bond stregth and disbonding behavior of elastomer and emulsion-type dismantlable adhesives used for building materials. **International Journal of Adhesion & Adhesives**, v.25, p.193-199, 2005.

ITRS. International Technology Roadmap for Semiconductors. 2009. Disponível em: http://www.itrs.net/. Acesso em: fev. 2010.

JANNUZZI, A. H. L.; AMORIM, R. C. R.; SOUZA, C. G.; NEVES, A. M. C. **Recuperação da informação tecnológica**: a questão do indexador na classificação internacional de patentes. XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Porto Alegre, RS, Brasil, nov.2005. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2005_Enegep0904_1534.pdf. Acesso em: maio 2009.

JANNUZZI, C. A. S. C.; MONTALLI, K. M. L. Informação tecnológica e para negócios no Brasil: Introdução a uma discussão conceitual. **Ciência da Informação**, v.28, n.1, p.28-36, 1999.

JÄRNSTRÖM, H.; SAARELA, K.; KALLIOKOSKI, P.; PASANEN, A.-L. Comparison of VOC and ammonia emissions from individual PVC materials, adhesives and from complete structures. **Environment International**, v.34, p.420–427, 2008.

JENNI, A.; HOLZER, L.; ZURBRIGGEN, R.; HERWEGH, M. Influence of polymers on microstructure and adhesive strength of cementitious tile adhesive mortars. **Cement and Concrete Research**, v.35, p.35– 50, 2005.

JONES, R. B. **Slow recovery for global coatings, adhesives and sealants**. The ChemQuest Group, june, 2009. Disponível em: http://www.chemquest.com/PDF-files/Slow_Recovery_for_Global_Coatings_Adhesives_and_Sealants.pdf. Acesso em: nov. 2009.

KAJIKAWA, Y.; USUI, O.; HAKATA, K.; YASUNAGA, Y.; MATSUSHIMA, K. Structure of knowledge in the science and technology roadmaps. **Technological Forecasting & Social Change,** v.75, p.1-11, 2008.

KAMPFF, J. M.; MOTTA, C. **Panorama mundial e nacional da indústria de adesivos**. Wokshop PETROFLEX, nov. 2005.

KAPPEL, T. A. Perspectives on roadmaps: how organizations talk about the future. **The Journal of Product Innovation Management**, v.18, p.39-50, 2001.

KARPOVAS, T. A Especialização é o caminho. **Adesivos & Selantes**. 14. ed., dez/jan, 2006b. Disponível em: http://www.adesivoseselantes.com.br/edicao14.asp. Acesso em: abril 2007.

KARPOVAS, T. Amigo do ambiente e mais estável. **Adesivos & Selantes**. 17. ed., jun/jul, 2006c. Disponível em: http://www.adesivoseselantes.com.br/edicao17_adesivos.asp. Acesso em: abril 2007.

KARPOVAS, T. Desenvolvido para reativar o mercado. **Adesivos & Selantes**. 17. ed., jun/jul, 2006d. Disponível em: http://www.adesivoseselantes.com.br/edicao17_adesivos.asp. Acesso em: abril 2007.

KARPOVAS, T. Elemento essencial. **Adesivos & Selantes**. 19. ed., out/nov, 2006a. Disponível em: http://www.adesivoseselantes.com.br/edicao19_adesivos.asp. Acesso em: abril 2007.

KARPOVAS, T. O ano da construção civil. **Adesivos & Selantes**. 28. ed., abr/mai, 2008. Disponível em: http://www.adesivoseselantes.com.br/edicao28_adesivos.asp. Acesso em: nov.2009.

KIM, C.; KIM, H.; HAN, S. H.; KIM, C.; KIM, M. K.; PARK, S. H. Developing a technology roadmap for construction R&D through interdisciplinary research efforts. **Automation in Construction**, v.18, p.330-337, 2009.

KIM, S. Environment-friendly adhesives for surface bonding of wood-based flooring using natural tannin to reduce formaldehyde and TVOC emission. **Bioresource Technology**, v.100, p.744–748, 2009.

KIRK-OTHMER. **Encyclopedia of chemical technology**. New York: John Wiley & Sons, v.1, 1963.

KOREA INSTITUTE. Korea Institute of Science and Technology Evaluation and Planning. **National technology roadmap**. Nov. 2002.

LAUTRÉ, E. O monitoramento informativo: da definição ao conteúdo. **Ciência da Informação**, Brasília, v.21, n.1, p.132-135, maio/ago 1992.

LAVERY, M. Sealants in the automotive industry. **International Journal of Adhesion & Adhesives**, v. 22, p. 443-445, 2002.

LEE, S. K.; MOGI, G.; KIM, J. W. Energy technology roadmap for the next 10 years: The case of Korea. **Energy Policy**, v.37, p.588-596, 2009.

LEE, S.; PARK, Y. Customization of technology roadmaps according to roadmapping purposes: Overall process and detailed modules. **Technological Forecasting & Social Change,** v.72, p.567-583, 2005.

LEE, S.; YOON, B.; LEE, C.; PARK, J. Business planning based on technological capabilities: Patent analysis for technology-driven roadmapping. **Technological Forecasting & Social Change**, 2009, doi: 10.1016/j.techfore.2009.01.003.

LEED. U.S. Green Building Council. Disponível em: http://www.usgbc.org. Acesso em: dez. 2009.

LEES, W. A.; MOULDS, R. J. Adhesives and sealants – their use in the fabrication of fire-resisting components and structures. **International Journal of Adhesion & Adhesives**, v. 15, p. 95-100, 1995.

LI, X.; LI, Y.; ZHONG, Z.; WANG, D.; RATTO, J. A.; SHENG, K.; SUN, X. S. Mechanical and water soaking properties of medium density fiberboard with wood fiber and soybean protein adhesive. **Bioresource Technology**, v.100, p.3556–3562, 2009.

LI, Y. R. The technological roadmap of Cisco´s business ecosystem. **Technovation**, v.29, p.379-386, 2009.

LOHMAN, R. J. **Global adhesive growth**. The ChemQuest Group, april 2008. Disponível em: http://www.chemquest.com/PDF-files/Global_Adhesive_Growth.pdf. Acesso em: set. 2099.

MANO, E. B.; MENDES, L. C. **Polímeros**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

MANTA. E-Z Taping System. Disponível em: http://www.manta.com/c/mm48zrt/e-z-taping-system#profile. Acesso em: mar. 2010.

MANUAL DE CANBERRA. **Manual de Canberra** - Manual on the measurement of human resources devoted to S&T. Organisation for Economic Co-Operation and Development, 1995. Disponível em: http://www.mct.gov.br/upd_blob/0005/5071.pdf. Acesso em: mar. 2010.

MANUAL DE FRASCATI. **Manual de Frascati** - Proposta de práticas exemplares para inquéritos sobre investigação e desenvolvimento experimental. Organização para a cooperação e desenvolvimento econômico, 2002. Disponível em: http://www.mct.gov.br/upd_blob/0023/23423.pdf. Acesso em: mar. 2010.

MANUAL DE OSLO. **Manual de Oslo** - Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. 3ª ed, Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico e Gabinete Estatístico das Comunidades Européias, 2005. Disponível em: http://www.mct.gov.br/upd_blob/0026/26032.pdf. Acesso em: mar. 2010.

MARANHÃO, F. L.; JOHN, V. M. Bond strength and transversal deformation aging on cement-polymer adhesive mortar. **Construction and Building Materials**, v.23, p.1022–1027, 2009.

MASSON, J.-F.; COLLINS, P.; LOWERY, M. Temperature control of hot-poured sealants during the sealing of pavement cracks. **Construction and Building Materials**, v.19, p.423–429, 2005.

MATTOS NETO, P. **Planejamento de novos produtos por intermédio do método technology roadmapping (TRM) em uma empresa de base tecnológica do setor de internet móvel.** Belo Horizonte, 2005. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Engenharia de Produção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

MAZZI, M. Fase de transição. **Adesivos & Selantes**. 15. ed., fev/mar, 2006. Disponível em: http://www.adesivoseselantes.com.br/edicao15_colas.asp. Acesso em: abril 2008.

MEIRELLES, S. L. **Química Verde**: a Indústria Química e seus impactos na Indústria da Construção. Rio de Janeiro, 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Engenharia Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

MERQUIOR, D. M. **Gestão de inovações e tecnologia**: Roadmap de tecnologia. Disponível em: http://www.eceme.ensino.eb.br/portalcee/arquivos/2006/tec/gestao%20de%20inovacoes%20e%20tecnologia%20roadmap%20de%20tecnologia.pdf. Acesso em: jan. 2010.

MITSCH, F. J.; CHEN, J.; GN, H.; MURAD, D. S.; JONES, R. B.; PILCHER, G. R. **Chemquest paints gray picture for ´08**. BB&T Capital Markets, march 2008. Disponível em: http://www.radtech.org/members/member_documents/CHEMICALS_Paints_Coatings_Adhesives-Industries_2008_Report.pdf. Acesso em: nov.2009.

MITTELBACH, M. M. R. O sistema brasileiro de patentes. **Anais do Seminário de Propriedade Industrial**. SPI: Belo Horizonte, 1986.

MONFARDINI, L. Adesivos mais saudáveis. **Adesivos & Selantes**. 14. ed., nov/dez/jan, 2006. Disponível em: http://www.adesivoseselantes.com.br/edicao14_moveleira.asp. Acesso em: abril 2008.

MOREAU, V. H. Busca bibliográfica na internet: uso da base de dados PUBMED do Centro Nacional de Informação Biotecnológica, Instituto Nacional de Saúde (NCBI, NIH). **Diálogos & Ciência**, ano V, n.11, p.1-14, 2007.

MUGNAINI, R.; JANNUZZI, P. M.; QUONIAM, L. Indicadores bibliométricos da produção científica brasileira: Uma análise a partir da base Pascal. **Ciência da Informação**, Brasília, v.33, n.2, p.123-131, maio/ago. 2004.

MUHLEMAN, A. T. **The current state of construction and remodeling markets**. The ChemQuest Group, march 2009. Disponível em: http://www.chemquest.com/PDF-files/Current_State_of_Construction_and_Remodeling_Markets.pdf. Acesso em: set. 2009.

MUHLEMAN. A. T. **The residential construction recession and the outlook for adhesives in construction**. The ChemQuest Group, june, 2007. Disponível em: http://www.chemquest.com/PDF-files/Residential construction recession and adhesives outlook.pdf. Acesso em nov. 2009.

MULLER, G. **Roadmapping**. Embedded Systems Institute, jul. 2005. Disponível em: www.gaudisite.nl. Acesso em: jan. 2007.

MURAD, D. S. **2007 State-of-the-industry report**. The ChemQuest Group, october, 2007b. Disponível em: http://www.chemquest.com/PDF-files/State of the Industry Report 2007.pdf. Acesso em: jun. 2008.

MURAD, D. S. **2008 State-of-the-industry report**. The ChemQuest Group, october, 2008. Disponível em: http://www.chemquest.com/PDF-files/State of the Industry Report 2008.pdf. Acesso em: jun. 2009.

MURAD, D. S. **A recovery is in sight** – Challenges facing adhesive and sealant manufactures. The ChemQuest Group, January, 2005. Disponível em: http://www.chemquest.com. Acesso em: nov. 2009.

MURAD, D. S. **Global adhesives and sealants state of the union**. The ChemQuest Group, april, 2007a. Disponível em: http://www.chemquest.com/PDF-files/Global Adhesives and Sealants State of the Union.pdf. Acesso em: jun. 2008.

MURAD, D. S. **Marching toward "Green"**. The ChemQuest Group, July, 2008. http://www.chemquest.net/PDF-files/Marching Toward Green.pdf. Acesso em: nov. 2009.

MURAD, D. S. **The U.S. adhesives industry** – current structure and future growth. The ChemQuest Group, october, 2006. Disponível em: http://www.chemquest.com/PDF-files/U.S. Adhesives Industry-Current Structure and Future Growth.pdf. Acesso em: jun. 2008.

NASCIMENTO, E. E. Negociações multilaterais do comércio: A evolução do GATT. **Panorama da Tecnologia**, v.II, n.3, p.14-18, 1988.

NITPAR – Núcleo de Inovação Tecnológica do Paraná. **Brasil teve um aumento de 15% no número de depósitos de patentes, segundo dados divulgados pela OMPI.** Disponível em: http://nitpar.pr.gov.br/es/blog/nit/2008/03/03/brasil-teve-um-aumento-de-15-no-numero-de-depositos-de-patentes-segundo-dados-divulgados-pela-ompi/. Acesso em: jul. 2008.

OECD. ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Frascati Manual**: proposed standard practice for surveys on research an experimental development. Paris: OECD, 2002.

OLIVEIRA, M. G.; FLEURY, A. L. **Pesquisas sobre TRM no Brasil.** Portal de Conhecimentos, 2009. Disponível em:

http://www.portaldeconhecimentos.org.br/index.php/por/Conteudo/Pesquisas-sobre-TRM-no-Brasil. Acesso em: jan. 2010.

OMNEXUS. **Adhesives & sealants for building & construction**. Disponível em: http://www.omnexus4adhesives.com/bc/construction-channel. Acesso em: nov. 2009.

ONUSSEIT, H. The influence of adhesives on recycling. **Resources, Conservation and Recycling**, v.46, p. 168-181, 2006.

ORTIZ, L. C.; ORTIZ, W. A.; SILVA, S. L. Ferramentas alternativas para monitoramento e mapeamento automatizado do conhecimento. **Ciência da Informação**, Brasília, v.31, n.3, p.66-76, set./dez. 2002.

PARK, B. **Technology roadmapping as a foresight instrument**. The 3rd NISTEP International Conference on Foresight, nov. 2007. Disponível em: http://www.nistep.go.jp/IC/ic071119/pdf/3-2_Park.pdf. Acesso em: fev. 2010.

PASTERNAK, H.; SCHWARLOS, A.; SCHIMMACK, N. The application of adhesives to connect steel members. **Journal of Constructional Steel Research**, v.60, p.649-658, 2004.

PENDHARI, S. S.; KANT, T.; YOGESH, M.D. Application of polymer composites in civil construction: A general review. **Composite Structures**, v.84, p.114-124, 2008.

PETRICK, I. J.; ECHOLS, A. E. Technology roadmapping in review: A tool for making sustainable new product development decisions. **Technological Forecasting & Social Change,** v.71, p.81-100, 2004.

PETRIE, E. M. **Handbook of adhesives and sealants**: an introduction to adhesive and sealants. New York: McGraw-Hill, 2000.

PETRIE, E. M. **How sealants function**. SpecialChem, jan. 2005. Disponível em: http://www.specialchem4adhesives.com/resources/articles/article.aspx?id=1015. Acesso em: jul. 2009.

PETRIE, E. M. **The housing market crisis and its impact on adhesives and sealants**. SpecialChem, feb. 2009. Disponível em: http://www.specialchem4adhesives.com/home/editorial.aspx?id=2619. Acesso em: set. 2009.

PETRIE, E. M. **Elementary patent mapping**. SpecialChem, april 2010. Disponível em: http://www.specialchem4adhesives.com/resources/articles/article.aspx?id=3592. Acesso em: jul.2010.

PHAAL, R. **Public domain roadmaps**. University of Cambridge, 2008. Disponível em: http://www.ifm.eng.cam.ac.uk/ctm/trm/documents/published_roadmaps.pdf. Acesso em: jan. 2010.

PHAAL, R.; FARRUKH, C. J. P.; PROBERT, D. R. Technology management in manufacturing business: Process and practical assessment. **Technovation**, v.18, n.8/9, p.541-553, 1998.

PHAAL, R.; FARRUKH, C. J. P.; PROBERT, D. R. Technology roadmapping – A planning framework for evolution and revolution. **Technological Forecasting & Social Change**, v.71, p.5-26, 2004.

PHAAL, R.; FARRUKH, C. J. P.; PROBERT, D. R. **T-Plan**: The fast start to technology roadmapping – Planning your route to success. Cambridge University, Institute of Manufacturing, UK, october 2001.

PHAAL, R.; FARRUKH, C.; PROBERT, D. **Technology roadmapping**: Linking technology resources to business objectives. University of Cambridge, nov. 2001. Disponível em: www-mmd.eng.cam.ac.uk/ctm. Acesso em: mar. 2007.

PHAAL, R.; PROBERT, D. **Technology roadmapping**: facilitating collaborative research strategy. University of Cambridge, December 2009. Disponível em: http://www.ifm.eng.cam.ac.uk/ctm/trm/documents/roadmapping_overview.pdf. Acesso em: jan. 2010.

PIZZANI, L.; SILVA, R. C.; HAYASHI, M. C. P. I. Bases de dados e bibliometria: A presença da Educação Especial na base Medline. **Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação**, Nova Série, São Paulo, v.4, n.1, p.68-85, jan./jun. 2008.

POCIUS, A. V. **Adhesion and adhesives technology**: An introduction. Cincinnati: Hanser Gardner Publications, 1997.

POLANCO, X. More than an information system: The transformation of information into knowledge and knowledge action. **Le micro bulletin thèmatique**. Paris: CNRS, n.3, p.15-25, 1999.

POPPER, R.; KEENAN, M.; MILES, I.; BUTTER, M.; LA FUENTA, G. S. **Global Foresight Outlook**. EFMN, 2007. Disponível em: www.**foresight**-network.eu/files/reports/efmn_mapping_**2007**.pdf. Acesso em: fev. 2010.

PORTAL VGV. **Copa do Mundo e Olimpíadas movimentam a construção civil e modernização do setor**. 08/01/2010. Disponível em: http://64.233.163.132/search?q=cache:LUbqsAo4LwwJ:www.portalvgv.com.br/site/copa-do-mundo-e-olimpiadas-movimentam-a-construcao-civil-e-modernizacao-do-setor/+constru%C3%A7%C3%A3o+copa+do+mundo+olimp%C3%ADadas&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br. Acesso em: mar. 2010.

PPG. PPG Industries. Disponível em: http://corporateportal.ppg.com/ppg. Acesso em: jan. 2010.

PYE, A.; LEDBETTER, S. The selection of an adhesive for the construction of a glass-adhesive T-beam. **International Journal of Adhesion & Adhesives**, v.18, p.159-165, 1998.

QUADROS, R.; VILHA, A. M. Tecnologias de informação no gerenciamento do processo da inovação. Disponível em: http://www.lukatus.com/tecnologias_de_informacaonogerenciam.pdf. Acesso em jul. 2009.

RICHEY, J. M.; GRINNELL, M. Evolution of roadmapping at Motorola. **Research Technology Management**, v.47, n.2, p.37-41, 2004.

RINNE, M. Technology roadmaps: Infrastructure for innovation. **Technological Forecasting & Social Change**, v.71, p.67-80, 2004.

ROCHA, B. M. **Feedback**: Importância e metodologia. WebArtigos.com, 10/02/2009. Disponível em: http://www.webartigos.com/articles/14283/1/Feedback-Importancia-e-Metodologia/pagina1.html. Acesso em: mar. 2010.

ROSA, E. O. R. **Patentes na indústria brasileira de polímeros**: um estudo empírico. 1998. Tese de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Polímeros, Instituto de Macromoléculas, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1998.

SANTOS, N. P. T. Propriedade intelectual: Aspectos econômicos. **Revista da Associação Brasileira da Propriedade Industrial**, v.5, n.12, p.42-43, 1994.

SARTORI, R.; PACHECO, R. C. S. Indicadores de ciência, tecnologia e Inovação: a interação humana nos grupos de pesquisa. Disponível em: http://ricyt.org.elserver.com/docs/VII_Congreso/DIA_24/SALA_A/09_00/Rejane_Sartori.pdf. Acesso em: maio 2009.

SELOSUSTENTAX. SustentaX apresenta ao mercado internacional produtos sustentáveis brasileiros. Disponível em: http://www.selosustentax.com.br. Acesso em: dez. 2009.

SENAI/PR. **Rotas estratégicas para o futuro da indústria paranaense**: roadmapping da indústria agroalimentar - 2015. Curitiba: SENAI/PR, 2007.

SENAI/PR. **Rotas estratégicas para o futuro da indústria paranaense**: roadmapping de plásticos – horizonte de 2018. Curitiba: SENAI/PR, 2008.

SHEHABUDDEEN, N.; PROBERT, D.; PHAAL, R. From theory to practice: Challenges in operationalising a technology selection framework. **Technovation**, v.26, p.324-335, 2006.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração da dissertação**. 3ª ed., Florianópolis: UFSC, 2001.

SILVA, H. G; AFONSO, M. **Energia solar fotovoltaica**: Contributo para um roadmapping do seu desenvolvimento tecnológico. IET Working Papers Series 10/2009, Universidade Nova de Lisboa, Portugal.

SKEIST, I. **Handbook of adhesives**. 2nd ed. New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1997.

SKROBOT, F. C. C.; SOUZA, M.; SCHNEIDER, A. H.; ROECKE, C. B. S.; STEINGRABER, R. **A metodologia roadmapping como ferramenta de apoio para formulação e implementação de estratégias**. Global Fórum América Latina, 2008. Disponível em: http://www.globalforum.com.br/uploadAddress/E2008_T00037_PCN10106%5B57081%5D%5B8983%5D.pdf. Acesso em: fev. 2010.

SOUSA, G. M.; GIRNIUS, H. S.; CECCARELLI, T. S.; COSTA, W. J. L.; JOHN, V. M. **Seleção de materiais, componentes e sistemas** - Conjuntos de habitações unifamiliares de interesse social. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo Departamento de Engenharia de Construção Civil - PCC 2540 – O Edifício e o Ambiente, 2005.

SPECIALCHEM/ASI. **Green building adhesives**: A primer. The SpecialChem Group, nov. 2009. Disponível em: http://www.specialchem4adhesives.com/resources/articles/article.aspx?id=3251. Acesso em: dez. 2009.

SUH, J. H.; PARK, S. C. Service-oriented technology roadmap (SoTRM) using patent map for R&D strategy of service industry. **Expert Systems with Applications**, v.36, p.6754-6772, 2009.

SYNEK, C. Economia dos EUA e comparação com os períodos de 1990-1991 e 2000-2001. **BMEP**, n.4, 2008. Disponível em: http://www.gpeari.min-financas.pt/arquivo-interno-de-ficheiros/ficheiros-do-bmep/artigos-do-bmep/abril-2008/Economia%20dos%20EUA%20e%20comparacao%20com%20os%20periodos%20de%201990-1991%20e%202000-2001.pdf. Acesso em: jun.2009.

TARRAGÔ, P. TRIPs torna obrigatória a proteção às invenções. **Panorama da Tecnologia**, v.V, n.13, p.8-15, 1995.

TODOROV, A. O uso da informação tecnológica no desenvolvimento e patenteamento de biotecnologia. Novas tecnologias na genética humana: avanços e aspectos para a saúde. Rio de Janeiro: GESTEC-Nit, 2007. Disponível em: http://www.ghente.org/publicacoes/novas_tecnologias/informacao_tecnologica_patenteamento.pdf. Acesso em: fev. 2010.

TRAMACOMUNICAÇÃO. **Certificação sustentável é prioridade para empresas do setor de construção civil.** Press Releases, ago. 2008. Disponível em: http://www.selosustentax.com.br/pdf/20080811_TramaWeb.pdf. Acesso em: dez. 2009.

UNIVERSITY OF BRADFORD. **Polymer industry roadmap of in-process measurements**. Oct. 2007. Disponível em: http://www.brad.ac.uk/h11/download/IPM_Road_Map.pdf. Acesso em: jan. 2010.

US DEPARTMENT OF ENERGY. Disponível em: http://www.eere.energy.gov/. Acesso em: fev. 2010.

UYSAL, B. Bonding strength and dimentional stability of laminated veneer lumbers manufactured by using different adhesives after the steam test. **International Journal of Adhesion & Adhesives**, v.25, p.395-403, 2005.

VALOR ECONÔMICO. Empresários da construção civil mantêm otimismo para 2010. Disponível em: http://www.valoronline.com.br/?online/indicadores/22/6145443/empresarios-da-construcao-civil-mantem-otimismo-para-2010&scrollX=0&scrollY=630&tamFonte=. Acesso em: abril 2010.

VANTI, N. A. P. Da bibliometria à webometria: Uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. **Ciência da Informação**, Brasília, v.31, n.2, p.152-162, maio/ago. 2002.

VIOTTI, E. B. Fundamentos e Evolução dos Indicadores de CT&I. In: **Indicadores de ciência, tecnologia e inovação no Brasil**. Eduardo Baumgratz e Mariano de Matos Macedo (Org.). Campinas: Ed. da Unicamp, 2003.

WEGNER, J. **Sustentable solutions for the adhesives and sealants industry**. The ChemQuest Group, January, 2009. Disponível em: http://www.chemquest.com/PDF-files/Sustainable Solutions for the Adhesives and Sealants Industry.pdf. Acesso em: jul. 2008.

WEGNER, J. **The future of adhesives and sealants seen from a european perspective**. The ChemQuest Group, october, 2006. Disponível em: http://www.chemquest.com/PDF-files/U.S. Adhesives Industry-Current Structure and Future Growth.pdf. Acesso em: jul. 2008.

WILLYARD, C. H.; MCCLESS, C. W. Motorola´s technology roadmapping Process. **Research Management**, set-oct, 1987, p.13-19.

WIPO - WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. **Background reading material on intellectual property**. WIPO publication nº659, Geneve, 1988.

WIPO - WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. **IPC oficial web site**. Disponível em: http://www.wipo.int/classifications/ipc/ipc8/?lang=en. Acesso em: fev. 2009.

XU, Q.; ZHOU, Q.; MEDINA, C.; CHANG, G. K.; ROZYCKI, D. K. Experimental and numerical analysis of a waterproofing adhesive layer used on concrete-bridge decks. **International Journal of Adhesion & Adhesives**, v.29, p.525–534, 2009.

ANEXO A – CORPORAÇÕES QUE MAIS INVESTEM EM INOVAÇÃO

Segue-se o perfil das corporações que mais investem em inovação em adesivos e selantes aplicados à construção, segundo o levantamento mostrado na subseção 6.3.4 .

- 3M

A 3M Company (também conhecida como *Minnesota Mining and Manufacturing Company*) é um grupo econômico multinacional norte-americano fundado em 1902 no estado de Minnesota, região dos Grandes Lagos, nos Estados Unidos. As atividades foram iniciadas com a exploração de depósitos de minérios, mas a exploração das minas provou ser de pouco valor e a nova empresa de mineração e de manufatura de Minnesota rapidamente transferiu-se para a cidade de Duluth em 1905, para concentrar suas atividades na fabricação de abrasivos. Anos após, novos investidores foram atraídos pela 3M, transferindo a empresa para a cidade de Saint Paul, capital do estado de Minesota, em 1910. As inovações técnicas e de marketing começaram a produzir bons resultados, e em 1916, a companhia pagou seu primeiro lucro de 6 centavos de dólar por ação.

Em 2008, a 3M obteve 25 bilhões de dólares em vendas globais, sendo 16,1 bilhões (64% do total da companhia) com vendas internacionais (com exceção dos EUA). Possui operações em mais de 60 países, com vendas de seus produtos em quase 200 países e emprega 79.000 funcionários no mundo todo.

As inovações recentes da 3M incluem o bloco de recados Post-it® Super Sticky, a fita adesiva transparente Scotch®, películas ópticas para televisões LCD e uma nova família de produtos de limpeza Scotch-Brite, que proporcionam aos consumidores o poder de limpeza ideal e inteligente.

A 3M opera com tecnologias diversificadas, organizando suas unidades de negócios em 6 grandes mercados: consumo e escritório; *display* e comunicação gráfica; elétricos e comunicações; cuidados com a saúde; industrial e de transportes; e de produtos e serviços para proteção, segurança e limpeza.

No mercado de construção a 3M atua em fundação/estrutura/instalações, fachada e áreas comuns e acabamento interno (3M, 2010).

- Bridgestone

Bridgestone é um conglomerado japonês da indústria da borracha. Fundada na cidade de Kurume em 1931, a Bridgestone inicialmente dedicava-se a abastecer a máquina de guerra do Japão na Segunda Guerra Mundial. Com o fim do conflito, a companhia cresceu e se expandiu internacionalmente, abrindo sua primeira fábrica fora do Japão em Singapura, no ano de 1965.

Em 1988 a companhia assumiu o controle da Firestone, então a segunda maior dos Estados Unidos. A união das duas empresas pioneiras no segmento resultou em uma forte corporação mundial, hoje a maior fabricante mundial de pneus.

Além da produção de pneus, a Bridgestone atua ainda com produtos diversificados: produtos químicos e industriais (materiais anti-vibração e isolantes de ruído, produtos de espuma de poliuretano, materiais elétricos, produtos de borracha industrial, materiais de construção e outros produtos); artigos esportivos (bolas de golfe, tacos de golfe, tênis e outros produtos) e bicicletas. Em 2008, a venda de pneus representou 81% e a de produtos diversificados representou 19%.

A Bridgestone teve vendas totais de US$ 29,7 bilhões em 2007. Emprega 134 mil funcionários no mundo e mantém operações em 26 países, com 182 fábricas, das quais

76 são de pneus e processos relacionados, 20 são de matérias-primas e 86 são de produtos diversos.

No setor da construção civil, a Firestone Building Products, uma divisão da Bridgestone, produz sistemas de impermeabilização e isolamento termo-acústico para coberturas de edifícios comerciais e industriais e também para canais de irrigação e lagos ornamentais. O Estádio Olímpico João Havelange, localizado no Rio de Janeiro, Brasil, foi realizado com o sistema de impermeabilização Firestone ULTRAPLY TPO 45 mils (BRIDGESTONE, 2010).

- PPG Industries

Em 1883, o capitão John Ford e John B. Pitcairn estabeleceu o Pittsburgh Plate Glass Company (PPG). A PPG se tornou o primeiro produtor de vidro plano de alta qualidade de sucesso comercial nos Estados Unidos. Também foi a primeira fábrica de vidro plano do mundo a abastecer fornos de fusão com gás natural localmente produzido. Essa inovação rapidamente estimulou o uso generalizado de gás de queima limpa como combustível industrial.

A PPG é um fornecedor global de tintas, revestimentos, produtos óticos, materiais especiais, produtos químicos, vidro e fibra de vidro. A empresa possui mais de 140 fábricas e opera em mais de 60 países. As vendas em 2008 foram de US$ 15,8 bilhões.

Em 2008, a PPG faz a maior aquisição da sua história - o Grupo SigmaKalon, um produtor mundial de revestimentos, o que acelera a transformação da empresa no foco em revestimentos e produtos especiais.

Quanto à inovação, a PPG vem desenvolvendo, por exemplo, lentes de óculos de plástico fotossensíveis que escurecem automaticamente quando expostas à luz solar, fio

de fibra de vidro destinada a revolucionar o fabrico de placas de circuitos para computadores e outros dispositivos eletrônicos, vidro que se limpa sozinho e verniz automotivo usando nanotecnologia.

Para a indústria da construção, a PPG oferece vidros, janelas, revestimentos e tintas, atendendo ao mercado comercial e residencial, com destaque para os vidros arquitetônicos (PPG, 2010).

- W. R. Grace

Em 1854, William Russell Grace funda a WR Grace & Co., no Peru e posteriormente, em 1865, WR Grace & Co. muda para Nova York, iniciando o comércio triangular com a América do Sul e Europa. No ano de 1954 a empresa adquire a Davison Chemical Company e a Almy Dewey & Chemical Company, além de abrir escritórios no Brasil. Até os dias atuais a Grace vem comprando firmas e abrindo unidades em vários locais do mundo. No ano de 2001 enfrentou problemas nos Estados Unidos devido a uma série de incidentes de contaminação, incluindo a exposição dos trabalhadores e moradores de uma cidade inteira a contaminação por amianto.

Com vendas anuais de mais de US $ 3,3 bilhões, Grace possui cerca de 6.300 funcionários e operações em mais de 40 países.

A Grace é uma fornecedora líder global de catalisadores e outros produtos às refinarias de petróleo; catalisadores para a fabricação de plásticos; base de sílica, engenharia e materiais especiais, para uma ampla gama de aplicações industriais, selantes e revestimentos para alimentos e embalagens de bebidas e produtos químicos especiais, aditivos e materiais de construção para construção comercial e residencial. Assim, a Grace possui dois segmentos operacionais: a Grace Davison, que fornece

especialidades químicas, materiais e tecnologias de formulação, e Grace Construction Products, que produz materiais especiais de construção, sistemas e serviços que reforçam, melhoram e protegem as estruturas.

O segmento operacional da Grace, denominado Grace Construction Products oferece uma ampla gama de produtos químicos e materiais inovadores para a construção especializada, abrangendo misturas e fibras de concreto, aditivos para processamento de cimento, produtos de alvenaria de concreto, sistemas para impermeabilização estrutural e produtos de proteção contra incêndio. Ainda oferece membranas de alto desempenho para telhados e selantes flexíveis para janelas, portas, pavimentos e áreas de detalhes do telhado. Os materiais da Grace Residential Building são reconhecidos pelo LEED e satisfazem as orientações para edifício verde (GRACE, 2010).

- The Dow Chemical Company

The Dow Chemical Company é uma empresa multinacional norte-americana com sede em Midland, Michigan, fundada em 1897 pelo químico canadense Herbert Henry Dow, inventor de um método de extração do bromo. Enquanto que a primeira empresa vendia apenas lixívia e brometo de potássio, a Dow atualmente é uma companhia química diversificada que atua com produtos e soluções em quatro grandes áreas: químicos, plásticos, automotivos e agricultura.

Em 2008, a Dow teve vendas anuais de 57.4 bilhões de dólares e empregou cerca de 46.000 pessoas no mundo. A companhia possui 150 fábricas em 35 países e produz cerca de 3.300 produtos. Em 1 de abril de 2009, a Dow adquiriu a Rohm and Haas Company, uma companhia global de materiais especializados com vendas de 10 bilhões

de dólares em 2008, contendo 98 fábricas em 30 países e aproximadamente 15.000 funcionários no mundo todo.

Para a Dow, a inovação é a melhor forma de atingir sua missão como empresa, que é a de melhorar constantemente o que é essencial ao desenvolvimento humano, pelo domínio da ciência e da tecnologia. Como parte de suas iniciativas de sustentabilidade, a Dow integra o Programa de Atuação Responsável (Responsible Care®), que tem como princípio garantir o máximo cuidado com a segurança, desde a fabricação ao descarte de resíduos químicos

O amplo portfólio da Dow atende mercados e aplicações voltados para: agricultura e alimentos; automotivo e transportes; materiais de construção; revestimentos e adesivos; eletroeletrônicos e eletrodomésticos; cuidados/limpeza de tecidos e superfícies; fibras/têxteis e calçados; pisos e móveis; saúde e higiene; petróleo e gás, processamento químico; cuidados pessoais; purificação de água; e fios e cabos.

A Dow atende as mais diversas necessidades do mercado de adesivos e selantes. Os produtos estão distribuídos pelas seguintes aplicações: aditivos; construção civil; filmes; sistemas de poliuretano; resinas; e solventes. Um dos destaques do portfólio é a linha de biocidas, com ação bactericida e fungicida, eles preservam os adesivos e suas matérias-primas da ação de microorganismos (DOW, 2010).

- H. B. Fuller

Foi em 1886, quando Harvey Benjamin Fuller imaginou que o mundo precisava de um adesivo forte, econômico e prático - um adesivo tão versátil que tanto donas de casa como fabricantes poderiam usá-lo. Em 1887, Fuller fundou em St. Paul, Minnesota, a empresa que é seu homônimo, e continuou a procurar novas oportunidades para os seus

adesivos. Alguns destaques são: Fuller cria uma pasta para colar papel de parede, Fuller antecipa as necessidades de alimentação de tropas da Primeira Guerra Mundial e começa a fabricação de colas utilizada pela indústria de conservas, e Fuller apresenta durante a Segunda Guerra Mundial um novo produto que protege as etiquetas em materiais despejados no Pacífico Sul. Em 1984, a H. B. Fuller junta-se à lista da *Fortune 500*. Naquele mesmo ano, a empresa é considerada uma das 100 melhores empresas para se trabalhar na América.

A companhia emprega aproximadamente 3.100 pessoas em 36 países, e seus adesivos, selantes, tintas e outros produtos de especialidades químicas em mais de 100 países. A receita líquida em 2008 totalizou US$ 1,4 bilhões.

A H. B. Fuller fornece adesivos para várias indústrias: componentes de construção, eletrodomésticos, encadernação, selagem de caixas e pacotes, rótulos, portas, envelopes, embalagens flexíveis, calçados, móveis, colchão, têxteis, não-tecidos, tecidos e toalhas. As tecnologias adesivas são: *hot melt*, base aquosa, base solvente e reativo.

A H. B. Fuller fornece adesivos para a indústria de construção, sendo utilizados em painéis exteriores e interiores, madeira e sinteco, fibra de vidro e telhas (HB FULLER, 2010).

- BASF

A BASF é uma empresa de origem alemã, com sede em Ludwigshafen. BASF significa inicialmente *Badische Anilin und Soda-Fabrik* (ou seja, Fábrica de Anilina e Soda de Baden). No Brasil é também proprietária da empresa Suvinil, líder no mercado interno de tintas.

A BASF foi fundada em 1865 por Friedrich Engelhorn para produzir produtos químicos necessários para a produção de corantes, especialmente sódio e ácidos. A BASF foi importante integrante da IG Farben (abreviatura de *Interessen-Gemeinschaft Farbenindustrie AG*) (associação de interesses da indústria de tintas SA), sendo um conglomerado de empresas formado em 1925. A IG Farben deteve um monopólio quase total da produção química na Alemanha Nazista e a sua fundação foi uma reação à derrota da Alemanha na Primeira Guerra Mundial. Antes da guerra, as empresas de tintas alemãs tinham uma posição dominante no mercado mundial, que perderam durante o conflito. Uma solução para reganhar essa posição foi através da fusão.

Possui cerca de 385 unidades de produção, distribuídas em 39 países, com cerca de 105.000 empregados e conduz negócios com clientes em mais de 170 nações. Em 2009, a BASF registrou vendas de 50,7 bilhões de euros e lucro de itens especiais de aproximadamente 4,9 bilhões de euros.

Com um portfólio de 8.000 produtos, a empresa atende os segmentos de química, plásticos, produtos de performance, produtos funcionais, agricultura e petróleo e gás. No segmento de produtos químicos, a BASF fornece produtos para os clientes na indústria química, eletrônica, construção, têxtil, automobilística, farmacêutica e agrícola, bem como muitos outros. O portfólio abrange desde produtos químicos de base, colas e produtos eletrônicos para as indústrias de semicondutores e de células solares, até os solventes e plastificantes, bem como as matérias-primas para produtos como detergentes, plásticos, fibras têxteis, tintas e vernizes e produtos farmacêuticos.

A divisão de produtos químicos de construção da BASF oferece misturas de concreto, argamassas para proteção e reparo de estrutura de concreto, adesivos para

cerâmicas, sistemas de impermeabilização e isolamento, bem como pisos industriais e esportivos (BASF, 2010).

- E-Z Taping

A E-Z Taping System é uma empresa privada dedicada ao mercado de construção, na categoria de papel revestido e laminado. Foi criada em 1995, nos Estados Unidos. É estimado que esta empresa tenha um faturamento anual de 1 a 2,5 milhões de dólares e que empregue uma equipe de até 4 pessoas (MANTA, 2010). O *site* da E-Z Taping System foca em propaganda de seus produtos e manuais e vídeos para ensinar como aplicá-los.

A E-Z Taping fabrica fitas auto-adesivas, fitas adesivas anti-chama e fitas adesivas para parede seca de gesso (*drywall*) (E-Z TAPING, 2010).

ANEXO B – ARTIGOS CIENTÍFICOS

A seguir encontram-se resumidos cada um dos artigos científicos selecionados, organizados por ordem alfabética do último nome do primeiro autor.

- ANDERBERG e WADSÖ (2008) estudaram a degradação de adesivos de pavimentos sujeitos a diferentes valores de pH. Estes adesivos em substratos de cimento podem degradar em alto pH, levando a emissões de substâncias que emitem cheiro e prejudicam a qualidade do ar em ambientes fechados. As reações do cimento geram alta concentração de íons hidróxido na solução do poro, que em contato com materiais orgânicos, a umidade alcalina pode causar a degradação e a formação de produtos que emitem odor (compostos orgânicos voláteis) 2-etil-hexanol e butanol a partir de adesivos hidrolisados baseados em poli(butil acrilato-co-2-etil-hexil acrilato). Os pesquisadores utilizaram dois adesivos de base aquosa para pavimento, sendo um deles baseado em poli(butil acrilato-co-2-etil-hexil acrilato), e o outro é um adesivo de "baixa emissão" baseado em poli(etileno-co-vinil acetato) (EVA). Tanto os resultados calorimétricos como as observações visuais mostraram reações similares nos dois adesivos. O adesivo de baixa emissão não é resistente a ambiente alcalino e ambos os tipos degradam em ambientes de alto pH.
- BLANDINI (2007) descreve o uso de adesivos estruturais para o *design* de coberturas de vidro na arquitetura. O uso de vidro em estruturas na forma de concha como material transparente não só adequado na arquitetura moderna, mas também para restauração de prédios históricos. Graças às juntas adesivas é possível obter estruturas de vidro em forma de concha sem usar armação ou

conexão metálica, aumentando o grau de transparência. Os adesivos testados foram acrílicos, epóxis e poliuretanos, que demonstraram comportamento satisfatório sob diferentes temperaturas e cargas, além de excelente qualidade estética e eficiência estrutural.

- BROUGHTON e HUTCHINSON (2001) realizaram uma revisão sobre sistemas adesivos para conexões estruturais em madeira, seja em reparo ou aplicações em novas construções. Os reparos de estruturas de madeira podem ser necessários por uma variedade de razões, incluindo dano acidental devido a sobrecarga dos membros estruturais; entrada de umidade levando ao ataque de fungos, insetos; problemas causados por diferentes madeiras; danos por incêndio. Os reparos envolvem várias combinações de resinas epóxi com componentes metálicos ou não-metálicos na forma de pratos ou barras. As resinas podem ser usadas tanto na forma de adesivo estrutural como argamassa de volume para substituir seções danificadas da madeira. Nos experimentos foram empregados madeira compensada e adesivos 2 partes curáveis a temperatura ambiente: cinco tipos de epóxi, dois de acrílicos, um poliuretano e um fenol-resorcinol-formaldeído. Todos os adesivos epóxis demonstraram desempenho satisfatório, enquanto que os demais tiveram baixo desempenho e produziram falha coesiva e adesiva.
- BUYL (2001) faz uma revisão na literatura sobre os métodos de preparo de silicones e seus usos, ressaltando os selantes e adesivos estruturais aplicados na construção civil, sendo que os selantes 100% de silicone mostram excelente resistência. As propriedades dos selantes de promover uma barreira a fatores ambientais como umidade, chuvas direcionadas, água pressurizada, areia e poeira

são alcançadas quando os selantes são capazes de absorver movimentos da junta sem danificar os substratos ou a si próprios. Fachadas de vidro se tornaram possíveis graças ao desenvolvimento do selante de silicone e do vidro estrutural. A tecnologia do vidro estrutural usando selantes de silicone tem respondido melhor às exigências impostas pelos arquitetos: resistência mecânica, estabilidade, segurança sob condições normais e em caso de fogo, proteção contra barulho e redução do consumo de energia nas edificações, além de requisitos em relação a higiene, saúde e meio ambiente. Enfim, os silicones são usados em muitas aplicações devido a sua estabilidade, baixa tensão superficial e ausência de toxicidade.

- CHEW (2000a) elaborou uma revisão sobre os defeitos e os movimentos da junta selante em revestimentos de parede de concreto (fachadas de edificações) sob condições tropicais. No projeto e na construção de revestimentos de paredes, a acomodação de movimentos devido à natureza do material e ao ambiente é uma questão vital no que diz respeito à durabilidade, especialmente lidando com sistemas compósitos. Segundo este pesquisador, um sistema efetivo contribui para proteger a edificação das intempéries e previne a infiltração de água e ar. A degradação do selante pode ser definida como um processo de deterioração resultante de efeitos combinados de radiação atmosférica, calor, oxigênio, água, microrganismos e outros fatores. Os modos de degradação do selante são: degradação térmica, mecânica, biológica, hidrolítica, por radiação de luz ultravioleta e visível e por reação química.

- CHEW (2000b) estudou o desenvolvimento de técnicas de teste *on site* não destrutivas para avaliação do desempenho de selantes em fachadas de construções. A evolução da arquitetura moderna representa uma tendência crescente do uso de selantes elastoméricos tais como silicone, polissulfeto e poliuretano, pois são polímeros que permitem um *design* mais criativo e são capazes de acomodar vibrações mecânicas, movimentos térmicos, expansões e contrações decorrentes da variação de teor de água. Desta forma, a integridade da edificação é mantida devido às propriedades elastoméricas dos selantes, as quais evitam a infiltração de água e ar.
- CHEW (2001a) testou 13 selantes de alto desempenho comumente usados em fachadas (constituídos de polissulfeto, poliuretano e silicone), sendo curados sob condições controladas e testados durante um período de 5 meses. A significância das características de cura dos selantes elastoméricos durante e após a instalação tem atraído muita atenção, já que o nível de interação das cadeias poliméricas durante o processo de cura está diretamente relacionado com a força, capacidade de movimento e recobrimento elástico do material (ou seja, habilidade do selante em acomodar o movimento de juntas sem falhar adesivamente ou coesivamente). A cura completa pode variar desde 2 semanas até alguns meses.
- CHEW (2004) propôs e testou um novo método envolvendo exposição prolongada ao calor e água para verificar a capacidade de movimento de selantes de poliuretano sob condições tropicais. A metodologia empregou selantes de poliuretano formulados e comparados com os selantes de poliuretano comerciais, que possuem aplicações em: (i) concreto, revestimento externo, fachadas, etc. e (ii)

plantas de tratamento de água e esgoto, reservatório de água, *seawall* (paredes de contenção à beira-mar). A metodologia de acelerar artificialmente o intemperismo foi uma boa representação para condições tropicais. A composição de poliuretano formulada mostrou que a combinação de poliéster hidrofóbico, agente absorvente de água, anti-oxidante e silicone aumentou significativamente a retenção da capacidade de movimento contra água e calor, os dois fatores majoritários de climas tropicais.

- CHEW e colaboradores (2001b) aplicaram a espectroscopia de reflexão interna ou refletância total atenuada (ATR) para caracterização de estrutura química de formulações de poliuretano empregadas como selantes de fachadas. O clima tropical, com suas elevadas temperaturas e freqüentes chuvas, torna-se prejudicial para o desempenho das juntas selantes em fachadas de construções. Os selantes quando instalados *on site* estão sujeitos a várias formas de estresse e deformação. O calor e a água podem exercer modificações físicas e químicas no selante. A alta temperatura fornece energia suficiente para ocorrerem adicionais ligações na cadeia polimérica, fenômeno conhecido como “pós-cura”. Os silicones são teoricamente o tipo de selantes mais estáveis devido a suas ligações Si-C e Si-O, que possuem energias maiores que a ligação C-C, normalmente encontrada no selante de poliuretano. Já a água pode provocar mudanças físicas no selante como inchamento ou mudanças químicas como a introdução de reação hidrolítica na cadeia polimérica.
- CHEW e colaboradores (2004b) simularam condições tropicais (tais como temperatura, chuvas, retenção de água e luz do sol) e movimentos de contração e

dilatação do alumínio em juntas selantes sob mudança de temperatura. O movimento simulado das juntas foi alcançado por meio do alto nível de extensão e contração do alumínio sob mudança de temperatura. Este artigo discute um método científico quantitativo para simular condições de intemperismo enfrentadas pelos selantes presentes em construções localizados nos trópicos. Foram empregados nos testes selantes de poliuretano 1 e 2 partes.

- CHEW e ZHOU (2002) perceberam que falha coesiva em selantes de poliuretano comerciais atuais pode aumentar se submetidos a condições extremas de combinação de água e calor. Os autores propuseram uma nova formulação selante de poliuretano 2 componentes exclusivamente resistente a falha coesiva sobre prolongada combinação de água e calor, condições de degradação das juntas selantes em condições tropicais, especialmente o caso de juntas de construção horizontais como aquelas presentes em pavimento de auto-estradas, pontes e aeroportos. Todas estas juntas conectam grandes placas de construção, estando assim sujeitas a amplos movimentos causados por mudanças de temperatura e absorção de água, como ocorre em aeroportos nos trópicos por estarem sujeitos às ameaças da combinação de água e calor.
- CHINO e colaboradores (2009) estudaram a emissão de compostos químicos provenientes da decomposição de ésteres contidos em pavimentos de PVC e adesivo. Recentemente tem sido reportado que a “síndrome do edifício doente” ou *sick building syndrome* (conjunto de doenças originadas ou estimuladas pela contaminação do ar nestes espaços fechados) pode ser causada pela emissão de compostos químicos a partir de materiais de construção, mesmo a baixas

concentrações. O objetivo deste estudo é clarificar as condições e o mecanismo anterior a emissão de 2-etil-1-hexanol (2E1H) a partir de pavimentos de construções, já que o 2E1H é uma das causas de odores internos e da "síndrome do edifício doente". A poluição do ar interno por 2E1H foi identificada não só na Europa, mas também no Japão. É conhecida emissão de 2E1H a partir de materiais de construção de PVC, que incluem o plastificante di-2-etil-hexil-ftalato (DEHP), um éster que produz através da reação de oxidação o 2E1H e o ácido ftálico. O DEHP incluído no material de pisos de PVC é hidrolisado sob condições alcalinas derivadas das lajes de concreto que contém cimento, e por isso, considera-se que a emissão de 2E1H é o resultado da água com alto valor de pH em lajes de concreto reagindo com compostos contendo o grupo 2-etil-1-hexil no adesivo. Foram realizadas medidas de emissão a partir de seis adesivos (borracha de estireno-butadieno e emulsões acrílicas) aplicados a chapa de vidro e medidas de emissão em sistemas de pavimento de PVC, além de análises químicas dos polímeros e monômeros nos adesivos e hidrólise das resinas nos adesivos. Alguns adesivos e pisos de PVC emitiram 2E1H por si próprios. O 2E1H estava incluso em alguns adesivos porque é usado para sintetizar certos polímeros e o solvente, e a hidrólise de polímeros e monômeros residuais no adesivo causou a emissão de 2E1H. Os autores concluíram que as emissões de compostos orgânicos voláteis podem ser prevenidas pela cuidadosa seleção dos materiais de construção disponíveis com baixas taxas de emissão primária e com matérias-primas identificadas.

- ÇOLAK e demais pesquisadores (2007) publicaram um estudo sobre os efeitos do processo vapor em algumas propriedades de partículas de eucalipto coladas com adesivos de uréia-formaldeído (UF) e de melamina-uréia-formaldeído (MUF). As árvores de eucalipto crescem rapidamente, podendo ter o papel principal no balanço entre o fornecimento e a demanda crescente por madeira, entretanto altas razões de contração e expansão e diferentes propriedades nos três eixos da madeira causam estresse na madeira durante a secagem, restringindo a área usável. Geralmente o desempenho da madeira de eucalipto é afetado intensamente e negativamente quando resinas do tipo fenólica são usadas como agente de união, devido a duas causas: (i) o rápido pH que retarda a cura do adesivo em contato e (ii) a quebra das paredes das células do eucalipto no processo de manufatura.
- DING e LIU (2006) avaliaram a durabilidade dos selantes de construção silicone e poliuretano através de testes de intemperismo acelerado (exposição ao calor de 80ºC e à radiação ultravioleta) e análises térmicas. É bem conhecido que calor, ultravioleta e irradiação de alta energia degradam os selantes. Foram investigados os efeitos do calor e da radiação ultravioleta nas propriedades mecânicas, estrutura molecular e durabilidade por 5000 h de envelhecimento sob condições severas.
- DING et al. (2006) realizaram testes de envelhecimento acelerado em dois selantes látex acrílicos 1 componente a diferentes temperaturas e exposição em UV com o objetivo de investigar a correlação entre as propriedades mecânicas e a sensitividade do selante durante o envelhecimento. O selante acrílico para a construção é um tipo de selante látex com elasticidade e plasticidade consistindo

de emulsão de copolímero de acrílico, agente tensoativo, agente plastificante, agente modificador, cargas e pigmentos. Este selante tem sido muito usado em juntas de placas de concreto, estuque, janelas e decoração residencial. Os autores verificaram que a reação de cura por volatilização da água domina no período inicial de envelhecimento e degradação térmica e que a fotólise aumenta suavemente após 3000 h.

- DRY (2000) se interessou em reduzir a permeabilidade de concreto através do encapsulamento e da liberação interna de adesivos, selantes e produtos químicos impermeáveis à água. O método convencional de reduzir as fissuras utiliza o reforço de fibras. A permeabilidade pode ser reduzida por meio de selantes e substâncias impermeáveis à água ou através da existência de poros menores. Este estudo combina, então, as fibras e selantes/adesivos (metil metacrilato) para liberação interna de produtos químicos a partir de fibras ocas, a fim de reparar as fissuras e preencher os vazios na matriz cimentosa.
- FRIGONE e colaboradores (2006) investigaram a força de união de adesivos do tipo epóxi usados na indústria de construção e sua eficiência quando ligados a elementos de concreto. A presença de água nos materiais compósitos pode iniciar mudanças estruturais indesejáveis na matriz, no reforço com fibra e na interface concreto/matriz. A umidade é provavelmente o mais perigoso agente ambiental para os adesivos epóxis usados em aplicações de construção civil. A sorção de água pode grandemente influenciar as propriedades físicas do polímero termorrígido e seus compósitos, pois a água entra na resina por difusão ou capilaridade provocando rachaduras ou hidrólise. A maioria dos adesivos

modernos não é facilmente hidrolisável, mostrando boa resistência química à água. Os autores realizaram testes para caracterizar o comportamento de degradação de adesivos epóxis unidos a elementos de concreto quando expostos a água, e finalmente determinaram a adequação de resinas epóxi como adesivos para unir elementos de concreto em tais condições agressivas.

- HAAG e colaboradores (2004) estudaram o uso de adesivo de polissacarídeo produzido por fermentação microbiana para aplicações em madeira. O mercado de adesivos para madeira é muito grande e são significantes os problemas devido à volatilidade de compostos orgânicos voláteis e produtos químicos tóxicos. Além disso, os adesivos usados em produtos de madeira são derivados do petróleo (fenol-formaldeído, poliuretano, polivinil acetato). Estes pesquisadores testaram adesivos de polissacarídeos, livres de compostos orgânicos voláteis e/ou de derivados de petróleo, para uso no mercado de produtos de madeira em quatro tipos de substrato de madeira e comparou o seu desempenho com adesivos de PSA e polissacarídeos disponíveis comercialmente. Foi verificado que os adesivos de polissacarídeo são fortes sob condições de umidade moderada devido a estrutura do polissacarídeo e demonstraram potencial uso como adesivo para aplicações em madeira.
- HAAG e colaboradores (2006) descrevem outro adesivo de polissacarídeo extracelular e seu derivado parcialmente acetilado para emprego em madeira e compósitos de madeira, úteis para a indústria da construção e moveleira. Os adesivos produzidos a partir de fontes biológicas são ambientalmente corretos e biodegradáveis, ou seja, adesivos baseados em recursos renováveis e produzidos

pela fermentação microbiológica. Mas eles têm aplicações limitadas devido a sensibilidade à umidade, instabilidade térmica ou dificuldades de processamento. Os polissacarídeos são uma classe diversificada de polímeros naturais com unidades repetidas de um ou mais monossacarídeos unidos por grupos acetal. Os grupos funcionais são éteres e hidroxilas, que devido a sua natureza polar e aptidão por pontes de hidrogênio, fornecem forte adesão a superfícies de alta energia como a madeira. Além disso, o alto peso molecular dos polissacarídeos impacta em substancial força coesiva, necessária a utilização do adesivo.

- HOVAN (2001) constatou o crescimento rápido do uso de materiais compósitos em aplicações arquitetônicas. Seu estudo explica como adesivos estruturais simplificam processos de fabricação em aplicações de compósitos nas indústrias de construção e marinha. O uso de adesivos estruturais, especialmente os adesivos de metacrilato, possui como maior das vantagens a sua habilidade de unir a maioria dos materiais com pouca ou nenhuma preparação da superfície. Materiais compósitos reforçados com fibra baseados em resinas poliméricas termorrígidas têm sido uma alternativa para renovação de estruturas da construção civil, no entanto, estas aplicações podem ter sua durabilidade afetada por movimentos repetidos de cargas, ambiente aquoso (alta umidade atmosférica, água do mar, chuva ácida), mudanças na temperatura, deteriorações químicas e ambiente alcalino nas proximidades do cimento Portland.
- HUTCHINSON e IGLAUER (2006) investigaram a adesão entre a espuma polimérica de forro e o selante para aplicação em juntas em construções através de testes de pegajosidade e de força de adesão. Juntas seladas típicas compreendem

um selante elastomérico, espuma polimérica de forro e os lados da junta correspondendo painéis de revestimento. Para preencher os vazios ou junções entre estes painéis são geralmente aplicados *in-situ* selantes elastoméricos para selar espaços vazios e acomodar movimentos. Na indústria da construção, as espumas são dispersões gás-sólido baseadas em polímeros de polietileno (PE) ou poliuretano (PU), o selante é um material viscoelásticoe o substrato normalmente compreende alumínio ou concreto. No estudo foram utilizados 5 selantes (silicone 1-parte, poliuretano 1-parte, silicone modificado 1-parte, polissulfeto multi-partes, silicone modificado multi-partes e poliéter) e 6 espumas de PE e 6 de PU. Os selantes são categorizados em 1 parte (curam sob influência da umidade) ou múltiplas partes (cura induzida por catalisador ou inciador depois que os componentes são misturados ou por reações de condensação sem catalisador). Os resultados mostraram que as juntas com espuma de PU tiveram melhor resistência à fadiga e tempo de duração. A espuma pode influenciar significativamente o desempenho da junta selante.

- ISHIKAWA e outros (2005) se preocuparam com a questão da reciclagem dos rejeitos da indústria da construção e desenvolveram uma nova forma de tecnologia adesiva que possibilita unir materiais de construção e separá-los por simples aquecimento acima de 100ºC. Os autores formularam adesivos separáveis do tipo elastômero (compreendendo resina de poliéter com terminação silil, resina de poliéter, agente desidratante, carga inogânica e partículas termicamente expansíveis) e do tipo emulsão (compreendendo resina de poliacetato de vinila modificada, resina de poliuretano, resina poliacrílica e partículas termicamente

expansíveis), ambas usadas em banheiro, cozinha, etc. Pontes de hidrogênio e forças intermoleculares são as principais forças presentes na junta adesiva, então um método que aumente a distância intermolecular enfraquece esta união. No momento da reciclagem as partículas sofrem expansão térmica por aquecimento, a distância intermolecular aumenta e conseqüentemente as forças de união são reduzidas e as junções podem ser separadas. É importante que os adesivos separáveis sejam flexíveis o suficiente para que não atrapalhem a expansão térmica e que a ligação adesiva seja tão forte como em adesivos convencionais. A tecnologia de fabricação é igual àquela dos adesivos convencionais e o tempo de aquecimento para a separação de materiais combinados é bem menor, o que a torna eficiente não só pelo desempenho (adesão e separação), mas também pela fabricação e custo.

- JÄRNSTRÖM e outros (2008) mediram em laboratório as taxas de emissão de compostos orgânicos voláteis (COVs) e de amônia provenientes de seis materiais de PVC e quatro adesivos, e compararam com as taxas de emissão medidas no local das estruturas completas. As emissões de poluentes em ambientes interiores são contribuintes importantes para a qualidade do ar interno, assim como elevadas concentrações de compostos químicos podem causar efeitos adversos a saúde e desconforto. Emissões oriundas de estruturas de construção são afetadas pelo ambiente devido a sorção, hidrólise e oxidação que podem levar a produção de emissões secundárias. A partir de PVC são emitidos compostos orgânicos voláteis e semivoláteis, que incluem plastificantes, resíduos de solvente, monômeros não-reagidos e produtos de degradação secundária. Os testes mostraram que os

adesivos aumentaram as emissões de COVs na estrutura completa, éteres e ésteres de glicol estão abundantemente presentes em emissões de estruturas de PVC e adesivos simples, e todos os materiais de PVC emitiram 2-etil-1-hexanol.

- KIM (2009) desenvolveu adesivos ambientalmente corretos para aplicar em pisos de madeira usando tanino natural a fim de reduzir a emissão de formaldeído e compostos orgânicos voláteis (COVs) oriundos de adesivos usados entre madeira compensada e painel de fibra de madeira. Muitos pisos de madeira contendo resinas baseadas em formaldeído liberam vapores de formaldeído, causando irritação nos olhos e no trato respiratório superior. Resinas de formaldeído têm excelente adesão, e por isso, são extensivamente usadas em produtos do lar. Várias folhas finas de madeira são unidas com resina de uréia-formaldeído (UF) para produzir compensados de madeira e painéis de fibra de madeira. Tanino é uma excelente fonte renovável que pode ser usada em substituição aos compostos fenólicos derivados de petróleo. Nos experimentos, acetato de polivinila (PVAc) foi adicionado ao adesivo de tanino natural (proveniente da árvore *Acacia mearnsii*) nas proporções de 5, 10, 20 e 30% para aumentar a viscosidade. Os adesivos híbridos de tanino/PVAc mostraram força adesiva maior que os adesivos de tanino natural. A emissão de formaldeído foi similar no adesivo natural e no híbrido. No caso do adesivo híbrido, a adição de PVAc resultou em leve aumento de missão de formaldeído e de COVs. Em conclusão, adesivos híbridos de tanino/PVAc foram aplicados com sucesso na superfície de pisos de madeira como adesivos ambientalmente corretos.

- LI et al. (2009) estudaram os efeitos de parâmetros de processamento sobre propriedades mecânicas e de imersão em água de painéis de fibra de madeira contendo adesivo de proteína de soja. Painéis de fibra de madeira de média densidade são principalmente usados para aplicações industriais, tais como, mobília, materiais de construção e pisos laminados de madeira devido aos seus bons aspectos econômicos e mecânicos. Adesivos baseados em formaldeído são usados na fabricação de painéis de fibras de madeira, no entanto, as desvantagens de se usar estas resinas são que elas contêm compostos orgânicos voláteis perigosos à saúde humana e que as fontes de matéria-prima para a produção de formaldeído estão limitadas. A proteína da soja é um material abundante e renovável, que constitui uma alternativa às resinas baseadas em formaldeído. Neste estudo, a proteína de soja foi modificada com dodecil sulfato de sódio na preparação do adesivo para o painel de madeira e foram utilizados modelos de regressão de segunda ordem para estudar as propriedades mecânicas e de imersão em água.
- MASSON e outros (2005) mediram as temperaturas de selante betuminoso em vários pontos quando aplicados em estradas de concreto-asfalto. Os selantes são aplicados a quente e ainda pouco se conhece sobre o controle e as variações da temperatura durante instalações, assim como seus efeitos nas propriedades e desempenho. Os selantes betuminosos são aplicados nas estradas de concreto-asfalto to evitar a entrada de água e detritos na estrutura da rodovia, assim retardando a degradação e estendendo o tempo de serviço do pavimento. As

temperaturas dos selantes foram obtidas por três medidores comuns durante a instalação e comparadas com as temperaturas de instalação sugeridas.

- MODERA et al. (2002) testaram em dois grandes edifícios comerciais uma tecnologia que sela simultaneamente dutos e mede a área efetiva de vazamento dos dutos. A tecnologia é baseada na injeção de uma névoa de partículas selantes (polímero vinílico) na forma de aerossol dentro do sistema do duto pressurizado, que bloqueia todas as aberturas do duto. A economia de energia elétrica pela eliminação de vazamento dos dutos de sistema de calefação, ventilação e ar condicionado em edifícios comerciais é na ordem de 10 kWh/m^2 por ano.
- PASTERNAK e colaboradores (2004) relatam que adesivos estruturais não eram aplicados em estruturas feitas de aço, mas os autores demonstram que estes adesivos são eficientes, podendo ser usados em substituição às técnicas de união comumente realizadas em peças de aço (parafusos ou soldas) ou em combinação com estas técnicas. Foram realizados vários testes de conexões adesivas utilizando adesivos de 1 parte (resina de acrilato) e 2 partes (resina epóxi e amina) sob diferentes cargas e também testes de conexões combinando a união mecânica (rebites) e a adesiva. Os autores concluíram que as conexões adesivas apresentam resistência e dureza, mas a segurança pode ser aumentada com o uso de rebites.
- UYSAL (2005) comparou os efeitos de dilatação e de resistência ao cisalhamento de painéis de madeira laminada (LVL) com adesivos de acetato de polivinila, de poliuretano, de uréia-formaldeído e de fenol-formaldeído. A madeira é um material higroscópico, e, portanto as suas dimensões flutuam de acordo com a umidade

relativa, influenciando na efetividade da madeira como material de construção. Painéis de LVL, como compensado, são fabricados utilizando diferente resinas sintéticas, dependendo onde serão empregados. Mesmo juntas simples de madeira coladas apresentam estresses de encolhimento e expansão nas peças unidas se não estão sujeitas a condições de umidade idênticas.

- XU e colaboradores (2009) publicaram um artigo descrevendo o comportamento de camada adesiva impermeável à água usada entre pavimento de ponte de concreto e revestimento de concreto-asfalto. Os materiais adesivos são usados em novas construções ou na restauração de pavimentos de pontes. Para prevenir o problema de fratura do revestimento, geralmente causado pela carga de veículos e pelo efeito de mudança de condições ambientais, uma camada adesiva impermeável à água é colocada como uma intercamada entre o pavimento da ponte e o revestimento de concreto-asfalto, evitando a água e aumentando a adesão na interface. A camada de adesivo impermeável à água usada é composta de fibra de poliéster imersa e revestida por asfalto modificado. O modelo de elemento finito tridimensional foi desenvolvido para analisar a tensão de cisalhamento e tração em resposta à carga de veículos.

ANEXO C – PATENTES CONCEDIDAS

A seguir encontram-se cada uma das patentes selecionadas resumidas, organizadas por ordem decrescente de numeração:

- US7638007 (depósito em 13/08/2004): descreve método para unir ou reparar substrato tendo uma primeira superfície e um objeto tendo uma segunda superfície, sendo especialmente efetivo para unir membranas de cobertura, membrana de cobertura a substratos e componentes de junção de dutos. O adesivo curável 1 ou 2 partes contém complexo iniciador de organoborano amina e um ou mais monômeros, oligômeros, polímeros ou mistura destes tendo insaturação olefínica capaz de polimerizar via radical livre. A invenção fornece um processo econômico e que forma fortes juntas entre artigos termoplásticos (especialmente poliolefina) com baixas emissões de compostos orgânicos voláteis.
- US7520948 (depositada em 22/03/2005): refere-se a revestimento de superfícies, tais como aplicações de ladrilhos em pisos de edificações. É pleiteado o método de preparo de uma superfície (p. ex. pavimento, parede, teto) para receber um revestimento (cerâmica, azulejo, ladrilho, pedra, estuque, tapete, papel, tinta). O método compreende unir uma face de um elemento não-tecido (folhas planas feitas de fibras) à superfície usando um adesivo (epóxis, colas *hot melt*, cimentos de contato, colas de tapete, acetatos de polivinila, adesivos de: latex, silicone, acrílicos, cianoacrilatos ou combinações destes) e aplicar a face oposta do elemento não-tecido uma composição cimentosa (qualquer adesivo, argamassa ou outra combinação de substâncias adequadas para a fixação) para receber o revestimento.

- US7416599 (depósito em 10/12/2004): refere-se a composições de revestimento (*clean primer*) resistentes à abrasão aplicadas em vidro ou plástico para posterior união a adesivos de poliuretano. No quadro reivindicatório é pleiteada a composição de revestimento, o sistema de colagem de vidro a substrato e o método de colagem. A composição compreende um ou mais organotitanatos ou organozirconatos tendo quatro ligantes, um ou mais mercaptossilanos, um ou mais poliaminossilanos, um ou mais aminossilanos secundários e um solvente volátil (hidrocarbonetos aromáticos, alifáticos e alcoóis de baixo peso molecular e glicóis). O sistema para unir vidro ao substrato contém a referida composição e um adesivo compreendendo um pré-polímero de isocianato funcional (poliuretano) e um catalisador. O método compreende a aplicação da referida composição à superfície do vidro ou plástico, a aplicação do adesivo de poliisocianato e o contato do substrato de vidro ou plástico revestido com o adesivo. A instalação de vidro tipicamente envolve três etapas (aplicação de *clear silane primer*, de *black-out primer* e de adesivo) e o sistema da invenção não aplica o *black-out primer*, fornece adesão durável e não requer longo tempo entre as aplicações do *primer* e do adesivo.
- US7297756 (depositada em 21/06/2001): refere-se a adesivos *hot melt* baseados em poliaminoamida e seu uso na selagem de cavidades e fendas em solos, formações rochosas, minas, estruturas de construção (túneis, galerias, cavernas) e/ou paredes com o intuito de fornecer proteção contra a penetração de líquidos ou gases contendo substâncias perigosas. As poliaminoamidas são preparadas a partir dos seguintes componentes: ácidos graxos diméricos ou poliméricos, ácidos

monocarboxílicos C14-C18, ácidos dicarboxílicos C4-C12 e aminas. Os adesivos da invenção não contêm constituintes tóxicos e têm viscosidade suficientemente baixa a temperaturas de 190 a 200ºC para então serem injetados em alvenaria ou formações rochosas em volume suficiente pelo uso de bombas, penetrando nas fissuras e poros durante o processo de injeção.

- US6915573 (depositada em 13/01/2003): reivindica método de anexar componentes de reforço estruturais a portas que se dobram ao subir sem a necessidade de fixadores mecânicos. O uso de adesivos de cura rápida (*hot melt*) leva a perda de adesão se as portas são expostas a ambientes de elevada temperatura existentes em climas mais quentes. Como alternativa, os adesivos estruturais de cura lenta não se deterioram em temperaturas elevadas, mas podem levar até uma semana para curar. Desta forma, os sistemas adesivos da invenção não são *hot melt* e nem se deterioram em ambientes de alta temperatura. O método de anexar componentes ao painel da porta seccional inclui as etapas: fabricação do painel, preparação do componente para fixação, distribuir o primeiro adesivo (fluido de cura relativamente rápida) na superfície onde o painel e o componente serão unidos, colocá-los em determinada posição de juntar, e distribuir o segundo adesivo (fluido estrutural) na superfície onde o painel e o componente estão em contato. O adesivo de cura rápida (polietileno) é usado para estabelecer a posição inicial e o adesivo estrutural (poliuretano) é usado para fornecer uma ligação permanente.
- US6911103 (depositada em 15/10/2002): apresenta composição elastomérica termoplástica com excelente resistência a permeação de vapor e resistência a

deformação por calor, vidro isolante usando a composição como material selante e separador, processo para a produção de vidro isolante e bocal para a produção do vidro isolante. A composição é produzida a partir de resina termoplástica (poliolefina) e borracha tendo permeabilidade ao vapor de água menor ou igual a 300 g/m^2.24h quando reticulados, sendo que a composição tem uma fase de dispersão formada da composição da borracha que é dinamicamente reticulada a fase contínua da resina termoplástica.

- US6901712 (depositada em 28/03/2003): relata folha de barreira de ar e umidade, mas permeável a vapor de água, que pode ser usada em superfícies estruturais de construções compreendendo a membrana de barreira de ar e umidade que é permeável a vapor de água e um adesivo aplicado em um dos lados da membrana. A membrana (filme microporoso), embora seja permeável a vapor de água, é impermeável a ar e umidade, funcionando como uma barreira contra a infiltração de líquidos como as chuvas de vento quando usada em paredes e coberturas, e pode ser instalada sem o uso de fixadores mecânicos. O adesivo pode ser *hot melt*, base solvente ou água ou outros tipos tais como polímeros curados por UV.
- US6861141 (depositada em 22/08/2002): refere-se a adesão de olho-de-gato ao pavimento (asfalto, concreto). Os adesivos normalmente usados são os sensíveis a pressão e têm a finalidade de prevenir o deslocamento dos sinalizadores. A composição adesiva inclui o produto da reação de monômero éster de ácido acrílico de álcool monohídrico, monômero apolar etilenicamente insaturado e monômero polar etilenicamente insaturado. A composição pleiteada é 32% de

polibutadieno, 8% de copolímero de estireno-butadieno, 40% de promotor de pegajosidade alfa-pineno e 10% de promotor de pegajosidade hidrocarboneto.

- US6849143 (depositada em 12/08/2003): reivindica método de colocação de revestimento flexível em piso. O revestimento compreende uma camada de PVC de espessura 0,7 mm e uma camada superficial de filme de poliuretano com propriedades de resistência ao desgaste, abrasão e UV. As duas camadas são unidas a frio no local. O método envolve as etapas de: colocar e colar a primeira camada na superfície do piso a ser coberto, aplicar uma camada de mástique - formado no local pela mistura de endurecedor (baseado em isocianato alifático) e resina de poliuretano alifático de base aquosa - sobre a primeira camada do piso, colocação da segunda camada de piso, colocar a segunda camada e pressioná-la contra a borda da primeira camada que inclui o mástique causando a expulsão do excesso de mástique e remover o excesso de mástique pela lavagem com água.
- US6794001 (depositada em 25/07/2002): trata de sistema de piso laminado ou de madeira de lei com melhorada resistência nos rejuntes que não é suscetível a danos causados por umidade entre as juntas dos painéis de piso conectados e que evita a aplicação desigual de adesivo nos rejuntes. Ainda fornece um sistema adesivo facilmente ativado no momento da instalação, permanece inativo antes da instalação e que fornece junções fortes e resistentes à água. O painel de piso tem pelo menos duas bordas, em que pelo menos uma borda tem uma primeira composição de adesivo e a segunda borda tem uma segunda composição de adesivo. A primeira composição de adesivo compreende pelo menos um polímero de acetato reticulável e pelo menos um polímero solúvel em água. A segunda

composição adesiva compreende pelo menos um polímero de acetato não-reticulável, pelo menos um polímero solúvel em água e pelo menos um agente reticulante. A primeira e a segunda composições de adesivo presentes nas bordas entram em contato de painéis opostos.

- US6767630 (depósito em 06/04/2001): revela uma folha adesiva compreendendo uma camada de base, uma camada protetora disposta na superfície frontal e uma camada adesiva (adesivo sensível a pressão ou calor ou adesivo *hot melt*) disposta sobre a superfície traseira da camada de base, e adicionalmente compreende uma camada de amortecedor compreendendo um elastômero disposto entre a camada base e a camada protetora. A camada protetora compreende um modificador de sua superfície, uma resina curada e partículas de óxido inorgânico. A folha adesiva tem alta resistência a abrasão e é adequada para uso como folha adesiva de pavimentação para propostas de decoração ou proteção da superfície de piso de edificações. O adesivo PSA pode ser poliacrilato, poliuretano, poliolefina e poliéster. Também é pleiteada uma estrutura coberta de superfície de piso que compreende o piso da edificação e a dita folha adesiva aderida ao piso.
- US6759110 (depósito em 15/08/2000): aborda um forro capaz de ser colocado em íntimo contato com um adesivo PSA e subseqüentemente removido sem danificar a camada adesiva do artigo gráfico. O forro contém estruturas (saliências) acima do plano da superfície com lado fazendo ângulo de 30 a 50º. O forro é tipicamente um papel coberto de polímero com revestimento de silicone liberável. O adesivo pode ser disperso em água ou solvente ou *hot melt* ou polimerizável com fonte de energia como calor, radiação UV e outras. O adesivo PSA inclui preferencialmente

acrílicos, borrachas, acetato de polivinila, silicone, etc. O artigo gráfico pode ser de vários materiais, por exemplo, filmes poliméricos, placas de metal, cerâmica, folhas de espuma e folhas retrorefletivas.

- US6749705 (depositada em 15/11/2001): fornece composição adesiva e folhas de gesso. Folhas de gesso são vastamente usadas em construção para formar paredes e tetos de quartos e outros. A invenção mostra uma formulação adesiva capaz de aumentar a eficiência e a estabilidade de longo prazo de construções. O adesivo a base água compreende acetato de vinil etileno e/ou propileno e álcool polivinílico. O adesivo ainda compreende carga (argila). Preferencialmente o adesivo é espumado. A folha de gesso compreende um núcleo de concreto aerado e duas superfícies maiores, em que pelo menos uma destas superfícies é colada ao núcleo com o adesivo espumado.
- US6709539 (depósito em 07/08/2001): fornece composições de adesivo de poliuretano 1 parte que curam na presença de umidade e o método de unir dois elementos utilizando o adesivo. A invenção resolve a necessidade de obter um adesivo 1 parte que possa resistir a colisões. O adesivo de poliuretano 1 parte compreende o pré-polímero de poliuretano da invenção e um catalisador capaz de catalisar a reação de isocianato com água. O adesivo é útil na colagem de materiais porosos e não porosos, especialmente na colagem de vidro em esquadrias das janelas.
- US6699576 (depositada em 24/10/2001): trata de material de construção (painéis) tendo um acabamento exterior melhorado que seja resistente ao intemperismo. O material de construção compreende um substrato de material de construção, filme

de flúor-hidrocarboneto e uma camada de adesivo de cura rápida que não libera compostos orgânicos voláteis, posicionado entre o substrato e o filme. O substrato de material de construção tem em sua superfície exterior grupos funcionais hidroxila e compreende um material reforçado de fibra (cimento de fibra), um material metálico, plástico ou de madeira. Preferencialmente, o sistema adesivo compreende composição de adesivo de poliuretano ou poliuréia de um componente incluindo composto de isocianato reativo e um ou mais catalisadores. O filme de flúor-hidrocarboneto compreende fluoreto de polivinila.

- US6656557 (depositada em 12/06/2001): descreve (i) membrana de impermeabilização que pode ser usada em parede, piso, *deck*, etc. que não deteriora devido a hidrólise e (ii) método de fabricação de tal membrana de menor custo e tempo total. A membrana de impermeabilização inclui um filme de resina sintética impermeável à água no qual um adesivo betuminoso é suportado e um forro removível disposto na superfície oposta do adesivo. O método compreende aumentar a temperatura do adesivo betuminoso (o adesivo se torna um líquido viscoso), cobrir pelo menos uma superfície do filme de resina sintético com o adesivo e resfriar.
- US6656319 (depósito em 25/10/2000): apresenta artigos adesivos e métodos de aplicá-los e ativá-los por meio de aplicação de fluido para que os adesivos possam aderir ao substrato. Preferivelmente, os substratos são dispositivos de trânsito, tais como cones, que recebem a aplicação adesiva de uma folha de um material retrofletivo para aumentar a visibilidade do tráfego à noite ou em outras situações de baixa visibilidade. O sistema adesivo consiste na combinação de adesivo

(borrachas, poliacrilatos, poliolefinas e silicones) e protrusões (partículas ou fibras), que auxiliam o correto posicionamento do adesivo, e a aplicação de fluido (água ou surfactante) também contribui para o posicionamento do adesivo. A vantagem deste sistema adesivo é que não é necessária pressão para ativar o adesivo, contrastando com os sistemas convencionais que incluem a distribuição aleatória de microesferas de vidro porosas que requerem a aplicação de pressão para esmagar as microesferas e permitir o contato e a formação de forte ligação do adesivo.

- US6551425 (depositada em 08/01/2001): revela uma junta auto-adesiva de espuma reforçada compreendendo um forro tendo uma superfície superior removível, uma camada de adesivo sensível a pressão (baseado em borracha ou 100% sólido como silicone) aplicado à superfície, uma camada de filme polimérico flexível (preferencialmente de poliéster) aplicada à camada de adesivo PSA e uma camada de espuma flexível (preferencialmente de PVC) termicamente ligada à camada de filme polimérico flexível. O forro é removido e a calafetagem é aderida em torno de umbrais de portas, esquadrias de janelas, etc. para selar contra vento, barulho e umidade.
- US6548164 (depósito em 19/04/2000): relata folhas altamente refletivas e duráveis que têm uma camada refletiva e uma camada adjacente de adesivo sensível à pressão (preferivelmente acrílico) que inclui um agente de união organofuncional (silano organofuncional) e microesferas de polímero (preferivelmente de acrilato). O relatório descritivo menciona que, embora agentes de união de silano sejam conhecidos na adesão entre materiais orgânicos e inorgânicos, a sua incorporação

em adesivo sensível a pressão resulta em melhor união da camada refletiva e em melhor remoção do artigo ao qual está aderido. Estas folhas podem ser usadas para identificação retrorefletiva (como decalque em veículos de polícia ou bombeiros), sinalização de trânsito em estradas (por exemplo para sinalização de obras na pista ou desvio de rota) e propagandas retrofletivas e refletivas (em fachadas de lojas).

- US6545068 (depositada em 09/02/2000): aborda composição de argamassa para ancoragem de elementos estruturais, formações rochosas e tetos de minas compreendendo um primeiro componente, um segundo componente e uma substância compressível. O primeiro componente consiste em peróxido, água e um particulado sólido; o segundo componente consiste em um polímero, um agente de reticulação e um particulado sólido; e o primeiro e/ou o segundo componente podem adicionalmente conter açúcar. O polímero preferencialmente inclui unidades repetidas de etileno glicol, propileno glicol, dietileno glicol ou combinações destes; anidro maleico, ftálico ou combinações destes; ou combinações destes dois grupos. A substância compressível pode ser nitrogênio, oxigênio, ar, dióxido de carbono, borracha de espuma, argônio e combinações de dois ou mais destes. Esta composição retém firmeza ou rigidez por razoáveis período de tempo e custo.
- US6538060 (depositada em 27/06/2001): relata a geração *in situ* e a incorporação de polímeros de poliuretano gerados em uma matriz de material betuminoso. As composições interpenetrantes de poliuretano elastomérico compreendem: material betuminoso (asfalto, asfalto de alto desempenho, alcatrão de carvão), poliol, agente de cura e isocianato. O método de preparo destas composições envolve as

etapas de: aquecer o material betuminoso a pelo menos a temperatura de fusão, adicionar a mistura de poliol, misturar o material betuminoso aquecido e os polióis para formar a mistura reagente, adicionar o isocianato à mistura reagente imediatamente antes de aplicar à superfície e permitir a cura da dita composição após aplicá-la à superfície. Estas composições sem solventes e cargas são aplicadas como revestimento e selante para uma variedade de aplicações, incluindo telhados, coberturas, novas aplicações a prova d'água. A invenção consiste em uma nova modificação de materiais betuminosos com poliuretano formando composições mais fortes, fáceis de aplicar e menos caras que as misturas convencionais de pré-polímeros de poliuretano com material betuminoso.

- US6506466 (depositada em 12/09/2000): apresenta uma fita adesiva impermeável a vapor utilizada em construção de telhados. O adesivo de uma face compreende uma fita flexível impermeável a vapor com largura entre 40 e 100 cm e cada uma das duas bordas tem uma fita adesiva de uma face impermeável a vapor, sendo que cada uma das fitas adesivas de uma face impermeável a vapor possui em seu lado adesivo um meio protetor que pode ser puxado pra fora separadamente e que previne adesão indesejada das fitas adesivas.
- US6451398 (depositada em 02/02/2000): descreve um auto-adesivo dupla face de fita de espuma reforçada compreendendo folha removível com superfícies superior e inferior, uma primeira camada de adesivo sensível a pressão (PSA) aplicado sobre a superfície superior da folha removível, uma camada de filme polimérico flexível (preferencialmente de poliéster) aplicado sobre a primeira camada de PSA, uma camada de espuma flexível (preferencialmente de PVC) termicamente unida a

camada de filme polimérico, e uma segunda camada de PSA aplicado sobre a camada de espuma flexível. O PSA é preferencialmente baseado em borracha ou 100% sólido (como os baseados em silicone). O produto é usado em construção, janelas e aplicações em casa (suportes de montagem).

- US6413606 (depositada em 20/03/2000): relata fitas adesivas de papel para acabamento de juntas de parede *drywall*, que se diferenciam do estado da técnica pelo fato de que: (i) a fita de *drywall* com seção transversal não-uniforme inclui uma porção central de maior espessura com a finalidade de ocupar as depressões entre as folhas e cantos adjacentes com a porção espessa da fita aplicada sobre a junção e (ii) a fita utiliza adesivo de iúca (espécie de planta da América) pré-aplicado para reduzir o tempo e materiais necessários para o acabamento e aumentar a união entre a fita e as folhas de *drywall*.
- US6403678 (depositada em 26/07/2000): reivindica um adesivo químico de ancoragem presente em uma corda alongável e flexível. A corda de adesivo químico de ancoragem é útil em aplicações de construção pesada e pode ser cortada em qualquer comprimento desejável no local da construção de acordo com o tamanho e profundidade necessários. A referida corda contém duas partes: a primeira parte (resina) compreende resina epóxi e cargas particuladas e a segunda parte (agente de cura) compreende compostos de amina e cargas particuladas, sendo que as duas partes são unidas ao longo da interface. O adesivo de duas partes é altamente viscoso.
- US6381918 (depositada em 31/07/2001): apresenta um adesivo base água para parede de gesso (*wallboard*), empregada na construção de residências que inclui

água, ligante (emulsão de polivinil acetato) e carga particulada (sólido não reativo, por exemplo, carbonato de cálcio). Assim é possível reduzir ou eliminar o uso de fixadores (grampos, parafusos ou pregos) na parede de gesso, mantendo alta taxa de produção. Em especial, a composição adesiva inclui 39-48% de emulsão de polivinil acetato, 9-12% de plastificante, 39-47% de carga particulada e 0,5-1,2% de aguarrás.

ANEXO D – PEDIDOS DE PATENTE

A seguir encontram-se cada um dos pedidos de patente selecionados resumidos, organizados por ordem decrescente de numeração:

- US20090304956 (depósito em 18/12/2006): apresenta composição de adesivo/selante 2 componentes consistindo de um componente ligante e um componente de agente de cura misturados na razão de 2:1 a 1:2. O adesivo/selante é adequado para uso como selante secundário nas regiões de borda (beirada) de vidros isolantes e/ou para unir as unidades de vidro isolante na esquadria da janela, preenchendo espaços periféricos entre regiões de canto do vidro isolante e fechando o isolamento do vidro. Também são reivindicados o método de fornecer selagem secundária nos cantos de vidros isolantes, unidades de vidro múltiplos isolantes e a janela preparados por este método.
- US20090233034 (depósito em 11/11/2007): trata de sistema de aplicação de adesivo de cerâmica de paredes e pisos, compreendendo uma folha removível de material plástico (PVC) e o adesivo disposto como calhas paralelas sobre a folha, sendo que a folha removível é descolada das calhas do adesivo após a aplicação deste na área a ser aderida pela cerâmica. O adesivo é o convencionalmente usado para cerâmicas, de composição tal que a sua viscosidade reduz quando é aplicado a superfície e quando em contato com a água, incluindo pelo menos um agente de modificador de viscosidade (tal como um modificador de reologia poliacrílico) e um promotor de pegajosidade.
- US20090077921 (depósito em 06/07/2006): relata uma fita adesiva estrutural útil para aplicações de vidro estrutural (vidro isolante e parede de vidro)

compreendendo o suporte de espuma de silicone e a composição adesiva aplicada em lados opostos do suporte de espuma de silicone. A composição de adesivo curável pode ser qualquer composição de silicone estrutural conhecida do estado da arte, de reação de condensação curável. O pedido de patente pleiteia a unidade de parede de vidro, o método de anexar o adesivo estrutural e o PSA estrutural. A unidade de parede de vidro compreende uma esquadria metálica, o painel de vidro e a dita fita de adesivo estrutural interposta entre a esquadria e o painel de vidro, sendo estruturalmente anexado painel de vidro a esquadria.

- US20080006363 (depósito em 05/07/2006): relata adesivos para cobertura e método de aplicação do adesivo por borrifamento. Pleiteia método para assegurar isolamento de cobertura e membranas elastoméricas com composição de adesivo de uretano curável pela umidade que compreende borrifar a dita composição adesiva a uma taxa entre 10 e 18 g/ft^2. O sistema isolante compreende cobertura, uma ou mais camadas isolantes e uma membrana elastomérica. As coberturas podem ser de concreto ou metal. As camadas isolantes podem ser formadas a partir de uma ou mais camadas de isocianurato, fibra de madeira, compensado, placa de gesso ou perlita. A membrana elastomérica cobre a cobertura e a(s) camada(s) isolante(s) e podem ser formadas a partir de monômero dieno propileno etileno (EPSMs), cloreto de polivinila (PVC) ou membrana do tipo poliolefina termoplástica. As vantagens da invenção incluem melhora na estética, menor tempo de cura e menos trabalho.
- US20070240808 (depósito em 14/06/2007): refere-se a uma composição útil como adesivo para unir vidro em edificações, em que o adesivo demonstra alto módulo e

propriedades não condutivas e que pode ser aplicado em várias condições ambientais. A composição contém um ou mais pré-polímeros baseados em poliéter de isocianato, um ou mais pré-polímeros baseados em poliéster de isocianato, um ou mais poliisocianatos, negro de fumo e catalisador(es) para a reação de isocianatos com grupos hidroxila. Esta composição pode unir uma variedade de substratos, por exemplo, plásticos, vidro, madeira, cerâmica, metal, substratos revestidos (plásticos com revestimento resistente à abrasão).

- US20070039679 (depósito em 19/08/2005): pleiteia processo para unir coberturas de pisos não-cerâmicos (tapetes ou pisos de madeira) ao substrato (pavimento) por meio de um adesivo aquoso, sem solventes orgânicos ou plastificantes, que compreende um polímero sintético como um ligante, e o adesivo compreende grupos silano hidrolizáveis. O polímero está na forma de dispersão aquosa obtida por polimerização de adição via radical livre.
- US20050284338 (depósito em 01/06/2004): apresenta materiais isolantes contendo adesivo *hot melt* e elementos discretos, sendo que o adesivo *hot melt* tem uma viscosidade menor que 400 cp a 350ºC. Os elementos discretos podem ser de material fibroso, granular, *pellet*, aglomerado, agregado ou mistura destes, sendo que os materiais inorgânicos são preferidos (fibra de vidro, lã de rocha, lã mineral, asbestos e misturas destes). O adesivo *hot melt* deve ser suficientemente fluido para uma boa atomização e ao mesmo tempo deve solidificar rapidamente para fornecer estrutura ao material tendo elementos discretos durante o isolamento. O adesivo *hot melt* de poliolefina amorfa compreende mais que 5% de cera. O

método de instalar o material de isolamento compreende as etapas de fornecer o material contendo elementos discretos e de ativar a poliolefina amorfa.

- US20040238097 (depósito em 30/05/2003): descreve conjunto e método de aderir componentes de coberturas para formar uma superfície à prova d'água, em que pelo menos uma das superfícies é granular. O conjunto de componente para aderir cobertura compreende uma camada betuminosa tendo duas superfícies maiores e uma folha removível em contato com uma das superfícies maiores da camada de betume e então o conjunto pode ser usado para aderir a superfície de um primeiro componente à superfície de um segundo componente da cobertura com a camada de betume. Preferivelmente é usada uma composição de betume modificado de estireno-butadieno contendo: 40 a 75% de betume, 4 a 18% de polímero estireno-butadieno-estireno, 2 a 18% de polímero dibloco de estireno butadieno, 0,1 a 12% de óleo de processo naftênico hidrotratado, 0,1 a 9% de resina de hidrocarboneto C5-C9, 1 a 20% de carga e 0,1 a 1% de anti-oxidante.
- US20040194881 (depósito em 04/04/2003): relata composição de adesivo *hot melt* curável por umidade que possui boa força inicial, excelente adesão e que fornece força mecânica ajustável que facilita a remoção do vidro de portas e janelas em esquadrias feitas de vinil, alumínio, madeira e fibra de vidro. A composição de adesivo *hot melt* curável por umidade compreende isocianato multifuncional, um ou mais dióis ou tri óis poliméricos, reagente monofuncional polimérico ou não e pelo menos um termoplástico funcional ou não.
- US20040188016 (depósito em 07/04/2004): reivindica método de colar janela em uma estrutura que compreende a aplicação em uma janela ou esquadria uma

composição adesiva contendo: a) (i) poliuretano ou poliéter de trialcóxisilano e carboxilato de dialquiltitânio ou alcolato de dialquiltitânio; ou (ii) poliuretano ou poliéter de dialcóxisilano e alcolato de dialquiltitânio; e b) amina secundária de cadeia linear de alquil trialcóxisilano. A composição de adesivo silano funcional para unir vidro ao substrato é capaz de ser usada sem a necessidade de um *primer*.

- US2003007041 (depósito em 15/05/2002): descreve adesivo de poliuretano útil para unir superfícies porosas e não-porosas, especialmente vidro. Ambos polímeros de poliuretano de 1 ou 2 partes são conhecidos para colar uma variedade de substratos, incluindo vidro e metal. O adesivo de poliuretano 1-parte inclui pelo menos um pré-polímero que é baseado em pelo menos um poliol termoplástico. O pré-polímero de uretano pode ser formado pelo produto da reação entre um ou mais poliisociantos, preferencialmente diisocianto; um ou mais poliéterpolióis líquidos; e um ou mais poliéster-polióis. A composição de adesivo 1-parte inclui um pré-polímero de poliuretano termoplástico e com funcionalidade isocianato com teor de isocianato de 0,6 a 3,5% (peso); e um ou mais catalisadores. O pré-polímero termoplástico tem um tempo de trabalho (6 a 15 minutos) que permite a troca do vidro.