ROADMAP TECNOLÓGICO DE ADESIVOS ESTRUTURAIS, SUSTENTÁVEIS E DE ALTO DESEMPENHO

Karina Golfetto Freitas de Amorim

Dissertação de Mestrado

Orientadoras

Profª. Suzana Borschiver, D.Sc

Profª. Maria Antonieta Peixoto Gimenes Couto, D.Sc

Fevereiro de 2017

ROADMAP TECNOLÓGICO DE ADESIVOS ESTRUTURAIS, SUSTENTÁVEIS E DE ALTO DESEMPENHO

Karina Golfetto Freitas de Amorim

Dissertação de Mestrado submetida ao Corpo Docente do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos da Escola de Química, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientadoras:
Suzana Borschiver, DSc
Maria Antonieta Peixoto Gimenes Couto, DSc

Rio de Janeiro, RJ – Brasil
Fevereiro de 2017

CIP - Catalogação na Publicação

GA524r

Golfetto Freitas de Amorim, Karina
Roadmap Tecnológico em Adesivos Estruturais, Sustentáveis e de Alto Desempenho / Karina Golfetto Freitas de Amorim. -- Rio de Janeiro, 2017.
234 f.

Orientadora: Suzana Borschiver.
Coorientadora: Maria Antonieta Peixoto Gimenes Couto.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, 2017.

1. Roadmap Tecnológico. 2. Prospecção Tecnológica. 3. Adesivos Estruturais. 4. Adesivos Sustentáveis. 5. Adesivos de Alto Desempenho. I. Borschiver, Suzana, orient. II. Peixoto Gimenes Couto, Maria Antonieta, coorient. III. Título.

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UFRJ com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

ROADMAP TECNOLÓGICO DE ADESIVOS ESTRUTURAIS, SUSTENTÁVEIS E DE ALTO DESEMPENHO

Karina Golfetto Freitas de Amorim

Dissertação de Mestrado submetida ao Corpo Docente do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos da Escola de Química, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências.

Aprovado por:

Carlos Augusto Guimarães Perlingeiro, DSc

Luiz André Felizardo Schlittler, DSc

Élcio Ribeiro Borges, DSc

Orientado por:

Suzana Borschiver, DSc

Maria Antonieta Peixoto Gimenes Couto, DSc

Rio de Janeiro, RJ – Brasil
Fevereiro de 2017

Aos meus pais que me ensinaram a nunca desistir de sonhos grandes
e sempre acreditar que o impossível é alcançável.
Dedico.

Agradecimentos

Agradeço à minha família, principalmente à minha mãe, Cristina, que sempre acreditou no meu potencial e esteve presente nos melhores e piores momentos; e ao meu pai, Antonio, que me ensinou a nunca desistir e sempre persistir nos meus objetivos, por mais que eles pareçam impossíveis. Sem o apoio e o carinho de vocês, jamais seria capaz de chegar tão longe. Devo a vocês não somente esse diploma, como também todas as minhas grandes conquistas.

Agradeço à minha avó, Anna, que cuidou de mim desde pequena e sempre deu muito carinho e amor nos momentos mais tensos dessa jornada, e a minha prima, Duda, por todo companheirismo e parceria, se tornando uma irmã mais nova, que tive a honra de aprender inúmeras lições de vida.

Agradeço às minhas orientadoras Suzana Borschiver e Maria Antonieta Peixoto Gimenes Couto, por todo apoio, dedicação e ensinamentos durante essa trajetória que culminou na produção deste trabalho. Agradeço também a toda equipe do Núcleo de Estudos Industriais e Tecnológicos, por toda colaboração, em especial à Isabela Oliver e à Giulia Pontes.

Agradeço às minhas amigas Sara, Rafinha, Rafa, Tissi, Ligia, Nikolle e Thatha por nunca me deixarem desistir e insistirem na ideia que eu seria capaz de aguentar todas as dificuldades do mestrado. Obrigada por toda terça-feira me acalmarem e fazerem com que eu suportasse todas as situações inusitadas. Obrigada por todos os dias fazerem dessa jornada mais tranquila e amigável.

Agradeço a toda equipe da Stone Pagamentos por terem apoiado meus estudos e entenderem minhas necessidades. Obrigada por terem me ajudado quando não podia estar presente e principalmente durante nossa rotina do dia a dia, não me deixando desistir.

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a conclusão dessa fase da minha vida. Todo carinho, cumplicidade, amor e parceria serão lembrados eternamente. Não há agradecimentos que consigam expressar meu sentimento de gratidão por tudo e por todos nesses anos na Universidade do Brasil, mas tenham certeza que minhas memórias sempre serão marcadas por vocês, afinal, esses foram os melhores anos de nossas vidas.

“You only live once, but if you do it right, once is enough”.

Mae West.

RESUMO

Amorim, Karina Golfetto Freitas de. ***Roadmap* Tecnológico de Adesivos Estruturais, Sustentáveis e de Alto Desempenho.** Orientadoras: Profª Suzana Borschiver e Profª Maria Antonieta Peixoto Gimenes Couto. Dissertação de Mestrado. Programada de Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

Adesivos são substâncias que apresentam aderência e capacidade de manter materiais unidos pela ligação das superfícies, com ampla utilização no mercado em diferentes áreas. Adesivos Estruturais formam ligações que suportam cargas, com elevados níveis de resistência e desempenho. Adesivos Sustentáveis são uma resposta à demanda dos consumidores e da indústria na última década, que buscam por produtos renováveis e que minimizem o impacto ao meio ambiente. Adesivos de Alto Desempenho aliam qualidade e diversidade com intensificação das propriedades positivas em relação aos custos, ao tempo e ao desempenho. Em uma primeira etapa, foi realizada uma prospecção de informações da mídia especializada, de artigos científicos e de patentes depositadas e concedidas no tema "Adesivos Estruturais, Sustentáveis e de Alto Desempenho" para a elaboração de um *Roadmap* Tecnológico. A busca de artigos foi realizada na base de dados *Scopus* e a, de patentes, nas bases *USPTO* e INPI. As principais palavras-chave foram "*structural adhesives*", "*sustainable adhesives*" e "*high performance adhesives*" no horizonte temporal de 2009 a 2015. Foram analisados um total de 258 documentos. Na elaboração do *Roadmap*, as informações foram alocadas a Mercado-Produto-Tecnologia em horizontes de Estágio Atual (*sites* especializados de empresas do setor e artigos de tecnologias sedimentadas), Curto (patentes concedidas), Médio (patentes depositadas) e Longo Prazo (artigos de tecnologias emergentes ou portadoras de futuro). Na avaliação pós-*Roadmap*, mediante análises verticais e horizontais, buscou-se identificar correlações, similaridades e tendências, levando em consideração os *players* e os *drivers* envolvidos. Destacaram-se as empresas *Du Pont, Dow, Henkel* e *3M*, com atividades de P&D ao longo dos diversos estágios temporais. A existência de uma rede relacional entre Universidade, Governo e Indústria mostrou a diversidade dos agentes envolvidos na evolução de novas tecnologias. A partilha de informações e conhecimento é corroborada pela presença de *clusters* de parcerias ou redes de cooperação em todos os estágios de tempo do *Roadmap*. Dessa forma, a presente dissertação contribui para a compreensão mais apurada sobre adesivos no que diz a respeito da dinâmica entre mercado, produto e tecnologia, permitindo assim, um desenvolvimento científico mais direcionado e estrategicamente planejado.

Palavras-chave: *adesivos estruturais, adesivos sustentáveis, adesivos de alto desempenho, Roadmap Tecnológico, empresas, mercado.*

ABSTRACT

Amorim, Karina Golfetto Freitas de. **Technology Roadmap of Structural, Sustainable and High Performance Adhesives.** Orientadoras: Profª Suzana Borschiver e Profª Maria Antonieta Peixoto Gimenes Couto. Dissertação de Mestrado. Programada de Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

Adhesives are substances that have adhesion and ability to hold materials bound by the connection of surfaces, with a large use in the market in different areas. Structural Adhesives form load bearing bonds with strength and high performance. Sustainable Adhesives are a response to consumer and industrial demand over the last decade, which look for renewable and eco-friendly products. High Performance Adhesives combine quality and diversity with enhanced positive properties in terms of costs, time and performance. In a first step, a prospection of information from specialized media, scientific articles and patents applied and granted, in the topic "Structural, Sustainable and High Performance Adhesives", was carried out to elaborate a Technological Roadmap. The search for articles was carried out in the Scopus database and, for patents, in the USPTO and INPI databases. The main keywords were "structural adhesives", "sustainable adhesives" and "high performance adhesives" in the time horizon from 2009 to 2015. 258 documents were analysed. In the preparation of the Roadmap, the information was allocated to Market-Product-Technology in horizons of Current Stage (specialized sites of companies of the sector and articles of sedimented technologies), Short (patents granted), Medium (patents applied) and Long Term (articles of emerging technologies or future-bearing). In the post-Roadmap evaluation, through vertical and horizontal analyses, it was sought to identify correlations, similarities and tendencies, considering the players and drivers involved. The highlight companies were Du Pont, Dow, Henkel and 3M, with R&D activities throughout the several time periods. The existence of a relational network between University, Government and Industry showed the diversity of agents involved in the evolution of new technologies. The sharing of information and knowledge is supported by the presence of partnership clusters or cooperation networks at all stages of the Roadmap. Thus, the present dissertation contributes to a more in-depth understanding of adhesives regarding the dynamics between market, product and technology, thus, allowing a more targeted and strategically planned scientific development.

Keywords: *structural adhesives, sustainable adhesives, high performance adhesives, corporations, players, clusters, technology roadmap.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Organização do Estudo 22
Figura 3.1: Esquema ilustrativo do fenômeno da adesão e coesão de adesivos 27
Figura 3.2: Ligação em aeronaves 31
Figura 3.3: Volume de vendas por grupo de adesivo em 2011 50
Figura 3.4: Mercado de adesivos na China por tecnologia (2012-2020) 51
Figura 4.1: Análise SWOT 60
Figura 4.2: Metodologia *Delphi* 62
Figura 5.1: Série Histórica Geral de Artigos Publicados 75
Figura 5.2: Artigos Publicados por País 76
Figura 5.3: Distribuição dos Adesivos Estruturais por País em Artigos 82
Figura 5.4: Distribuição dos Adesivos Sustentáveis por País em Artigos 83
Figura 5.5: Distribuição dos Adesivos de Alto Desempenho por País em Artigos 83
Figura 5.6: Taxonomia Geral de Artigos Publicados 85
Figura 5.7: Série Histórica para Adesivos Estruturais em Artigos 88
Figura 5.8: Série Histórica para Adesivos Sustentáveis em Artigos 89
Figura 5.9: Série Histórica para Adesivos de Alto Desempenho em Artigos 90
Figura 5.10: "Áreas de Aplicação" de Adesivos Estruturais em Artigos 91
Figura 5.11: "Propriedades" Apresentadas pelos Adesivos Estruturais em Artigos 92
Figura 5.12: "Composição" dos Adesivos Estruturais em Artigos 93
Figura 5.13: "Áreas de Aplicação" de Adesivos Sustentáveis em Artigos 94
Figura 5.14: "Propriedades" Apresentadas pelos Adesivos Sustentáveis em Artigos 95
Figura 5.15: "Composição" dos Adesivos Sustentáveis em Artigos 96
Figura 5.16: "Áreas de Aplicação" dos Adesivos de Alto Desempenho em Artigos 97
Figura 5.17: "Propriedades" Apresentadas pelos Adesivos de Alto Desempenho em Artigos 97
Figura 5.18: "Composição" dos Adesivos de Alto Desempenho em Artigos 98
Figura 5.19: Série Histórica Geral de Patentes Concedidas 100
Figura 5.20: Patentes Concedidas por País 100
Figura 5.21: Distribuição dos Adesivos Estruturais por País em Patentes Concedidas 104
Figura 5.22: Distribuição dos Adesivos Sustentáveis por País em Patentes Concedidas 104
Figura 5.23: Distribuição de Adesivos Alto Desempenho por País em Patentes Concedidas 105
Figura 5.24: Taxonomia Geral para Patentes Concedidas 106

Figura 5.25: Série Histórica para Adesivos Estruturais em Patentes Concedidas 109
Figura 5.26: Série Histórica para Adesivos Sustentáveis em Patentes Concedidas 110
Figura 5.27: Série Histórica para Adesivos de Alto Desempenho em Patentes Concedidas 111
Figura 5.28: "Áreas de Aplicação" dos Adesivos Estruturais em Patentes Concedidas 112
Figura 5.29: "Propriedades" Apresentadas por Adesivos Estruturais em Patentes Concedidas 113
Figura 5.30: "Composição" dos Adesivos Estruturais em Patentes Concedidas 114
Figura 5.31: "Áreas de Aplicação" dos Adesivos Sustentáveis em Patentes Concedidas 114
Figura 5.32: "Propriedades" Apresentadas pelos Adesivos Sustentáveis em Patentes Concedidas 115
Figura 5.33: "Composição" dos Adesivos Sustentáveis em Patentes Concedidas 116
Figura 5.34: "Áreas de Aplicação" dos Adesivos de Alto Desempenho em Patentes Concedidas 116
Figura 5.35: "Propriedades" Apresentadas pelos Adesivos de Alto Desempenho em Patentes Concedidas 117
Figura 5.36: "Composição" dos Adesivos de Alto Desempenho em Patentes Concedidas 117
Figura 5.37: Série Histórica Geral de Patentes Depositadas 119
Figura 5.38: Patentes Depositadas por País 119
Figura 5.39: Distribuição dos Adesivos Estruturais por País em Patentes Depositadas 122
Figura 5.40: Distribuição dos Adesivos Sustentáveis por País em Patentes Depositadas 123
Figura 5.41: Distribuição dos Adesivos de Alto Desempenho por País em Patentes Depositadas 124
Figura 5.42: Taxonomia Geral para Patentes Depositadas 125
Figura 5.43: Série Histórica para Adesivos Estruturais em Patentes Depositadas 128
Figura 5.44: Série Histórica para Adesivos Sustentáveis em Patentes Depositadas 129
Figura 5.45: Série Histórica para Adesivos de Alto Desempenho em Patentes Depositadas 130
Figura 5.46: "Áreas de Aplicação" dos Adesivos Estruturais em Patentes Depositadas 131
Figura 5.47: "Propriedades" Apresentadas pelos Adesivos Estruturais em Patentes Depositadas 132
Figura 5.48: "Composição" dos Adesivos Estruturais em Patentes Depositadas 133
Figura 5.49: "Áreas de Aplicação" dos Adesivos Sustentáveis em Patentes Depositadas 134
Figura 5.50: "Propriedades" Apresentadas pelos Adesivos Sustentáveis em Patentes Depositadas 134

Figura 5.51: “Composição” dos Adesivos Sustentáveis em Patentes Depositadas 135
Figura 5.52: “Áreas de Aplicação” dos Adesivos de Alto Desempenho em Patentes Depositadas 135
Figura 5.53: “Propriedades” Apresentadas pelos Adesivos de Alto Desempenho em Patentes Depositadas 136
Figura 5.54: “Composição” dos Adesivos de Alto Desempenho em Patentes Depositadas 137
Figura 7.1: Modelo Genérico para *Roadmap* 146
Figura 7.2: *Roadmap*: Planejamento de Produtos 147
Figura 7.3: *Roadmap*: Planejamento de Serviços e Capacitações 147
Figura 7.4: *Roadmap*: Planejamento Estratégico 148
Figura 7.5: *Roadmap*: Planejamento de Longo Prazo 149
Figura 7.6: *Roadmap*: Capacitação e Planejamento de Conhecimento 149
Figura 7.7: *Roadmap*: Planejamento de Projeto 150
Figura 7.8: *Roadmap*: Planejamento de Processos 150
Figura 7.9: *Roadmap*: Planejamento Integrado 151
Figura 7.10: *Roadmap* Tecnológico: “Foco do Documento” 153
Figura 7.11: *Roadmap* Tecnológico: “Insumos do Processo” 154
Figura 7.12: *Roadmap* Tecnológico: “Aplicação” 154
Figura 7.13: *Roadmap* Tecnológico: “Tecnologia” 155
Figura 8.1: *Roadmap* Tecnológico completo para Adesivos Estruturais, Sustentáveis e de Alto Desempenho 158
Figura 8.2: *Roadmap* Tecnológico para Adesivos Estruturais, Sustentáveis e de Alto Desempenho: Estágio Atual 161
Figura 8.3: *Roadmap* Tecnológico para Adesivos Estruturais, Sustentáveis e de Alto Desempenho: Curto Prazo 164
Figura 8.4: *Roadmap* Tecnológico para Adesivos Estruturais, Sustentáveis e de Alto Desempenho: Médio Prazo 167
Figura 8.5: *Roadmap* Tecnológico para Adesivos Estruturais, Sustentáveis e de Alto Desempenho: Longo Prazo 170

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1: Propriedades dos Adesivos Estruturais 43
Quadro 3.2: Principais famílias de adesivos, aplicações e participação no mercado mundial48
Quadro 3.3: Empresas com maior número de patentes e sua respectiva participação no mercado 49

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1: Capacidade Instalada de empresas que produzem Adesivos 54
Tabela 3.2: Principais Aspectos dos Adesivos 56
Tabela 4.1: Análise Macro no Excel 65
Tabela 4.2: Análise Meso no Excel 65
Tabela 4.3: Análise Micro no Excel 66
Tabela 4.4: Palavras-chave para Análise de Artigos 67
Tabela 4.5: Palavras-chave para Análise de Patentes Concedidas 69
Tabela 4.6: Palavras-chave para Análise de Patentes Depositadas 71
Tabela 4.7: Palavras-chave para a busca na base INPI 73
Tabela 5.1: Artigos Publicados por Universidade/Centro de Pesquisa 78
Tabela 5.2: Artigos Publicados por Empresas 81
Tabela 5.3: Taxonomia dos Adesivos por Autor em Artigos 87
Tabela 5.4: Patentes Concedidas por Empresa 102
Tabela 5.5: Quantidade de Patentes Concedidas por Empresa em 24/09/2015 103
Tabela 5.6: Taxonomia dos Adesivos por Autor em Patentes Concedidas 108
Tabela 5.7: Patentes Depositadas por Empresa 120
Tabela 5.8: Taxonomia dos Adesivos por Autor em Patentes Depositadas 127
Tabela 5.9: Análise Macro para Adesivos Estruturais 138
Tabela 5.10: Análise Meso e Micro para Adesivos Estruturais 138
Tabela 5.11: Análise Macro para Adesivos Sustentáveis 139
Tabela 5.12: Análise Meso e Micro para Adesivos Sustentáveis 139
Tabela 5.13: Análise Macro para Adesivos de Alto Desempenho 140
Tabela 5.14: Análise Meso e Micro para Adesivos de Alto Desempenho 140
Tabela 7.1: Representação dos tipos de Adesivos no *Roadmap* 155

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIQUIM – Associação Brasileira da Indústria Química

COV – Compostos Orgânicos Voláteis

EIRMA – *European Industrial Research Management Association*

FDM – Modelagem por Deposição Fundida

GM – *General Motors*

IDMEC – Instituto de Engenharia Mecânica, Portugal

INPI – Instituto Nacional da Propriedade Industrial

IPEN - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

KTH – *Royal Institute of Technology, Sweden*

MPa – *Megapascal*

NEITEC – Núcleo de Estudos Industriais e Tecnológicos

NASA – *National Aeronautics and Space Administration*

P&D – Pesquisa & Desenvolvimento

P&G – *Procter and Gamble*

PSA – *Pressure Sensitive Adhesives*

PVA – Acetato de Polivinila

RTM – Modelagem por Deposição de Resina

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

USPTO – *United States Patent and Trademark Office*

SUMÁRIO

Capítulo 1 APRESENTAÇÃO DO TEMA 21
1.1 INTRODUÇÃO 21
1.2 JUSTIFICATIVA 23
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO 24
Capítulo 2 OBJETIVOS 25
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 25
Capítulo 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 26
3.1 DEFINIÇÃO DE ADESIVOS 26
3.2 HISTÓRICO 27
3.3 CLASSIFICAÇÃO DOS ADESIVOS 29
3.3.1 Adesivos de Origem Natural 29
3.3.2 Adesivos Estruturais 30
3.3.3 Adesivos Sustentáveis 31
3.3.4 Adesivos de Alto Desempenho 32
3.4 COMPOSIÇÃO DOS ADESIVOS 32
3.4.1 Adesivos Estruturais 32
3.4.2 Adesivos Sustentáveis 35
3.4.2.1 Adesivo Bioderivados 36
3.4.2.1.1 Adesivos Lignocelulósicos 37
3.4.2.1.2 Adesivos de Óleo de Rícino 39
3.4.2.1.3 Adesivos de Amido 39
3.4.2.1.4 Adesivos de Soja 40
3.4.3 Adesivos de Alto Desempenho 41
3.5 PROPRIEDADES 42
3.5.1 Adesivos Estruturais 42
3.5.2 Adesivos Sustentáveis 43
3.5.3 Adesivos de Alto Desempenho 44
3.6 ÁREAS DE APLICAÇÃO 44
3.7 PROCESSOS E MECANISMOS DE PRODUÇÃO 45
3.8 MERCADO 47
3.8.1 Mercado Brasileiro 51

3.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS 56
Capítulo 4 METODOLOGIA DA PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA 59
4.1 CONCEITOS SOBRE PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA 59
4.2 METODOLOGIA GERAL 64
4.3 METODOLOGIA PARA ANÁLISE DE ARTIGOS 66
4.3.1 Palavras-chave para Artigos 66
4.3.2 Taxonomias para Artigos 68
4.4 METODOLOGIA PARA ANÁLISE DE PATENTES 68
4.4.1 Patentes Concedidas 69
4.4.1.1 Palavras-chave para Patentes Concedidas 69
4.4.1.2 Taxonomias para Patentes Concedidas 70
4.4.2 Patentes Depositadas 71
4.4.2.1 Palavras-chave para Patentes Depositadas 71
4.4.2.2 Taxonomias para Patentes Depositadas 72
4.5 METODOLOGIA DE BUSCA NA BASE INPI 73
Capítulo 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO DA PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA 74
5.1 ANÁLISE DOS ARTIGOS 74
5.1.1 Análise Macro dos Artigos 74
5.1.1.1 Análise dos Adesivos Estruturais por País em Artigos 82
5.1.1.2 Análise dos Adesivos Sustentáveis por País em Artigos 82
5.1.1.3 Análise dos Adesivos de Alto Desempenho por País em Artigos 83
5.1.2 Análise Meso dos Artigos 84
5.1.2.1 Taxonomia dos Adesivos por Autor em Artigos 85
5.1.2.2 Série Histórica das Taxonomias em Artigos 87
5.1.3 Análise Micro dos Artigos 90
5.1.3.1 Adesivos Estruturais em Artigos 91
5.1.3.2 Adesivos Sustentáveis em Artigos 93
5.1.3.3 Adesivos de Alto Desempenho em Artigos 96
5.2 ANÁLISE DAS PATENTES CONCEDIDAS 98
5.2.1 Análise Macro das Patentes Concedidas 98
5.2.1.1 Análise dos Adesivos Estruturais por País em Patentes Concedidas 104
5.2.1.2 Análise dos Adesivos Sustentáveis por País em Patentes Concedidas 104
5.2.1.3 Análise dos Adesivos de Alto Desempenho por País em Patentes Concedidas 105

5.2.2 Análise Meso das Patentes Concedidas 105
5.2.2.1 Taxonomia dos Adesivos por Autor em Patentes Concedidas 107
5.2.2.2 Série Histórica das Taxonomias em Patentes Concedidas 109
5.2.3 Análise Micro das Patentes Concedidas 111
5.2.3.1 Adesivos Estruturais em Patentes Concedidas 112
5.2.3.2 Adesivos Sustentáveis em Patentes Concedidas 114
5.2.3.3 Adesivos de Alto Desempenho em Patentes Concedidas 116
5.3 ANÁLISE DAS PATENTES DEPOSITADAS 118
5.3.1 Análise Macro das Patentes Depositadas 118
5.3.1.1 Análise dos Adesivos Estruturais por País em Patentes Depositadas 122
5.3.1.2 Análise dos Adesivos Sustentáveis por País em Patentes Depositadas 123
5.3.1.3 Análise dos Adesivos de Alto Desempenho por País em Patentes Depositadas 123
5.3.2 Análise Meso das Patentes Depositadas 124
5.3.2.1 Taxonomia dos Adesivos por Autor em Patentes Depositadas 125
5.3.2.2 Série Histórica das Taxonomias em Patentes Depositadas 127
5.3.3 Análise Micro das Patentes Depositadas 130
5.3.3.1 Adesivos Estruturais em Patentes Depositadas 131
5.3.3.2 Adesivos Sustentáveis em Patentes Depositadas 133
5.3.3.3 Adesivos de Alto Desempenho em Patentes Depositadas 135
5.3.4 Resultados da Pesquisa na Base INPI 137
5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS 141
Capítulo 6 CONCLUSÕES DA PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA 142
Capítulo 7 METODOLOGIA DO *ROADMAP* TECNOLÓGICO 144
7.1 CONCEITUAÇÃO DE *ROADMAP* TECNOLÓGICO 144
7.2 CONSTRUÇÃO DO *ROADMAP* TECNOLÓGICO 152
Capítulo 8 RESULTADOS E DISCUSSÃO DO *ROADMAP* TECNOLÓGICO 157
8.1 ESTÁGIO ATUAL 159
8.2 CURTO PRAZO 162
8.3 MÉDIO PRAZO 165
8.4 LONGO PRAZO 168
8.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 171
Capítulo 9 ANÁLISE ESTRATÉGICA PÓS-*ROADMAP* TECNOLÓGICO 172
9.1 ANÁLISE VERTICAL 172

9.1.1 Adesivos Estruturais 172
9.1.1.1 Adesivos Estruturais no Estágio Atual 172
9.1.1.2 Adesivos Estruturais no Curto Prazo 174
9.1.1.3 Adesivos Estruturais no Médio Prazo 175
9.1.1.4 Adesivos Estruturais no Longo Prazo 175
9.1.2 Adesivos Sustentáveis 176
9.1.2.1 Adesivos Sustentáveis no Estágio Atual 176
9.1.2.2 Adesivos Sustentáveis no Curto Prazo 178
9.1.2.3 Adesivos Sustentáveis no Médio Prazo 180
9.1.2.4 Adesivos Sustentáveis no Longo Prazo 181
9.1.3 Adesivos de Alto Desempenho 183
9.1.3.1 Adesivos de Alto Desempenho no Estágio Atual 183
9.1.3.2 Adesivos de Alto Desempenho no Curto Prazo 183
9.1.3.3 Adesivos de Alto Desempenho no Médio Prazo 184
9.1.3.4 Adesivos de Alto Desempenho no Longo Prazo 185
9.2 ANÁLISE HORIZONTAL 185
9.2.1 Adesivos Estruturais 186
9.2.1.1 "Foco do Documento" para Adesivos Estruturais 186
9.2.1.2 "Insumos do Processo" para Adesivos Estruturais 186
9.2.1.3 "Aplicação" para Adesivos Estruturais 186
9.2.1.4 "Tecnologia" para Adesivos Estruturais 186
9.2.2 Adesivos Sustentáveis 187
9.2.2.1 "Foco do Documento" para Adesivos Sustentáveis 187
9.2.2.2 "Insumos do Processo" para Adesivos Sustentáveis 187
9.2.2.3 "Aplicação" para Adesivos Sustentáveis 187
9.2.2.4 "Tecnologia" para Adesivos Sustentáveis 187
9.2.3 Adesivos de Alto Desempenho 188
9.2.3.1 "Foco do Documento" para Adesivos de Alto Desempenho 188
9.2.3.2 "Insumos do Processo" para Adesivos de Alto Desempenho 188
9.2.3.3 "Aplicação" para Adesivos de Alto Desempenho 188
9.2.3.4 "Tecnologia" para Adesivos de Alto Desempenho 188
9.3 ANÁLISE DOS ATORES DO PROCESSO 188
9.3.1 *3M* 189

9.3.2 *Henkel* 190
9.3.3 *Du Pont* 191
9.3.4 *Sika* 192
9.3.5 *SK Energy* 193
9.3.6 *Akzo Nobel* 194
9.3.7 *KTH – Royal Institute of Technology* 195
9.3.8 *Lord Corporation* 196
9.3.9 *Dow Global* 197
9.3.10 *Tesa SE* 198
9.3.11 *Dow Corning* 199
9.3.12 *Oxiteno* 200
9.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS 201
Capítulo 10 CONCLUSÕES DO *ROADMAP* TECNOLÓGICO 203
Capítulo 11 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS 205
REFERÊNCIAS 206
Apêndice A CORPORAÇÕES QUE MAIS ABORDARAM O TEMA ADESIVOS 219
Apêndice B SINOPSE DOS PRINCIPAIS ARTIGOS CIENTÍFICOS 225
Apêndice C SINOPSE DAS PRINCIPAIS PATENTES CONCEDIDAS 229
Apêndice D SINOPSE DAS PRINCIPAIS PATENTES DEPOSITADAS 232

Capítulo 1 APRESENTAÇÃO DO TEMA

1.1 INTRODUÇÃO

Segundo Caruso e Tigre (2004), o sucesso na introdução de novas tecnologias depende fundamentalmente da capacidade das empresas absorverem eficientemente novos equipamentos, sistemas e processos produtivos. Isso inclui a incorporação de novas rotinas, procedimentos e informações técnicas que, para serem efetivamente adotadas, dependem da capacidade dos recursos humanos de transformar informação em conhecimento.

É nesse contexto que surge a Prospecção Tecnológica. Sua necessidade está intrinsecamente ligada à evolução e ao desenvolvimento de novas tecnologias, além do conhecimento de como esse processo está ocorrendo e quais são as áreas que mais carecem de pesquisa e quais são as mais exploradas. Dessa forma, é possível identificar janelas de oportunidades e, assim, estudar os melhores focos para alocação de investimentos. Para alcançar tal ideal, são analisados diversos documentos técnicos em um horizonte de tempo definido.

A presente dissertação explora artigos científicos, assim como, publicações em mídia especializada, além de patentes depositadas (solicitadas) e concedidas no tema "Adesivos Estruturais, Sustentáveis e de Alto Desempenho". A prospecção foi realizada de modo que o resultado final seja a elaboração de um *Roadmap* Tecnológico, onde são apresentados, alocados a Mercado-Produto-Tecnologia, o estado da arte do setor, em um horizonte de curto, médio e longo prazo.

A pesquisa é organizada em três fases específicas, como mostra a Figura 1.1.

A primeira etapa, chamada de "Fase Pré-prospectiva", consiste em uma pesquisa preliminar. É uma fase de busca menos direcionada, procurando informações à cerca do objeto de estudo e que vislumbra a constituição de uma base de informações que suportará a próxima fase. Constitui uma etapa fundamental da metodologia de *Roadmapping*, pois se baseia em uma pesquisa preliminar em que os assuntos/campos relacionados ao tema/objeto de estudo são levantados.

A segunda etapa, "Fase de Prospecção Tecnológica", é baseada em uma metodologia definida com palavras-chave específicas (busca mais direcionada), buscas em documentos técnicos (artigos científicos e patentes) e acompanhada por uma análise mais detalhada, em que

os documentos encontrados são analisados por vários critérios, tais como ano de publicação, país de origem, tipo de autor e foco sobre o objeto de estudo.

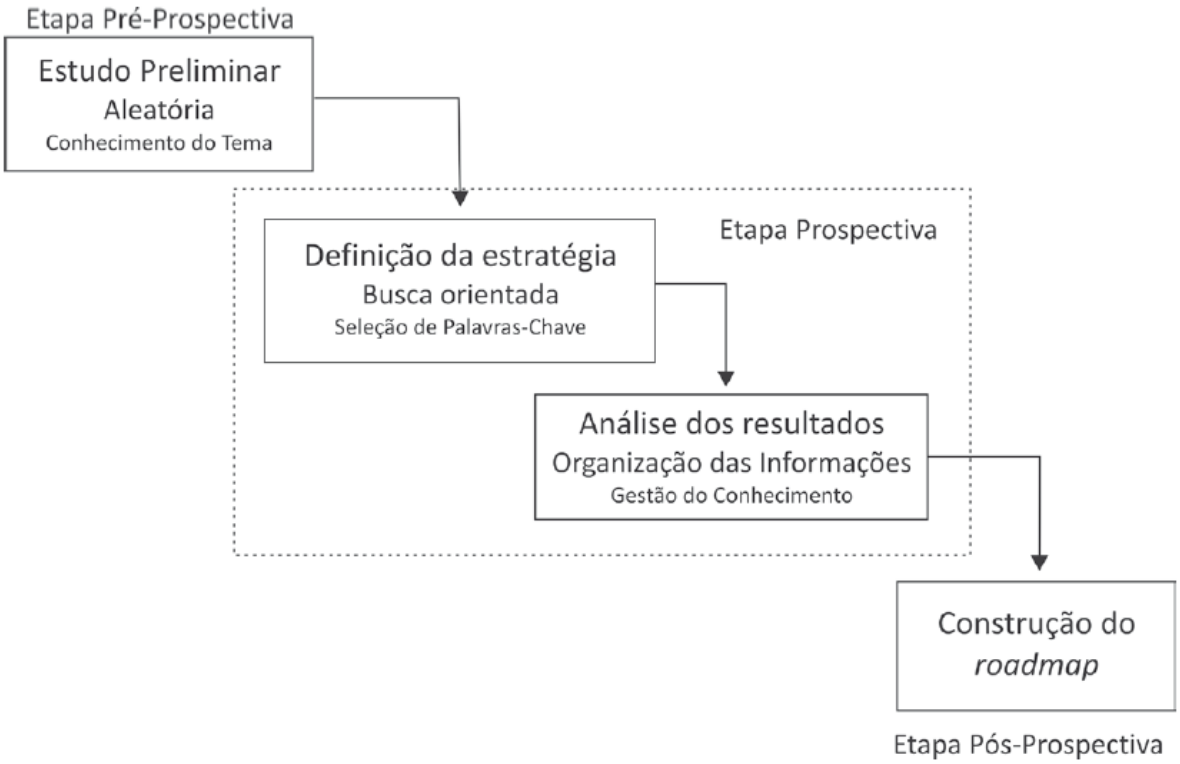

Figura 1.1 – Organização do Estudo
Fonte: Borschiver e Silva, 2016

A última etapa é a "Fase Pós-prospectiva", onde todas as análises originadas nas etapas anteriores são classificadas de acordo com uma evolução temporal das tendências observadas, permitindo a elaboração do *Roadmap* (BORSCHIVER *et al*, 2014). Para finalizar, é feita uma análise pós-*Roadmap* Tecnológico, de forma a entender como se comportam os *players* em termos estratégicos, e a relação entre a atuação das empresas ao longo do tempo e seus perfis empreendedores. Todas essas etapas foram detalhadas em cada capítulo específico e ao longo do desenvolvimento do trabalho.

É importante destacar que o *Roadmap* Tecnológico será estruturado organizando-se os principais atores identificados durante a pesquisa (empresas, universidades, centros de pesquisa e governo), de acordo com o horizonte temporal, relacionando-os aos *drivers* de Mercado, Produto e Tecnologia, obtidos da etapa de Prospecção Tecnológica. Os estágios que fazem parte do *Roadmap* e os seus respectivos conteúdos são: Estágio Atual, onde são apresentados os atores que já estão atuando na área do estudo e que são identificados por meio de mídia

especializada, documentos de feiras, conferências e associações de classe, além dos documentos de artigos e diretórios de empresas, principalmente quando se trata de alguma publicação já em etapa comercial; Curto Prazo, onde são mostrados os atores identificados por meio das informações das patentes concedidas; Médio Prazo, onde são mostrados os atores identificados por meio das informações das patentes depositadas; e Longo Prazo, onde são mostrados os atores identificados por meio dos artigos científicos, com informações de pesquisas de bancada, testes e análises. A metodologia detalhada da Prospecção e do *Roadmap* Tecnológico são apresentadas nos capítulos 4 e 7, respectivamente.

1.2 JUSTIFICATIVA

A escolha do tema Adesivos se deu devido à sua ampla utilização no mercado em diferentes áreas e seu largo alcance em relação a interdisciplinaridade de temas envolvidos. Pode-se encontrar uma grande demanda, não só por parte do mercado consumidor em adesivos menos agressivos ao meio ambiente, como também dos próprios centros desenvolvedores de tecnologia, buscando processos que utilizem composições mais naturais e sustentáveis. Dessa forma, fomenta-se o desenvolvimento de sínteses químicas inovadoras, proporcionando propriedades diferenciadas e produtos que atendam às necessidades dos consumidores. Destarte, o estudo da Prospecção Tecnológica permite uma análise detalhada que ajuda a direcionar projetos futuros nessa área.

Os Adesivos Estruturais se posicionam no mercado como uma das vertentes mais fortes dos adesivos, uma vez que sua “Aplicação”, “Propriedades” e “Composição” variam de forma surpreendente, permitindo, assim, variações de preços, produtos e mercados. Os Adesivos Sustentáveis são uma resposta à mudança dos comportamentos dos consumidores e da indústria na última década, em que há uma busca incessante por produtos renováveis e que não agridam tanto o meio ambiente, como ocorre com os derivados de petróleo. Suas composições sustentáveis tornam os produtos finais mais limpos e livres de toxicidades, diminuindo os impactos negativos ao meio ambiente. Por fim, mas não menos importante, têm-se os Adesivos de Alto Desempenho, cujo objetivo é aliar qualidade e diversidade. Suas propriedades positivas são intensificadas em relação aos custos, ao tempo e ao desempenho, enquanto as negativas são atenuadas. Na seção 3.3 do capítulo 3 dessa dissertação, esses adesivos são mais bem detalhados.

Dessa forma, é possível prever excelentes oportunidades a serem exploradas nesse ramo tecnológico, e, para que isso seja viável, faz-se necessário o desenvolvimento de estudos prospectivos da informação. Assim, esse projeto encontra-se em total conformidade com as necessidades da indústria e sua realização pretende orientar investidores e pesquisadores do ramo.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

A presente dissertação está estruturada em dez capítulos. Neste primeiro capítulo, é feita a introdução e justificativa do tema e no capítulo 2, são explicitados os objetivos. No capítulo 3, é feita a revisão bibliográfica, envolvendo desde os principais aspectos relacionados aos adesivos, até suas aplicações, propriedades e composições. A contextualização das ferramentas de Prospecção Tecnológica, assim como a metodologia adotada para a realização da pesquisa são detalhadas no capítulo 4. No capítulo 5, são apresentados e discutidos os resultados da prospecção tecnológica. Já no capítulo 6, são expostas as conclusões da fase prospectiva. A contextualização das ferramentas de construção do *Roadmap* Tecnológico é explicitada no capítulo 7, juntamente com a metodologia utilizada. O *Roadmap* e uma análise temporal de cada estágio temporal são apresentados no capítulo 8. As análises verticais e horizontais feitas na etapa pós-*Roadmap* e as tendências obtidas por meio da análise dos atores do processo podem ser visualizadas no capítulo 9. As considerações finais, conclusões e perspectivas de trabalhos futuros figuram no capítulo 10. As referências citadas ao longo da dissertação são listadas na parte final.

Conjuntamente, ao final do documento é possível encontrar um arquivo com uma breve apresentação e resumo das corporações que mais investem em Adesivos Estruturais, Sustentáveis e de Alto Desempenho (apêndice A) e dos principais artigos e patentes (concedidas e solicitadas) utilizados para a elaboração desse projeto (apêndices B, C e D).

Capítulo 2 OBJETIVOS

A presente Dissertação de Mestrado objetiva analisar as tendências da tecnologia na área de adesivos, tendo como foco a pesquisa em Adesivos Estruturais, Adesivos Sustentáveis e Adesivos de Alto Desempenho, com vistas à elaboração de um *Roadmap* Tecnológico. Pretende-se avaliar o estado da arte dos setores, ao longo do tempo, relacionado ao Mercado, Produto e Tecnologia, como contribuição para o planejamento estratégico da área e tomada de decisões por parte do governo, academia e empresas.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para alcançar o objetivo geral, foram delineados os objetivos específicos listados a seguir:

- Mapear os desenvolvimentos científico-tecnológicos na área estudada;
- Realizar buscas de artigos e patentes utilizando duas bases de dados mundialmente reconhecidas e também uma base de dados brasileira;
- Analisar os documentos oriundos da Prospecção Tecnológica;
- Identificar inovações tecnológicas capazes de promover possíveis influências no mercado de adesivos;
- Identificar os *players* envolvidos na dinâmica entre mercado e tecnologia;
- Elaborar e analisar o *Roadmap* Tecnológico;
- Elaboração de um estudo Pós-*Roadmap* de análise de similaridade e relações entre os atores do processo entre Indústria e Tecnologia.

Capítulo 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A fase "*Pre Technological Forecast*" constitui uma etapa fundamental da metodologia de *Roadmapping*, pois se baseia em uma pesquisa preliminar em que os assuntos/campos relacionados ao tema/objeto de estudo são levantados. Dessa forma, tenta-se prever as características futuras de máquinas, procedimentos ou tecnologias úteis, através de níveis de desempenho técnico, mas sem a necessidade de indicar como essas características serão alcançadas. Assim, é possível transformar a indústria de maneira específica, levando em consideração o melhor uso do tempo e dos esforços, o aperfeiçoamento da visibilidade e da análise, além do aumento da satisfação do consumidor.

Nesse contexto, esse capítulo tem como objetivo retratar os conceitos, premissas, tecnologias e característica do mercado atual da indústria de Adesivos Estruturais, Sustentáveis e de Alto Desempenho a fim de subsidiar o entendimento do setor para fase de elaboração da fase de Prospecção Tecnológica.

3.1 DEFINIÇÃO DE ADESIVOS

Adesivos são substâncias que apresentam aderência e capacidade de manter materiais unidos pela ligação das superfícies. Esta capacidade é decorrente de uma propriedade intrínseca da substância, na qual há uma interação com um substrato. São produzidos artificialmente por síntese química e apresentam alto peso molar. Também podem ser denominados de resinas sintéticas, devido à tentativa de obter uniões mais resistentes a umidade (PETRIE, 2000 *apud* PINTO *et al*, 2011).

Podem ser descritos e classificados, mediante os seguintes parâmetros:

- Tipo químico: tais como adesivo de silicato e adesivo de resina;
- Forma física: como por exemplo adesivo líquido e adesivo de fita;
- Finalidades: para fins como adesivo para papel, adesivo para metais, adesivo para plásticos e adesivos para borrachas;
- Mecanismo de cura: tais como adesivos de cura a quente e adesivos de cura à temperatura ambiente.

Dentro da contextualização sobre adesivos, faz-se necessário definir alguns conceitos, tais como:

- Coesão: são forças provenientes das interações químicas entre as partículas (átomos, íons, moléculas) que compõem o adesivo, mantendo-as unidas;
- Adesão: é caracterizada pela união de duas ou mais partes não cilíndricas. O tipo de adesivo a ser utilizado é determinado através da análise das características da aplicação. Na indústria automotiva, por exemplo, adesivos à base de poliuretano são utilizados na adesão de vidros em carrocerias de veículos. Já na indústria geral, pode-se citar como exemplo a utilização de adesivos acrílicos na união de ferrites às carcaças de motores elétricos (DOS SANTOS, 2007);
- Mecanismo de Cura: muitos adesivos são polímeros reativos. Eles mudam do estado líquido para o sólido por meio de várias reações de polimerização, e essa mudança de estado físico recebe o nome de cura;
- Aderência: pode ser descrita como a interação entre uma superfície sólida e uma segunda fase sólida ou líquida.

A Figura 3.1 mostra esquematicamente como funciona o processo de adesão e coesão, permitindo o efeito de colagem:

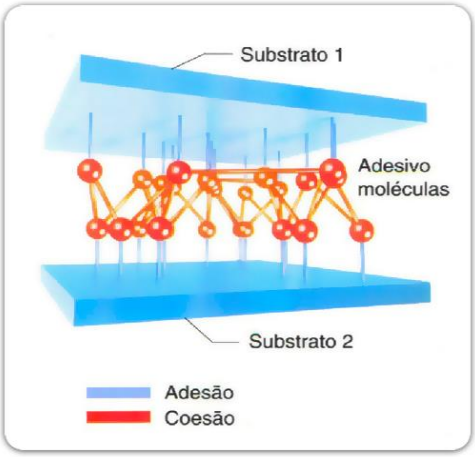

Figura 3.1 – Esquema ilustrativo do fenômeno da adesão e coesão de adesivos
Fonte: www.blogadesivoindustrial.com.br

3.2 HISTÓRICO

Segundo Petrie (2000) *apud* Pinto *et al* (2011), há indícios que já se utilizavam substâncias naturais para unir materiais desde 8000 a.C. e por volta de 4000 a.C. cimentos

betuminosos eram usados para unir ossos de marfim em estátuas da Babilônia. Em 3000 a.C., adesivos eram utilizados nas pirâmides do Egito, em mumificações e colagens de vasos. Outro fato histórico marcante ocorreu em 1365 a.C., quando foi encontrado um baú de cedro colado com adesivo de caseína, produto extraído do leite, na tumba de *Tukamtamen*. Em 200 d.C., foi possível identificar o surgimento dos primeiros registros sobre colas na literatura. A partir do século 19, colas de origem animal, vegetal e mineral começaram a ser usadas em fabricações. Assim, patentes começaram a surgir nesse campo de estudo. Até hoje, ainda são empregadas para colagem de diversos materiais porosos como papelão e papeis, por exemplo.

Em 1915, colas de albumina de sangue passaram a ser utilizadas em embarcações e na indústria aeronáutica e em 1917, colas de caseína começaram a ter importância comercial na construção aeronáutica (GARCIA QUINI, 2011).

Em 1925, Richard G. Drew, assistente de laboratório da empresa 3M, inventou a "fita de mascaramento", ponto referencial para a diversificação dos produtos e início da geração de fitas adesivas sensíveis à pressão da marca Scotch® (3M, 2015). Porém, os adesivos naturais possuíam certas limitações em função da sua baixa resistência a umidade e do crescimento de microrganismos. Assim, em 1930, começaram a ocorrer maiores investimentos na indústria de adesivos, permitindo o surgimento das primeiras resinas sintéticas. Foi à base de formaldeído fenólico, utilizado na junção de madeiras, que surgiu a primeira resina sintética.

Os poliuretanos foram criados em 1937 por Otto Bayer, por meio da reação de poliadição de um isocianato (di ou polifuncional) com um poliol e outros reagentes, tais como agentes de cura ou extensores de cadeia, catalisadores, agentes de expansão, surfactantes, agentes antienvelhecimento, corantes e pigmentos, retardantes de chama e desmoldantes. Sua invenção revolucionou o mercado, criando mais um ramo tecnológico a ser amplamente explorado (VILAR, 1998).

Em 1939, a resina epóxi foi criada pelo Dr. Greenlee, que trabalhava para a empresa *Devoé-Raynolds* nos Estados Unidos, por meio da síntese entre o Bisfenol A e a Epicloridrina, que são substâncias que promovem um processo de adesão e coesão (PETRIE, 2000 *apud* PINTO *et al*, 2011).

Durante a Segunda Guerra Mundial, várias empresas foram estimuladas a desenvolver tecnologias capazes de tornar os adesivos mais resistentes e versáteis, impulsionadas principalmente pela indústria aeronáutica. Assim, as resinas epoxidadas e fenólicas foram

melhoradas de forma que fosse possível atender à demanda dessa indústria. A meta era construir aviões de guerra com maiores capacidades de carga, mais leves, mais rápidos, com maior autonomia de voo e com maior resistência estrutural. As carcaças dos navios, automóveis e aeronaves passaram a ser feitas em resina epóxi com fibra de vidro, o que antes era feito de madeira. Nessa mesma época, adesivos de poliuretano também começaram a ser utilizados na indústria militar (PETRIE, 2000 *apud* PINTO *et al*, 2011).

Em 1952, começaram a ser empregados os primeiros adesivos feitos de elastômeros carboxilados, e entre 1955 e 1957, deu-se o início das fabricações de adesivos cianoacrilatos. Em 1973, com a crise do petróleo, desencadearam-se sucessivos aumentos nos preços das resinas de origem petroquímica, estimulando a pesquisa por novos adesivos alternativos. Desde então, os adesivos têm sofrido alterações na sua flexibilidade, rigidez, tempo de cura e resistência química (GROHNMANN, 1998).

Em 1997, a *Henkel* adquire todas as ações da *Loctite Corporation* durante o programa de expansão da empresa. Com essa integração, a companhia atinge a liderança no mercado mundial em adesivos e melhora sua estrutura de venda nos Estados Unidos e no mundo. Atualmente, a *Loctite* é a maior marca na unidade de negócios de *Adhesive Technologies* (*Henkel*, 2016).

3.2 CLASSIFICAÇÃO DOS ADESIVOS

3.3.1 Adesivos de Origem Natural

Os adesivos naturais são encontrados em diversas formas. Os animais, tais como insetos, peixes e aves, os produzem como forma de sobrevivência, segregando líquidos viscosos capazes de unir substratos para a fabricação de seus ninhos, por exemplo (LOUREIRO, 2010). As primeiras substâncias que apresentaram propriedades adesivas na natureza foram: lama, argila, albumina presente sangue, caseína do leite e glutina (pele, ossos e couro). Também é possível encontrar adesivos de diferentes origens na natureza: vegetal, animal e mineral.

3.3.2 Adesivos Estruturais

Os Adesivos Estruturais são uma classe de adesivos que forma ligações que suportam cargas de magnitude considerável. Um Adesivo Estrutural não irá falhar quando uma articulação ligada a um metal, ou a qualquer outro tipo de material industrial, for forçada ao seu limite de elasticidade. São, portanto, literalmente parte da estrutura de suas montagens, fazendo parte da espessura do ligante, sendo caracterizados por possuírem avanços tecnológicos que permitem sua utilização em diversas áreas. Sua aplicabilidade se estende desde as indústrias mais tradicionais, tais como calçados e móveis, até as indústrias em que se faz necessária o uso de tecnologia de ponta, tais como aeronáutica e automobilística. E isso só foi possível graças a sua capacidade de ligar diversos materiais, tais como vidro, metal, cerâmica, madeira ou plástico (LOURO *et al*, 2010/2011).

Segundo Maia Neto *et al* (2010), estes adesivos são materiais de elevada resistência e desempenho. Possuem uma resistência a tração superior a 5-10 MPa[1], e também uma boa resistência às adversidades do meio ambiente, tal como exposição a condições extremas de temperatura, pressão, impacto e umidade. Os Adesivos Estruturais são normalmente fabricados com base em resinas termoendurecíveis e modificados por resinas termoplásticas. Sua inovação encontra-se no fato de poderem fazer a ligação entre os substratos e resistir a elevadas cargas, ao mesmo tempo em que não sofrem qualquer tipo de deformação.

Ainda existem outros tipos de adesivos, denominados de Adesivos Não Estruturais. Estes têm apenas como função manter a posição de elementos de baixa carga. Aparentemente, os Adesivos Não Estruturais apresentam mais desvantagens, nomeadamente, o fato de não suportarem cargas muito elevadas, e apenas assegurarem ligações temporárias. Contudo, o uso conjunto dos dois tipos de adesivos permite diminuir o número das ligações mecânicas e evidencia determinadas vantagens, tais como o amortecimento de vibrações, vedação ou isolamento. Um dos tipos de cola da linha *Scotch-Weld®* fabricada pela empresa 3M que pode ser usada para a colagem de muitos metais, madeiras, plásticos, borrachas e produtos de alvenaria. É utilizada tanto na indústria de calçados como na automobilística e aeroespacial.

A Figura 3.2 mostra a grande diferença que os adesivos trouxeram para a indústria aeroespacial, com a substituição dos rebites por adesivos. Os avanços foram tão significativos que hoje em dia é possível encontrar linhas de adesivos feitas exclusivamente para esse ramo

[1] 1 MPa = 10^3 kPa = 10^6Pa

industrial, uma vez que foi possível identificar melhorias evidentes na aerodinâmica do fluxo de ar, permitindo voos com mais segurança e maiores velocidades.

Figura 3.2 – Ligação em aeronaves
a) Através do sistema mecânico de rebites b) Através de adesivos
Fonte: Louro *et al* (2010/2011)

É importante salientar que a estrutura molecular exerce papel crucial na determinação das propriedades finais dos materiais estruturais e de alto desempenho, tais como adesivos sensíveis à pressão (PSA), tintas, plásticos e revestimentos. Os responsáveis pelas características peculiares são os aditivos, que apesar de possuírem pequenas porcentagens, são indispensáveis na formulação final dos produtos. Os adesivos do tipo PSA surgiram como resultado de avanços tecnológicos na combinação de compósitos com nano partículas, derrubando teorias que definiam as resinas epóxi como quebradiças. A empresa 3M possui uma linha PSA de Adesivos Estruturais Pastosos cuja produção é majoritariamente para a indústria aeroespacial.

3.3.3 Adesivos Sustentáveis

Os adesivos disponíveis no mercado, atualmente, são, em sua grande maioria, de origem petroquímica. Porém, já é possível visualizar uma nova tendência industrial, onde o objetivo é utilizar matérias-primas renováveis para o desenvolvimento de polímeros sustentáveis com as propriedades necessárias para as suas aplicações potenciais como substitutos de derivados de petróleo.

O design de produtos ambientalmente corretos ou *eco-friendly* ainda está em seu início, com os fabricantes das cadeias de fornecimento sendo impulsionados pelo mercado para fornecer informações mais transparentes e de mais fácil acesso, permitindo que os consumidores possam optar pela escolha de Adesivos Sustentáveis ao invés de derivados prejudiciais ao meio ambiente.

Propostas de valor ambiental que precisam ser consideradas na concepção de tais produtos incluem reciclagem e reutilização, redução de peso e economia energética.

A linha de Adesivos Sustentáveis *Fastbond* da 3M foi criada nesse contexto de produção de adesivos menos prejudiciais ao meio ambiente e que trarão benefícios econômicos em longo prazo. Eles são certificados pelo GREENGUARD[2] e ajudam as empresas a prosseguirem seus projetos alinhados ao LEED® (*Leadership in Energy & Environmental Design*).

3.3.4 Adesivos De Alto Desempenho

O mercado atual de plásticos e adesivos possui uma demanda por produtos que possuam propriedades térmicas e mecânicas adequadas para aplicações de alta temperatura e umidade, exposição a descamação, múltiplos esforços e forte impacto. Contudo, os adesivos disponíveis no mercado são carentes de tais propriedades, o que fez com que Universidades e Centros de Pesquisa fossem impulsionados ao desenvolvimento de polímeros de alto desempenho. Dessa forma, os Adesivos de Alto Desempenho surgiram como uma alternativa viável e com uma ampla gama de utilizações, uma vez que apresentam capacidade de *performance* elevada e podem ser utilizados para diversas aplicações, principalmente industriais.

3.4 COMPOSIÇÃO DOS ADESIVOS

3.4.1 Adesivos Estruturais

Segundo Loureiro (2010), 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

[2] A certificação *Greenguard* garante que os produtos certificados por esta organização não emitem substâncias tóxicas que afetem a qualidade do ar interior e a saúde das pessoas, de acordo com as diretrizes do Programa Nacional de Toxicologia dos Estados Unidos (*Greenguard*, 2016).

uma junção sólida com boa propriedade mecânica e força coesiva, sem encolhimento ou empolamento.

O componente principal é normalmente um polímero de alta massa molar, configurando-se como o adesivo base. Este material pode ser de origem natural ou sintética, ou um polímero natural modificado. Compostos orgânicos são empregados com mais frequência, embora soluções de silicatos coloidais sejam exemplos de bases inorgânicas de adesivos. Em qualquer formulação particular, a estrutura e a composição 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). Juntamente ao componente principal, pode-se encontrar agentes endurecedores e de cura, catalisadores e solventes.

A seguir, são descritos os principais Adesivos Estruturais disponíveis no mercado, de acordo com a sua composição:

- **Epóxidos**: são resinas termoendurecíveis versáteis. Podem ser formulados como líquido, em pasta, fita, filme, e resinas em pó. Suas propriedades mais desejáveis incluem a força de alta aderência para uma ampla variedade de substratos diferentes, capacidades de preenchimento de falhas pendentes, excelente isolamento elétrico, alta inércia química e excelente resistência a choques e vibrações. As formas líquidas e em pasta estão amplamente disponíveis como tipos de um e dois componentes. Sistemas de dois componentes podem ser curados a qualquer temperatura ambiente ou a temperatura elevada, mas eles têm uma vida útil reduzida. Sistemas de um componente devem ser curados a temperaturas elevadas (tipicamente 120-150 °C). Alguns tipos contêm metais em pó ou outros enchimentos para melhorar as suas propriedades em utilizações específicas. Viscosidades e tempos de cura podem ser adaptados para atender às necessidades específicas da aplicação (ESSEL ELETROMECÂNICA BRASIL, 2015);
- **Acrílicos**: são epóxidos de alta resistência, feitos por polimerização de ácidos acrílico ou metacrílico, mediante de uma reação com um catalisador, sendo um dos mais utilizados no setor industrial devido à sua aplicabilidade. Ligam-se a quase todos os materiais, incluindo madeira, plásticos, grande parte dos metais, cerâmica, borracha, vidro e até mesmo superfícies oleosas. A ligação é rápida à temperatura ambiente, e é altamente resistente a produtos químicos, condições ambientais e em situações de umidade. Os adesivos acrílicos são usados na indústria da construção para unir duas superfícies, formando uma vedação hidráulica. Os adesivos acrílicos são usados apenas para adesão permanente, ou seja, uma vez curada, a

remoção torna-se mais difícil, demorada e pode danificar a superfície, no entanto, a adesão é permanente e forte (LOURO *et al*, 2010/2011);

- **Cianoacrilatos**: são adesivos de componente único que se curam por exposição à umidade alcalina e substâncias iônicas encontrados na maioria das superfícies, à temperatura ambiente. Para uma melhor aderência a superfícies inertes ou ácidas, um ativador de superfície (um *primer*) pode ser aplicado para acelerar a polimerização. Uma vez que têm baixa viscosidade, funcionam melhor em superfícies lisas e são fáceis de usar. Não precisam de qualquer mistura ou de calor e exigem apenas a pressão de contato para obter uma ligação durável de alto desempenho (LOURO *et al*, 2010/2011);
- **Poliimidas**: possuem uma temperatura de transição vítrea mais elevada que a dos epóxidos, foram desenvolvidas essencialmente pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) para a indústria aeroespacial. Apesar da sua capacidade de suportar temperaturas mais altas, os elevados custos da sua utilização, assim como a elevada temperatura empregada na sua cura, fazem com que sejam menos utilizadas. As poliimidas podem ser divididas em dois tipos tendo em conta a sua cura: as que curam por condensação e as que curam por reação de adição. A cura por condensação demora cerca de duas horas e é realizada a altas pressões, até atingirem a consistência necessária para que se realize posteriormente uma pós-cura sem pressão e a temperaturas mais elevadas. As poliimidas de condensação são capazes de suportar temperaturas na ordem dos 250-300ºC no caso de períodos longos e 540ºC se for por um período curto. A cura por adição é ligeiramente mais fácil de processar que a de condensação e tolera durante períodos longos até 250ºC e 300ºC para períodos curtos (SILVA, 2007);
- **Silicones**: são selantes em sistemas elastoméricos com uma combinação única de flexibilidade e resistência a temperaturas elevadas. Podem ser mono ou bi componente. Sistemas de um componente são curados pela umidade no ar. Sistemas de dois componentes são curados pela reação de polimerização que ocorre quando um agente de cura é adicionado. Geralmente, os sistemas bi componente podem curar seções mais espessas do que os sistemas minicomponente. Além da resistência à temperatura e alta flexibilidade, outras propriedades notáveis de silicones incluem excelente resistência à água, propriedades de isolamento elétrico e excelentes propriedades de selagem (ESSEL ELETROMECÂNICA BRASIL, 2015). É importante ressaltar que possuem alto grau de pureza, sem solventes ou plastificantes;
- **Poliuretanos**: desenvolvido como um substituto da borracha, no início da Segunda Guerra Mundial, o poliuretano é utilizado em diversas áreas. Apresenta, devido à baixa

condutividade térmica do gás que se encontra retido no interior das células assim como a estrutura fechada destas, um isolamento térmico e resistência a água excelentes. Para além de possuir resistência a altas temperaturas, este material tem também características de isolamento pois combinado com outros materiais diminui a transmissão de ruído, amortização das vibrações e elimina ressonâncias (LOURO *et al*, 2010/2011);

- ***Hot Melts***: são materiais termoplásticos, 100% sólidos, que formam uma ligação forte rapidamente, apenas por arrefecimento ligeiro e são compatíveis com a maioria dos materiais. Em geral, os adesivos *Hot Melt* são menos sensíveis à água que outros polímeros termoplásticos, e não são afetados pela umidade, embora, se aplicado a uma superfície úmida ou molhada, a ligação pode ser fraca. Estes têm algumas limitações que devem ser reconhecidas. Não podem ser usados com substratos sensíveis ao calor, as ligações adesivas perdem força com altas temperaturas. Por conseguinte, estes tipos de adesivos são inadequados em situações em que estas limitações não podem ser evitadas (PPRC, 1998).

3.4.2 Adesivos Sustentáveis

O desenvolvimento tecnológico tem levado a um aumento expressivo na demanda por energia, sem que haja o acompanhamento da oferta da mesma, fazendo com que as reservas energéticas tradicionais, principalmente as de petróleo, reduzam de forma acelerada. Com isso, muitos hábitos de consumo e comportamento vêm se modificando. É fundamental para o desenvolvimento sustentável de uma sociedade a mudança desta realidade para uma com o uso cada vez mais abundante de recursos renováveis (PEREIRA JR., COUTO & SANTA ANNA, 2008).

Os Adesivos Sustentáveis se inserem nessa dinâmica como uma forma de realizar processos de produção menos intensivos em energia e ao mesmo tempo utilizar matérias-primas de origem natural que tornem o produto menos agressivo ao meio ambiente. Dessa maneira, a caracterização dos adesivos através da palavra “Sustentável” se dá por duas vias, não sendo elas exclusivas: ou a síntese química possui um impacto menor na natureza ou os insumos utilizados para a produção dos mesmos são composições renováveis que permitem um ciclo de vida completo do produto.

3.4.2.1 Adesivos Bioderivados

Os novos adesivos bioderivados ou *biobased adhesives* são diferentes das colas e adesivos de base biológica tradicionais, pois as propriedades dos materiais foram melhoradas por síntese química. Isso permite que possam competir com os materiais à base de petróleo, em termos de aplicações de alto nível técnico, e ao mesmo tempo possuir características particulares de matérias-primas de base biológica, tornando o material mais sustentável e diversificado. A nova geração de PSA inteligentes e *Hot Melts*, sintéticos e de base biológica, apresentam uma sinergia entre química verde e conceitos bio miméticos, traçando um paralelo entre PSA sintéticos e renováveis e colas naturais autoadesivas. Dessa forma, pode-se notar que é possível produzir Adesivos Estruturais de alto desempenho e que sejam também sustentáveis.

Os adesivos *Hot Melt* estão na linha de frente da demanda do mercado por várias razões. Um fator é a ampla variedade de grandes aplicações comerciais, especialmente nas áreas ambientalmente sensíveis da indústria de embalagens. Outro fator é que adesivos *Hot Melt* têm crescido e substituem outros tipos de adesivos, principalmente devido a fatores ambientais favoráveis, tais como uma menor emissão de Compostos Orgânicos Voláteis (COV) e componentes carcinogênicos (PETRIE, 2012).

A Universidade de Minnesota, nos Estados Unidos, desenvolveu macromonômeros renováveis, que enxertam acrilatos à base de petróleo, tais como o 2-etil-hexil acrilato ou o acrilato de n-butil resultando em um PSA com elevado conteúdo de base biológica e propriedades adesivas semelhantes a PSA à base de petróleo. O polímero resultante é constituído por 60% de material biológico e mantém a boa *performance* dos adesivos petroquímicos. Ao contrário de outros macromonômeros, essas cadeias são compatíveis com as técnicas de produção estabelecidas, tais como emulsão de polimerização convencional e miniemulsão, não comprometendo o *scale-up* da produção. Além disso, a quantidade e composição do macromonômero pode ser modificado para ajustar as propriedades do PSA (UNIVERSITY OF MINNESOTA, 2016).

Diversas matérias-primas renováveis podem ser empregadas, podendo-se citar a biomassa vegetal, tais como o bagaço de cana de açúcar, soja e amido, a lignina, o bambu e o glúten de trigo. O material lignocelulósico tem-se revelado promissor, tendo em vista a presença de lignina em sua composição, como é detalhado a seguir.

3.4.2.1.1 Adesivos Lignocelulósicos

A lignina é uma fração da biomassa lignocelulósica que tem um grande potencial para a utilização como matéria-prima renovável. Nos vegetais, a lignina age como um agente permanente de ligação entre as fibrilas de celulose, gerando uma estrutura resistente ao impacto, compressão e dobra (PEREIRA JR., COUTO. & SANTA ANNA, 2008). Tem sido estudada como adesivo há mais de 100 anos, mas há apenas algumas aplicações industriais. A razão para o interesse atual é a alta disponibilidade e o baixo preço da lignina, que é o principal subproduto dos processos de produção de pasta de celulose e é normalmente queimada como combustível (HEMMILÄ, TRISCHLER & SANDBERG, 2013).

Essa parte da biomassa constitui uma fonte potencial de valiosos insumos para a indústria química por ser o maior depósito de estruturas químicas aromáticas e por representar um dos maiores estoques de carbono/energia da natureza (PEREIRA JR., COUTO & SANTA ANNA, 2008). Portanto, o crescimento de estudos sobre adesivos à base de lignina tem se mostrado bastante expressivos perante a toda essa realidade apresentada. É utilizada como cola em plantas e possui um caráter fenólico que faz com que seja uma substituição atraente para adesivos de madeira (juntamente com a celulose e hemicelulose, a lignina é o principal componente das plantas).

É um polímero hidrofóbico e o seu objetivo é dar um suporte mecânico, agir como um retardador da decomposição, formar uma barreira para a evaporação e ajudar a canalizar a água para áreas críticas da planta como uma parte da sua estrutura celular. Contudo, um sistema adesivo de compósitos de madeira, composto principalmente por lignina tem ainda que ser desenvolvido. Adesivos à base de lignina normalmente requerem tempos excessivamente longos de curas e temperaturas de cura elevadas durante a produção dos compósitos, tal como os paineis de madeira (HEMINGWAY *et al*, 1989).

A lignina tem locais menos reativos no anel aromático de fenóis e os efeitos estéricos causados pela estrutura macromolecular dificulta ainda mais a sua reatividade. Essa baixa reatividade leva a cura lenta e causa problemas em aplicações em que a velocidade de cura é um parâmetro crítico. As modificações, tais como fenolação, metilação e desmetilação tem sido estudadas e apresentam impacto positivo sobre a reatividade de lignina (HEMMILÄ, TRISCHLER & SANDBERG, 2013).

A lignina pode vir, por exemplo, do bagaço de cana como também do fruto de palma. O óleo de palma (*Elaeis guineensis*) é uma cultura agrícola dominante em muitos países. O fruto passa pelo processo de prensagem hidráulica e produz um óleo virgem, o azeite de dendê. Depois da prensagem, o óleo é separado da mistura de sementes e fibras, que passam por um desfibrador, separando as fibras (utilizadas como combustível nas caldeiras) das sementes (da qual se extrai um outro óleo, o de palmiste). Quando as fibras passam por um processo de branqueamento, pode-se obter um maior teor de lignina, que se torna mais reativa através da modificação por hidrólise enzimática. Um estudo realizado por Ibrahim *et al* (2011), descreve que a polpa da palma pode ser usada para produzir óleo de palma e a lignina residual possui grande potencial como substituto parcial para o fenol na produção de resina fenol-formaldeído (GHAFFAR *et al*, 2014).

Atualmente, a maneira mais simples de usar a lignina como um adesivo é como um substituto parcial para resinas de fenol-formaldeído. Ainda estão sendo desenvolvidos diversos estudos para diferentes tipos de lignina e porcentagens da mistura de fenol e formaldeído, mas já é possível concluir que para aplicações que requerem um processo de cura rápido, o uso de da lignina não modificada não é rentável (HEMMILÄ, TRISCHLER & SANDBERG, 2013). Adesivos de madeira à base de lignina tem por objetivo utilizar um aldeído não tóxico e não volátil (glioxal) como substituinte do formaldeído em sua preparação para ser aplicado em aglomerados de partículas, principalmente (MANSOURI *et al*, 2006).

A substituição total de uma resina sintética por lignina e glutaraldeído também estão sendo estudados. A lignina do bagaço de cana é utilizada para a preparação da resina de lignina-formaldeído e lignina-glutaraldeído e já se sabe que a resistência ao impacto e a resistência à flexão da resina feita a partir de glutaraldeído são maiores do que os da resina fenol-formaldeído (HEMMILÄ, TRISCHLER & SANDBERG, 2013).

Há também pesquisas que tem como objetivo desenvolver sistemas formados pela mistura de lignina e furfural, substituindo o fenol e o formaldeído, respectivamente, nas resinas de fenol-formaldeído. O furfural é um composto químico de base com diversas aplicações e com elevada expectativa de crescimento de mercado. Configura-se como um derivado da biomassa e sua produção pode ser incorporada à indústria brasileira mediante o uso de bagaço de cana-de-açúcar, usualmente destinado à geração de energia (SILVA *et al*, 2015).

Segundo Pervaiz e Correa (2009), “as previsões atuais indicam que por volta de 2025, mais de 30% das matérias-primas para a indústria química serão produzidas a partir de fontes

renováveis. Para se atingir tais metas, são indispensáveis os desenvolvimentos de novas tecnologias para plataformas de biorrefinarias, tais como biorrefinarias para conversão de matérias-primas a base de lignocelulósicos com ênfase na separação eficiente em lignina, celulose e hemicelulose".

Neste contexto, a integração de uma planta de furfural – utilizando parte do bagaço disponível como matéria-prima – às biorrefinarias, possui diversas utilizações na indústria de plásticos, alimentícia e farmacêutica, tal como um solvente na indústria química, produzindo produtos de elevado valor comercial. O furfural tem se mostrado como um agente potencial de ligação cruzada para formar a resina de lignina-furfural através da condensação (DONGRE *et al*, 2015).

3.4.2.1.2 Adesivos de Óleo de Rícino

Outra linha de pesquisa interessante estuda o potencial uso do bagaço de cana como matéria-prima para a produção de aglomerados de partículas, usando adesivo de poliuretano à base de óleo de rícino (ou de mamona). A proposta é criar um destino alternativo para os resíduos agrícolas, agregando-lhes valor na fabricação de aglomerados de partículas a partir da ligação de fibras de madeiras por adesivos de dois componentes, sintéticos ou ligantes, que são prensados sob calor até a cura completa do adesivo. Basicamente, estes aglomerados podem também ser feitos de qualquer material lignocelulósico que lhes confira elevada resistência e um peso específico pré determinado, uma vez que a composição química dos materiais lignocelulósicos é semelhante à da madeira, especialmente madeiras que têm menor teor de lignina e maior teor de pentose hemicelulósica (FIORELLI *et al*, 2013).

Os adesivos de poliuretano à base de óleo de rícino são um outro produto de múltiplos benefícios, pois permitem fácil manuseamento à temperatura ambiente, demonstrando uma grande resistência à água, bem como aos raios ultravioletas (UV) e uma elevada resistência mecânica, podendo ser utilizados em aplicações estruturais (*site* FROST, 2016).

3.4.2.1.3 Adesivos de Amido

Amido de milho e mandioca nativos podem ser modificados por oxidação e hidrólise ácida, de forma a se criar adesivos à base de amido para aplicação em papel e papelão e realizar

a posterior comparação de desempenho com adesivos comerciais de base petroquímica. Dessa forma, é possível obter adesivos baseados em matérias-primas renováveis que aliam biodegradabilidade, baixo custo e disponibilidade (FURTADO *et al*, 2014).

Outro importante ponto a ser citado é o fato de serem compostáveis, o que permite que a decomposição ocorra em períodos de tempo mais curtos do que de adesivos sintéticos. Uma pesquisa desenvolvida na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) pelo professor Antônio Félix de Carvalho criou um adesivo *Hot Melt* atóxico e de alto desempenho a base de amido não modificado, o que torna o processo de produção mais barato ao mesmo tempo que não compromete a biodegradabilidade do produto (UFSCar – FAI, 2016).

As maiores vantagens dos adesivos à base de amido são o fato de serem extremamente econômicos, possuem boas propriedades fluido métricas, são de fácil limpeza e abrangem uma vasta gama de viscosidades. Dentre suas propriedades físicas, pode-se destacar que são feitos de hidratos de carbono naturais derivados de raízes, tubérculos e sementes de plantas superiores, tais como o milho, batata, trigo, arroz e mandioca. Geralmente têm viscosidades mais elevadas, com uma consistência mais grossa em que pode ser formada até uma pasta. Eles podem ser utilizados em condições de temperatura ambiental ou aquecidos até 60 °C, dependendo dos requisitos da aplicação (*site* LDDAVIS, 2016).

3.4.2.1.4 Adesivos de Soja

Os adesivos de base biológica têm mostrado benefícios de desempenho notáveis. Por exemplo, os adesivos à base de proteínas oferecem a flexibilidade do filme adesivo, as características de não deformação excepcionais e aderência permanente, enquanto que os adesivos à base de óleos vegetais, tais como adesivos de soja, podem reduzir os tempos de cura. Colas à base de soja são especialmente populares na indústria madeireira: os adesivos não são apenas ambientalmente seguros, mas também melhoraram a qualidade do produto final.

Produtos à base de soja representam uma alternativa aos produtos à base de ureia para aplicações interiores onde a legislação agora restringe a emissão de formaldeído, alinhando ao mesmo tempo alta *performance* e benefícios econômicos para a indústria madeireira. Enquanto os adesivos lignocelulósicos são uma alternativa para os adesivos à base de fenol-formaldeído, os adesivos à base de soja apresentam-se como um substituto dos adesivos de ureia-formaldeído.

O mercado americano já utiliza esses tipos de adesivos nas suas indústrias. Um adesivo à base de soja, isento de formaldeído, tem sido comercializado recentemente para uso na fabricação de madeira compensada. Sob um acordo de licenciamento da Universidade Estadual de Oregon, a *Columbia Forest Products* possui licença para praticar as patentes adesivas de soja OSU. A *Columbia* converteu todas as suas sete indústrias de operações de produção de ureia-formaldeído na tecnologia à base de soja e a empresa agora produz e vende os seus painéis de madeira decorativos sob o nome *PureBond*® (REVISTA ADHESIVE MAG, 2016).

Novos mercados estão surgindo para a soja como em adesivos resistentes ao calor, materiais compósitos de base biológica e processamento enzimático para novos hidrolisados de soja. Novas aplicações também foram encontrados nos mercados de adesivos de construção e vedantes. Por exemplo, a *Bondaflex* introduziu produtos que são desenvolvidos através da substituição de polióis petroquímicos por alternativas à base de soja em adesivos de poliuretano. De acordo com a *Bondaflex*, o componente de soja proporciona uma melhor adesão sobre uma grande variedade de substratos (REVISTA ADHESIVE MAG, 2016).

As perspectivas são excelentes e já é possível imaginar um mercado de adesivos renováveis com preços acessíveis, alinhando competitividade e propriedades excepcionais de desempenho com a preocupação com o meio ambiente e a saúde da população.

3.4.3 Adesivos de Alto Desempenho

Os Adesivos de Alto Desempenho podem possuir diferentes composições, tais como:

- Copolímeros vinílicos, no caso da resina sintética *Bianco*®, da *Vedacit*, usado em argamassas e chapiscos;
- Terpolímeros, como por exemplo a emulsão adesiva *Viafix*®, da *Viapol*, à base de resinas especiais de alto desempenho, compatível com cimento e cal, utilizada como promotor de aderência para concreto, argamassa e chapiscos, com excelentes propriedades de plasticidade;
- Polímeros estirenados e acetato de vinila, no caso dos adesivos acrílicos *Sika Chapisco Plus*®, da *Sika*, que reduzem a permeabilidade e retração da argamassa, melhorando a coesão;
- Solvente Alifático, Solventes Oxigenados, Resinas Sintéticas, Borrachas Sintéticas e Aditivos, tal como o adesivo *Cascola Tradicional sem Toluol*®, da *Cascola*. É

indicado especialmente para a colagem de laminados decorativos, pisos de borracha, couro, metais, lambris e diversos materiais sintéticos em madeiras compensadas.

3.5 PROPRIEDADES

3.5.1 Adesivos Estruturais

Os Adesivos Estruturais possuem diversas propriedades que garantem sua *performance* e eficiência, dentre as quais pode-se citar sua elevada resistência e estabilidade, rigidez, força e rápida adesão às superfícies aplicadas. Cabe ressaltar que, devido às suas características especiais, os Adesivos Estruturais podem ser considerados também como Adesivos de Alto Desempenho.

Um exemplo dessa comunhão de propriedades são os Adesivos Estruturais de alto desempenho da *Loctite*®, que fornecem alta resistência a descamação e ao cisalhamento quando aplicados em uma grande variedade de plásticos, metais e vidros. Quando curados, estes plásticos termoendurecíveis oferecem uma maior resistência térmica e química, bem como uma elevada força de coesão e mínima retração.

Na Quadro 3.1 podem-se analisar as propriedades dos Adesivos Estruturais e relacioná-las com as definições feitas no item 3.4.1:

Quadro 3.1 – Propriedades dos Adesivos Estruturais

Família de Materiais	Epóxi (dois componentes)	Silicone (um componente)	Cianoacrilato	Acrílico (LCM)	Acrílico
Método de Cura	Reação (dois componentes misturados ou um componente aquecido)	Umidade	Umidade	Radiação UV Luz Visível	Ativador Aquecimento
Tempo para atingir força de manipulação	15 minutos a 2 horas	30 minutos	10 a 30 segundos	0,5 a 5 segundos	30 a 90 segundos 20 a 30 minutos
Tempo para atingir força total	12 horas	24 horas ou mais	24 horas	30 segundos	24 horas 20 a 40 minutos
Força de tensão de cisalhamento (atm)	340	<34	238	170 a 272	170 a 204
Faixa de temperatura útil (ºC)	-54 a 232	-	-60 a 149	-65 a 204	-65 a 177
Materiais de substrato adequados	Plásticos Vidro Metais	Vidro Borracha A maioria dos Plásticos	Vidro Borracha A maioria dos Metais Plásticos Termofixos	Vidro A maioria dos Plásticos (incluindo PVC plastificado) A maioria dos Metais Estruturais Cerâmicas Ferritas	Ferritas Metais Vidro Cerâmicas Plásticos preenchidos
Propriedades das juntas ligadas	Boa tenacidade e resistência ao impacto Excelente resistência ambiental Boa dureza Excelente preenchimento de lacunas (profundidade de cura quase ilimitada) Processo de cura exotérmica (pode danificar alguns plásticos)	Resistência ao tempo e ao calor Baixa força de ligação Excelente preenchimento de lacunas (profundidade de cura quase ilimitada)	Excelente resistência (com alguns materiais, ligação pode exceder a força de substrato) Resistência pequena ao impacto Filme "bloom" com pequena abertura de enchimento (profundidade de cura <0.0254cm) Pouca flexibilidade Propriedades degradam-se em altas temperaturas e umidade Podem causar fissura por tensões internas em termoplásticos	Alta resistência a tensão de cisalhamento e descamação Excelente tenacidade e resistência ao impacto Boa preenchimento de lacunas (profundidade de cura de até 1,27cm) Dureza e viscosidade selecionáveis com base na formulação	O mesmo que para o LCM, exceto que as aberturas estão limitadas a 0,05cm e polimeriza-se somente entre as superfícies, a menos que eles são de uma série multi-cura o que significa que eles também são fotocatalisadores, de modo que a superfície exposta pode ser curada com luz

Fonte: Adaptado de www.fp.optics.arizona.edu

3.5.2 Adesivos Sustentáveis

Segundo o site da empresa *3M* (2015), suas principais características são: ganho em eficiência, alto valor agregado, redução de riscos de inflamabilidade, com adesivos à base de água, não possuírem cheiro, não terem restrições de uso e apresentarem melhoria da segurança dos trabalhadores, com baixo nível de COV.

Segundo reportado na Revista Adesivos & Selantes do ano de 2015, os adesivos à base de solventes estão sendo substituídos pelos adesivos *Hot Melt*, que estão ganhando cada vez mais espaço no mercado. Têm merecido grande atenção dos fabricantes por serem de fácil aplicação, manuseio e armazenagem, além de não serem poluentes e não causarem corrosão. Do ponto de vista ambiental, são ecologicamente corretos, atóxicos e ainda promovem excelente desempenho, com alta economia. Por isso, estão sendo cada vez mais usados em aplicações nos setores automotivo, madeireiro e calçadista, garantindo a esses produtos 40% de participação do consumo nacional.

A *Henkel* também está investindo nessa linha de Adesivos Sustentáveis para a fabricação de embalagens, prevendo melhoras na eco eficiência dos processos de produção, com economia de até 40% no custo de energia, pela redução das temperaturas de Aplicação para uma média de 40ºC, podendo chegar até 130ºC. Sua linha de adesivos termo fundíveis (*Hot Melt*) é chamada de *Technomelt*® e é usada para o fechamento de caixas de papelão e caixas dobráveis. Já a série *Adhesin A 78*® refere-se a uma nova geração de adesivos de dispersão onde não há conteúdo de plastificantes, o que evita o problema de migração de substâncias potencialmente prejudiciais que tenham retornado ao processo de produção via rotas de reciclagem. Isso é especialmente importante no caso de alimentos embalados em caixas de papelão, em que há o risco de contato direto, resultando em malefícios à saúde dos consumidores (HENKEL, 2015).

3.5.3 Adesivos de Alto Desempenho

A empresa *Du Pont* fabrica os adesivos *Du Pont™ Vertak*®, que permitem custos menores ligados à eficiência, com resultados superiores, mesmo sob as condições mais extremas. É ideal para uso em aplicações industriais e de consumo que exige visibilidade ao ar livre e durabilidade para suportar impacto, vibração, temperaturas extremas, altitudes e poeira.

3.6 ÁREA DE APLICAÇÃO

Segundo a ABIQUIM, de uma forma geral, os adesivos podem ser usados em diversas áreas, independentemente de suas peculiaridades, tais como:

- Indústria automobilística, aeronáutica, de transportes em geral;

- Construção civil;
- Indústria calçadista;
- Fabricação de móveis e indústria madeireira em geral;
- Fabricação, montagem e fechamento de embalagens;
- Fabricação de produtos higiênicos descartáveis, por exemplo fraldas;
- Indústria eletroeletrônica;
- Fabricação de eletrodomésticos em geral;
- Indústria têxtil;
- Manutenção industrial.

A diferenciação entre suas aplicabilidades se darão de acordo com o objetivo do setor da indústria. Por exemplo, os Adesivos Estruturais apresentam elevada requisição para o transporte aeroespacial, uma vez que suas propriedades conjugadas de baixa massa molar e elevada resistência são necessárias nessa área. Já no caso da indústria de embalagens, há uma maior demanda por Adesivos Sustentáveis, devido ao apelo social causado por plásticos biodegradáveis e pelos problemas ambientais que os derivados de petróleo causam no meio ambiente. Em relação aos Adesivos de Alto Desempenho, pode-se citar a indústria eletroeletrônica como grande demandante, uma vez que são necessários materiais com alta *performance* e propriedades adesivas mais precisas possíveis.

3.7 PROCESSOS E MECANISMOS DE PRODUÇÃO

Como definiu Possart (2006), os adesivos podem apresentar-se primeiramente na fase líquida, com posterior solidificação causada por processo físico, como por exemplo, evaporação de solvente, ou processo químico, tal como a reação entre duas substâncias, sendo uma resina e um endurecedor. Este processo pode ser assim denominado como Polimerização.

A química de polimerização de adesivos comerciais é complexa. Um iniciador (agente de ligação cruzada e/ou um catalisador) é propositadamente introduzido para desencadear a reação de polimerização entre o material de base e a cura do adesivo. Existem dois sistemas de cura populares:

- Sistema "uma parte" ou de “um componente”, na qual o iniciador é o vapor de água que é introduzida a base por meio de exposição ao ar ambiente;
- Sistema de "duas partes" ou de “dois componentes”, na qual o iniciador é misturado na base imediatamente antes da utilização.

Sistemas de uma parte curam pela difusão do iniciador através da ligação (anos podem ser necessários para que uma ligação profunda seja curada completamente). Sistemas de duas partes curam uniformemente em toda a massa e por isso são os preferidos para ligações de grande espessura. Tanto os sistemas mono componente quanto os de dois componentes quase sempre emitem produtos de reação que podem ser corrosivos (por exemplo, ácido acético) ou inflamáveis (por exemplo, metanol). Se os produtos de reação não forem removidos por difusão, a reação de cura vai sofrer abrandamento e possivelmente inverter-se, ocorrendo despolimerização ou reversão da reação. Assim, é necessária uma ventilação durante a cura.

Além da polimerização, podem-se encontrar outros Processos, que apesar de serem menos comuns, também são encontrados na literatura de produção de adesivos e estão relacionados com Processos poliméricos.

Modelagem por Deposição Fundida (FDM): processo realizado em 3 etapas que submetem os adesivos impressos em 3D a tolerâncias exigentes, testes rigorosos e ambientes agressivos. As impressoras 3D baseadas nessa tecnologia produzem as peças camada por camada, de baixo para cima, ao aquecer e extrudar um filamento termoplástico. O processo é sumarizado a seguir:

- Pré-processamento: O software de preparação de montagem divide e posiciona um arquivo de CAD 3D e calcula um caminho para a extrusão do termoplástico e qualquer material de suporte necessário;
- Produção: A impressora aquece o termoplástico em um estado semilíquido e o deposita na forma de gotículas ultrafinas ao longo do caminho de extrusão. Em locais em que há necessidade de suporte ou *buffering*, é depositado um material removível, que atua como andaime;
- Pós-processamento: O material de suporte é separado (remoção mecânica ou lavagem com detergente e água), deixando a peça pronta para usar (STRATASYS, 2015).

Modelagem por Deposição de Resina (RTM)[3]: "é um dos processos de fabricação de materiais compósitos de maior importância para o setor e consiste na injeção de uma resina polimérica em um molde, infiltrando o reforço fibroso disposto dentro dele. A simulação da infiltração é importante para o controle do tempo dos ciclos de processo, uma vez que influi não só no tempo de fabricação de cada peça, mas também nos materiais a serem usados". (LUME - UFRGS, 2016).

Tratamento por Plasma: é um tratamento de superfície de alta eficiência e velocidade, que maximiza a aderência de adesivos. Para que haja uma adesão de qualidade, é necessário um pré-tratamento correto da superfície. A utilização de tratamento por plasma aumenta a molhabilidade da superfície do polímero, o que modifica a superfície do filme polimérico. Isso minimiza a resistência à adesão entre as superfícies da peça e o adesivo. É importante compreender que quanto melhor a limpeza e o pré-tratamento, mais forte será a adesão. Para melhorar a adesão é necessária a remoção completa do óleo, graxa, poeira e outras sujeiras residuais das superfícies.

3.8 MERCADO

O mercado mundial apresenta uma grande variedade de adesivos, se distinguindo de acordo com a base química, o tipo de aplicação e o processo de cura, por exemplo. O Quadro 3.2 apresenta as cinco principais famílias de adesivos, juntamente com suas respectivas aplicações e bases químicas.

[3] Cabe ressaltar que RTM é uma técnica utilizada frequentemente em compósitos e elastômeros, mas no decorrer da pesquisa foi identificado um artigo brasileiro, publicado pela *Masterpol* em 2012 na revista *MaterialsResearch*, com o título *"Polyurethane structural adhesives applied in automotive composite joints"* sobre essa técnica em adesivos.

Quadro 3.2 – Principais famílias de adesivos, aplicações e participação no mercado mundial

Família de Adesivos	Apresentação	Aplicação	Participação no Mercado	Bases Químicas
Base Aquosa	Emulsão Solução	Embalagem 61%	43%	Acetato de Vinila Acrílicos Borrachas
Termo-fundíveis	Sólidos à temperatura ambiente	Embalagem 63%	15%	Etileno Nylon
Base Solvente		Embalagem Construção	11%	Borracha natural e sintética
Reativos	Compostos Macromoleculares	Aplicações que exijam alta resistência	8%	Acrílicos Epóxis
UV	Cura por exposição à radiação UV	Adesão Estrutural	1%	Acrílicos Silicones

Fonte: Dos Santos, 2007

Segundo Will *et al* (2003), anualmente o mercado mundial de adesivos movimenta quantias superiores a 26 bilhões de euros, representadas em volume por mais de 12 milhões de toneladas de adesivos. A indústria de embalagens figura como a principal área de aplicação, possuindo 42,5% do mercado mundial em valores. É seguida pelas indústrias de construção civil e de transportes, com 17,5% e 10% do mercado respectivamente. Esses três segmentos juntos são responsáveis por mais de dois terços do faturamento global de adesivos.

Com a globalização, o mercado tornou-se bastante competitivo, fazendo com que o setor reavaliasse seus procedimentos. A saída encontrada foi a adoção de novas tecnologias de produção, a busca de matérias-primas e a aquisição de melhores equipamentos e insumos.

A eminente preocupação com a emissão de substâncias nocivas ao meio ambiente, fez com que adesivos à base de solvente perdessem participação no mercado mundial nos últimos anos. Tal condição estimulou o investimento em adesivos mais sustentáveis. Para que isso acontecesse, houve uma mudança para a utilização de base aquosa. Hoje em dia, estes adesivos são responsáveis pela maior fatia do mercado, seguidos pelos adesivos termo fundíveis *Hot*

Melt e somente ocupando a terceira colocação estão os adesivos à base de solventes (REVISTA ADESIVOS & SELANTES, 2015).

Renomadas empresas têm realizado fortes investimentos na área de pesquisa e desenvolvimento com o intuito de criar novos produtos, que consequentemente gerarão novas patentes. Dentre estas grandes empresas, pode-se citar os dois maiores fabricantes mundiais em 2002 de adesivos, e destaque especial deve ser dado a empresa *Henkel*, cuja participação somava 12% do mercado mundial. Além disso, ela também se encontrava entre os cinco maiores produtores de patentes, conforme pode ser constatado no Quadro 3.3.[4]

Quadro 3.3 – Empresas com maior número de patentes e sua respectiva participação no mercado

Empresa	Número de Patentes	País	Participação
NITTO-DENKO	1100	Japão	--
3M	975	EUA	9%
KANEKA	325	Japão	--
BEIERSDORF	285	Alemanha	--
HENKEL	215	Alemanha	12%

Fonte: Dos Santos, 2007

Em 2013, a empresa *Henkel* anunciou a inauguração da maior fábrica de produção de adesivos do mundo na China, com 150 mil metros quadrados. A nova unidade central será a plataforma de adesivos industriais da China e da região do Pacífico, tendo como objetivo atender aos clientes da indústria automotiva e de diversos setores de bens de consumo, alcançando mais expressivamente o mercado de países emergentes. A produção anual visa chegar a 428 mil toneladas de adesivos produzidos. Dados de 2015 indicam que a multinacional se configura como uma das líderes do mercado mundial de adesivos de consumo e industrial, selantes e tratamentos de superfície para todo o tipo de público, desde artesãos, médios consumidores e aplicações industriais (*Henkel*, 2015).

De acordo com a revista *Adhesive Mag*, a *3M* foi a empresa de adesivos com maior renda no ano de 2013, com um total de mais de 30 bilhões de dólares. Foi seguida pelas companhias: *Henkel*, *Illinois Tool Works Inc.*, *Huntsman* e *AveryDennison*. Na lista das 25

[4]Na tabela 5.4, do item 5.2.1.1, é feita uma comparação com o mercado atual.

maiores empresas do setor, 22 companhias têm sua sede nos Estados Unidos, enquanto somente três são companhias europeias.

Em relatório publicado em 2015 pelo site marketsandmarkets.com, o mercado global de adesivos tende a crescer nos próximos anos. Em 2009, 47% do volume vendido de adesivos corresponde às 20 maiores empresas do setor. Essas companhias venderam 55% do mercado das Américas e Europa, mas somente um terço da Ásia-Pacífico, indicando grande potencial de crescimento nessa região. Como mostrado na Figura 3.3, no ano de 2011, os adesivos acrílicos foram os mais consumidos, seguidos pelos adesivos do tipo PVA, e depois pelos adesivos poliuretanos.

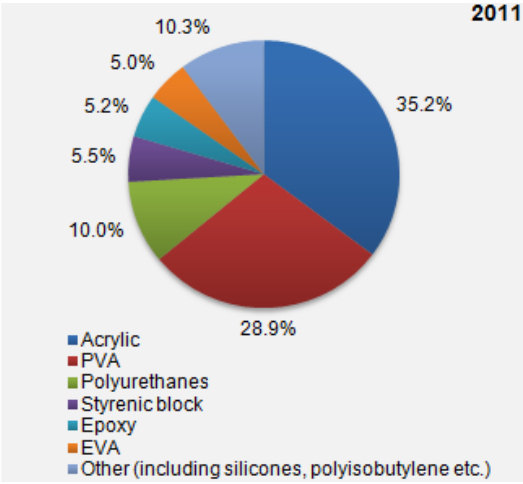

Figura 3.3 – Volume de vendas por grupo de adesivo em 2011
Fonte: www.transparencymarketresearch.com/pressrelease/global-adhesives-sealants-market.htm

Em 2012, o setor foi avaliado em 22,7 bilhões de dólares. A maior parte das vendas foi destinada a região da Ásia-Pacífico, que corresponde por 40% do consumo de adesivos. Nessa região, a China é a maior consumidora de adesivos, correspondendo a mais de 50% das compras. O segundo maior mercado é a América do Norte, com aproximadamente 30% das compras de adesivos. Entretanto, a América do Norte é considerada um mercado saturado, e estima-se que haverá um crescimento lento nos próximos anos. A projeção é que atinja cifras de 59 bilhões de dólares no ano de 2020, crescendo numa taxa de 4,7% entre 2015 e 2020.

Os principais fatores que corroboram esse aumento seriam o crescimento das indústrias de embalagens, construção civil, automotiva, médica, aeroespacial, calçados e têxtil. A tendência é de, cada vez, mais substituir adesivos sintéticos à base de petróleo por alternativas ambientalmente responsáveis. Além disso, direcionado pelas necessidades de melhor

desempenho, o mercado está lentamente mudando dos adesivos tradicionais à base de solvente para produtos de alta *performance* como os do tipo *Hot Melt*.

Na Figura 3.4, pode-se ser observado o crescimento da economia chinesa, sendo que suas indústrias dos ramos de embalagens, construção civil e automotivo são o principal fator indicador do crescimento da indústria de adesivos nos próximos anos. Em 2014, os adesivos à base de água foram a tecnologia dominante, com 45% da demanda. É possível observar que essa tecnologia é a que apresenta maior previsão de crescimento para os próximos anos, a uma taxa de 5,4% de 2014 a 2020. A expectativa é que, no futuro, substitua-se completamente a tecnologia à base de solventes por tecnologias mais sustentáveis. O consumo de adesivos *Hot Melt* também demonstra alto potencial de crescimento, principalmente nos países desenvolvidos, com a receita global esperada para 2020 sendo na casa de sete bilhões de dólares.

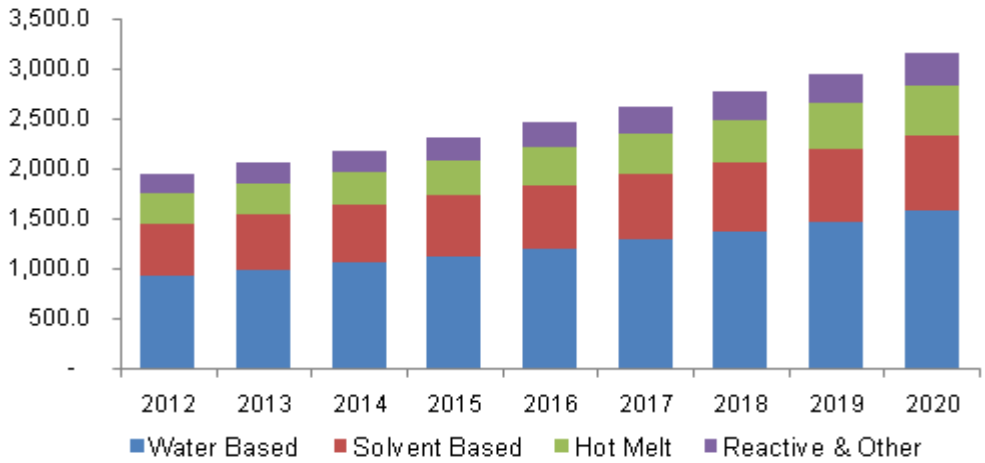

Figura 3.4 – Mercado de adesivos na China por tecnologia, em quilo-toneladas (2012-2020)

Fonte: www.grandviewresearch.com

3.8.1 Mercado Brasileiro

Apesar da menor participação da América Latina no mercado, o Brasil vem apresentando forte potencial, visto que em 2002 contabilizou 303 milhões de dólares no setor, responsável por 62% da demanda latina, que participa com 1,9% do mercado global de adesivos e selantes.

Em 2010, a *Henkel* anunciou um projeto global que visava o fortalecimento das suas três principais marcas presentes no mercado brasileiro. Desde então, o mercado brasileiro de

adesivos e selantes vem dando sinais evidentes de evolução, tanto em termos comerciais como tecnológicos.

Segundo estudos estatísticos da Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM, 2015), nos últimos cinco anos o setor cresceu em faturamento por volta de 90%, gerando receita em 2011 de US$ 1,5 bilhão, com um volume de vendas que totalizou 400 mil toneladas. Na dianteira do crescimento, o maior uso nas indústrias da construção civil, de calçados e automotiva puxou a demanda do mercado.

Em relação aos investimentos em tecnologia, a ABIQUIM afirma que o setor passa por mudanças positivas, focando sua alocação de recursos em soluções mais sustentáveis, tanto para o meio ambiente como para o ser humano. É nessa dinâmica que surgem os adesivos à base de água e os solventes verdes, cuja ideia é proporcionar uma produção menos agressiva e tóxica.

Ainda segundo dados da ABIQUIM, a mudança é percebida por intermédio da demanda mercadológica, que vem preferindo os adesivos à base de água em vez dos que possuem solventes como base (FURTADO, 2015). "Em 2006, 27% dos adesivos eram com solvente, em 2011 caíram para 17%. Os de base água representavam 46% e agora subiram para 57%", afirmou o coordenador, também gerente de manufatura e desenvolvimento da fabricante de adesivos *Lord®*. Ainda em 2011, os *Hot Melts* somaram 6,5%; selantes, 16%; e outros tipos, 3,5% (epóxis, acrílicos, bi componentes).

Outra empresa que vem se destacando no cenário de adesivos brasileiro é a *Brascola*, cujos últimos investimentos estão sendo focados para os adesivos *Hot Melt*, poderosos concorrentes dos adesivos à base de solvente. Sua produção está em torno de 55 toneladas por dia de adesivos. O consultor da área de negócios de *Hot Melt* da *Brascola*, Roberto Cestari, acredita que sejam promissores os avanços nesse setor, uma vez que ele já detém 18% de todo consumo de adesivos no país e vem crescendo cerca de 10% ao ano, com participação estimada em 30% nos próximos cinco anos (REVISTA ADESIVOS & SELANTES, 2015).[5]

[5]"Presente no mercado há 50 anos, a *Brascola* investe na marca *Brascomelt* e pretende manter sua meta inicial de conquistar 15% do mercado de *Hot Melts* em três anos. Em seu portfólio figuram também soluções para construção civil, setor automotivo, indústria em geral, comércio, calçados e couros, madeireiro, moveleiro e artesanato" (REVISTA ADESIVOS & SELANTES, p. 34-44).

Em relação à capacidade de produção instalada no mercado brasileiro de adesivos, tem-se que para os adesivos à base de água, a capacidade é de mais de 763 mil toneladas por ano (ABIQUIM, 2012). A empresa *Resicryl* é responsável por mais da metade desse total, tendo capacidade de produzir 465 mil toneladas por ano. Em relação às vendas, pode-se observar que entre 2008 e 2011 houve forte crescimento no setor, passando da produção de 125 mil toneladas por ano para 195 mil toneladas por ano. Em 2012 houve uma queda de aproximadamente 7%, sendo vendidas 182 mil toneladas nesse ano. Deste montante, mais de 96% das vendas foram destinadas ao mercado interno em 2012.

Já em relação aos adesivos à base de solvente são 268 mil toneladas por ano de capacidade, sendo a mais relevante a empresa *Henkel*, com capacidade de 47 mil toneladas por ano. Para este tipo de adesivos, a produção estava em queda de 2008 até 2010, passando de 67 mil toneladas por ano a 58 mil toneladas. Em 2011 houve uma recuperação do setor, para 65 mil toneladas por ano, e crescimento novamente em 2012, com vendas de 69 mil toneladas por ano. Em 2012 também houve um forte crescimento da exportação desses adesivos, passando de 4 mil toneladas por ano em 2011 para dez mil toneladas por ano. A principal área de aplicação destes adesivos é a indústria de calçados, correspondendo a 41% das vendas destinadas a ela. Também são relevantes as indústrias automobilística e de embalagens, com aproximadamente 16% das vendas sendo para esses setores.

A *Henkel* também se destaca na produção de adesivos do tipo *Hot Melt*. Para esses adesivos, a capacidade de produção nacional caiu para 45 mil toneladas por ano total, sendo 22 mil toneladas podendo ser fabricadas pela *Henkel*. Assim como com os adesivos à base de água, houve crescimento da produção de 2008 a 2011, passando de 15 mil toneladas para quase 26 mil toneladas por ano. Em 2012 houve um pequeno decréscimo, finalizando o ano com uma produção de 24 mil toneladas.

Em todos os tipos de adesivos, observa-se que a capacidade de produção das indústrias é muito superior a real produção. É necessário observar valores de importação desses produtos para avaliar a vantagem de aumentar a utilização dessas plantas já instaladas.

Os resultados obtidos no Anuário da Indústria Química 2013, da ABIQUIM, podem ser vistos com mais detalhes na Tabela 3.1:

Tabela 3. 1 – Capacidade Instalada de empresas que produzem Adesivos

COLAS, ADESIVOS E SELANTES		
Capacidade Instalada (t/ano)		
Colas/Adesivos, base água		
Empresa	**Localização**	**Capacidade Instalada em 2012**
Adecol	SP	8.400
Amazonas Quimicam	SP	n.d.
Akzo Nobel Pulp And Performance Chemical	SP	12.000
Amino	SP/MG	2.880
Artecola Química	RS/SP/MG	n.d.
Brancotex	SP	10.500
Brascola	SC	750
Clariant		Unidade transferida para Archroma em 09/2013
Coladesi	RJ	700
Denver	SP	42.000
Impermeabilizantes	SP/BA	5.280
Dow Brasil	SP	10.000
Emz Química	SP	800
Fcc Campo Bom	RS	1.800
Fcc Morada Nova	CE	540
Formiline	SP	1.750
Henkel	SP	5.030
Ingredion	PE/SP	n.d.
Killing	RS	2.200
Killing Ceará	CE	240
Kolafit	RS	530
Lorenz	PR	23.970
Lrb Química	RS	5.000
Mactra	SP	6.000
Metalgamica	SP	1.080
Momentive	SP	42.000
Norquima	SP	6.000
Oswaldo Cruz Química	SP	90.000
Petrocola	SP	600
Pulvitec	SP	8.100
Quimicryl	SP	2.000
Resicryl	SP	415.000
Resinas Yser	PR	n.d.
Tanac	RS	30.000
Tremembé Química	SP	1.000
3M	SP	n.d.

Una Química	SP	600
Vedacit	SP	17.000
Wolf Hacker	SP	10.000
Total		**763.750**

Colas/Adesivos, base solvente		
Empresa	**Localização**	**Capacidade Instalada em 2012**
Adere	SP	12.000
Amazonas Quimicam	SP/RS/BA	250
Amino	SP/MG	1.800
Artecola Química	RS/BA/SP	n.d.
Brascola	SC	94.400
Bostik	SP	n.d.
Coim	SP	n.d.
Coladesi	RJ	720
Dalton	SP	1.500
Dow Brasil	SP	4.000
Fcc – Campo Bom	RS	14.400
Fcc – Jacuípe	BA	17.116
Fcc – Moradia Nova	CE	4.752
Formiline	SP	16.000
Henkel	SP	47.500
Itw Ppf	SP	n.d.
Killing	RS	11.700
Killing Bahia	BA	9.100
Killing Ceará	CE	6.900
Lord	SP	7.000
Manchester Química	SC	n.d.
Petrocola	SP	2.600
Pulvitec	SP	1.200
Purcom	SP	3.700
Sinteglas Acrílicos E Colas Especiais	SP	62
Siq	SP	450
Three Bond	SP	182
3M	SP	n.d.
Una Química	SP	11.500
Total		**268.832**

Colas/Adesivos, Hot Melt		
Empresa	**Localização**	**Capacidade Instalada em 2012**
Adecol	SP	2.500
Amazonas Quimicam	SP	n.d.

Artecola Química	RS/SP	n.d.
Coladesi	RJ	400
Colas Schelble	RJ	600
Fcc – Campo Bom	RS	16.200
Formiline	SP	50
Henkel	SP	22.000
Killing Bahia	BA	630
Lrb Química	RS	2.880
3M	SP	n.d.
Total		**45.260**

n.d.: não informou os dados de produção e vendas
Fonte: Adaptado ABIQUIM, 2013

3.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os adesivos apresentam impacto significativo na confiabilidade e durabilidade dos produtos finais e o campo de aproveitamento tem se tornado progressivamente mais amplo, com gradativa tendência de composições mais complexas e ricas de produtos naturais. 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 as tecnologias mais eminentes do mercado. Nota-se então, que estes possuem elevada importância tanto para a natureza, quanto para o homem moderno.

A seguir, na Tabela 3.2, é apresentado um resumo sobre os principais aspectos de cada adesivo descrito no presente capítulo:

Tabela 3. 2 – Principais Aspectos dos Adesivos

Tipo de Adesivo	Principais Aspectos
Origem Natural	São produzidos como forma de sobrevivência pelos animais, segregando líquidos viscosos capazes de unir substratos para a fabricação de seus ninhos, por exemplo.
Estruturais	Formam ligações que suportam cargas de magnitude considerável, aliando integridade estrutural e alta *performance.*
Estruturais Epóxido	São resinas termoendurecíveis versáteis.
Estruturais Acrílico	São epóxidos de alta resistência, feitos por polimerização de ácidos acrílico ou metacrílico, mediante de uma reação com um catalisador, sendo um dos mais utilizados no setor industrial devido à sua aplicabilidade.

Estruturais Cianoacrilato	São adesivos de componente único que se curam por exposição à umidade alcalina e substâncias iônicas encontrados na maioria das superfícies, à temperatura ambiente.
Estruturais Poliimida	Apesar da sua capacidade de suportar temperaturas mais altas, os elevados custos da sua utilização, assim como a elevada temperatura empregada na sua cura, fazem com que sejam menos utilizadas.
Estruturais Silicone	São selantes em sistemas elastoméricos com uma combinação única de flexibilidade e resistência a temperaturas elevadas.
Estruturais Poliuretano	Foram desenvolvidos como um substituto da borracha, no início da Segunda Guerra Mundial, e é utilizado em diversas áreas, possuindo resistência à elevadas temperaturas.
Estruturais *Hot Melt*	São materiais termoplásticos, 100% sólidos, que formam uma ligação forte rapidamente, apenas por arrefecimento ligeiro e são compatíveis com a maioria dos materiais.
Sustentáveis	São adesivos cuja a síntese química possui um impacto menor na natureza ou os insumos utilizados para a produção dos mesmos são composições renováveis que permitem um ciclo de vida completo do produto.
Sustentáveis Bioderivados	São diferentes das colas e adesivos de base biológica tradicionais, pois as propriedades dos materiais são melhoradas através da síntese química.
Sustentáveis Bioderivados Lignocelulósico	Atualmente, a maneira mais simples de usar a lignina como um adesivo é como um substituto parcial para resinas de fenol-formaldeído.
Sustentáveis Bioderivados de Óleo de Rícino	São adesivos de múltiplos benefícios, pois permitem o fácil manuseio à temperatura ambiente, demonstrando uma grande resistência à água, bem como aos raios UV e uma elevada resistência mecânica, podendo ser utilizados em aplicações estruturais.
Sustentáveis Bioderivados de Amido	São extremamente econômicos, possuem boas propriedades fluido métricas, são de fácil limpeza e abrangem uma vasta gama de viscosidades.
Sustentáveis Bioderivados de Soja	São adesivos à base de óleos vegetais que reduzem o tempo de cura. Colas à base de soja são especialmente populares na indústria madeireira: os adesivos não são apenas ambientalmente seguros, mas também melhoraram a qualidade do produto final.
Alto Desempenho	Possuem excelentes propriedades térmicas e mecânicas para aplicações de alta temperatura e umidade, exposição à descamação, múltiplos esforços e forte impacto.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados coletados na Revisão Bibliográfica

Os vários aspectos abordados neste capítulo serviram como base inicial para o entendimento acerca dos Adesivos Estruturais, Sustentáveis e de Alto Desempenho. A partir do conhecimento adquirido, foi possível a elaboração das estratégias metodológicas que auxiliaram na etapa de Prospecção Tecnológica e na posterior elaboração do *Roadmap*

Tecnológico, conforme é detalhado nos capítulos a seguir. O próximo capítulo detalha a metodologia de Prospecção utilizada no presente trabalho.

Capítulo 4 METODOLOGIA DA PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA

A fase de definição das ferramentas para a análise da Prospecção Tecnológica constitui uma etapa fundamental da metodologia de *Roadmapping*, pois se baseia em uma análise diferenciada desenvolvida pelo NEITEC – EQ/UFRJ. Nesse contexto, esse capítulo tem como objetivo retratar os conceitos e tecnologias que estruturam os estudos realizados e facilitam o entendimento do processo de criação de um mapa de conhecimento.

4.1 CONCEITOS SOBRE PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA

Os estudos de Prospecção Tecnológica, também chamados de estudos de futuro, ou *forecast(ing), foresight(ing)* ou *future studies*, fornecem as principais tendências do estado da arte de um setor, produto e/ou tecnologia, seja no contexto mundial como em uma análise corporativa e/ou segmentada. Estes estudos auxiliam a identificação de tecnologias promissoras, úteis para uma determinada organização ou país, bem como apontam para possibilidades de parcerias. A sistematização da prática de monitoramento tecnológico, a ser coberta pela prospecção tecnológica e de inovação, visa congregar a busca de soluções adequadas para a identificação e priorização de uma agenda de P&D e de melhor alocação de recursos financeiros e de políticas públicas.

Define-se a análise prospectiva também como o conjunto de atividades e métodos utilizados para antever o comportamento de variáveis socioeconômicas, políticas, culturais e tecnológicas, bem como o efeito de suas interações (CASTRO *et al*, 1998b, 1999). Pode-se considerar que os estudos prospectivos são processos sistematizados de compreensão do futuro e podem ser de cunho social, econômico, político e tecnológico.

A Prospecção Tecnológica pode variar em complexidade, desde a prospecção de uma única tecnologia para uma empresa até um exercício prospectivo de escopo bem mais amplo, de um setor econômico ou de questões que envolvam toda uma sociedade.

A literatura cita inúmeros métodos de prospecção tecnológica, tais como a análise de cenários, entrevista com especialistas, construção de matriz SWOT, a técnica de *brainstorming* metodologia *Delphi*, dentre outras[6].

A análise SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*) identifica as forças, fraquezas, ameaças e oportunidades de um determinado setor ou empresa através do mapeamento de dados, levando em consideração os métodos de planejamento estratégico. O objetivo é ordenar sistematicamente percepções sobre ambientes futuros alternativos, com base em combinações de condicionamentos e variáveis. Uma das principais vantagens é a incorporação de uma grande variedade de informações quantitativas e qualitativas que ajudam os gestores frente às tomadas de decisão, contudo pode ser complexa a obtenção das informações desejadas (TEIXEIRA, 2013). Na Figura 4.1, pode-se verificar como está organizada a estrutura da metodologia SWOT.

Figura 4.1 – Análise SWOT
Fonte: http://www.ignicaodigital.com.br/como-fazer-uma-analise-swot/

Segundo Nogueira (2010), a estrutura se apresenta principalmente como uma análise de cenário e se divide em ambiente interno (Forças e Fraquezas) e ambiente externo (Oportunidades e Ameaças). As Forças e Fraquezas são determinadas pela posição atual da tecnologia e se relacionam, quase sempre, a fatores internos. Já as Oportunidades e Ameaças

[6]Maiores informações sobre os métodos de Prospecção Tecnológica podem ser obtidas em BORSCHIVER, S.; SILVA, A.L.R., 2016. *Technology Roadmap* – Planejamento Estratégico para alinhar Mercado-Produto-Tecnologia. ISBN: 9788571933866 1.a Edição – 2016.

são antecipações do futuro e estão relacionadas a fatores externos. Após estabelecer os componentes da matriz SWOT, é necessário cruzar as Oportunidades com as Forças e as Fraquezas com as Ameaças, buscando estabelecer estratégias que minimizem e monitorem os aspectos negativos e maximizem as potencialidades.

Por conseguinte, pretende-se compreender a situação atual do objeto de estudo, através da organização gráfica das informações de forma a permitir a fácil cognição das condições do mesmo, determinando as áreas de foco que necessitam de desenvolvimento. De forma a garantir que os futuros trabalhos estejam alinhados com a realidade da empresa e que não sejam realizados trabalhos de forma desnecessária, é preciso identificar os *gaps* do mercado para alavancar estudos mais direcionados para esses setores (CARLOS, 2014). Essa estrutura viabiliza a flexibilidade para a construção do *Roadmap*, pois pode apresentar além de tecnologias alternativas, cenários singulares, de forma a melhor entender as tendências, direções e evoluções temporais dos dados selecionados (COELHO *et al*, 2005).

A metodologia *Delphi* é uma técnica utilizada para buscar um consenso de opiniões de um grupo de especialistas (*stakeholders*) a respeito de acontecimentos futuros mediante a elaboração de um questionário que deverá ser respondido por eles. Segundo Nogueira (2010), a evolução em direção a um consenso obtida no processo representa uma consolidação do julgamento intuitivo destes *stakeholders* sobre tendências e eventos futuros, levando em consideração as similaridades e as sinergias.

A técnica baseia-se no uso estruturado do conhecimento, da experiência e da criatividade de um painel por parte desses especialistas, pressupondo que o julgamento coletivo, quando organizado adequadamente, é melhor do que a opinião de um só indivíduo. Em função das características relatadas, o método *Delphi* é notadamente recomendável quando não é possível ter acesso aos dados quantitativos ou estes não podem ser projetados para o horizonte com segurança, em face da expectativa de mudanças estruturais nos fatores determinantes das tendências futuras. As características essenciais da metodologia *Delphi* são a troca de informações e opiniões entre os respondentes, o anonimato das respostas e a possibilidade de revisão de visões individuais sobre o futuro diante das previsões e argumentos dos demais especialistas, com base em uma representação estatística da visão do grupo (NOGUEIRA, 2010).

Na Figura 4.2, é possível verificar como está organizada a estrutura metodológica da análise *Delphi*:

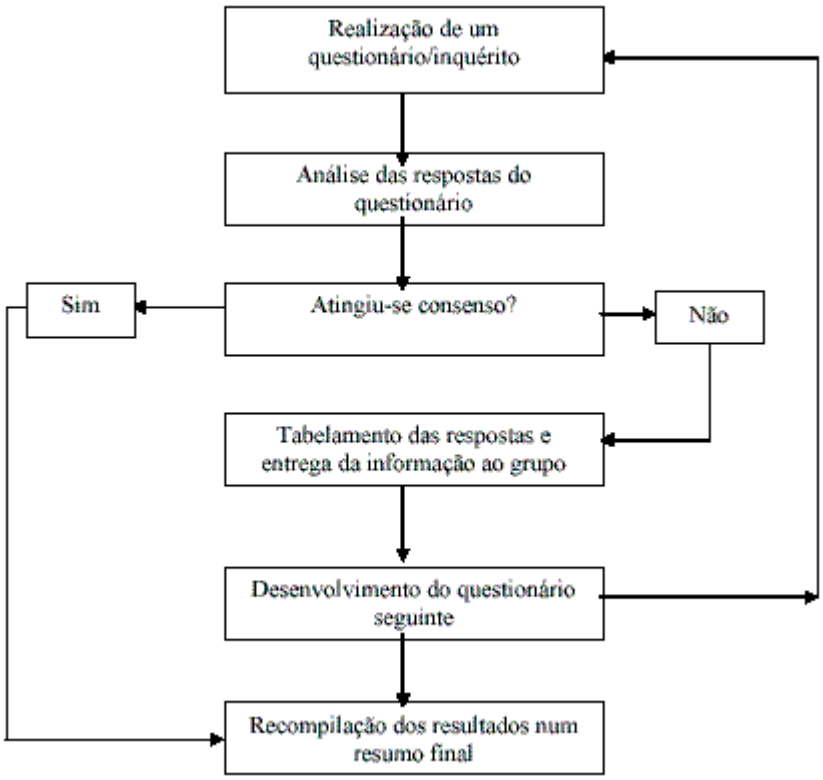

Figura 4.2 – Metodologia *Delphi*
Fonte: http://www3.dsi.uminho.pt/delphina/

No presente estudo, são exploradas duas metodologias prospectivas: a análise quantitativa e qualitativa de documentos técnicos (artigos e patentes), também conhecida como bibliometria e patentometria, e o *Roadmap* Tecnológico.

A Informação Científica é 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 (AGUIAR, 1991).

Segundo a Federação Internacional de Documentação (FID) o termo “Informação” 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 (QUADROS & VILHA, 2009).

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), encontrados em bases de dados como *Scopus* e *Science Direct* e o uso de bancos de patentes, como o *USPTO* (dos Estados Unidos) e o INPI (do Brasil).

Um dos mecanismos mais utilizados pela comunidade científica para a disseminação dos resultados das pesquisas é a publicação de artigos em periódicos científicos. Os resultados de uma pesquisa científica necessitam ser formalmente divulgados para assegurar a autoria de quem os desenvolveu (PIZZANI, SILVA & HAYASHI, 2008). 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.

Por outro lado, uma das formas de se verificar o desenvolvimento tecnológico sobre uma determinada tecnologia é a análise dos documentos de patente. Os pedidos de patente depositados em um determinado país são considerados pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI), governos e também por estudiosos em geral como um indicador dos avanços tecnológicos desse país (MUELLER, 2005). 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 inovação. 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, PORTER & ANTUNES, 2007).

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 e tendência mercadológica (ALENCAR, PORTER & ANTUNES, 2007).

A análise de patentes é internacionalmente considerada como um dos indicadores relevantes para se avaliar a capacidade de se 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, de uma empresa ou de um setor.

Três fatores são impactantes com relação à 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 (CARAHER, 2008).

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.

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

4.2 METODOLOGIA GERAL

Para realizar a análise de artigos e patentes, utilizou-se a metodologia de Prospecção Tecnológica desenvolvida no Núcleo de Estudos Industriais e Tecnológicos (NEITEC) da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), na qual palavras-chave guiam a busca por documentos técnicos. Uma vez selecionados e filtrados de acordo com o foco desejado, foram submetidos a diferentes tipos de análise:

- Análise Macro: as informações são organizadas e divididas segundo os seguintes critérios: Ano, País, Revista, Universidade/ Centro de Pesquisa e Empresa. Um exemplo desse

modelo de análise pode ser visto na Tabela 4.1 que simula a tabela criada no Microsoft® Excel® 2013 para organizar as informações:

Tabela 4.1 – Análise Macro no Excel

					ANÁLISE MACRO					
Logo	Número	Nr. Da Patente	Título da Patente	Resumo da Patente	Ano	País	Inventor	Universidade/ Centro de Pesquisa	Empresa	Foco do Documento
	2	8974905	Structural adhesive and bonding application thereof	A structural adhesive composition that is suitable for high-strength bonding of metals and aerospace structural materials. In one embodiment, the structural adhesive composition based on a two-part system, which is curable at or below 200.degree. F. (93.degree. C.).	2015	Estados Unidos			Cytec Technology Corp.	Aplicação de adesivos em ligações aeroespaciais

Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

- Análise Meso: o conteúdo do documento é organizado e analisado de acordo com as taxonomias escolhidas, mediante as tendências observadas. É importante enfatizar que elas podem mudar de artigos para patentes e que não podem ser pré-estabelecidas antes mesmo da leitura dos artigos/patentes, pois dependem do conteúdo que há neles. Além disso, o mesmo documento pode apresentar mais de uma taxonomia. Um exemplo desse tipo de análise pode ser visto na Tabela 4.2 que simula a tabela criada no Microsoft® Excel® 2013 para a organização das taxonomias:

Tabela 4.2 – Análise Meso no Excel

ANÁLISE MESO			
Área de Aplicação	Propriedades	Composição	Processos e Mecanismos de Produção
x	x	x	

Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

- Análise Micro: descrição das taxonomias analisadas na análise meso, com a possível adição de mais itens a serem descritos se houver necessidade de um maior

detalhamento do assunto em questão. Um exemplo dessa análise pode ser visto na Tabela 4.3 que simula a tabela criada no Microsoft® Excel® 2013 para a exposição dos dados:

Tabela 4.3 – Análise Micro no Excel

ANÁLISE MICRO					
Área de Aplicação identificada	Propriedades identificadas	Adesivo Estrutural de dois componentes	Adesivo Estrutural de um componente	Composição identificada	Processos e Mecanismos de Produção identificados
Materiais estruturais aeroespaciais	Alta resistência de ligação de metais.	Adesivo Estrutural com base em um sistema de duas partes: uma resina e um catalisador. Resina: Inclui pelo menos duas resinas epóxi multifuncionais diferentes selecionadas a partir de resinas epóxi difuncionais, trifuncionais, tetrafuncionais e certos componentes de endurecimento, e partículas de enchimento inorgânicos como uma reologia/tixotropia componente modificador. Os componentes de endurecimento incluem partículas de borracha de núcleo-casca com diferentes tamanhos de partículas e pelo menos um de um polímero elastomérico e um polímero poliéter. Catalisador:Inclui um composto de amina alifática ou cíclica como um agente de cura e um material de enchimento inorgânico como / tixotropia componente de modificação de reologia.	Adesivo estrutural com base num sistema de uma só fase, que inclui os componentes da parte de resina misturada com um agente de cura de amina latente. O sistema de uma parte pode ainda incluir um imidazol e/ou uma amina alifática. Inclui um composto de amina alifática ou cíclica como um agente de cura e um material de enchimento inorgânico como / tixotropia componente de modificação de reologia.	Resina epóxi	

Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

Baseado em experiências anteriores de desenvolvimento de *Roadmap* e no interesse em realizar buscas em relação aos anos futuros, o horizonte temporal escolhido foi o de 2009-2015.

4.3 METODOLOGIA PARA ANÁLISE DE ARTIGOS

No total, foram analisados 98 artigos. A análise é dividida entre Adesivos Estruturais (31), Adesivos Sustentáveis (36) e Adesivos de Alto Desempenho (31). Várias pesquisas diferentes foram realizadas até que uma amostra significativa fosse obtida para os últimos anos. O horizonte temporal em análise é de 2009-2015/8.

4.3.1 Palavras-chave para Artigos

Foram realizadas buscas de artigos científicos na base de dados *Scopus* – www.scopus.com – através do uso das seguintes palavras-chave (limitadas a *title*, *abstract* e *keyword*) combinadas e devidamente associadas. A seguir, na Tabela 4.4, são descritas as combinações das palavras-chaves utilizadas e a quantidade de documentos obtidos:

Tabela 4.4 – Palavras-chave para Análise de Artigos

Palavras-Chave	Filtro	Quantidade de Documentos
"Structural Adhesives" AND Composition	-	14
"Structural Adhesives"	Linguagens: Português e Inglês; *Exact keywords*: "*structural adhesives*" e "*structural adhesive*"	158
"Sustainable Adhesives"	-	8
Sustainable Adhesives	Tipos de Documento: artigos e *journals;* Linguagens: Português, Inglês e Espanhol	76
"High Performance Adhesives"	-	16
High Performance Adhesives	Tipos de Documento: artigos e *journals;* Linguagens: Português, Inglês e Espanhol; *Exact keyword*: *"adhesives"*	287
Eco-friendly Adhesives	-	73
"Eco-friendly Adhesives"	-	7
Sustainable Adhesives AND High Performance Adhesives AND Structural Adhesives	-	13

Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *Scopus* no período de agosto-dezembro/2015

Todas as pesquisas foram ordenadas por relevância, sendo que nos casos em que havia uma pequena amostra de documentos disponíveis, fez-se o uso também de *Conference Paper*. O uso da palavra "*composition*" em combinação com "*structural adhesives*" se deu devido à priorização dos temas escolhidos para a construção da dissertação. Por utilizar palavras-chave que são, muitas vezes, sinônimas ou apresentam significado parecido, foram encontrados documentos em duplicidade. Ou seja, alguns artigos encontrados na busca de uma determinada palavra-chave também se encontravam em uma outra busca. A decisão por analisar 98 artigos foi devido à seleção dos documentos que mais tinham relação com o presente trabalho.

É importante ressaltar que o uso de aspas se deu devido à busca forçada pela expressão completa e não apenas pela presença de uma e/ou outra palavra. A escolha a base de dados *Scopus* é baseada numa busca em outros sites de pesquisa de documentos científicos e a base em questão mostrou-se de fácil entendimento, com ferramentas de filtro práticas e com grande abrangência.

4.3.2 Taxonomias para Artigos

Após a análise dos artigos, foram identificadas as principais tendências dos documentos e a partir daí, foram criadas taxonomias/classificações para a melhor organização das informações.

As taxonomias utilizadas e as suas respectivas definições utilizadas na análise são:

- "Área de Aplicação": quando são identificados nos documentos o interesse de produção de Adesivos Estruturais, Sustentáveis ou de Alto Desempenho, destinado a determinada área de aplicação;

- "Propriedades": quando são identificados nos documentos propriedades e características, sejam elas capazes de identificar os tipos de adesivos;

- "Composição": quando são identificados nos documentos os componentes que fazem parte da formulação dos Adesivos Estruturais, Sustentáveis ou de Alto Desempenho;

- "Processos e Mecanismos[7]": quando são identificados nos documentos etapas e tecnologias do processo de produção dos Adesivos Estruturais, Sustentáveis e de Alto Desempenho e/ou mecanismos de ação dos mesmos para melhorar as propriedades e características do meio.

4.4 METODOLOGIA PARA ANÁLISE DE PATENTES

Foram analisados 84 patentes concedidas e 76 patentes depositadas. A análise é dividida entre Adesivos Estruturais (34+31), Adesivos de Alto Desempenho (30+30) e Adesivos Sustentáveis (20+15). Conforme citado anteriormente, várias pesquisas diferentes foram realizadas até que uma amostra significativa fosse obtida para os últimos anos. O horizonte temporal em análise é de 2009-2015/9.

[7]De acordo com o Dicionário do Aurélio, Mecanismo significa a combinação de peças para fazer funcionar um todo. Já Processo indica a forma de fazer alguma coisa, um procedimento. No contexto da produção industrial, esses conceitos se confundem, sendo muitas vezes utilizados com o mesmo sentido. Entretanto, na literatura encontram-se muito mais referências ao termo "Processo de Produção de Adesivos", querendo exprimir as etapas fabris necessárias para a fabricação do composto, em etapas como polimerização, mistura, secagem, entre outras.

4.4.1 Patentes Concedidas

4.4.1.1 Palavras-chave para Patentes Concedidas

Foram realizadas buscas de patentes concedidas na base de dados *USPTO* (*United States Patent and Trademark Office*) – http://www.uspto.gov/ – através do uso das seguintes palavras-chave combinadas e devidamente associadas (Tabela 4.5):

Tabela 4.5 – Palavras-chave para Análise de Patentes Concedidas

Palavras-Chave	Filtro	Quantidade de Documentos	Observação
Structural Adhesives Composition	-	0	-
Structural Adhesive Composition	-	69	-
Structural Adhesive	Limitada por *title*	59	-
Sustainable Adhesives	-	1	-
Sustainable Adhesive	-	1	-
Sustainable Adhesion	-	7	-
Sustainable AND Adhesives	-	759	-
Sustainable AND Adhesives	Limitada por *abstract*	0	-
Sustainable AND Adhesive	Limitada por *abstract*	1	-
Eco-friendly Adhesive	-	4	-
Renewable Adhesive	-	13	-
Green Adhesive	-	34	-
High Performance Adhesives	-	131	-
High Performance Adhesive	-	197	-
High Performance Adhesive	Limitada por *title*	3	Nenhuma das patentes foi utilizada, pois todas são anteriores a 2009
High Performance Adhesive	Limitada por *abstract*	4	Apenas duas patentes foram utilizadas, pois as outras são anteriores a 2009
High Performance Adhesive	Limitada por *claims*	4	Nenhuma das patentes foi utilizada, pois todas são anteriores a 2009

Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

Pelo uso da palavra "adesivo" no plural ou no singular, foi possível encontrar patentes em duplicata. Como os resultados para o uso da palavra no singular foi mais positivo (apresentou maior quantidade de patentes), optou-se por fazer todas as análises usando somente a palavra no singular, uma vez que também engloba os resultados no plural. O uso da ferramenta "*AND*" muitas vezes mostra resultados que não interessam ao escopo da dissertação, uma vez que aparecem muitas patentes com as duas palavras, mas não necessariamente com o significado desejado.

A escolha da base de dados *USPTO* é baseada no fato de que a maior parte das instituições publicadoras de patentes deposita suas pesquisas nessa base, possuindo assim, ampla abrangência e possibilitando grande diversidade de resultados. Além disso, por ser uma base americana, faz-se necessária a proteção das inovações em locais onde a produção científica é mais evidente.

4.4.1.2 Taxonomias para Patentes Concedidas

Assim como para o caso dos artigos científicos, as patentes foram analisadas e identificaram-se as principais tendências dos documentos para em seguida serem criadas as taxonomias/classificações.

Nesse caso, as taxonomias são semelhantes:

- "Área de Aplicação": quando é identificado nos documentos o interesse de produção de Adesivos Estruturais, Sustentáveis e/ou de Alto desempenho, destinado a determinada área de aplicação.

- "Propriedades": quando são identificados nos documentos propriedades e características, sejam elas capazes de identificar os tipos de adesivos;

- "Composição": quando são identificados nos documentos os componentes que fazem parte da formulação dos Adesivos Estruturais, Sustentáveis e/ou de Alto Desempenho;

- "Processos e Mecanismos": quando são identificados nos documentos etapas e tecnologias do processo de produção dos Adesivos Estruturais, Sustentáveis e/ou de Alto Desempenho e/ou mecanismos de ação dos mesmos para melhorar as propriedades e características do meio.

Para a análise Micro, foram adicionadas mais duas taxonomias para melhor descrever a composição dos Adesivos Estruturais, cuja definição já foi realizada no item 3.8:

- Adesivo Estrutural de um componente;
- Adesivo Estrutural de dois componentes.

4.4.2 Patentes Depositadas

Esse grupo de documentos ainda não foi aprovado como patente, estando ainda sob análise, logo, muitos dos documentos encontrados tiveram que ser descartados, uma vez que estavam em duplicada com as patentes que já haviam sido concedidas.

O mesmo método utilizado para patentes concedidas foi aplicado aqui, não havendo necessidade de repetir a metodologia utilizada.

4.4.2.1 Palavras-chave para Patentes Depositadas

Foram realizadas buscas de patentes depositadas na base de dados USPTO (*United States Patent and Trademark Office*) – http://www.uspto.gov/ – através do uso das seguintes palavras-chave combinadas e devidamente associadas (Tabela 4.6):

Tabela 4.6 – Palavras-chave para Análise de Patentes Depositadas

Palavras-Chave	Filtro	Quantidade de Documentos	Observação
Structural Adhesives Composition	-	1	-
Structural Adhesive Composition	-	66	-
Structural Adhesive	Limitada por *title*	46	-
Sustainable Adhesives	-	2	-
Sustainable Adhesive	-	4	-
Sustainable AND Adhesives	-	1421	-
Sustainable Adhesion	-	8	-
Sustainable AND Adhesives	Limitada por *abstract*	2	-

Sustainable AND Adhesive	Limitada por *abstract*	4	-
Eco-friendly Adhesive	-	8	-
Renewable Adhesive	-	26	-
Green Adhesive	-	26	-
High Performance Adhesives	-	89	-
High Performance Adhesive	-	163	-
High Performance Adhesive	Limitada por *title*	3	Nenhuma das patentes foi utilizada, pois todas são anteriores a 2009
High Performance Adhesive	Limitada por *abstract*	2	Apenas uma patente foi utilizada, pois a outra é anterior a 2009
High Performance Adhesive	Limitada por *claims*	1	Não foi utilizada, pois é anterior a 2009

Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

O mesmo se aplica ao caso de patentes depositadas no que se refere ao uso da palavra "adesivo" no singular ou no plural.

4.4.2.2 Taxonomias para Patentes Depositadas

Por apresentarem as mesmas tendências, as patentes depositadas foram analisadas através do uso das mesmas taxonomias utilizadas para artigos científicos e patentes concedidas. Estas já foram citadas e explicadas no item 4.3.2, não necessitando serem repetidas.

Conforme houve necessidade, aqui também foram adicionadas mais duas taxonomias, como no caso das patentes concedidas:

- Adesivo Estrutural de um componente;
- Adesivo Estrutural de dois componentes.

Vale ressaltar que essas taxonomias adicionais são verificadas expressivamente no caso dos Adesivos Estruturais, com apenas casos isolados para os Adesivos Sustentáveis e os Adesivos de Alto Desempenho, quando estes também fazem referências aos Adesivos Estruturais.

4.5 METODOLOGIA DE BUSCA NA BASE INPI

Foi realizada uma busca na base de dados brasileira INPI, Instituto Nacional da Propriedade Industrial, na qual só foram encontradas seis patentes, todas depositadas. O horizonte temporal em questão é referente ao período de 2009-2015/10. Essas patentes são analisadas de forma separada no item 5.2.2.4. Na Tabela 4.7, pode-se verificar as palavras-chave utilizadas:

Tabela 4.7 – Palavras-chave para a busca na base INPI

Palavras-Chave	Quantidade de Documentos
"Adesivos Estruturais"	3
"Adesivos Sustentáveis"	1
"Adesivos de Alto Desempenho"	2

Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados INPI no período de novembro-dezembro/2015

Em todas as buscas se fez necessário o uso de aspas nas expressões, pois sem elas existiam muitos resultados que não estavam associados aos temas em foco. Também se fez o uso das mesmas taxonomias utilizadas na base de dados *USPTO*.

Capítulo 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO DA PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA

A fase de análise e discussão dos resultados encontrados após a aplicação da metodologia de Prospecção Tecnológica constitui uma etapa fundamental de *Roadmapping*, pois permite visualizar os dados levantados com uma visão Macro, Meso e Micro detalhadas, buscando encontrar similaridades, tendências e sinergia entre os objetos de estudos para que, posteriormente, a etapa de construção do *Roadmap* possa ser desenvolvida.

5.1 ANÁLISE DOS ARTIGOS

5.1.1 Análise Macro dos Artigos

A Figura 5.1, mostra como ficam distribuídos os artigos publicados de acordo com os anos. Como será discutido mais adiante, é possível notar que a maior fatia pertence ao ano de 2014 com 19 artigos, seguida dos anos de 2010 e 2013, ambos com 17 artigos publicados. A menor quantidade de publicações é encontrada nos anos de 2009 e 2015, ambos com nove artigos. Porém, vale ressaltar que a pesquisa realizada para 2015 é somente até agosto desse ano, então é possível esperar que esse valor venha a crescer e talvez até ultrapassar 2014, visto que é claro o crescente desenvolvimento de pesquisas nessa área.

Utilizando como espaço amostral os **31 artigos sobre Adesivos Estruturais**, o ano em que há mais artigos publicados no período de 2009 a 2015 é o de 2009 com sete publicações, seguido dos anos de 2010 e 2011, ambos com seis publicações.

Utilizando como espaço amostral os **36 artigos sobre Adesivos Sustentáveis**, o ano em que há mais artigos publicados no período de 2009 a 2015/8 é o de 2013 e 2014 com oito publicações cada, seguido dos anos de 2010 e 2015/8, ambos com seis publicações. O ano com o menor número de publicações é 2011, apenas três artigos. Pode-se perceber uma tendência diferente em relação aos Adesivos Estruturais, uma vez que é crescente a preocupação com o meio ambiente e a produção de produtos mais sustentáveis. Assim, é possível esperar que a cada ano se produzam mais artigos sobre esse assunto.

Utilizando como espaço amostral os **31 artigos sobre Adesivos de Alto Desempenho**, o ano em que há mais artigos publicados no período de 2009 a 2015/8 é o de 2014 com oito

publicações, seguido do ano de 2009, cujas publicações somam-se seis. Até agosto de 2015, apenas um artigo é publicado e assim, esse ano configura-se como o ano com menos publicações.

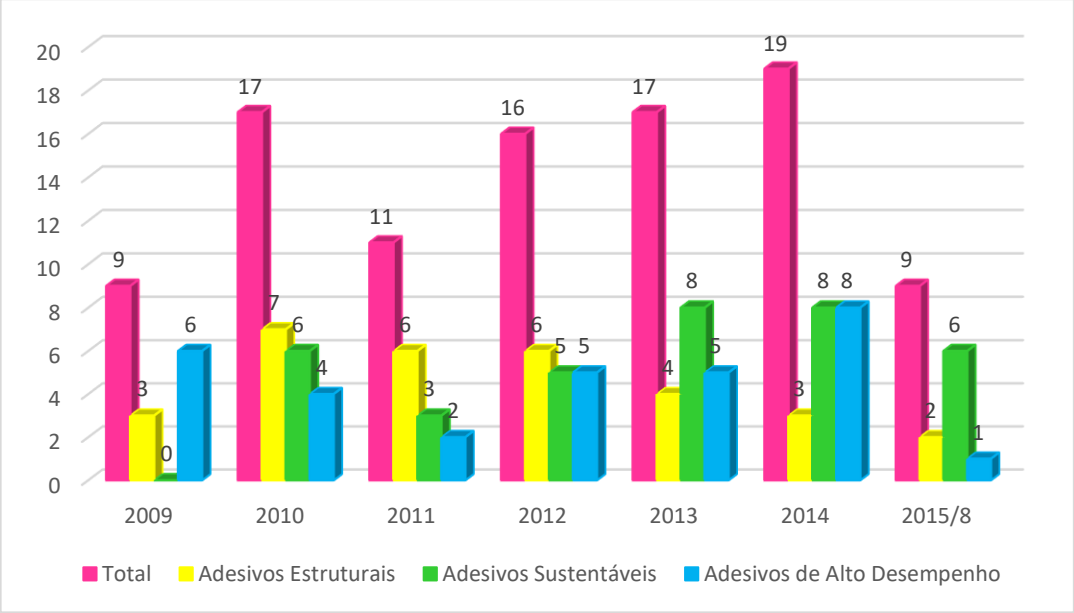

Figura 5.1 – Série Histórica Geral de Artigos Publicados
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *Scopus* no período de agosto-dezembro/2015

A Figura 5.2 mostra a quantidade de artigos publicados por país. Os Estados Unidos são unanimidade em todas as pesquisas feitas, apontando na primeira colocação com 18%. É seguido pela China, com 9%, e então por Japão com 7%. O Brasil participa apenas com uma fatia de 3%, correspondente a publicação de três artigos: dois feitos pela Universidade de São Paulo e um, pela empresa *Masterpol Adhesives Technology*. Os países que menos publicaram são Rússia, Romênia, Nova Zelândia, Tailândia, Bélgica, Israel e Croácia, todos com 1%. A fatia representada por "Outros" indica os países com menor número de publicações, e são eles: Suécia (cinco artigos); Portugal, Reino Unido e Suíça (quatro artigos cada); Brasil, França, Itália, Polônia e Malásia (três artigos cada); Coreia do Sul, Canadá, Dinamarca, Holanda e Irã (dois artigos cada); Colômbia, Bélgica, Croácia, Israel, Nova Zelândia, Romênia e Rússia (um artigo cada).

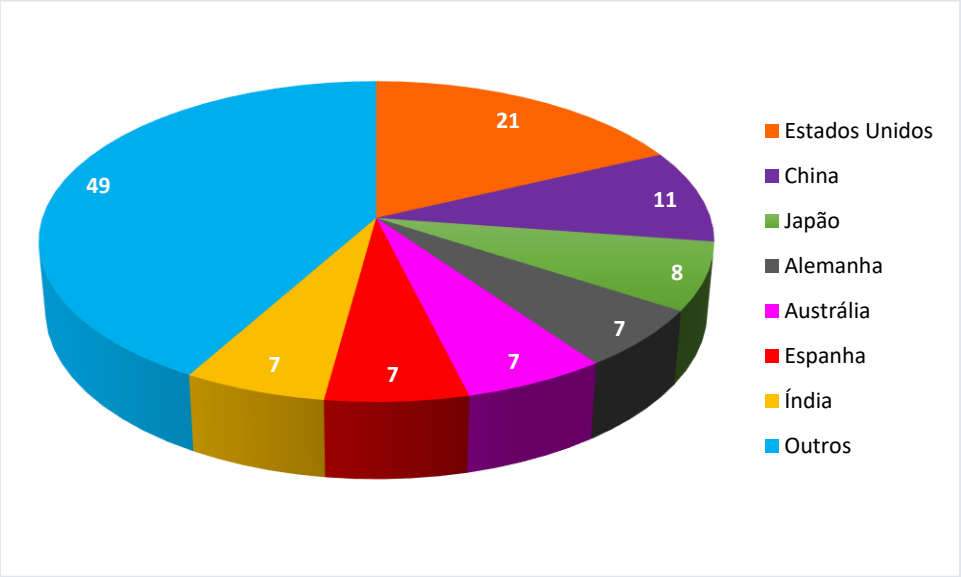

Figura 5.2 – Artigos Publicados por País
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *Scopus* no período de agosto-dezembro/2015

Dos 31 artigos analisados para Adesivos Estruturais, são encontradas 26 Universidades/Centros de Pesquisa e seis empresas que publicaram os documentos. Dos 36 artigos analisados para Adesivos Sustentáveis, são encontradas 41 Universidades/Centros de Pesquisa e 12 empresas que participaram publicação dos documentos. Dos 31 artigos analisados para Adesivos de Alto Desempenho, são encontradas 36 Universidades/Centros de Pesquisa e cinco empresas publicantes de documentos.

Na Tabela 5.1 estão relacionadas todas as Universidades/Centro de Pesquisa que são encontradas nos artigos, enquanto que na Tabela 5.2, é possível encontrar todas as Empresas. No universo dos 98 documentos analisados, são encontradas 22 empresas e 99 Universidades/Centros de Pesquisa que desenvolveram projetos em áreas relacionadas aos adesivos estudados no período de 2009 a 2015/8.

A Universidade do Porto e o *KTH Royal Institute of Technology* são os que mais publicam, somando cada um quatro. São seguidos pela *Universidad Politécnica de Madrid*, *École Politechnique Federal de Lausanne* e *Osaka City University*, cada um com três artigos publicados. A Universidade de São Paulo, único centro de pesquisa brasileiro envolvido, publicou dois artigos. Na figura também estão relacionadas todas as Universidades/Centros de Pesquisa que são encontradas nos artigos relacionados a cada tipo de adesivo.

Em relação aos Adesivos Estruturais, a *Universidad Politécnica de Madrid* e a Universidade do Porto são os centros universitários que mais publicam artigos, somando três cada uma. São seguidos pela *École Polutechnique Federal de Lausanne*, *Southeast University*, *University of California*, *IDMEC* e *Universiti Teknologi Malaysia*, cada uma com dois artigos publicados.

Em referência aos Adesivos Sustentáveis, a *KTH – Royal Institute of Technology* é o Centro de Pesquisa que mais publicou artigos, somando-se quatro no total. A *Tezpur University* encontra-se na segunda colocação, tendo publicado dois artigos, tal como a Universidade de São Paulo. Todas as outras universidades publicaram apenas um artigo.

Pode-se notar que, apesar dos Estados Unidos apresentarem o maior número de artigos publicados no total, não há um monopólio de publicações por apenas um Centro de Pesquisa específico. Cada um dos sete artigos é publicado em um lugar diferente. Situação distinta ocorre na Suécia, na qual todos os seus quatro artigos são publicados pelo mesmo Centro de Pesquisa (em apenas um deles há parceria com outra universidade, a *The Swedish University of Agricultural Sciences*), indicando ser um influente agente de expansão de tecnologia. Dessa forma, por possuir Centros de Pesquisa tão direcionados para o desenvolvimento de inovação, a Suécia apresenta-se como canalizadora de importantes investimentos em ciência, facilitando o planejamento estratégico entre os *drivers* do mercado e seus *players*.

Considerando os Adesivos de Alto Desempenho, a *Osaka City University* lidera o *ranking* sobre Adesivos de Alto Desempenho, tendo publicado três artigos. *Brunel University*, *Ohio State University*, *University of the Basque Country*, *Delft University of Technology*, *Basque Foundation for Science* e *Georgia Institute of Technology* publicaram dois artigos cada um. Todos os outros Centros de Pesquisa, participam com a publicação de apenas um artigo.

Tabela 5.1 – Artigos Publicados por Universidade/Centro de Pesquisa

Universidade/Centro de Pesquisa	Total	Distribuição	Universidade/Centro de Pesquisa	Total	Distribuição
Universidade do Porto	4	AE: 3; AS: 1	Delft University of Technology	2	AAD: 2
KTH – Royal Institute of Technology	4	AS: 4	Basque Foundation for Science	2	AAD: 2
Universidad Politécnica de Madrid	3	AE: 3	Georgia Institute of Technology	2	AAD: 2
Ecole Polytechnique Federale de Lausanne	3	AE: 2; AS: 1	US Forest Products Laboratory	2	AS: 1; AAD: 1
Osaka City University	3	AAD: 3	Monash University	2	AE: 1; AAD: 1
Southeast University	2	AE: 2	University of Paderborn	2	AE: 1; AS: 1
University of California	2	AE: 2	Sikkim Manipal Institute of Technology	1	AAD: 1
West Pomeranian University of Technology	2	AE: 1; AAD: 1	IBM Almaden Research Cente	1	AAD: 1
IDMEC	2	AE: 2	Khon Kaen University	1	AAD: 1
Universiti Teknologi Malaysia	2	AE: 2	Stanford University	1	AAD: 1
University of Modena and Reggio Emilia	2	AE: 1; AS: 1	Drexel University	1	AAD: 1
University of São Paulo	2	AS: 2	Soochow University	1	AAD: 1
Tezpur University	2	AS: 2	University of Massachusetts	1	AAD: 1
Brunel University	2	AAD: 2	University of South Australia	1	AAD: 1
Ohio State University	2	AAD: 2	Univ. of Kassel	1	AAD: 1
University of the Basque Country	2	AAD: 2	Shenkar College of Engineering	1	AAD: 1
China National University of Defense Technology	1	AE: 1	Osaka Prefecture University	1	AAD: 1

Fujian Agriculture and Forestry University	1	AAD: 1	School of Dental Medicine of Zagreb	1	AAD: 1
CSIR	1	AAD: 1	Agriculture and Agri-Food Canada	1	AS: 1
Northeast Forestry University	1	AAD: 1	Ningbo University	1	AE: 1
Amrita University	1	AAD: 1	Kent State University	1	AE: 1
University of Technology	1	AAD: 1	McGill University	1	AE: 1
Universidad de Los Andes	1	AAD: 1	Universidad Carlos III de Madrid	1	AE: 1
Ruder Boškovic´ Institute	1	AAD: 1	Virginia Tech	1	AE: 1
Team Europe - European Commission	1	AS: 1	J. Trautmann Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik	1	AE: 1
Technical University Gheorghe Asachi	1	AS: 1	Nuclear and Energetic Research Institute	1	AE: 1
University of North Carolina	1	AS: 1	Universidad Nacional de Educación a Distancia	1	AE: 1
Kyoto Institute of Technology	1	AS: 1	Paris Tech	1	AE: 1
RMIT University	1	AAD: 1	Hiroshima University	1	AE: 1
Technical Univ. Braunschweig	1	AAD: 1	The University of Tokyo	1	AE: 1
Coventry University	1	AS: 1	Far East University	1	AAD: 1
University of Bologna	1	AS: 1	Imperial College London	1	AE: 1
Sichuan University	1	AS: 1	University of Utah	1	AE: 1
Kyoto University	1	AS: 1	University of Tabriz	1	AE: 1

South China Agricultural University	1	AS: 1	IICT	1	AS: 1
Technological Institute of Denmark	1	AS: 1	INEGI	1	AS: 1
Seoul National University	1	AS: 1	Tokyo Institute of Technology	1	AS: 1
Catholic University of Daegu	1	AS: 1	Chinese Academy of Sciences	1	AS: 1
TLA development I/S	1	AS: 1	University of Illinois at Urbana-Champaign	1	AS: 1
Multimedia University	1	AS: 1	Griffith University	1	AS: 1
Zhejiang University	1	AS: 1	Korea Advanced Institute of Science and Technology	1	AS: 1
University of Minnesota	1	AS: 1	Medical University of Lodz	1	AS: 1
University of Tours	1	AS: 1	Islamic Azad University	1	AS: 1
University of Southern Queensland	1	AS: 1	The Swedish University of Agricultural Sciences	1	AS: 1
Wood Technology Centre	1	AS: 1	Kansas State University	1	AS: 1
Korea Institute of Industrial Technology	1	AS: 1	Swinburne University of Technology	1	AAD: 1
The University of Shiga Prefecture	1	AS: 1	Institute for Polymers and Chemicals Business Development Center	1	AAD: 1
University of York	1	AS: 1	Technologisch Onderzoek	1	AS: 1
The University of Kaiserslautern	1	AAD: 1	University Agricultural Center	1	AS: 1

AE: Adesivos Estruturais; AS: Adesivos Sustentáveis; AAD: Adesivos de Alto Desempenho
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *Scopus* no período de agosto-dezembro/2015

A empresa *Akzo Nobel, Casco Adhesives AB*, é a que mais publicou, somando três artigos, seguida pela empresa *EMP Solutions*, que publicou dois. Vale destacar que as empresas *Robatech AG* e *Purbond AG* trabalharam em parceria para a publicação de um único artigo sobre Adesivos de Alto Desempenho. As outras empresas publicaram cada uma, um artigo. Na Tabela 5.2, é possível visualizar a distribuição dos documentos em relação às empresas e seus respectivos perfis de investimento.

Tabela 5.2 – Artigos Publicados por Empresas

Empresa	Total	Distribuição	Setor/ Perfil
Akzo Nobel, Casco Adhesives AB	3	AS: 3	Tintas, revestimentos e produtos químicos
EMP Solutions	2	AE: 1; AS: 1	Eletroeletrônica e Tecnologia
Hutchinson	1	AS: 1	Automotivo
Bioformix, Inc.	1	AS: 1	Produtos Bioquímicos
Interface Europe Ltd	1	AS: 1	Materiais Avançados
Nitto Europe NV	1	AS: 1	Adesivos e Materiais Avançados
FINAT	1	AS: 1	Adesivos
Scion	1	AS: 1	Materiais Avançados
Samsung Heavy Industries	1	AS: 1	Naval
Tata Steel Ltd.	1	AS: 1	Aço e produtos metalúrgicos
Innventia AB	1	AS: 1	Papel, embalagens e produtos químicos
Byk-Chemie GmbH	1	AS: 1	Químico
Robatech AG	1	AAD: 1	Adesivos
Purbond AG	1	AAD: 1	Adesivos
DELO Industrie Klebstoffe	1	AAD: 1	Adesivos
Dow Corning Corporation	1	AAD: 1	Silicone e derivados
Numonyx, Inc.	1	AAD: 1	Eletroeletrônica
Brewer Science, Inc.	1	AE: 1	Eletroeletrônica
Komposit, ul.	1	AE: 1	Adesivos
Masterpol Adhesives Technology	1	AE: 1	Adesivos
Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.	1	AE: 1	Naval e Aeroespacial
Industria Chimica Reggiana I.C.R.	1	AE: 1	Químico

AE: Adesivos Estruturais; AS: Adesivos Sustentáveis; AAD: Adesivos de Alto Desempenho
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *Scopus* no período de agosto-dezembro/2015

No próximo item, foi analisado cada um dos tipos de adesivos com as suas respectivas distribuições por países.

5.1.1.1 Análise dos Adesivos Estruturais por País em Artigos

Analisando a distribuição de artigos sobre Adesivos Estruturais publicados por país, pode-se notar que a maior fatia pertence aos Estados Unidos com 17%, seguido da Espanha com 11% e depois pela China e Portugal com 9%. O Brasil possui uma porcentagem de 3%, correspondente ao artigo publicado pela empresa *Masterpol Adhesives Technology*. O gráfico a seguir mostra o resultado da pesquisa (Figura 5.3) e a fatia nomeada "Outros" indica os seguintes países: Alemanha, Austrália, Suíça, Japão, Itália e Malásia (dois artigos cada); Canadá, Reino Unido, Irã, Rússia, Polônia, Brasil e França (um artigo cada).

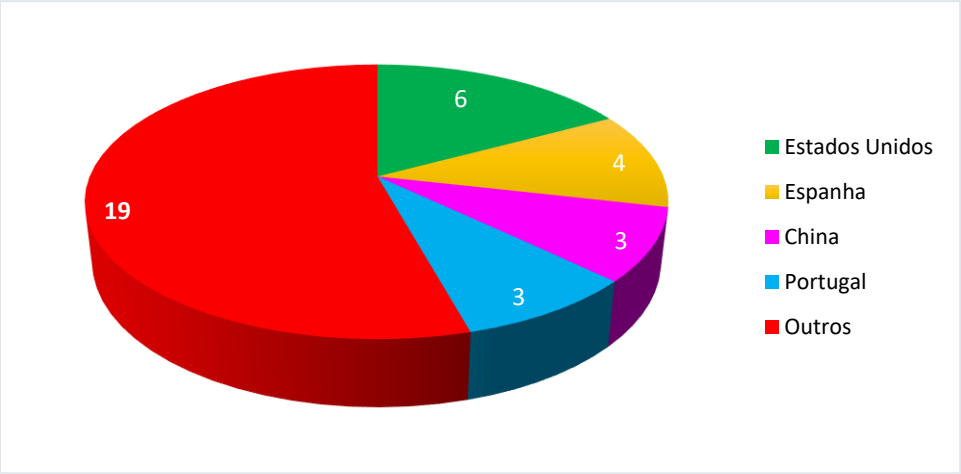

Figura 5.3 – Distribuição dos Adesivos Estruturais por País em Artigos
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *Scopus* no período de agosto-dezembro/2015

5.1.1.2 Análise dos Adesivos Sustentáveis por País em Artigos

Na Figura 5.4, fica evidenciada a participação majoritária dos Estados Unidos como o país de origem do maior número de publicações de artigos sobre Adesivos Sustentáveis, tendo 15% de participação. É seguido pela Suécia com 11% e pela China com 9%. O Brasil detém 4%, correspondentes às duas publicações realizadas pela Universidade de São Paulo. Neste gráfico, a fatia representada por "Outros" indica os seguintes países: Alemanha, Austrália, Reino Unido, Brasil, França, Dinamarca e Coreia do Sul (dois artigos cada); Canadá, Espanha,

Suíça, Irã, Polônia, Portugal, Itália, Malásia, Romênia, Bélgica e Nova Zelândia (um artigo cada).

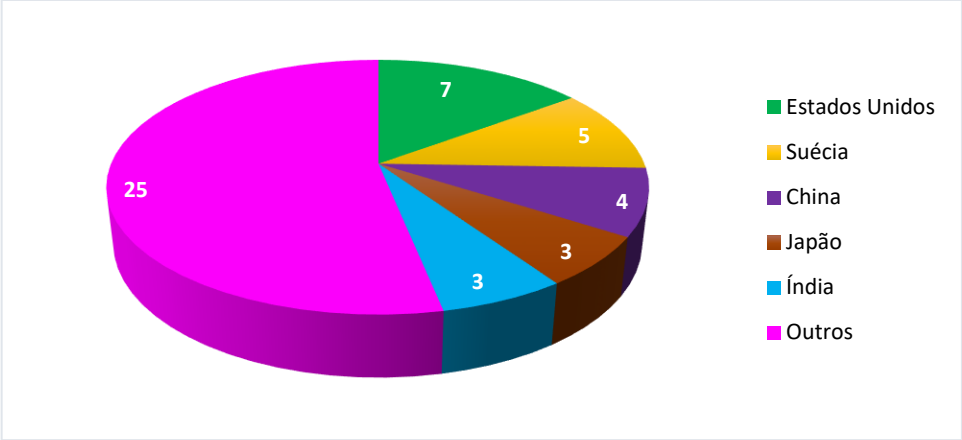

Figura 5.4 – Distribuição dos Adesivos Sustentáveis por País em Artigos
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *Scopus* no período de agosto-dezembro/2015

5.1.1.3 Análise dos Adesivos de Alto Desempenho por País em Artigos

A Figura 5.5 mostra a distribuição das publicações de artigos de acordo com os países. Os Estados Unidos permanecem como líderes mundiais, detendo 22% dos artigos sobre Adesivos de Alto Desempenho. É seguido pela China e pela Índia, ambos com 11% cada. Os países que menos publicam são Colômbia, Croácia, Israel, Polônia, Reino Unido, Suíça e Tailândia, cada um com 3%, correspondente a apenas um artigo. Dentro do universo da pesquisa, o Brasil não aparece com nenhuma publicação. Neste caso, a fatia "Outros" representa os seguintes países: Alemanha, Austrália e Japão (três artigos cada); Holanda e Espanha (dois artigos cada); Tailândia, Polônia, Suíça, Israel, Croácia, Reino Unido e Colômbia (um artigo cada).

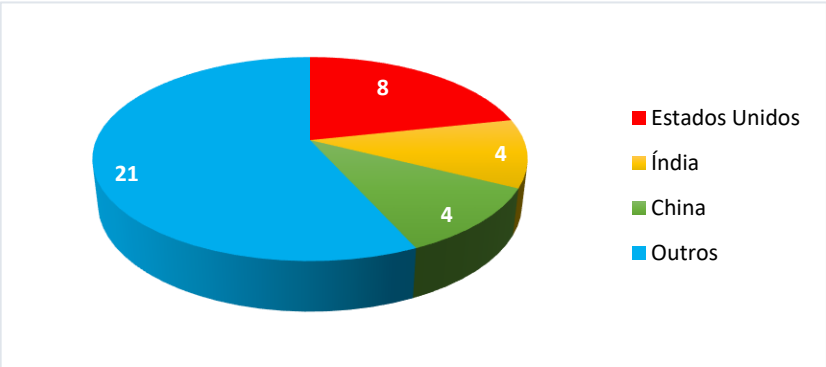

Figura 5.5 – Distribuição dos Adesivos de Alto Desempenho por País em Artigos
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *Scopus* no período de agosto-dezembro/2015

5.1.2 Análise Meso dos Artigos

Conforme citadas anteriormente, são adotadas nessa fase algumas taxonomias para a realização da análise Meso e que são utilizadas para a posterior análise Micro. É importante enfatizar que um mesmo documento pode ter mais de uma classificação, ou seja, um artigo pode abordar, ao mesmo tempo, pesquisas sobre "Composição", "Propriedades", "Área de Aplicação" e "Processos e Mecanismos".

Analisando o quadro geral das taxonomias, pode-se notar que referências sobre a "Composição" dos adesivos como um todo é o tópico mais presente nos artigos. Dos 98 documentos analisados, em 70 deles há informações sobre "Composição", seguido do tópico "Propriedades", que consta em 68. A taxonomia "Área de Aplicação" é mencionada em 58 artigos e o tópico menos comum é o tipo de "Processo e Mecanismo" envolvido para a produção de determinado adesivo (35 artigos).

Em relação aos Adesivos Estruturais, o assunto mais presente nos artigos são as "Propriedades" dos mesmos, com 22 documentos mencionando o tópico. É seguido pela "Composição", com 19 citações, e depois pelo tipo de "Processo e Mecanismo", com 18. "Área de Aplicação" é o assunto menos encontrado, com apenas 11 menções.

Em relação aos Adesivos Sustentáveis, o assunto mais presente nos artigos é a "Área de Aplicação" dos mesmos, com 27 documentos mencionando o tópico. É seguido pelas "Propriedades", com 26 citações, e depois pela "Composição", com 24. O tipo de "Processo e Mecanismo" envolvido na produção do adesivo é o assunto menos encontrado, com apenas 12 menções.

É importante ressaltar que em muitos artigos podem ser encontrados as quatro taxonomias (ou pelo menos três delas) abordadas pela Análise Meso, o que indica a boa seleção de artigos e o foco bem direcionado para os assuntos de interesse no projeto.

Em relação aos Adesivos de Alto Desempenho, o foco mais presente nos artigos é a "Composição" dos mesmos, com 27 documentos, seguido pelas "Propriedades" e pela "Área de Aplicação", cada uma obtendo 20 citações. O tipo de "Processo e Mecanismo" envolvido na produção do adesivo é o assunto menos encontrado, com apenas cinco referências.

A presença maciça de artigos tratando sobre a "Composição" dos Adesivos de Alto Desempenho indica que as qualidades que os fazem receber tal denominação estão

correlacionadas com suas diferentes formas de "Composição", tal como com suas "Propriedades". Isso possibilita uma vasta gama de aplicabilidades para o produto, o que pode ser comprovado pelo número de artigos que mencionam as áreas em que há mais demanda por Adesivos de Alto Desempenho.

A Figura 5.6 apresenta essa distribuição:

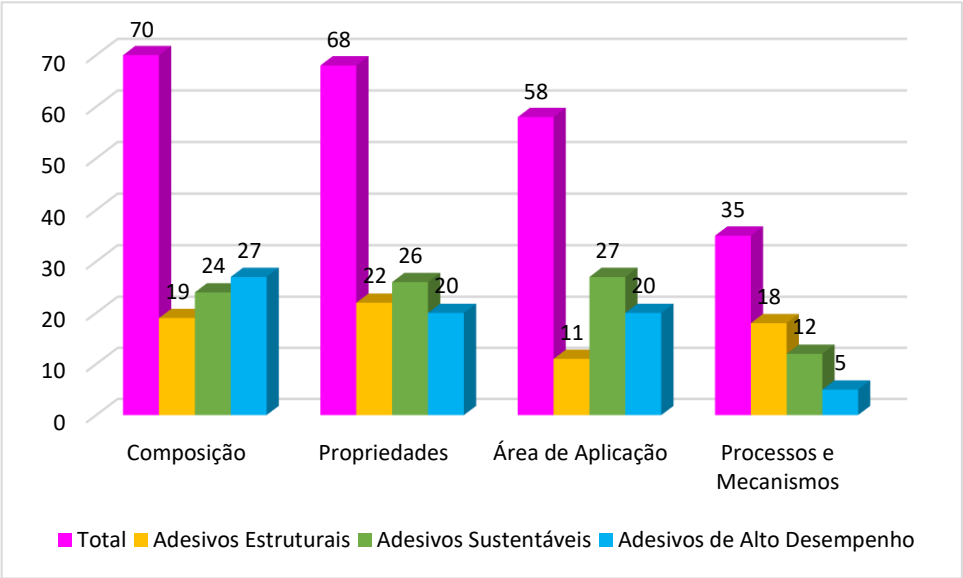

Figura 5.6 – Taxonomia Geral de Artigos Publicados
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *Scopus* no período de agosto-dezembro/2015

5.1.2.1 Taxonomia dos Adesivos por Autor em Artigos

Em relação aos Adesivos Estruturais, pode-se verificar que:

- Para Universidades/Centros de Pesquisa, as taxonomias "Propriedades", "Processos" e "Composição" são citadas praticamente com a mesma frequência, com 17, 16 e 15 documentos, respectivamente. Aplicações destoou das outras taxonomias, possuindo apenas 8 referências;

- Para Empresas, a taxonomia "Composição" é a que possuiu mais citações, somando três, e "Processos e Mecanismos" apenas uma;

- Para as parcerias entre Empresas e Universidades/Centros de Pesquisa, a taxonomia "Propriedades" é a mais citada, tendo um total de três documentos.

Em relação aos Adesivos Sustentáveis, pode-se perceber que:

- Para Universidades/Centros de Pesquisa, a taxonomia "Propriedades" é a mais citada, somando 19 documentos, enquanto que "Aplicação" e "Composição" possuem 14 referências cada. "Processos" é a taxonomia menos citada, somando apenas seis;

- Para Empresas, a taxonomia "Aplicação" é a que possuiu mais citações, somando cinco. Já "Processos e Mecanismos", é citada apenas duas vezes;

- Para as parcerias entre Empresas e Universidades/Centros de Pesquisa, a taxonomia "Aplicação" é a mais citada, em um total de oito documentos, seguida de "Composição", com sete artigos.

Em relação aos Adesivos de Alto Desempenho, pode-se confirmar que:

- Para Universidades/Centros de Pesquisa, a taxonomia "Composição" é a mais citada, somando 23 documentos, enquanto que "Propriedades" e "Aplicação" possuem 18 e 14 referências respectivamente. "Processos" é a taxonomia menos citada, somando apenas cinco;

- Para Empresas, as taxonomias "Aplicação" e "Composição" possuem a maior quantidade de citações, somando dois artigos cada. A taxonomia "Processos e Mecanismos" não possui nenhuma citação;

- Para as parcerias entre Empresas e Universidades/Centros de Pesquisa, a taxonomia "Aplicação" e "Composição" são as mais citadas, em um total de dois documentos cada, seguida de "Propriedades", com um artigo. A taxonomia "Processos e Mecanismos" não possui nenhuma citação.

Todos os detalhes em relação a análise por autor podem ser encontrados na Tabela 5.3.

Tabela 5.3 – Taxonomia dos Adesivos por Autor em Artigos

Adesivos Estruturais				
Assunto	Universidade/ Centro de Pesquisa	Empresa	Parceria entre Empresa e Universidade/ Centro de Pesquisa	**Total**
Aplicação	8	2	1	**11**
Propriedades	17	2	3	**22**
Composição	15	3	2	**20**
Processos e Mecanismos	16	1	1	**18**
Total	**56**	**8**	**7**	**71**
Adesivos Sustentáveis				
Aplicação	14	5	8	**27**
Propriedades	19	3	4	**26**
Composição	14	3	7	**24**
Processos e Mecanismos	6	2	4	**12**
Total	**53**	**13**	**23**	**89**
Adesivos de Alto Desempenho				
Aplicação	16	2	2	**20**
Propriedades	18	1	1	**20**
Composição	23	2	2	**27**
Processos e Mecanismos	5	0	0	**5**
Total	**62**	**5**	**5**	**72**

Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *Scopus* no período de agosto-dezembro/2015

5.1.2.2 Série Histórica das Taxonomias em Artigos

Neste item, é apresentada a Série Histórica de cada uma das taxonomias referentes aos seus respectivos adesivos em relação aos Artigos analisados.

No próximo gráfico, os Adesivos Estruturais são analisados, com as suas respectivas tendências/taxonomias e o período. Pode-se observar que para a taxonomia “Aplicação”, 2010 e 2012 são os anos nos quais existem mais referências, enquanto que os anos 2009 e 2014 não

possuem citação. Para a taxonomia "Propriedades", a maior quantidade de estudos nessa área é em 2010 e 2011, com seis e cinco citações respectivamente. Para a taxonomia "Composição", os anos em que o tema é mais estudado são 2010 e 2011, com quatro documentos cada e para "Processos e Mecanismos", o auge dos estudos é em 2012, enquanto que não há nenhuma citação no ano de 2009.

Na Figura 5.7, pode-se ver a análise completa da Série Histórica dos Adesivos Estruturais em relação a cada taxonomia.

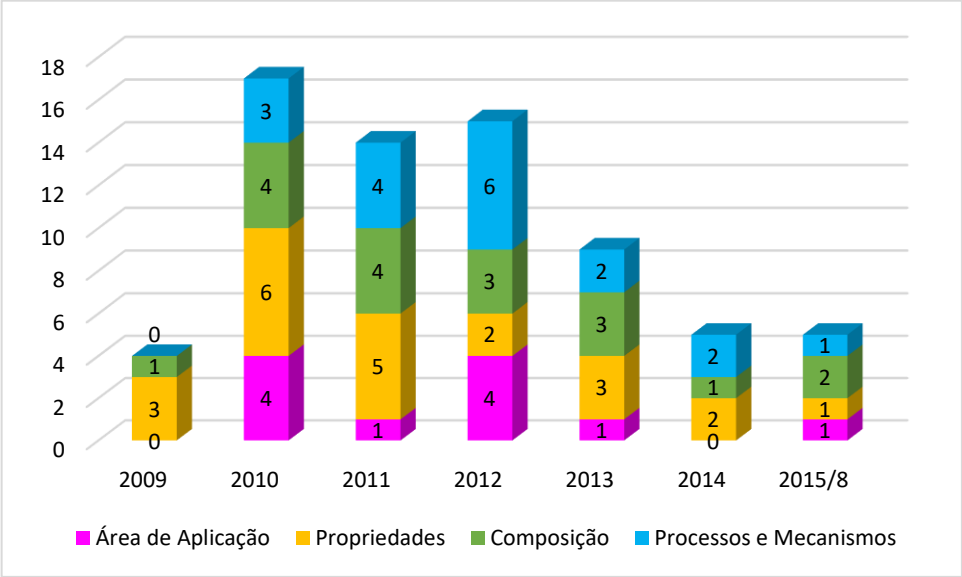

Figura 5.7 – Série Histórica para Adesivos Estruturais em Artigos
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *Scopus* no período de agosto-dezembro/2015

No próximo gráfico, os Adesivos Sustentáveis são analisados, relacionando-se suas respectivas tendências/taxonomias com o período. Pode-se observar que para a taxonomia "Aplicação", 2014 é o ano com mais referências ao tema, seguido dos anos 2010 e 2015/8, enquanto que o ano de 2011 possui a menor quantidade de citações. Para a taxonomia "Propriedades", 2013 e 2015/8 são os anos nos quais existem mais referências, enquanto que o ano de 2009 não possui citação. Para a taxonomia "Composição", o ano em que o tema é mais estudado é 2013, seguido dos anos de 2010, 2014 e 2015/8, com quatro documentos cada. Para a taxonomia "Processos e Mecanismos", existe um aumento crescente na publicação de artigos de 2009 até 2013, ano em que há a maior quantidade de referências, porém em 2014 e 2015/8 só há um artigo publicado em cada ano.

Na Figura 5.8, pode-se verificar a análise completa da Série Histórica dos Adesivos Sustentáveis em relação a cada taxonomia.

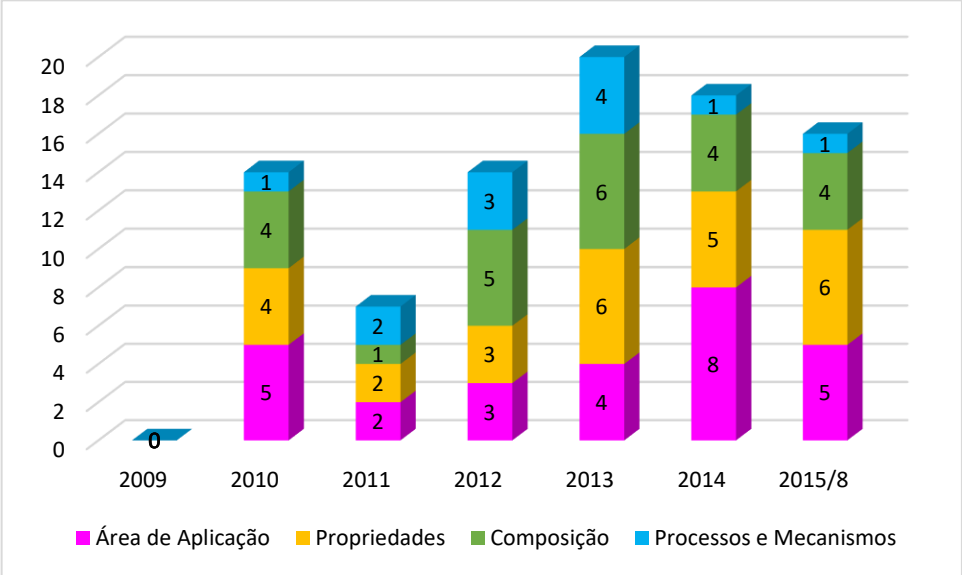

Figura 5.8 – Série Histórica para Adesivos Sustentáveis em Artigos
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *Scopus* no período de agosto-dezembro/2015

No próximo gráfico, são analisados os Adesivos de Alto Desempenho, de acordo com as suas tendências/taxonomias, por ano. Pode-se observar que para a taxonomia "Aplicação", 2014 é o ano com mais referências ao tema, seguido do ano 2009, enquanto que o ano de 2015/8 possui apenas uma citação. Para a taxonomia "Propriedades", pode-se notar um crescimento das referências entre os anos 2012 a 2014, contudo não há nenhuma publicação até agosto de 2015. Para a taxonomia "Composição", o ano em que o tema é mais estudado é 2014, seguido dos anos de 2009 e 2012, com cinco documentos cada. Para a taxonomia "Processos e Mecanismos", só existem publicações em 2009, 2013 e 2014, sendo apenas um artigo em 2009 e dois em cada um dos outros anos.

Na Figura 5.9, pode-se ver a análise completa da Série Histórica dos Adesivos de Alto Desempenho em relação a cada taxonomia.

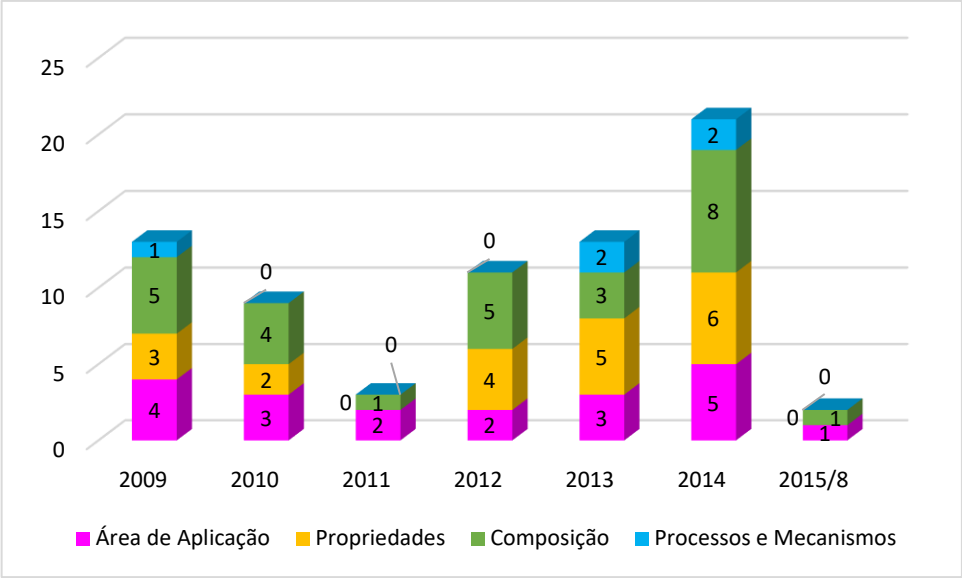

Figura 5.9 – Série Histórica para Adesivos de Alto Desempenho em Artigos
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *Scopus* no período de agosto-dezembro/2015

5.1.3 Análise Micro dos Artigos

A partir dos gráficos nas Figuras 5.10 a 5.18, foi elaborada a etapa denominada de Análise Micro. Nesta fase do trabalho, cada fatia da análise Meso é detalhada sendo então identificadas particularidades, como os materiais para a formulação dos adesivos, as propriedades mais relevantes em cada tipo de adesivo e as áreas que recebem mais investimentos.

É importante salientar mais uma vez que a quantidade de citações em cada análise Micro poderá ser maior que as citações encontradas na análise Meso, uma vez que um mesmo artigo pode citar mais de uma "Propriedade", "Aplicação" ou até mesmo "Composição" dos adesivos.

Em relação aos "Processos e Mecanismos" de produção analisados, não é possível encontrar indicação tendência até o momento para nenhum dos três tipos de adesivos analisados. Contudo, pode ser dado destaque aos processos de Polimerização com combinação de resinas e adição de partículas, Modelagem por Transferência de Resina (RTM), Modelagem por Deposição Fundida (FDM) e Radiofrequência (RFID). A hidrólise suave, os tratamentos térmicos e os testes em condições extremas também são citados como formas de adicionais de complementação dos "Processos" principais, ajudando a avaliar os impactos e mudanças de propriedades.

5.1.3.1 Adesivos Estruturais em Artigos

No caso das "Áreas de Aplicação", é possível notar que a área na qual os Adesivos Estruturais são mais utilizados é na Indústria Aeroespacial e Aeronáutica, somando 27% das referências. Após essa área, pode-se destacar a Construção Civil, os Materiais Avançados (compósitos poliméricos, ligas metálicas, articulações e juntas industriais, assim como placas e revestimentos) e a Indústria Automobilística, que possuem 20% das citações cada. É interessante observar que os resultados corroboram as informações encontradas na literatura. A Figura 5.10 ilustra essa situação.

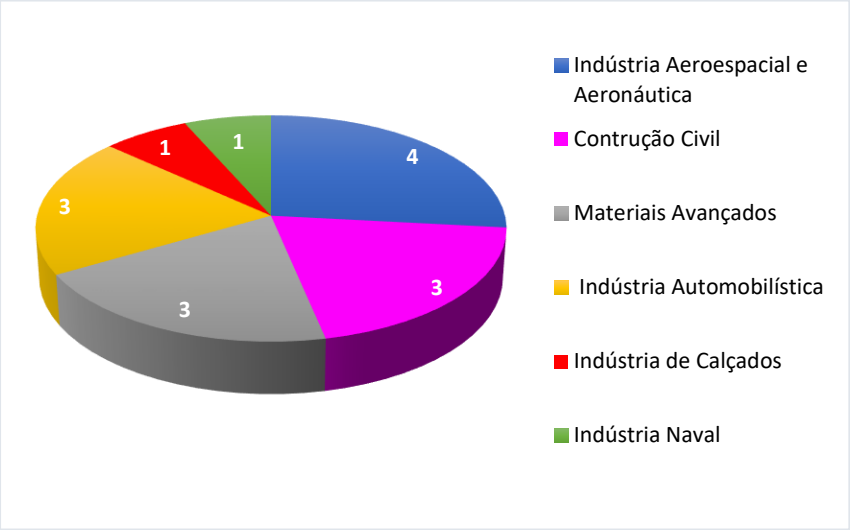

Figura 5.10 – "Áreas de Aplicação" de Adesivos Estruturais em Artigos
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *Scopus* no período de agosto-dezembro/2015

A "Propriedade" mais citada é a maior resistência geral apresentada pelos Adesivos Estruturais, se comparada com Adesivos Não Estruturais, somando 29% das referências. Em seguida, a melhor interação polimérica entre os componentes do adesivo possui 17% das citações. A redução da tensão de cisalhamento, a redução do estresse da camada adesiva e a maior rigidez encontram-se empatados na terceira colocação, com 10% cada. Esses resultados também vão de encontro com os dados da literatura, uma vez que os Adesivos Estruturais têm como principal diferencial sua capacidade de se ligar de forma eficiente e suportar cargas que os outros adesivos não suportam, mantendo ao mesmo tempo a alta *performance* da ligação.

É importante mencionar que em dois artigos (5%) são encontradas referências a baixa ductilidade e tenacidade dos Adesivos Estruturais, que não se enquadram nas propriedades apresentadas por eles. Isso indica que em algumas formulações, os materiais suportam baixa

deformação nos ensaios de tração, sendo considerados frágeis e ineficientes para as áreas de aplicação desejadas.

Tais informações podem ser vistas na Figura 5.11 abaixo.

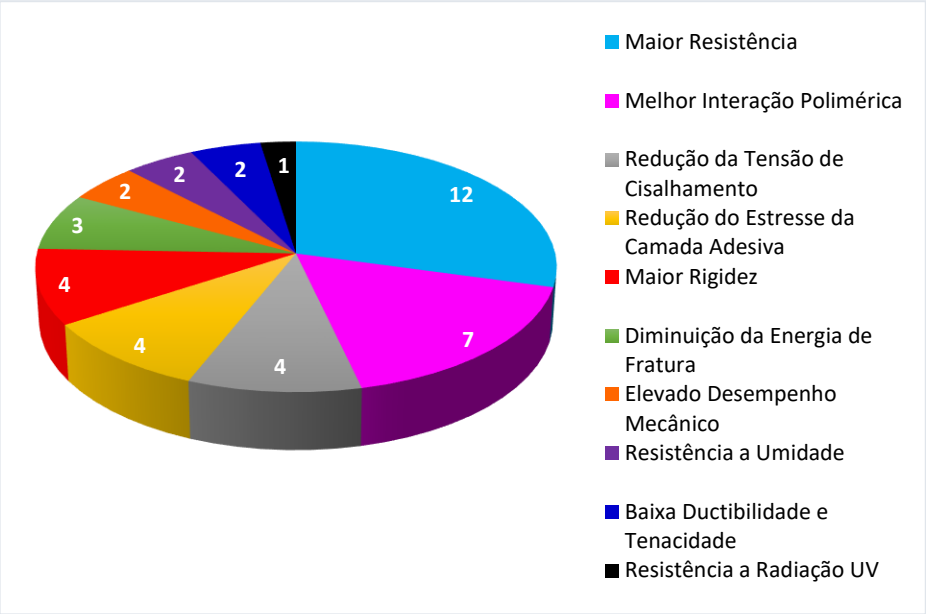

Figura 5.11 – "Propriedades" Apresentadas pelos Adesivos Estruturais em Artigos
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *Scopus* no período de agosto-dezembro/2015

Em relação a sua "Composição", a grande maioria (46%) é composta por resina epóxi, seja ela pura, modificada com outros componentes ou combinada com fibras de carbono. Os compósitos combinados encontram-se na segunda colocação com 18% das referências, seguidos pela resina de poliuretano e resina acrílica, com 14% e 11% respectivamente. Os resultados aqui encontrados vão ao encontro com a literatura, que descreve a maciça utilização de resinas epoxidadas na composição de Adesivos Estruturais.

Entendem-se como compósitos combinados os materiais em que há combinação com ligas de alumínio, aço, fibra de vidro ou carbono, e materiais em que há a inserção de nano ou micropartículas para a melhora das propriedades mecânicas, tal como a dureza do adesivo. As partículas de borracha são um exemplo de material inserido que é capaz de aumentar a tenacidade dos adesivos.

As resinas acrílicas englobam não só as acrilatas, como também as Cianoacrilatas e Metacrilatas. E em relação aos compósitos de matéria-prima natural, a citação refere-se a fibras de aço de bambu utilizadas para a "Composição" do Adesivo Estrutural.

Os resultados dessa análise podem ser vistos na Figura 5.12:

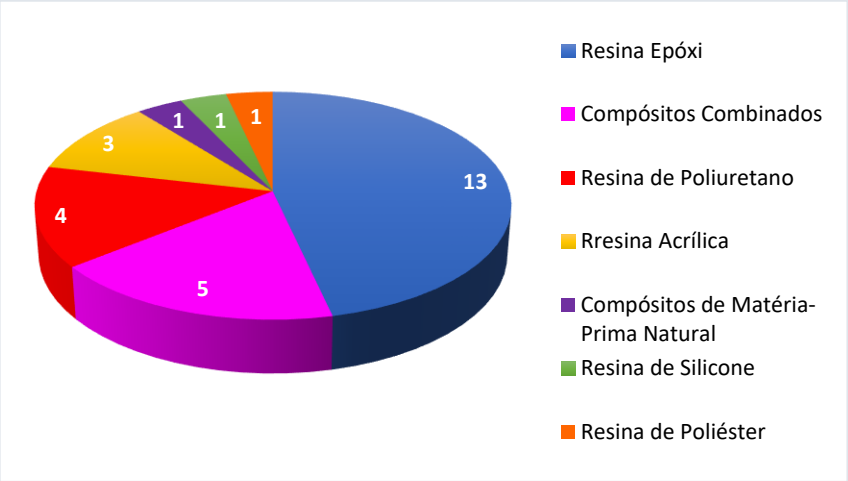

Figura 5.12 – "Composição" dos Adesivos Estruturais em Artigos
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *Scopus* no período de agosto-dezembro/2015

5.1.3.2 Adesivos Sustentáveis em Artigos

Como pode ser visto na Figura 5.13, os Materiais Avançados possuem a maior fatia das aplicações de Adesivos Sustentáveis, somando 20% das citações. A Indústria Automobilística e os Adesivos Especiais encontram-se em seguida com 17% das referências. A Construção Civil possui 14%, o que pode ser registrado como a utilização de Adesivos Sustentáveis em argamassas e vigas de sustentação. Os Compósitos de Madeira têm 10% das citações, o que faz referência à utilização de base natural para a obtenção de produtos renováveis.

A Indústria Automobilística abrange não só a utilização de adesivos para fabricação e revestimento de carros, como também os processos que envolvem a colocação e fabricação de painéis, pneus e espelhos. Já os Adesivos Especiais fazem menção às etiquetas autoadesivas de alto desempenho, fitas estruturais, PSA e filmes multifuncionais.

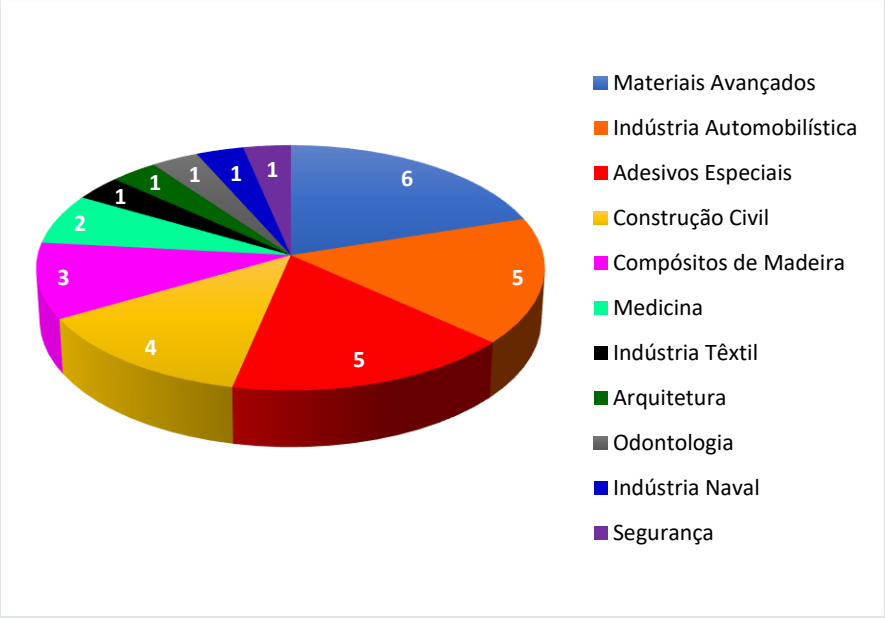

Figura 5.13 – "Áreas de Aplicação" de Adesivos Sustentáveis em Artigos
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *Scopus* no período de agosto-dezembro/2015

A "Propriedade" que mais se destaca é a melhor interação polimérica com 17% das referências. Dessa forma, pode-se inferir que a utilização de matérias-primas naturais permite que a aderência entre os materiais seja intensificada, resultando em adesivos mais eficientes e ao mesmo tempo sustentáveis. A maior resistência dos adesivos também é largamente citada, somando 15%. Isso indica que a sustentabilidade está intrinsecamente relacionada com a maior durabilidade e aproveitamento dos adesivos. Corroborando as informações acima, o elevado desempenho mecânico encontra-se na terceira colocação, com 14% das referências às "Propriedades". A relação de todas as "Propriedades" e suas respectivas porcentagens pode ser vista na Figura 5.14.

Contudo, era de se esperar um maior destaque para o fato de Adesivos Sustentáveis possuírem menor impacto ambiental, que somente é citado em cinco artigos. Esse valor abaixo do esperado pode ser justificado por um maior interesse em avaliar se o desempenho se mantem o mesmo – em comparação com derivados de petróleo – ou se são melhorados; e não necessariamente sobre os impactos no ambiente mais especificamente.

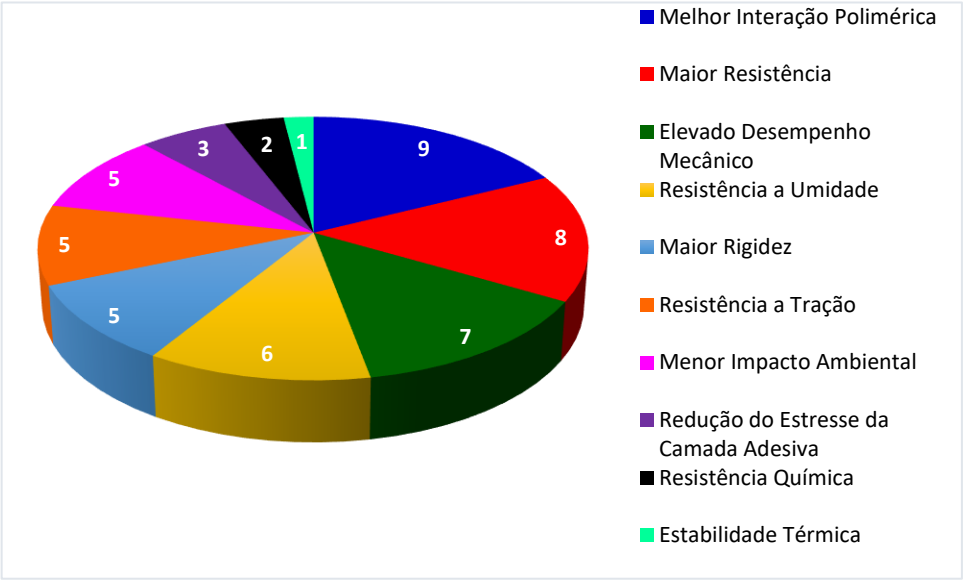

Figura 5.14 – "Propriedades" Apresentadas pelos Adesivos Sustentáveis em Artigos
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *Scopus* no período de agosto-dezembro/2015

Conforme visto na literatura, a utilização de compósitos de matérias-primas naturais envolve o maior número das citações referentes à "Composição", possuindo um total de 39%. É então seguido pelos compósitos combinados, com 19%, que contam com a utilização de materiais renováveis para sua formulação. As resinas epoxidadas com modificação na composição encontram-se em terceiro, com 14%, e os PSA estão em destaque com 11%. É importante ressaltar que nesta análise a utilização de materiais sustentáveis para a fabricação de PSA é tão marcante que ultrapassou a utilização de resinas de poliuretano, formaldeído e acrílico modificadas.

Dentre as matérias-primas utilizadas para a formulação dos adesivos pode-se citar bagaço de cana, soja, amido e glúten de trigo, além da lignina e fibras de bambu. Vale lembrar que a sustentabilidade dos produtos se deve ao fato de apresentarem uma síntese química diferenciada através de propostas de valor ambiental – sendo assim, menos intensivas em energia – ou, ao fato de possuírem em sua composição alguma matéria-prima de origem natural ou renovável, que modifique a matéria-prima sintética.

Tais constatações podem ser vistas na Figura 5.15.

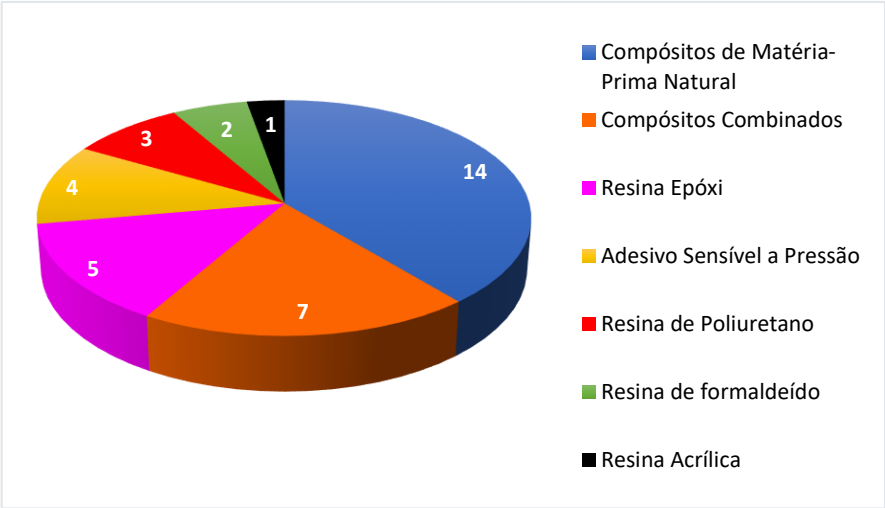

Figura 5.15 – "Composição" dos Adesivos Sustentáveis em Artigos
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *Scopus* no período de agosto-dezembro/2015

5.1.3.3 Adesivos de Alto Desempenho em Artigos

Em relação à aplicabilidade dos Adesivos de Alto Desempenho, os resultados encontrados divergem um pouco dos dados obtidos na literatura[8], uma que vez a Indústria Aeroespacial e Aeronáutica não é identificada pontualmente nessa análise. Contudo, é importante relembrar que muitos dos Adesivos Estruturais cuja aplicação ocorre na referida indústria são também considerados como de alto desempenho. O mesmo se aplica aos Adesivos Sustentáveis e sua expressiva participação na Indústria Automobilística.

No estudo dos artigos analisados, os Materiais Avançados apontam como a maior "Área de Aplicação", com 35% de participação. É então seguida pela Indústria Eletrônica, com 18%, cuja importância de materiais de alto desempenho é essencial para a obtenção de ligações eficientes e para a maximização das transferências eletroeletrônicas. Os Adesivos Especiais também se encontram com 18% de citações.

Na Figura 5.16, pode-se ver todas as áreas citadas e suas respectivas participações no mercado.

[8]Literatura referente à Revisão Bibliográfica realizada no capítulo 3.

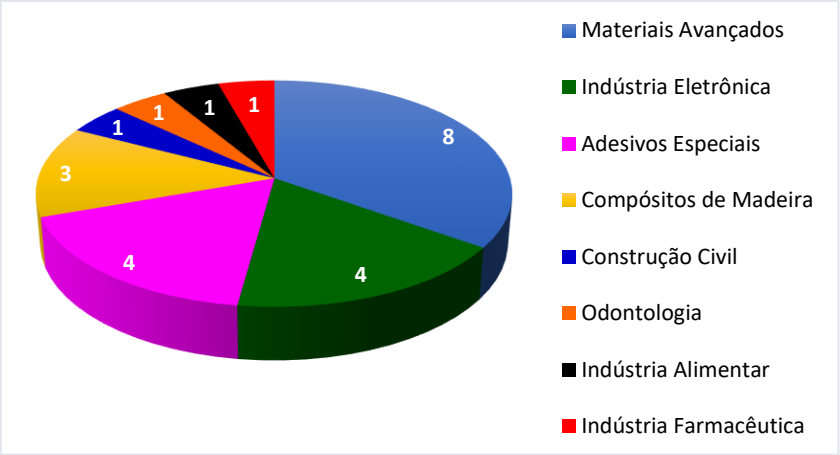

Figura 5.16 – "Áreas de Aplicação" dos Adesivos de Alto Desempenho em Artigos
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *Scopus* no período de agosto-dezembro/2015

No caso das "Propriedades" apresentadas na Figura 5.17, a estabilidade térmica prevalece com 22%, seguida da melhoria nas interações poliméricas (19%) e do elevado desempenho mecânico (16%), corroborando as informações obtidas na revisão bibliográfica.

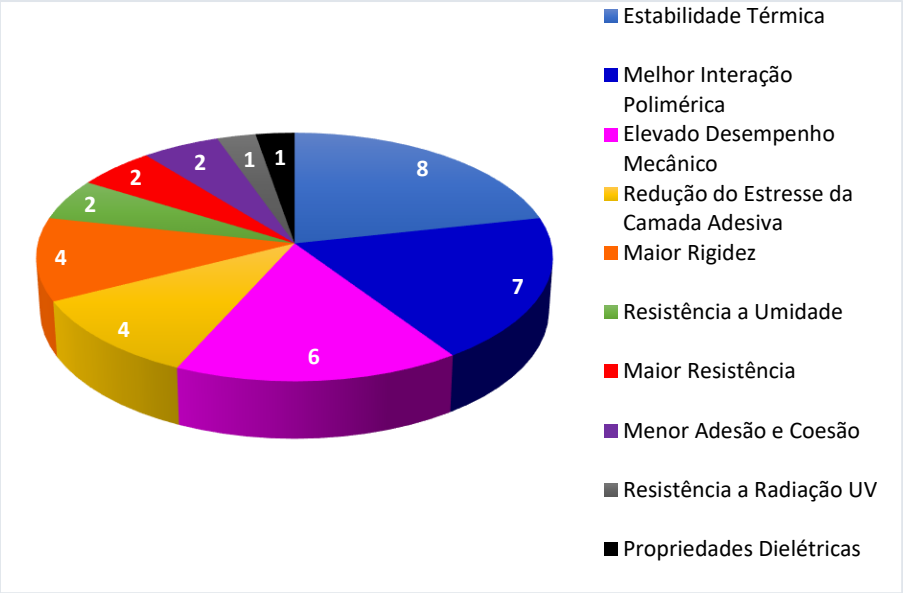

Figura 5.17 – "Propriedades" Apresentadas pelos Adesivos de Alto Desempenho em Artigos
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *Scopus* no período de agosto-dezembro/2015

As resinas epoxidadas e os compósitos combinados possuem as maiores fatias da "Composição" dos adesivos, somando 30% e 27% respectivamente. As resinas acrílicas em

suas diferentes composições encontram-se em seguida e os filmes híbridos (heterogêneos, condutores ou não) e as resinas de poliuretano possuem ambos 10%.

O resultado da análise completa pode ser visto na Figura 5.18:

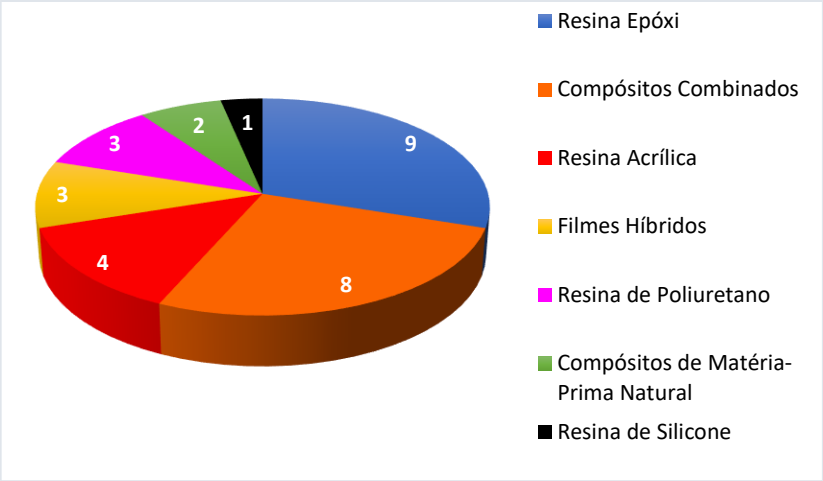

Figura 5.18 – "Composição" dos Adesivos de Alto Desempenho em Artigos
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *Scopus* no período de agosto-dezembro/2015

5.2 ANÁLISE DAS PATENTES CONCEDIDAS

As análises para Patentes Concedidas seguirão a mesma metodologia realizada para a análise dos artigos. Das **34 patentes analisadas para Adesivos Estruturais**, são encontradas 17 empresas e apenas uma pessoa física envolvida na publicação dos documentos. Das **20 patentes analisadas para Adesivos Sustentáveis**, são encontradas 13 empresas, um Centro de Pesquisa e quatro pessoas físicas que publicaram os documentos. Das **30 patentes analisadas para Adesivos de Alto Desempenho**, são encontradas 14 empresas, duas Universidades/Centros de Pesquisa e cinco pessoas físicas que participaram da publicação dos documentos.

5.2.1 Análise Macro das Patentes Concedidas

Analisando a série histórica geral de patentes concedidas (Figura 5.19), é possível notar que o ano 2013 é o que teve a maior quantidade de patentes (23) envolvendo os três tipos de adesivos abordados no presente trabalho. Até setembro de 2015, foram publicadas 16 patentes no assunto, logo, é possível que esse número continue crescendo e até ultrapasse 2013.

Analisando as publicações por ano para os Adesivos Estruturais, é possível notar que 2009 é o ano com mais publicações, somando nove documentos. Os anos de 2010 e 2011 ocupam a segunda posição com sete patentes concedidas cada. No ano de 2012 são registradas seis patentes, enquanto que em 2013 e 2014 só foram publicadas duas patentes. O ano com o menor número de publicações é 2015/9, com apenas uma. Dessa forma, pode-se perceber que os Adesivos Estruturais possuem uma série histórica decrescente. Esse fato pode ser explicado por uma mudança do mercado, que passou a exigir adesivos mais sustentáveis e que possuíssem ao mesmo tempo alta *performance*. Essa informação pode ser corroborada na seção 5.2.1.1.3, na qual os Adesivos de Alto Desempenho são analisados em virtude das Patentes Concedidas.

A análise para Adesivos Sustentáveis é realizada com um número reduzido de patentes concedidas (20), uma vez que não é possível encontrar solicitações suficientes que se encaixassem nos requisitos desejados. Muitas das patentes encontradas com as palavras *sustainable* e *adhesive* não possuem dados sobre Adesivos Sustentáveis, mas sim somente sobre adesivos ou sustentabilidade.

O ano em que há mais patentes concedidas sobre os Adesivos Sustentáveis é 2013, com oito documentos. O ano de 2011 vem logo em seguida com seis patentes. Um resultado que chama a atenção é o fato de só terem sido concedidas duas patentes até setembro de 2015, o que se configura como um resultado pouco expressivo para um assunto que tem mostrado forte desenvolvimento nas últimas pesquisas.

Sobre a série histórica dos Adesivos de Alto Desempenho, o ano com mais publicações é 2015, com oito patentes. Considerando que os dados são referentes até setembro, a expectativa é que no final desse ano esse valor seja maior. Em 2013 e 2014 foram publicadas seis patentes por ano e não há resultado de patentes sobre esse assunto em 2009.

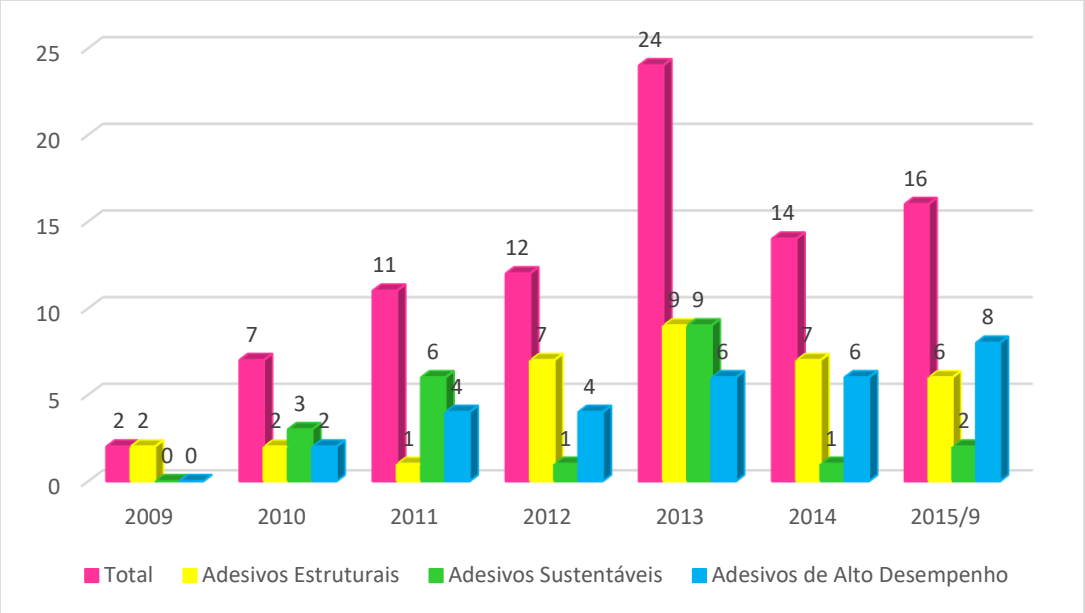

Figura 5.19 – Série Histórica Geral de Patentes Concedidas
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

Em relação aos países que mais tem patentes concedidas, os Estados Unidos lideram com larga vantagem, somando 64% dos documentos analisados, o que corresponde a 52 patentes. Em seguida, encontra-se a Alemanha e a Coreia do Sul, com 11 e quatro patentes respectivamente (13% e 5%). O Brasil detém apenas 3% do total de patentes analisadas, o que corresponde a dois documentos: um publicado pela *Braskem S.A.* e outro pela *Lanxess Elastômeros Do Brasil S.A.* Ambos se referem aos Adesivos de Alto Desempenho.

O quadro geral da divisão de patentes por países pode ser visto na Figura 5.20 e a fatia do gráfico representada por "Outros" indica os seguintes países: Coreia do Sul (quatro patentes); Suíça e Reino Unido (três patentes cada); Brasil, Taiwan e Japão (duas patentes cada); Bélgica, Canadá e Dinamarca (uma patente).

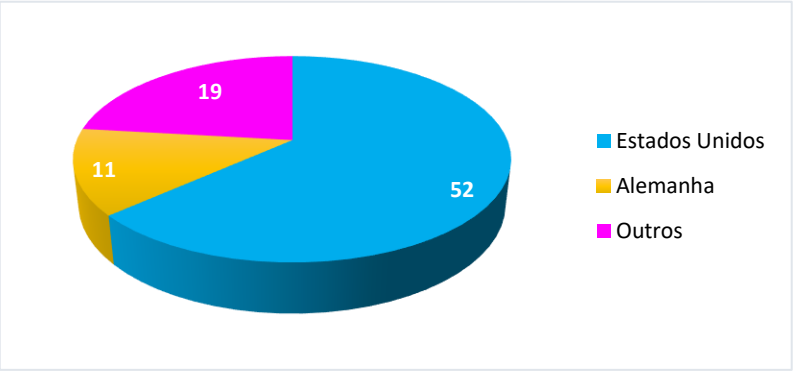

Figura 5.20 – Patentes Concedidas por País
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

Em relação às instituições publicadoras, são encontradas 40 empresas, com hegemonia absoluta da *Dow Global Technologies LLC,* com 12 patentes concedidas, seguida da empresa *3M Innovative Properties Company*, com seis patentes. A *Henkel AG* e a *Cytec Technology Corp.* publicaram quatro patentes cada uma e a *The Procter & Gamble Company (P&G)* publicou três documentos. As empresas *Dow Corning Corporation*, *tesa SE* e *Corning Incorporated* publicaram duas patentes cada. Todas as outras empresas publicaram apenas um documento.

Em relação às empresas que mais publicaram patentes sobre os Adesivos Estruturais, a *Dow Global Technologies LLC* encontra-se na primeira colocação com nove patentes, seguida da *3M*, que possui cinco documentos e logo depois pela *Henkel AG* com três resultados. A *Cytec Technology Corp.* e a *Dow Corning Corporation* possuem duas patentes cada. Todas as outras publicaram apenas uma patente.

Para os Adesivos Sustentáveis, pode-se destacar a *P&G* e a *Corning Incorporated* que publicaram, cada uma, duas patentes, enquanto que as outras empresas publicaram apenas uma patente.

Em relação às empresas para Adesivos de Alto Desempenho, a *Dow Global Technologies LLC* encontra-se na primeira colocação com três patentes, seguida pela *Cytec Technology Corp.* e *tesa SE*, cada uma com duas patentes concedidas. As outras empresas possuem uma patente cada, e é nesse cenário que se enquadram as brasileiras *Braskem S.A.* e a *Lanxess*.

Esses resultados apontam para uma mudança da liderança do mercado. Se em 2002, as empresas *3M* e *Henkel AG* figuravam no topo da participação no mercado e estavam entre as cinco com mais patentes publicadas, 13 anos depois o panorama encontra-se um pouco alterado. A liderança é da *Dow Global Technologies LLC*, seguida da *3M* e na terceira colocação estão a *Henkel AG* e a *Cytec Technology Corporation*. É importante ressaltar que essa pesquisa é restrita a Adesivos Estruturais, Sustentáveis e de Alto Desempenho. No total, são encontradas 40 empresas com patentes concedidas em adesivos. A Tabela 5.4 mostra a análise completa, incluindo a análise do perfil das empresas.

Tabela 5.4 – Patentes Concedidas por Empresa

Empresa	Total	Distribuição
Dow Global	12	AE: 9; AAD: 3
3M	6	AE: 5; AS: 1
Henkel	4	AE: 3; AAD: 1
Cytec	4	AE: 2; AAD: 2
P&G	2	AS: 2
Tesa SE	2	AAD: 2
Dow Corning	2	AE: 2
Corning	2	AS: 2
PPG	1	AE: 1
Vacuumschmelze	1	AE: 1
United Environmental & Energy LLC (USA)	1	AS: 1
Thermoseal	1	AAD: 1
Teisei Plas	1	AAD: 1
SK Energy	1	AS: 1
Sika	1	AE: 1
Real Estate Vienna	1	AS: 1
Heinz	1	AS: 1
Novo Nordisk	1	AS: 1
Lord	1	AE: 1
LG Chem	1	AS: 1
Lanxess	1	AAD: 1
Kuraray	1	AAD: 1
KHS	1	AE: 1
JSR	1	AS: 1
Jacret	1	AE: 1
Hilti	1	AE: 1
Graphene Square	1	AS: 1
Gooch and Housego	1	AE: 1
GM	1	AE: 1
Georgia-Pacific	1	AAD: 1
Donnelly	1	AAD: 1
Cornerstone	1	AAD: 1
Cooper	1	AAD: 1
CCP Composites	1	AE: 1
Carestream	1	AS: 1
Braskem	1	AAD: 1
Blade Dynamics	1	AAD: 1
Berry Plastics	1	AS: 1
Appleton	1	AE: 1
Hexcel	1	AE: 1

AE: Adesivos Estruturais; AS: Adesivos Sustentáveis; AAD: Adesivos de Alto Desempenho
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

Estudando mais detalhadamente o perfil das empresas que publicaram patentes na área de adesivos em relação às suas áreas de atuação, pode-se observar que:

- As empresas que tem nos adesivos seu principal foco não são a maioria como no caso dos artigos, mas estão entre os maiores *players* desse mercado. Dentre elas pode-se citar: *3M*, *Henkel*, *tesa SE*, *Jacret*, *Hexcel* e *Lord*;

- As empresas que tem seu principal foco na indústria química como um todo são a maioria e envolvem diversas áreas, tais como resinas, plásticos em geral, revestimentos e materiais avançados (vidros e nano compósitos são os mais comuns). São exemplos a *Braskem*, *Lanxess*, *Kuraray*, *Dow Global*, *Berry Plastics*, *CCP Composites*, *Dow Corning*, *Corning*, *Cytec* e *Teisei Plastics*. Ainda dentro da indústria química, atenção especial deve ser dada à empresa *P&G* que detém grande parte do mercado de cuidados pessoais e higiene, possuindo duas patentes sobre os Adesivos Sustentáveis;

- As empresas que produzem material para a construção civil e peças para automóveis e aeronaves também possuem destaque e pode-se citar como exemplo a *Teisei Plastics*, a *Sika*, a *Hilti*, a *GM* e a *Donnely*.

Realizando uma pesquisa sem restrição de assunto na base de dados *USPTO* e utilizando como palavras-chave os nomes das empresas, pode-se constatar que a *3M* lidera o ranking de publicantes, seguida da *Henkel AG* e da *Nitto-Denko*. A *Dow Global Technologies LLC* encontra-se na quarta posição, como pode ser visto na Tabela 5.5 abaixo:

Tabela 5.5 – Quantidade de Patentes Concedidas por Empresa em 24/09/2015

Empresa	Patentes Concedidas	País
3M	8629	Estados Unidos
Henkel	4299	Alemanha
Nitto-Denko	2483	Japão
Dow Global	1827	Estados Unidos
Kaneka	966	Japão
Beiersdorf	508	Alemanha
Cytec	425	Alemanha

Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* em setembro/2015

No próximo item, foi analisado cada um dos tipos de adesivos com as suas respectivas distribuições por países.

5.2.1.1 Análise dos Adesivos Estruturais por País em Patentes Concedidas

Confirmando a tendência observada nas análises anteriores sobre os países, os Estados Unidos possuem a maior quantidade de patentes concedidas, somando 23 documentos, o que corresponde a 62%. Alemanha encontra-se em segundo lugar com 16% (seis patentes), seguido da Suíça (11%), Reino Unido (6%) e França (5%). Tal resultado pode ser visto na Figura 5.21.

Ocorre uma clara diferença entre as patentes e artigos, onde existe uma maior variedade de países publicando artigos sobre os Adesivos Estruturais do que nas patentes, cujas patentes prevalecem com origem nos Estados Unidos.

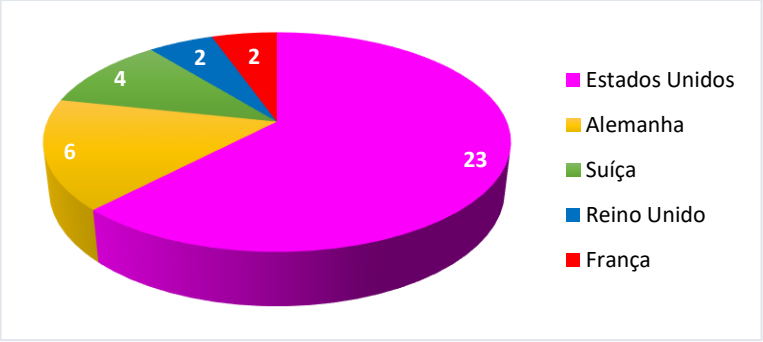

Figura 5.21 – Distribuição dos Adesivos Estruturais por País em Patentes Concedidas
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

5.2.1.2 Análise dos Adesivos Sustentáveis por País em Patentes Concedidas

Mais uma vez pode-se destacar na Figura 5.22 os Estados Unidos, com 60% das patentes concedidas, seguido da Coreia do Sul, com 20%, o que corresponde a quatro patentes. Suas publicações se restringem aos Adesivos Sustentáveis, logo, é possível inferir que há um forte investimento em tecnologias limpas e renováveis. O Japão, a Alemanha, a Suíça e a Dinamarca possuem cada um 5%.

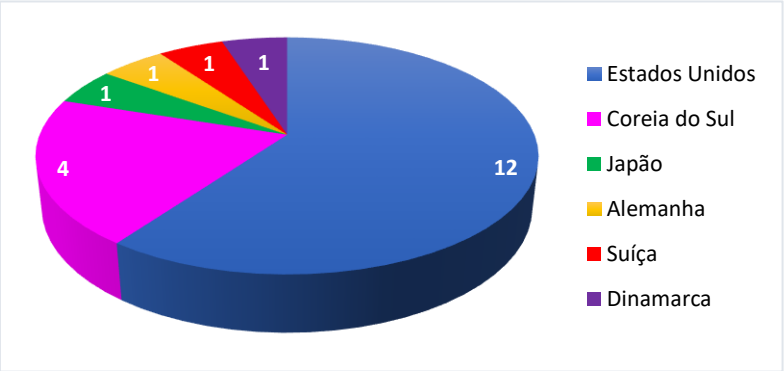

Figura 5.22 – Distribuição dos Adesivos Sustentáveis por País em Patentes Concedidas
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

5.2.1.3 Análise dos Adesivos de Alto Desempenho por País em Patentes Concedidas

Corroborando o que é visto nas análises anteriores, a liderança hegemônica entre os países pertence aos Estados Unidos, possuindo 57% da fatia. A Alemanha encontra-se em segundo com 13%, seguida pelo Japão, Taiwan e Brasil, cada um com 7%, correspondendo a duas patentes publicadas por cada país. A Figura 5.23 mostra com clareza esses resultados.

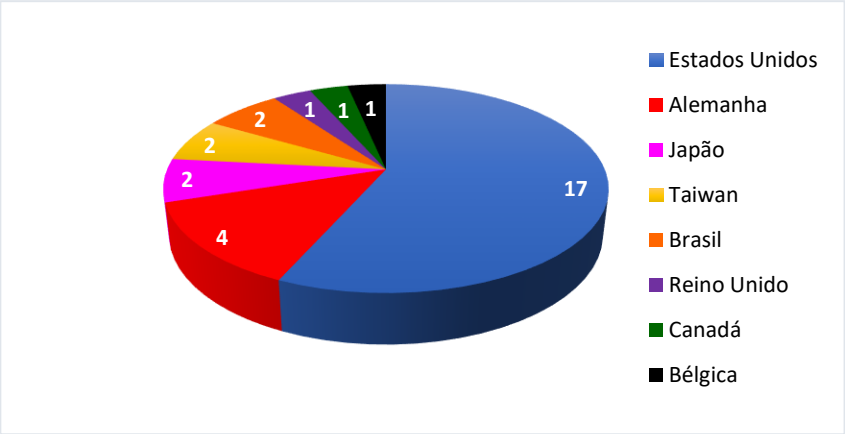

Figura 5.23 – Distribuição dos Adesivos de Alto Desempenho por País em Patentes Concedidas

Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

5.2.2 Análise Meso das Patentes Concedidas

Conforme citado anteriormente no item 5.1.2, são adotadas nessa fase taxonomias para a realização da análise Meso e que são utilizadas para a posterior análise Micro. É importante enfatizar que um mesmo documento pode ter mais de uma classificação, ou seja, uma patente concedida pode abordar, ao mesmo tempo, pesquisas sobre "Composição", "Propriedades", "Área de Aplicação" e "Processos e Mecanismos".

Analisando o quadro geral das taxonomias, pode-se notar que as referências sobre a "Composição" dos adesivos como um todo é a taxonomia mais presente nos documentos. Das 84 patentes analisadas, em 58 delas há informações sobre a "Composição", seguido da taxonomia "Área de Aplicação", que consta em 45. As "Propriedades" são mencionadas em 39 patentes e a taxonomia menos comum é o tipo de "Processo e Mecanismo" envolvido (21 citações) para a produção de determinado adesivo.

Em relação aos Adesivos Estruturais, o assunto mais presente nas patentes concedidas são os vários tipos de "Composição", com 34 documentos (ou seja, todos os documentos analisados) seguido pelas "Propriedades", com 18 citações, e depois pela "Área de Aplicação",

com 12. O "Processo e Mecanismo" de produção é o assunto menos encontrado, com apenas seis referências.

Em relação aos Adesivos Sustentáveis, o assunto mais presente nas patentes concedidas é a "Composição" dos mesmos, com 13 documentos seguidos pelas "Áreas de Aplicação" e pelas "Propriedades", cada uma com dez citações. O tipo de "Processo e Mecanismo" envolvido na produção do adesivo é o assunto menos encontrado, com apenas cinco referências.

Em relação aos Adesivos de Alto Desempenho, o assunto mais presente nas patentes concedidas é a "Área de Aplicação" dos compósitos, com 23 documentos mencionando a taxonomia. É então seguida pela "Composição" e pelas "Propriedades", com 11 citações cada. Novamente, o tipo de "Processo e Mecanismo" envolvido na produção do adesivo é o assunto menos encontrado, com dez referências. Os resultados podem ser vistos no gráfico da Figura 5.40.

A grande quantidade de citações sobre a "Aplicação" de Adesivos de Alto Desempenho corrobora as informações da literatura, onde é dito que devido a sua composição peculiar, eles possuem uma vasta área em que podem ser aplicados.

A Figura 5.24 apresenta a compilação desses dados taxonômicos:

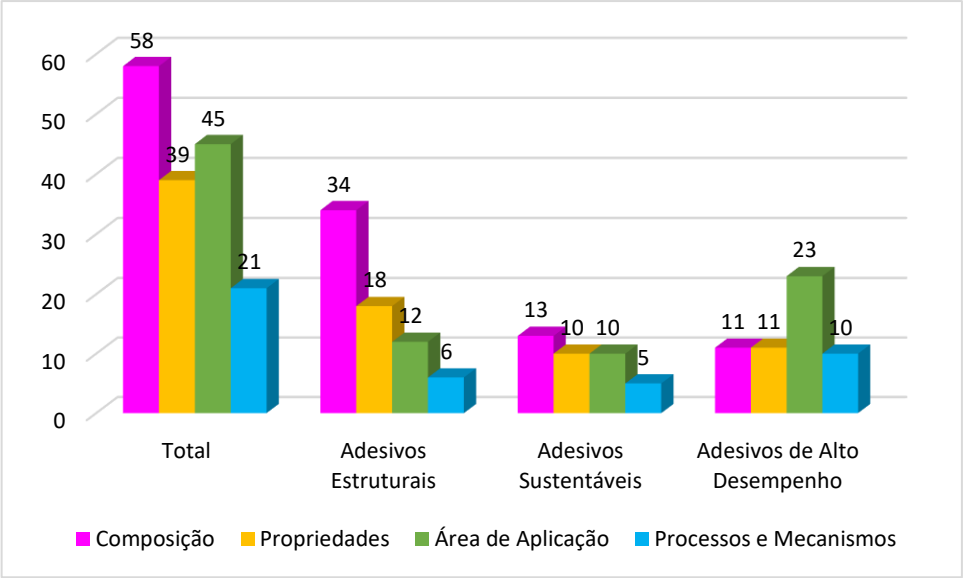

Figura 5.24 – Taxonomia Geral para Patentes Concedidas
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

5.2.2.1 Taxonomia dos Adesivos por Autor em Patentes Concedidas

Em relação aos Adesivos Estruturais, pode-se analisar que:

- Para Universidades/Centros de Pesquisa, não há nenhuma instituição que tenha uma patente concedida no período de 2009-2015/9;

- Para Empresas, a taxonomia "Composição" é a que possuiu mais citações, somando 33, seguida de "Propriedades", com 17, e "Aplicação", com 12. Já a taxonomia "Processos e Mecanismos", é citada somente seis vezes;

- Para as parcerias entre Empresas e Universidades/Centros de Pesquisa, há somente uma citação em "Propriedades" e uma em "Composição".

Em relação aos Adesivos Sustentáveis, pode-se perceber que:

- Para Universidades/Centros de Pesquisa, há somente uma publicação sobre a taxonomia "Propriedades";

- Para Empresas, a taxonomia "Composição" é a que possui mais citações, somando dez, seguida de "Aplicação", com oito, e "Propriedades", com sete. Já a taxonomia "Processos e Mecanismos", é citada quatro vezes;

- Para as parcerias entre Empresas e Universidades/Centros de Pesquisa, há três citações em "Composição" e somente uma em "Processos e Mecanismos".

Em relação aos Adesivos de Alto Desempenho, pode-se verificar que:

- Para Universidades/Centros de Pesquisa, a taxonomia mais citada é "Processos e Mecanismos", seguida de "Composição";

- Para Empresas, a taxonomia "Aplicação" é a que possui mais citações, somando 14, seguida de "Composição", com oito, e por fim, "Propriedades" e "Processos e Mecanismos", com sete cada;

- Para as parcerias entre Empresas e Universidades/Centros de Pesquisa, há oito citações em "Aplicação" e somente um em "Processos e Mecanismos" e em "Composição".

Todos os detalhes em relação a análise por autor podem ser encontrados na Tabela 5.6.

Tabela 5.6 – Taxonomia dos Adesivos por Autor em Patentes Concedidas

Adesivos Estruturais				
Assunto	Universidade/ Centro de Pesquisa	Empresa	Parceria entre Autores	**Total**
Aplicação	0	12	0	**12**
Propriedades	0	17	1	**18**
Composição	0	33	1	**34**
Processos e Mecanismos	0	6	0	**6**
Total	**0**	**68**	**2**	**70**
Adesivos Sustentáveis				
Aplicação	0	8	2	**10**
Propriedades	1	7	2	**10**
Composição	0	10	3	**13**
Processos e Mecanismos	0	4	1	**5**
Total	**1**	**29**	**8**	**38**
Adesivos de Alto Desempenho				
Aplicação	1	14	8	**23**
Propriedades	1	7	3	**11**
Composição	2	8	1	**11**
Processos e Mecanismos	3	7	1	**11**
Total	**7**	**36**	**13**	**56**

Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

5.2.2.2 Série Histórica das Taxonomias em Patentes Concedidas

Neste item, é apresentada a Série Histórica de cada uma das taxonomias referentes aos seus respectivos adesivos em relação às Patentes Concedidas. Pode-se observar que para a taxonomia "Aplicação", 2013 é o ano que possuiu mais citações, seguido de 2012 e 2015/9. Para a taxonomia "Propriedades", a maior quantidade de estudos nessa área é em 2014, com cinco publicações. Os anos de 2012 e 2013 possuem, na sequência, quatro referências, enquanto que no ano de 2010 não há nenhuma patente concedida nessa área. Para a taxonomia "Composição", 2013 é o ano que possui mais citações, seguido de 2012 e 2014 e para a taxonomia "Processos e Mecanismos", o auge dos estudos está sendo em 2015 (até setembro desse ano), enquanto que não há nenhuma citação nos anos de 2009, 2011, 2013 e 2014.

Na Figura 5.25, pode-se ver a análise completa da Série Histórica dos Adesivos Estruturais em relação a cada taxonomia.

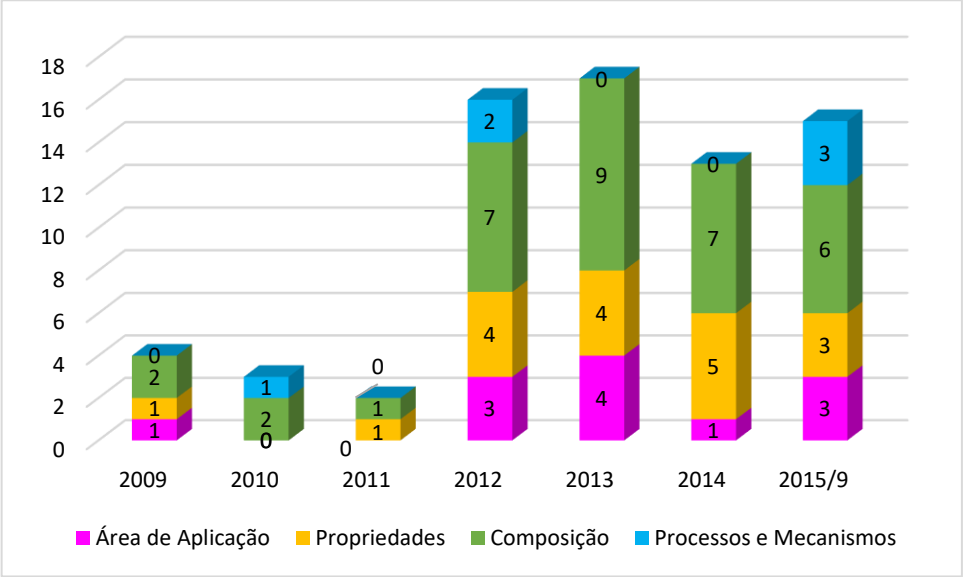

Figura 5.25 – Série Histórica para Adesivos Estruturais em Patentes Concedidas
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

Em relação aos Adesivos Sustentáveis, fazendo o mesmo tipo de análise, pode-se observar que: para a taxonomia "Aplicação", 2011 é o ano que possui mais citações, seguido de 2013. Os anos de 2009 e 2010 não registram nenhuma patente nesse assunto. Para a taxonomia "Propriedades", a maior quantidade de estudos nessa área é em 2011 e 2013, com três publicações cada. Os anos de 2010 e 2015/9 possuem, na sequência, duas referências, enquanto que nos anos de 2009, 2012 e 2014 não há nenhuma patente concedida nessa área. Para a taxonomia "Composição", pode-se constatar um pico de publicações em 2013, somando

sete documentos, o que destoa dos outros anos em relação a quantidade de patentes depositadas nesse período e para a taxonomia "Processos e Mecanismos", só são encontradas publicações no ano de 2013, concentrando todas as patentes referentes a esse assunto.

Na Figura 5.26, pode-se ver a análise completa da Série Histórica dos Adesivos Sustentáveis em relação a cada taxonomia.

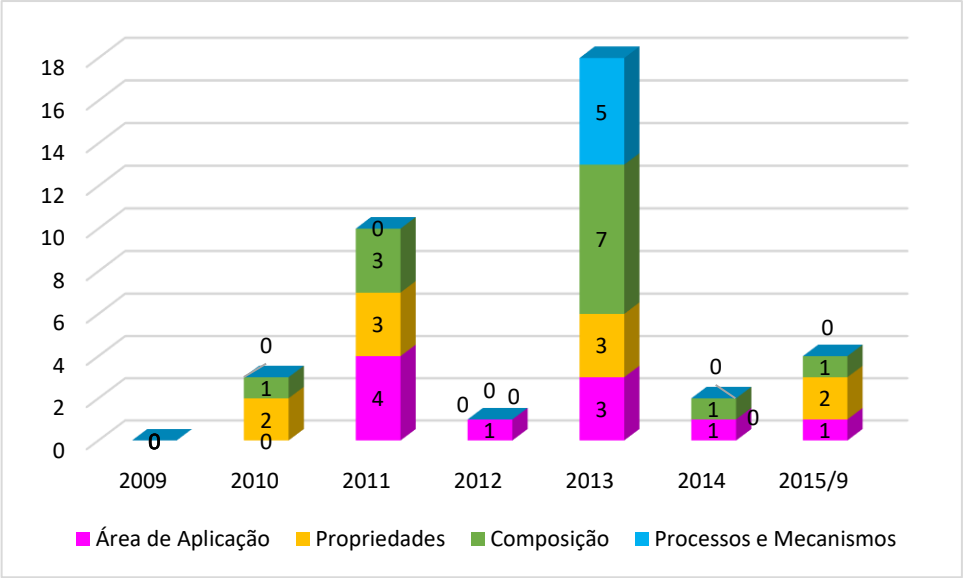

Figura 5.26 – Série Histórica para Adesivos Sustentáveis em Patentes Concedidas
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

Em relação aos Adesivos de Alto Desempenho, na continuidade da análise, pode-se observar que, para a taxonomia "Aplicação", ao longo dos anos há um aumento na quantidade de publicações, começando em zero no ano de 2009 e chegando a sete patentes até setembro de 2015. Para a taxonomia "Propriedades", o ano em que o tema é mais estudado é 2014, seguido dos anos de 2011, 2013 e 2015/9, com dois documentos cada. Para a taxonomia "Composição", o ano em que há mais estudos sobre o tema é 2012, seguido dos anos de 2010, 2011 e 2015/9, com duas patentes cada. Para a taxonomia "Processos e Mecanismos", o destaque é para o ano de 2014 com quatro documentos.

Na Figura 5.27, pode-se ver a análise completa da Série Histórica dos Adesivos de Alto Desempenho em relação a cada taxonomia.

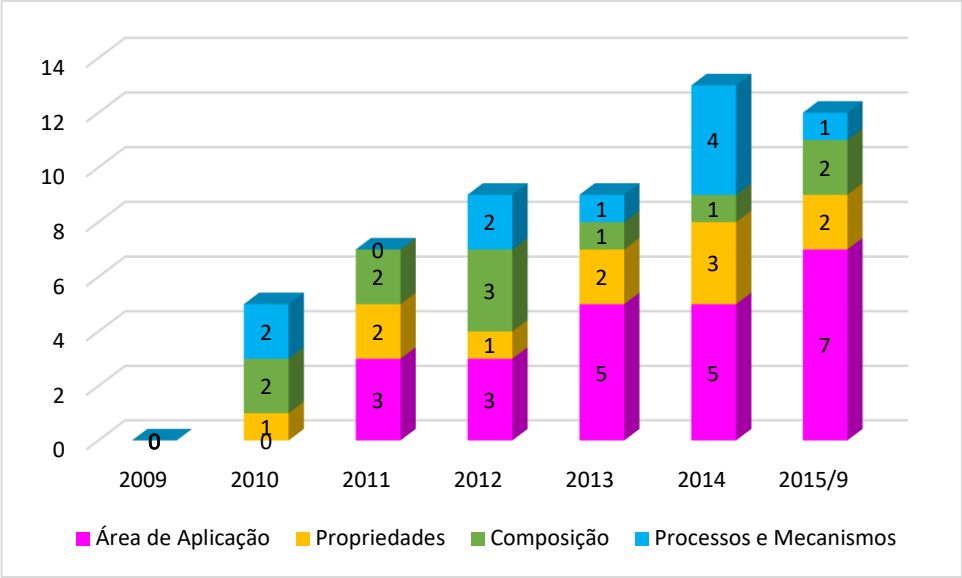

Figura 5.27 – Série Histórica para Adesivos de Alto Desempenho em Patentes Concedidas

Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

5.2.3 Análise Micro das Patentes Concedidas

O mesmo processo realizado para artigos no item 5.1.3 foi repetido nesta seção, sendo assim, são válidas as mesmas considerações. Contudo, fazem-se necessárias algumas ressalvas:

- A "Composição" dos Adesivos Estruturais é dividida em adesivos monos ou bi componentes, quando se fizer necessária uma descrição mais detalhada dos materiais envolvidos;

- Então, conforme citado anteriormente, a partir dos gráficos nas Figuras 5.28 a 5.36, foi elaborada a etapa de Análise Micro. Nesta fase do trabalho, cada fatia da análise Meso é detalhada e são então identificadas particularidades, como os materiais para a formulação dos adesivos, as propriedades mais relevantes em cada tipo de adesivo e as áreas que recebem mais alocação de estudos.

Em concordância com as pesquisas já realizadas, aqui também não é possível encontrar nenhuma tendência até o momento para nenhum dos três tipos de adesivos analisados no que diz respeito aos "Processos e Mecanismos". Contudo, pode ser dado destaque aos processos de Polimerização com combinação de resinas e adição de partículas. A hidrólise suave, os tratamentos térmicos e os testes em condições extremas também são citados como formas de

adicionais de complementação dos "Processos" principais, ajudando a avaliar os impactos e mudanças de propriedades.

Analisando particularmente as patentes, a fusão a quente e os "Mecanismos" de laminação, selagem e tratamento de plasma também são encontrados em alguns documentos, mas nada que indique uma tendência efetiva do mercado.

5.2.3.1 Adesivos Estruturais em Patentes Concedidas

Como pode ser visto no gráfico da Figura 5.28, as maiores "Áreas de Aplicação" de adesivos são os Materiais Avançados, com 33%, e a Indústria Automobilística, que corresponde a 25%. Logo em seguida, encontram-se a Indústria Aeroespacial e Aeronáutica e a Construção Civil, cada uma possuindo uma fatia de 17%. Esses resultados indicam que os maiores mercados consumidores de Adesivos Estruturais estão de acordo com a literatura, indicando uma tendência das "Aplicações".

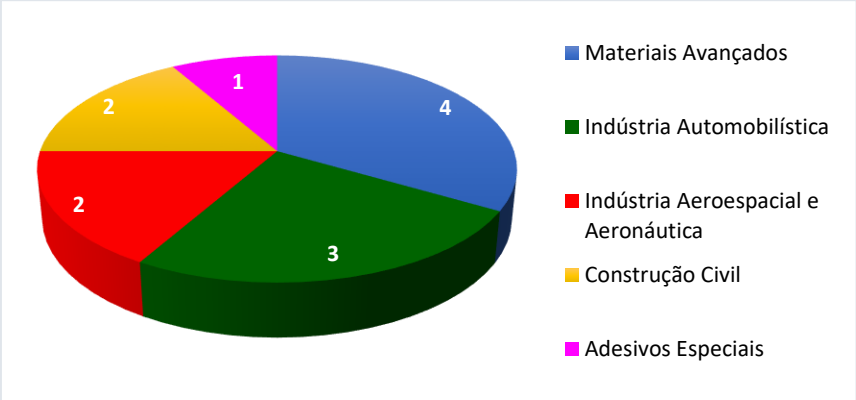

Figura 5.28 – "Áreas de Aplicação" dos Adesivos Estruturais em Patentes Concedidas
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

As "Propriedades" mais citadas são a maior resistência dos Adesivos Estruturais, se comparado aos Adesivos Não Estruturais, com 31%, e a estabilidade térmica, que garante bom desempenho e manutenção das forças de aderência mesmo em temperaturas elevadas, com 27%. Vale ressaltar que a menor adesão e coesão desses adesivos é citada em uma patente, indicando uma preocupação com algumas formulações que não garantem o bom desempenho do adesivo. Os resultados podem ser vistos na Figura 5.29.

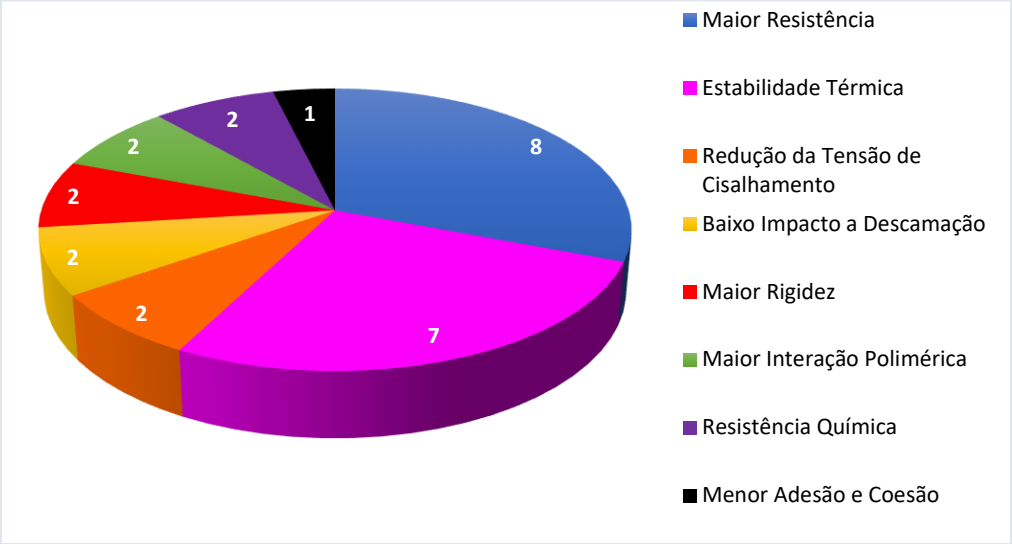

Figura 5.29 – "Propriedades" Apresentadas por Adesivos Estruturais em Patentes Concedidas

Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

Em relação à "Composição" (Figura 5.30), quase a metade dos adesivos analisados é composta por resina epóxi (49%), seja ela modificada ou não. A segunda maior fatia é representada por 24% referente aos compósitos combinados e 17% é referente a resinas acrílicas. O que difere mais enfaticamente suas composições é o fato dos adesivos serem de um ou dois componentes. Das 34 patentes concedidas, todas citam em algum momento informações sobre a "Composição", na seguinte proporção:

- 19 patentes citam a composição dos Adesivos Estruturais de maneira geral;
- 11 patentes fazem referência aos adesivos de dois componentes;
- Seis patentes fazem referência aos adesivos de um componente.

Dentre as 11 patentes que se referem aos adesivos de dois componentes, seis delas são compostas por resina epóxi. A primeira parte contém um iniciador de polimerização, que é uma resina epóxi curada e um agente de endurecimento (partículas de borracha de diferentes tamanhos e um polímero elastomérico), enquanto que a segunda contém um catalisador e um ativador, que inclui um agente de cura de amina (alifática ou cílcica) e um material de enchimento inorgânico.

Já em relação às seis patentes que se referem aos adesivos de um componente, em cinco delas a composição é feita por resina epóxi. Sua composição é de um agente espessante e um endurecedor, que inclui os componentes da parte de resina misturada com um agente de cura de amina latente. O sistema de uma parte pode ainda incluir um imidazol e/ou uma amina alifática. Inclui também um composto de amina alifática ou cíclica como um agente de cura e um material de enchimento inorgânico como componente de modificação de reologia.

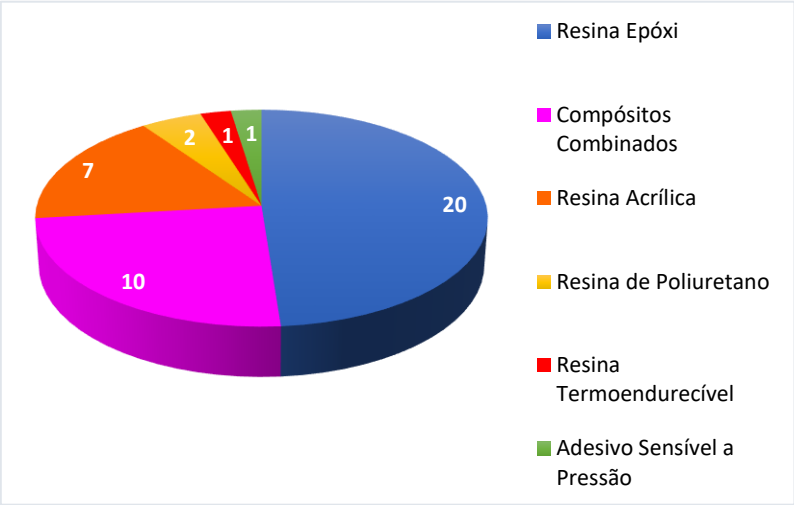

Figura 5.30 – "Composição" dos Adesivos Estruturais em Patentes Concedidas
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

5.2.3.2 Adesivos Sustentáveis em Patentes Concedidas

Em relação às "Áreas de Aplicação" dos Adesivos Sustentáveis (Figura 5.31), a indústria de Materiais Avançados e a Medicina, somam 40% e 30% respectivamente. A Agricultura, a Indústria Têxtil e a Construção Civil possuem 10% das aplicações cada.

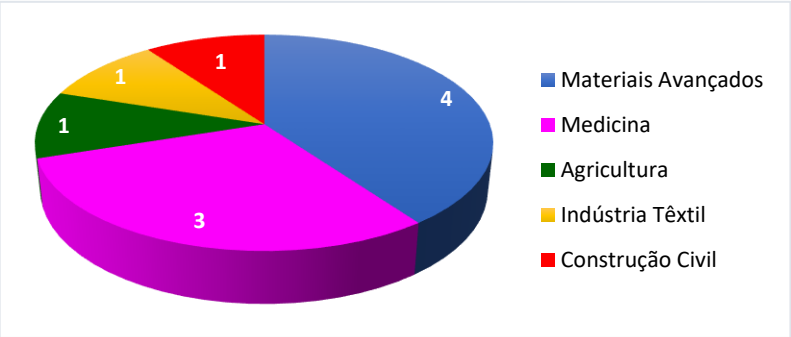

Figura 5.31 – "Áreas de Aplicação" dos Adesivos Sustentáveis em Patentes Concedidas
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

Sobre as "Propriedades" apresentadas pelos Adesivos Sustentáveis (Figura 5.32), a que mais se destaca é a melhor adesão e coesão (34%), confirmando o fato de serem eficientes para colagem ao mesmo tempo em que são ambientalmente corretos. Em seguida, a elevada dureza e a maior interação polimérica são os assuntos mais recorrentes, com 17% das referências cada. A estabilidade térmica, a rigidez, a resistência a umidade e a resistência a condições severas, encerram o ciclo de "Propriedades", somando 8% cada.

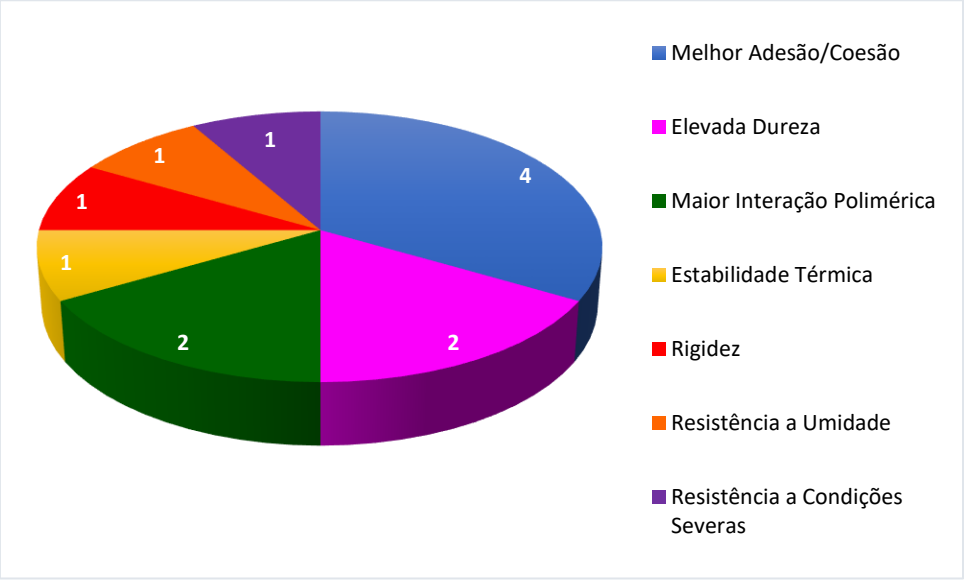

Figura 5.32 – "Propriedades" Apresentadas pelos Adesivos Sustentáveis em Patentes Concedidas

Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

A "Composição" tem igual participação tanto para a resina acrílica quanto para os compósitos combinados, com 22% cada. Corroborando o que é visto na literatura, os compósitos de matéria-prima natural apresentam larga participação na "Composição", com 17%. É interessante observar que classes específicas de adesivos também possuem forte representatividade (11% cada), tais como os adesivos *Hot Melt*, PSA e *BioTARK.RTM®*. Tais resultados podem ser vistos no gráfico da Figura 5.33:

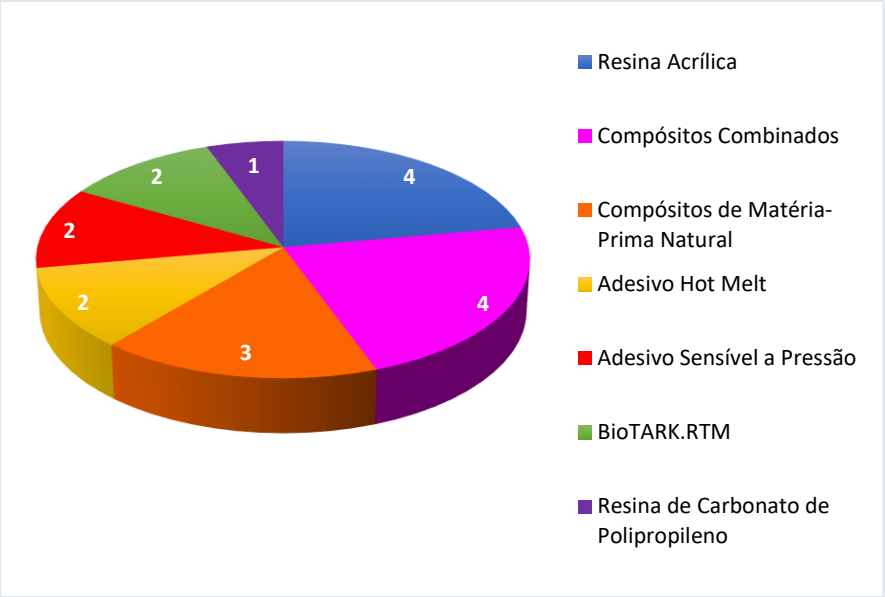

Figura 5.33 – "Composição" dos Adesivos Sustentáveis em Patentes Concedidas
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

5.2.3.3 Adesivos de Alto Desempenho em Patentes Concedidas

Ao analisar o gráfico da Figura 5.34, pode-se notar que a indústria de Materiais Avançados é a que mais recebe "Aplicações" dos Adesivos de Alto Desempenho, ultrapassando a metade com 54%. Em seguida, tem-se a Indústria Automobilística e a Indústria Aeroespacial e Aeronáutica, somando 13% e 9% respectivamente.

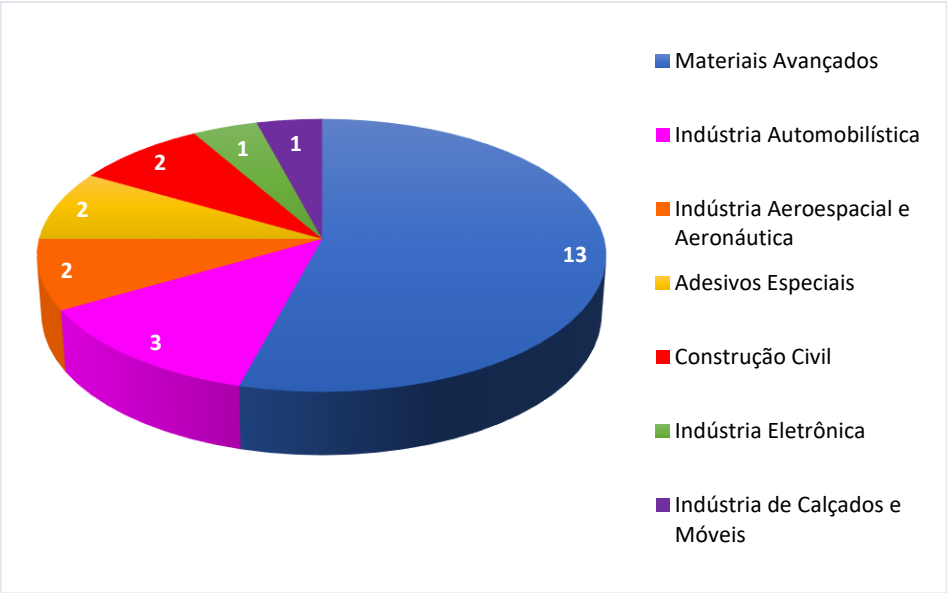

Figura 5.34 – "Áreas de Aplicação" dos Adesivos de Alto Desempenho em Patentes Concedidas
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

Em relação às "Propriedades" apresentadas pelos Adesivos de Alto Desempenho, melhor interação polimérica é a que recebe maior destaque, com 21% das referências. A estabilidade térmica encontra-se em segundo lugar, com 17%, seguida pela resistência ao cisalhamento, que soma 13%. As outras "Propriedades" e suas respectivas proporções podem ser vistas na Figura 5.35.

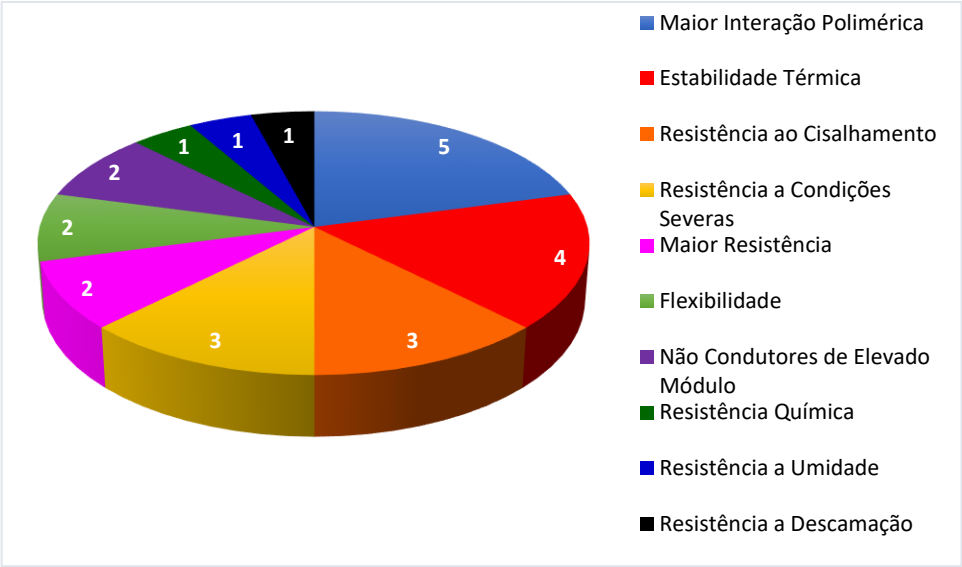

Figura 5.35 – "Propriedades" Apresentadas pelos Adesivos de Alto Desempenho em Patentes Concedidas

Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

Analisando o gráfico sobre a "Composição" dos Adesivos de Alto Desempenho (Figura 5.36), fica evidente que os compósitos combinados dominam a maior parte das formulações, somando 57%. É então seguido pelas resinas epoxidadas, que contribuem com 15%. Resinas sintéticas, acrílicas, de poliuretano e PSA possuem 7% de participação cada.

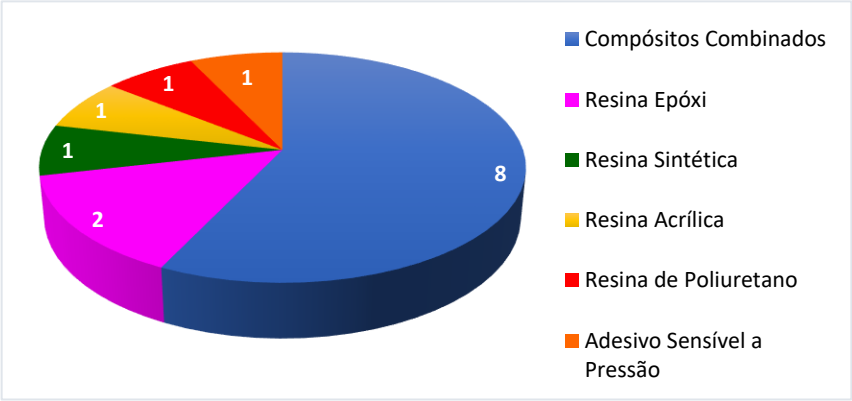

Figura 5.36 – "Composição" dos Adesivos de Alto Desempenho em Patentes Concedidas

Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

5.3 ANÁLISE DAS PATENTES DEPOSITADAS

Das **31 patentes analisadas para Adesivos Estruturais**, são encontradas 15 empresas, um Centro de Pesquisa e seis grupos de pesquisadores (pessoas físicas) envolvidos na publicação dos documentos. Das **15 patentes analisadas para Adesivos Sustentáveis**, são encontradas 12 empresas, um Centro de Pesquisa e uma pessoa física que publicaram os documentos. Das **30 patentes analisadas para Adesivos de Alto Desempenho**, são encontradas 17 empresas, uma Universidade e oito pessoas físicas que participaram da publicação dos documentos.

5.3.1 Análise Macro das Patentes Depositadas

Analisando a série histórica geral de patentes depositadas (Figura 5.37), é possível notar que o ano 2014 é o que teve a maior quantidade de patentes depositadas envolvendo os três tipos de adesivos abordados no presente trabalho. Só nesse ano, há 25 patentes. Em 2013, são 16 pedidos de patentes. E até setembro de 2015, foram publicadas 15 patentes no assunto, logo, é de se esperar que esse número continue crescendo e possa vir a ultrapassar 2013 e 2014. O ano que menos possui publicações é 2009, com apenas uma patente.

Na Figura 5.37 também é realizada a análise temporal dos depósitos de patentes para os Adesivos Estruturais. Pode-se notar que 2014 é o ano em que mais há pedidos, somando nove. É então seguido pelo ano de 2013 e 2015, com sete e cinco solicitações respectivamente. Em 2009 há apenas um pedido, destacando-se como o ano com menos patentes na área.

Assim como no caso das Patentes Concedidas, a análise das Patentes Depositadas para os Adesivos Sustentáveis é feita com um número reduzido de documentos (15), uma vez que não é possível encontrar solicitações suficientes que se encaixassem nos requisitos desejados. Muitas das patentes encontradas com as palavras *sustainable* e *adhesive* não possuem dados sobre os Adesivos Sustentáveis, mas somente sobre adesivos ou sustentabilidade. Pode-se notar que os anos de 2013 e 2014 são os que apresentam maiores quantidades de solicitações, somando-se quatro em cada ano. É interessante notar também que até setembro de 2015, já foram depositadas três patentes, ou seja, pode haver mais solicitações até o final do ano.

Analisando a série histórica para os Adesivos de Alto Desempenho, pode-se notar que 2014 é o ano mais promissor, com 12 solicitações, diferindo muito do segundo colocado, com sete pedidos de patentes, cuja fatia representa os depósitos de patentes até setembro de 2015.

Os anos de 2010 e 2009 não apresentam resultados, o que indica um crescimento das pesquisas ano a ano. Logo, a tendência para o final de 2015 é que o número de solicitações aumente e ultrapasse 2014.

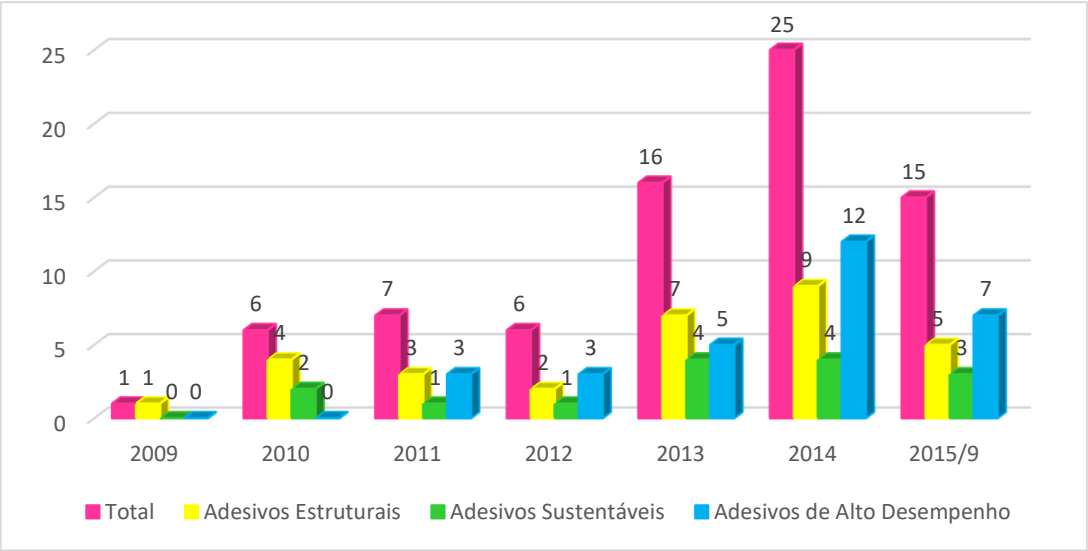

Figura 5.37 – Série Histórica Geral de Patentes Depositadas
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

Em relação à distribuição de patentes por país, os Estados Unidos possuem a grande maioria das solicitações, com 56%, seguido da Alemanha com 10% e Japão e Suíça com 9%. O Brasil não possui nenhuma patente depositada nesse horizonte temporal. Uma explicação para a predominância dos Estados Unidos nas publicações de patentes provém do fato de que as maiores empresas de adesivos do mundo são norte americanas. A participação de outros países pode ser vista na Figura 5.38 representada pela fatia "Outros", que indica a seguinte distribuição: Japão e Suíça (sete patentes cada); China e Índia (três patentes cada); França e Reino Unido (duas patentes cada); Holanda e Coreia do Sul (uma patente cada).

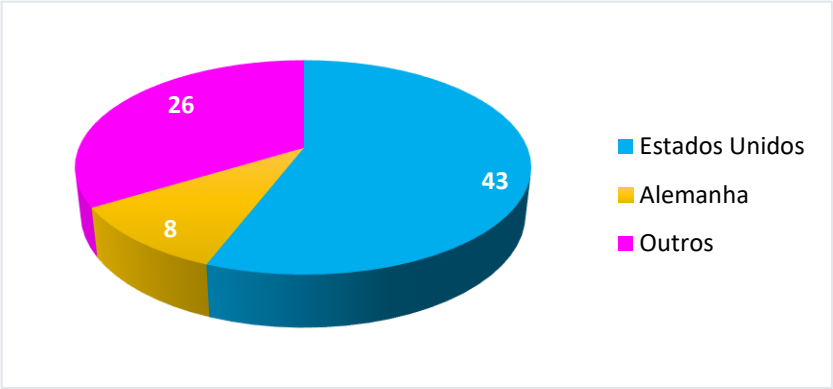

Figura 5.38 – Patentes Depositadas por País
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

Em relação às empresas que mais depositam patentes, a *Zephyros, Inc.*assume a dianteira com cinco pedidos. Logo em seguida, têm-se a *Dow Group*, *3M* e *tesa SE* com três pedidos cada. *Sika Technology Ag*, *The Procter & Gamble Company*, *Reactive Surface, Ltd.* e *Du Pont-Mitsui Polychemicals Co., Ltd.* possuem, cada uma, dois pedidos. As outras empresas têm somente um pedido cada.

Pode-se fazer uma comparação com as patentes concedidas, onde era possível perceber a hegemonia da *Dow Global Technologies LLC* sobre as outras. Nos depósitos de patentes, há mais equilíbrio entre a quantidade de patentes depositadas e as empresas. Nessa pesquisa, são encontradas mais empresas do que nas patentes concedidas, somando 42 companhias.

Em relação às empresas para os Adesivos Estruturais, destaque especial pode ser dado a *Zephyros, Inc.* com quatro patentes depositadas, seguida da *3M* com três pedidos. A *Dow Group* e a *Sika Technology Ag* possuem, cada uma, duas solicitações. As outras empresas possuem apenas uma. Das empresas que solicitaram patentes em Adesivos Sustentáveis, apenas a *P&G* se destaca, tendo duas requisições. Para os Adesivos de Alto Desempenho, as empresas que tem maior destaque são a *tesa SE* e a *Reactive Surface, Ltd.* com solicitações de patentes somando três e dois respectivamente. A lista completa das empresas e seu respectivo número de solicitações podem ser vistos na Tabela 5.7.

Cabe ressaltar que a *Dow Group* se refere às patentes referentes a *Dow Global Technologies LLC* e *The Dow Chemical Company*, uma vez que possuem a mesma logomarca e são subdivisões dentro da mesma empresa.

Tabela 5.7 – Patentes Depositadas por Empresa

Empresa	Total	Distribuição
Zephyros	5	AE: 4; AS: 1
Dow Group	3	AE: 2; AAD: 1
tesa SE	3	AAD: 3
3M	3	AE: 3
P&G	2	AS: 2
Sika	2	AE: 2
Reactive Surface	2	AAD: 2
Du Pont	2	AS: 1; AAD: 1
PPG	1	AE: 1
Zhenghou Zhongyuan	1	AE: 1
Yokohama	1	AE: 1
Virginia Tech Intellectual Properties	1	AS: 1
Tyco Eletronics	1	AE: 1
SwissPal	1	AAD: 1

Sun Chemical	1	AS: 1
Stonehaven	1	AAD: 1
SK Innovation & SK Global Chemical	1	AS: 1
Sirrus	1	AS: 1
Price Heneveld	1	AE: 1
Pressure Point	1	AAD: 1
Ormco	1	AAD: 1
Matsumoto	1	AAD: 1
Lidco	1	AAD: 1
Innovida	1	AE: 1
Huntsman	1	AE: 1
Hinterwaldner Consulting & Partner	1	AS: 1
Hexcel	1	AE: 1
Henkel	1	AE: 1
GM	1	AE: 1
Fiberlock	1	AAD: 1
Essel Propack	1	AAD: 1
Durr Dental	1	AS: 1
Datacard	1	AAD: 1
Dow Corning	1	AAD: 1
Corning	1	AS: 1
Continental	1	AAD: 1
Construction Research & Technology GMBH	1	AS: 1
Bridgestone	1	AS: 1
Asahi Kasei	1	AAD: 1
Applied Nanotech	1	AAD: 1
AecPolymers	1	AE: 1
Adhesives Research	1	AAD: 1

AE: Adesivos Estruturais; AS: Adesivos Sustentáveis; AAD: Adesivos de Alto Desempenho
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

Estudando mais detalhadamente o perfil das empresas que depositaram patentes na área de adesivos em relação às suas áreas de atuação, pode-se afirmar que:

- As empresas que tem nos adesivos seu principal foco também não são a maioria como no caso das patentes concedidas, mas estão entre os maiores *players* desse mercado. Dentre elas podem citar: *3M*, *Henkel*, *tesa SE*, *Zephyros*, *Hexcel* e *Adhesives Research*;

- As empresas que tem seu principal foco na indústria química como um todo são a maioria e envolvem diversas áreas, tais como resinas, silicones, embalagens, selantes,

plásticos em geral, tintas, revestimentos e materiais avançados (vidros e nano compósitos são os mais comuns). São exemplos a *Dow Group*, *Sika*, *Reactive Surface*, *Du Pont*, *Sun Chemical*, *Huntsman*, *Essel Propack*, *Dow Corning*, *Corning*, *SK Innovation & SK Global Chemical* e *Applied Nanotech*. Ainda dentro da indústria química, atenção especial deve ser dada a empresa *P&G* que detém grande parte do mercado de cuidados pessoais e higiene, possuindo duas patentes sobre os Adesivos Sustentáveis;

- As empresas que produzem material para a construção civil e peças para automóveis e aeronaves também possuem destaque e pode-se citar como exemplo a *Continental*, *Bridgestone*, *Innovida* e *Yokohama*.

No próximo item, foi analisado cada um dos tipos de adesivos com as suas respectivas distribuições por países.

5.3.1.1 Análise dos Adesivos Estruturais por País em Patentes Depositadas

Mais uma vez, pode-se observar, conforme a Figura 5.39, que os Estados Unidos se destacam com a 58% das solicitações de patentes, seguidos da Suíça com 16% e da França e do Reino Unido, com 7% cada um. Vale ressaltar que a China realiza duas solicitações, somando 6%, sendo essa a primeira vez que ela aparece nas pesquisas em patentes, configurando um cenário completamente diferente do que é visto nos artigos, onde ela se posiciona como uma das que mais publicam. Logo, é possível inferir que a maior parte das suas pesquisas ainda se concentra no ambiente acadêmico, e que possivelmente nos próximos anos sua participação na deposição de patentes se torne mais relevante.

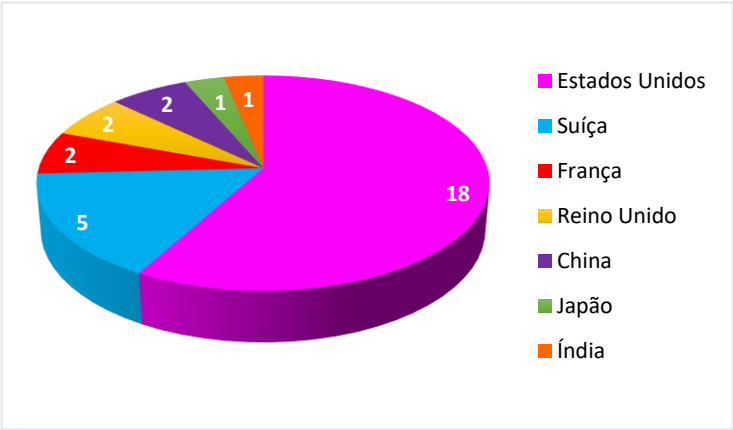

Figura 5.39 – Distribuição dos Adesivos Estruturais por País em Patentes Depositadas
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

5.3.1.2 Análise dos Adesivos Sustentáveis por País em Patentes Depositadas

Em relação aos países que mais depositam, pode-se observar que os Estados Unidos e a Alemanha lideram os pedidos, somando 50% e 25% respectivamente. Pode-se destacar a Coreia do Sul, que apesar de só ter uma solicitação, é possível notar ao longo da patente diversos estudos que existem sobre o tema no país, podendo-se esperar resultados promissores para o futuro, corroborando mais uma vez a tendência do mercado em buscar alternativas limpas e renováveis para materiais fortemente ligados ao petróleo e aos seus derivados.

Na Figura 5.40, pode-se ver a distribuição de depósitos de patentes:

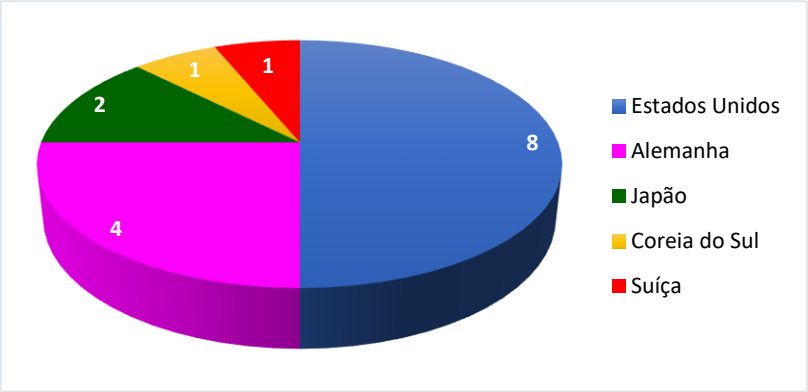

Figura 5.40 – Distribuição dos Adesivos Sustentáveis por País em Patentes Depositadas
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

5.3.1.3 Análise dos Adesivos de Alto Desempenho por País em Patentes Depositadas

Em relação à análise por país na Figura 5.41, os Estados Unidos se destacam mais uma vez com 57% de participação em depósito de patentes, seguidos pelo Japão e pela Alemanha, com 14% e 13%. Fica clara a superioridade norte americana no mercado de adesivos, contudo pode-se notar que algumas fortes empresas de outros países, tais como *Dow Corning*, *tesa SE* e *Du Pont*, tem tentado se inserir de forma mais eficaz nessa dinâmica, investindo em setores específicos, como é o caso do Japão que possui mais da metade de todas as suas solicitações em Adesivos de Alto Desempenho.

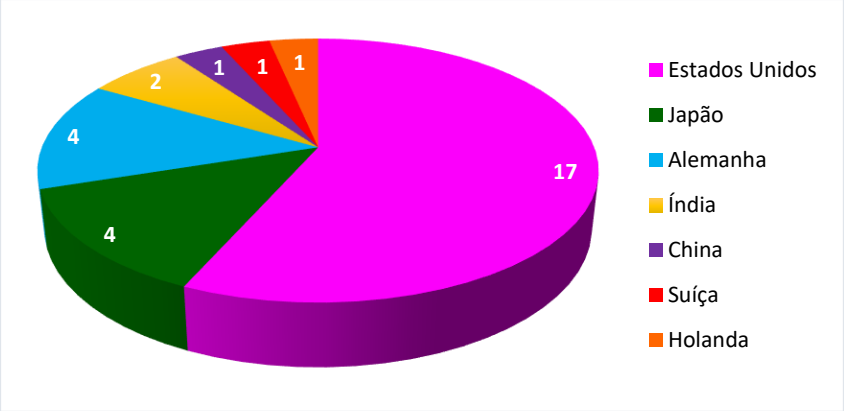

Figura 5.41 – Distribuição dos Adesivos de Alto Desempenho por País em Patentes Depositadas

Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

5.3.2 Análise Meso das Patentes Depositadas

Analisando o quadro geral das taxonomias, pode-se notar que referências sobre a "Composição" dos adesivos como um todo é a taxonomia mais presente nos documentos. Das 76 patentes depositadas analisadas, em 63 delas há informações sobre "Composição", seguida da taxonomia "Área de Aplicação", que consta em 35. As "Propriedades" são mencionadas em 33 patentes e a taxonomia menos comum é o tipo de "Processo e Mecanismo" envolvido (22 citações) para a produção de determinado adesivo.

No caso dos Adesivos Estruturais, a "Composição" é a taxonomia mais abordada, somando 26 citações. É seguida pela "Área de Aplicação", com 17 patentes, e das "Propriedades", com 15 resultados. A taxonomia menos utilizada é em relação aos "Processos e Mecanismos" que envolvem a produção de adesivos, cujas citações somam apenas nove.

Assim como no caso dos Adesivos Estruturais, a "Composição" e a "Área de Aplicação" dos Adesivos Sustentáveis são as taxonomias mais abordadas, com 14 e oito citações respectivamente. A terceira posição é ocupada pelo tipo de "Processo e Mecanismo" envolvido, com seis referências, seguido pelas "Propriedades", com cinco.

Em relação aos Adesivos de Alto Desempenho, o destaque se dá para a "Composição" e as "Propriedades" apresentadas pelos adesivos, somando 23 e 13 citações respectivamente. "Área de Aplicação" tem dez referências e os "Processos e Mecanismos" somam sete. Dessa forma, fica evidente que nos três tipos de adesivos, as diferentes composições deles é o que mais fomenta a produção de patentes.

A Figura 5.42 apresenta essa distribuição:

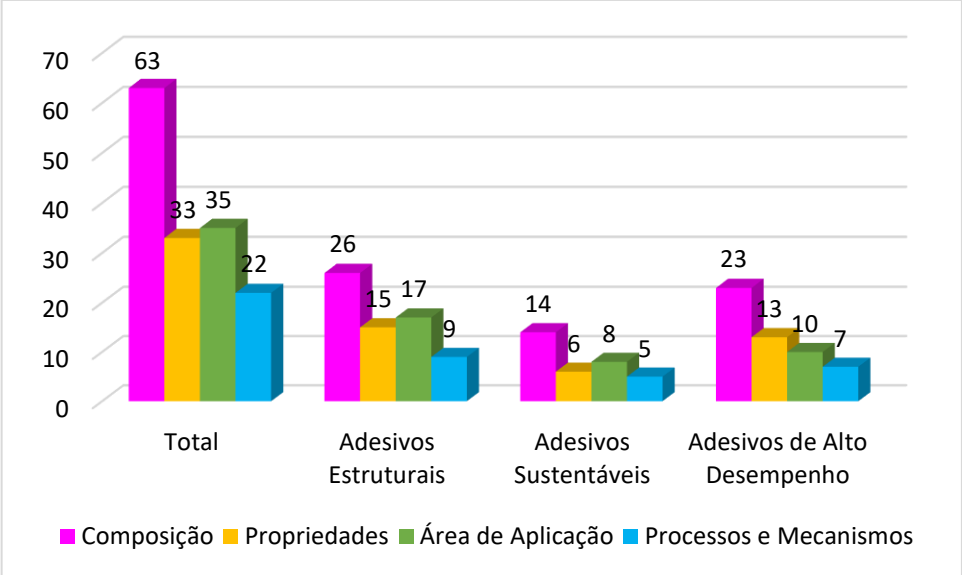

Figura 5.42 – Taxonomia Geral para Patentes Depositadas
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

5.3.2.1 Taxonomia dos Adesivos por Autor em Patentes Depositadas

Em relação aos Adesivos Estruturais, pode-se verificar que:

- Para Universidades/Centros de Pesquisa, há apenas uma citação em "Aplicação", "Propriedades" e "Composição". Na taxonomia "Processos e Mecanismos", não há nenhuma referência;

- Para Empresas, a taxonomia "Composição" é a que possui mais citações, somando dezenove. Já a taxonomia "Processos e Mecanismos", é citada somente sete vezes;

- Para as parcerias entre Empresas e Universidades/Centros de Pesquisa, as taxonomias "Propriedades" e "Composição" são as mais citadas, com um total de seis documentos cada.

Em relação aos Adesivos Sustentáveis, pode-se perceber que:

- Para Universidades/Centros de Pesquisa, há apenas uma citação em "Aplicação", "Processos e Mecanismos" e "Composição". Para a taxonomia "Propriedades", não há nenhuma referência;

- Para Empresas, a taxonomia "Composição" é a que possui mais citações, somando doze. Já as taxonomias "Processos e Mecanismos" e "Propriedades", possuem quatro referências cada;

- Para as parcerias entre Empresas e Universidades/Centros de Pesquisa, todas as taxonomias possuem apenas uma patente depositada.

Em relação aos Adesivos de Alto Desempenho, pode-se constatar que:

- Para Universidades/Centros de Pesquisa, há apenas uma citação em "Propriedades", "Processos e Mecanismos" e "Composição". Na taxonomia "Aplicação", não há nenhuma referência;

- Para Empresas, a taxonomia "Composição" é a que possui mais citações, somando 16. Já a taxonomia "Processos e Mecanismos", detém somente quatro referências;

- Para as parcerias entre Empresas e Universidades/Centros de Pesquisa, novamente "Composição" possui o maior número de citações, somando seis, seguida de "Aplicação", com cinco solicitações.

Todos os detalhes em relação a análise por autor podem ser encontrados na Tabela 5.8.

Tabela 5.8 – Taxonomia dos Adesivos por Autor em Patentes Depositadas

Adesivos Estruturais				
Assunto	Universidade/ Centro de Pesquisa	Empresa	Parceria entre Autores	**Total**
Aplicação	1	13	3	**17**
Propriedades	1	8	6	**15**
Composição	1	19	6	**26**
Processos e Mecanismos	0	7	2	**9**
Total	**3**	**47**	**17**	**67**
Adesivos Sustentáveis				
Aplicação	1	6	1	**8**
Propriedades	0	4	1	**5**
Composição	1	12	1	**14**
Processos e Mecanismos	1	4	1	**6**
Total	**3**	**26**	**4**	**33**
Adesivos de Alto Desempenho				
Aplicação	0	11	5	**16**
Propriedades	1	10	2	**13**
Composição	1	16	6	**23**
Processos e Mecanismos	1	4	2	**7**
Total	**3**	**41**	**15**	**59**

Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

5.3.2.2 Série Histórica das Taxonomias em Patentes Depositadas

Neste item, é apresentada a Série Histórica de cada uma das taxonomias referentes aos seus respectivos adesivos em relação às Patentes Depositadas.

Em relação aos Adesivos Estruturais, pode-se observar que para a taxonomia "Aplicação", os anos em que há mais publicações são 2013 e 2014, enquanto que em 2009 e 2011 não há registros de depósito de patentes nessa área. Para a taxonomia "Propriedades", a maior quantidade de estudos nessa área é em 2013, com quatro publicações. Os anos de 2011, 2014 e 2015/9 possuem, na sequência, três referências cada, enquanto que no ano de 2010 não há nenhuma patente concedida nessa área. Para a taxonomia "Composição", os anos em que há mais publicações são 2013 e 2014, enquanto que em 2009 e 2012 há apenas o registro de uma de patente nesse assunto. Para a taxonomia "Processos e Mecanismos" o auge de patentes é em 2014, enquanto que não há nenhuma citação nos anos de 2009, 2011 e 2013.

Na Figura 5.43, pode-se ver a análise completa da Série Histórica dos Adesivos Estruturais em relação a cada taxonomia.

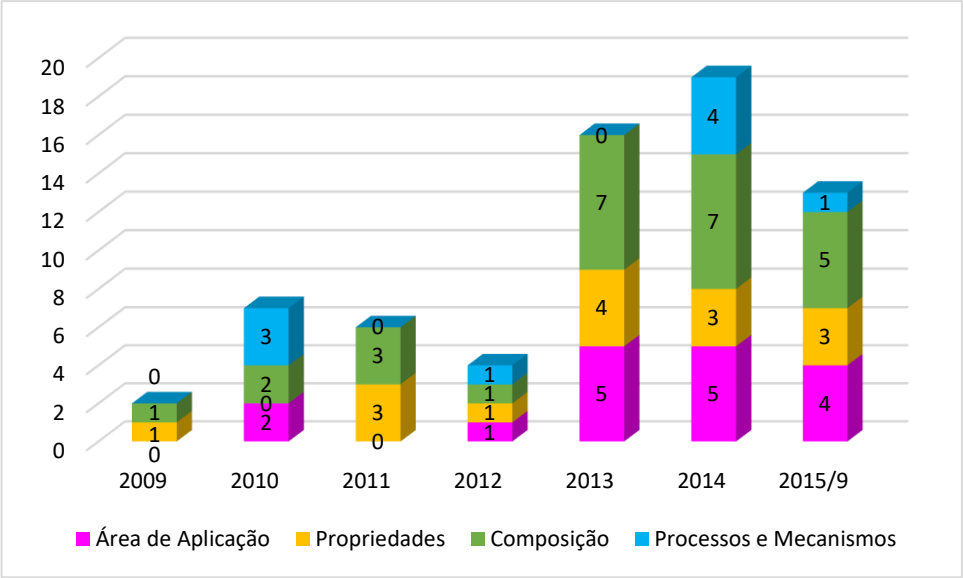

Figura 5.43 – Série Histórica para Adesivos Estruturais em Patentes Depositadas
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

Em relação aos Adesivos Sustentáveis, pode-se observar que para a taxonomia "Aplicação", 2014 é o ano que possuiu mais citações, seguido de 2013. Os anos de 2009, 2010 e 2011 não registram nenhuma patente nesse assunto. Para a taxonomia "Propriedades", 2015/9 está sendo o ano que possui mais citações. Os anos de 2009, 2013 e 2014 não registram nenhuma patente nesse assunto. Para a taxonomia "Composição", pode-se constatar um pico de publicações em 2013 e 2014, somando quatro documentos cada, enquanto que em 2009 não há nenhum registro. Para a taxonomia "Processos e Mecanismos", 2013 e 2015/9 possuem o maior número de publicações, enquanto que em 2009 não há nenhum registro.

Na Figura 5.44, pode-se ver a análise completa da Série Histórica dos Adesivos Sustentáveis em relação a cada taxonomia.

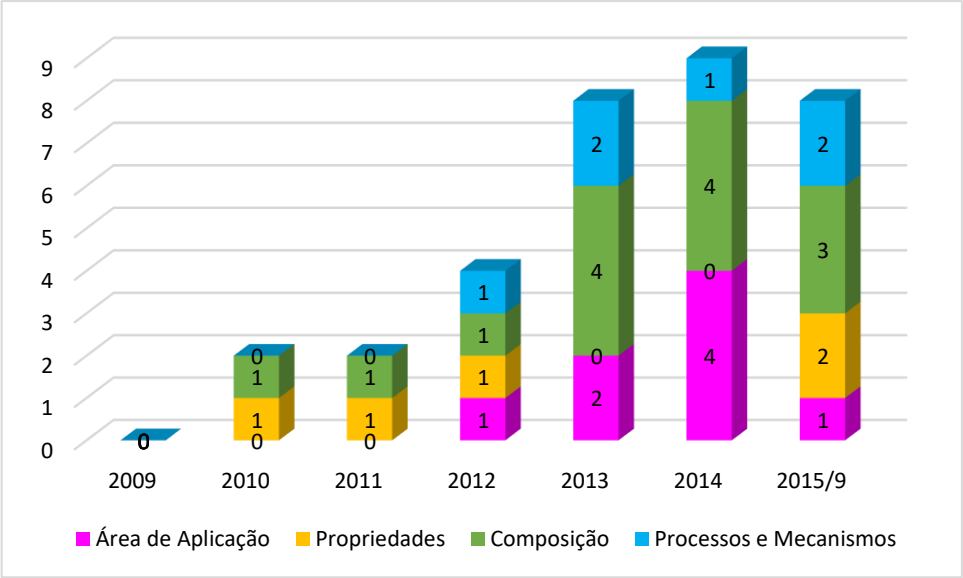

Figura 5.44 – Série Histórica para Adesivos Sustentáveis em Patentes Depositadas
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

A seguir, são analisados os Adesivos de Alto Desempenho em relação às taxonomias e à série histórica. Para a taxonomia "Aplicação", os anos de 2014 e 2015/9 apresentam a maior quantidade de solicitações, enquanto que 2009 e 2010 não possuem registros nesse assunto. Para a taxonomia "Propriedades", pode-se notar que ao longo dos anos há um aumento na quantidade de publicações, começando em zero no ano de 2009 e chegando a quatro patentes até setembro de 2015. Para a taxonomia "Composição", o destaque é para o ano de 2014 com oito documentos e para a taxonomia "Processos e Mecanismos", o ano em que o tema é mais estudado é 2014, enquanto que nos anos de 2009, 2010, 2012 e 2015/9, não há nenhum registro.

Na Figura 5.45, pode-se ver a análise completa da Série Histórica dos Adesivos de Alto Desempenho em relação a cada taxonomia.

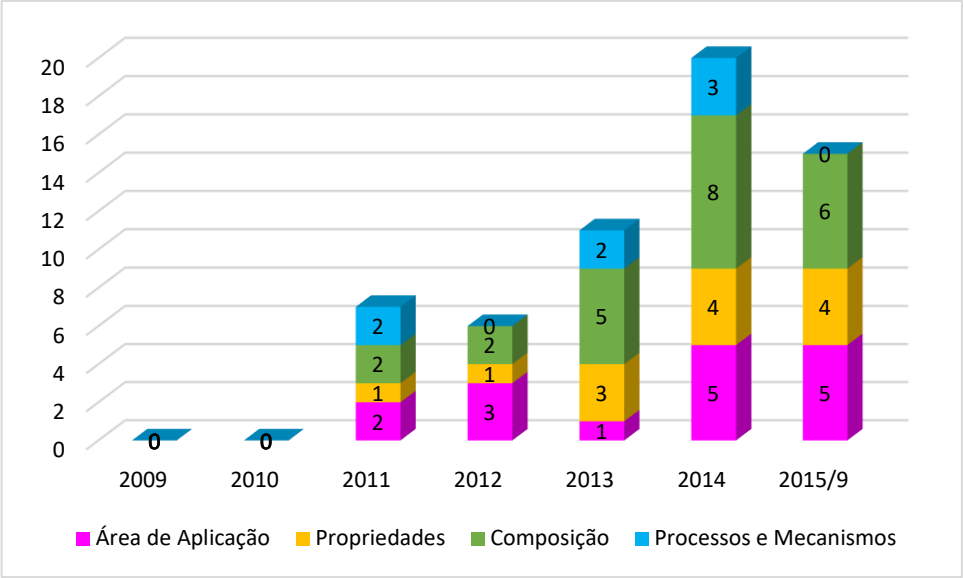

Figura 5.45 – Série Histórica para Adesivos de Alto Desempenho em Patentes Depositadas

Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

5.3.3 Análise Micro das Patentes Depositadas

O mesmo processo realizado para as patentes concedidas no item 5.2.1.3 foi repetido nesta seção, sendo assim são válidas as mesmas considerações. Nesse sentido, fazem-se necessárias algumas ressalvas:

- Quando avaliados em relação à apresentação como produto final, os Adesivos Estruturais poderão ser divididos em adesivos mono ou bi componentes.

- Nesta fase do trabalho, cada fatia da análise Meso é detalhada, sendo identificadas particularidades, como os materiais para a formulação dos adesivos, as propriedades mais relevantes em cada tipo de adesivo e as áreas que recebem mais estudos.

De acordo com as pesquisas já realizadas, aqui também não é possível encontrar nenhuma tendência até o momento para nenhum dos três tipos de adesivos analisados no que diz respeito aos “Processos e Mecanismos”. Contudo, pode ser dado destaque aos processos de Polimerização com combinação de resinas e adição de partículas. A hidrólise suave, os tratamentos térmicos e os testes em condições extremas também são citados como formas de adicionais de complementação dos “Processos” principais, ajudando a avaliar os impactos e mudanças de propriedades.

Da mesma forma que é visto nas patentes concedidas, aqui também são encontrados os "Processos" de fusão a quente, laminação, selagem e tratamento de plasma, mas nada que indique uma tendência do mercado.

5.3.3.1 Adesivos Estruturais em Patentes Depositadas

Em relação aos Adesivos Estruturais, os Materiais Avançados e a Indústria Automobilística detêm a maior parte das "Aplicações", somando 39% e 33% respectivamente. A Indústria Aeroespacial e Aeronáutica e a Indústria Eletrônica possuem 11% de participação cada. O ramo energético é citado em uma patente apenas. Os resultados da análise podem ser vistos na Figura 5.46.

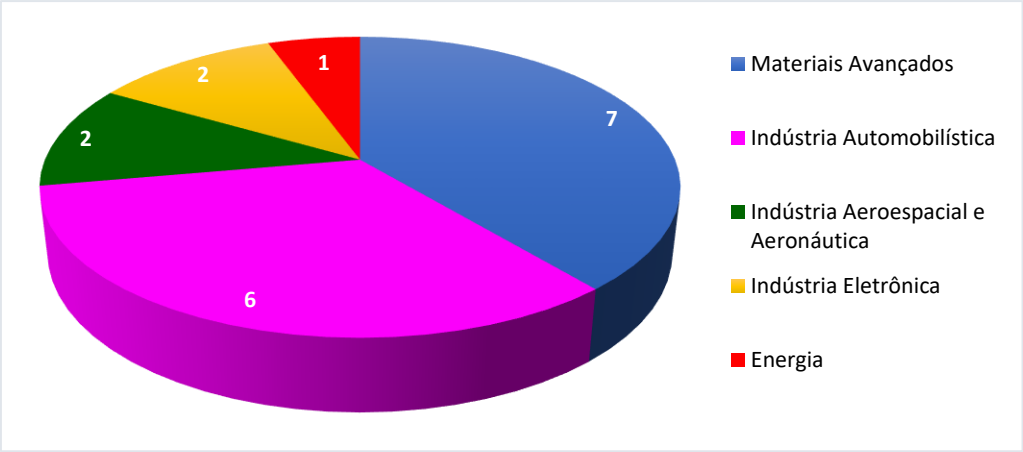

Figura 5.46 – "Áreas de Aplicação" dos Adesivos Estruturais em Patentes Depositadas
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

Em relação às "Propriedades" apresentadas pelos Adesivos Estruturais, a maior resistência dos adesivos recebe destaque com 21% das citações, seguida pela estabilidade térmica, melhor interação polimérica e resistência ao cisalhamento, que possuem 14% cada. Dessa forma, pode-se inferir que há uma interligação entre as propriedades de forma a garantir o sucesso na colagem e a eficiência dos adesivos, uma vez que elas contribuem para aumentar a qualidade dos mesmos.

Trata-se por Resistência Química a propriedade dos adesivos de serem resistentes a corrosão, tratamento e contato com substâncias químicas e resistência a deterioração por fungos e bactérias. Já a Resistência a Descamação refere-se à capacidade de não perderem suas camadas adesivas com o tempo.

Os resultados podem ser vistos no gráfico na Figura 5.47:

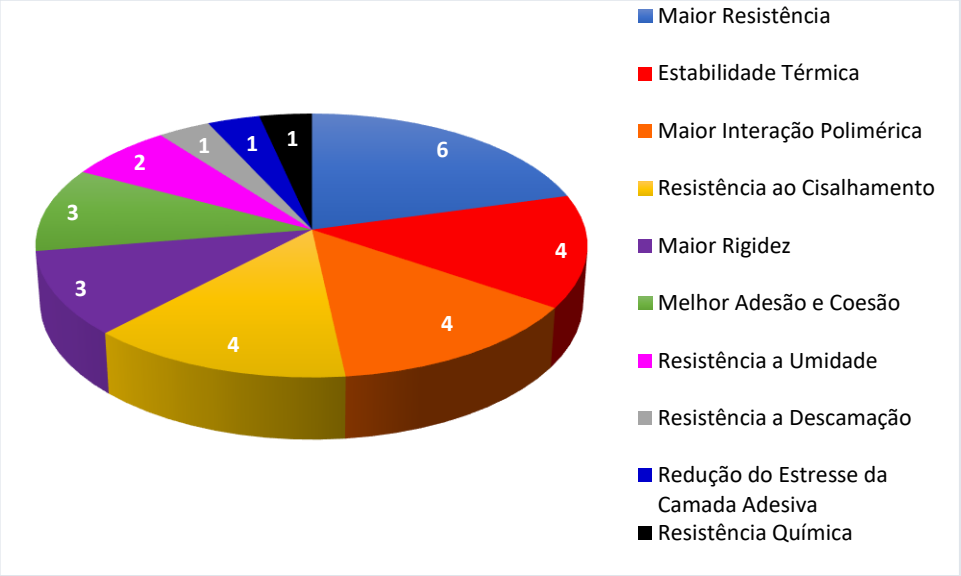

Figura 5.47 – "Propriedades" Apresentadas pelos Adesivos Estruturais em Patentes Depositadas

Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

Em relação à "Composição" adesiva (Figura 5.48), a grande maioria é composta por resina epóxi (52%). Os compósitos combinados e a resina acrílica possuem 19% e 13% respectivamente. As resinas termoendurecíveis (10%) e a resina de poliuretano (6%) completam as referências sobre "Composição".

Ainda em relação à "Composição", e conforme já citado no item 5.2.1.3.1, esta pode se dividir em Adesivos Estruturais de um componente ou em Adesivos Estruturais de dois componentes. Das 31 patentes depositadas, 26 delas fizeram referência sobre a "Composição", na seguinte proporção:

- 23 patentes citam a composição dos Adesivos Estruturais de maneira geral;
- Oito patentes fazem referência a adesivos de dois componentes;
- Não há citações referentes a adesivos de um componente.

Dentre as oito patentes que se referem aos <u>adesivos de dois componentes</u>, seis delas são compostas por resina epóxi e duas patentes dizem respeito a resina metaacrilata. Dessa forma é possível definir as seguintes tendências:

- Uma resina epóxi curada por um agente de cura de amina, um agente de endurecimento e um agente de deslocamento de óleo. O Adesivo Estrutural pode, opcionalmente, incluir modificadores líquidos reativos, outros agentes de cura, agentes de enchimento, diluentes reativos secundários, tensoativos, sais de metais e pigmentos;

- Uma primeira parte contendo uma resina epóxi tipo Bisfenol A modificada, um agente de acoplamento de silano, um agente tixotrópico e um agente de coloração. Uma segunda parte contendo uma poliamida, um poliéter amina, um agente de enchimento e um acelerador de cura;

- Uma resina de base que inclui um monômero de metacrilato na primeira parte e uma segunda parte que contém uma borracha sintética oligomérica e um curador para o monômero, de preferência um acelerador organoborano tal como um complexo de amina organoborano que pode ser transportado por uma aziridina poli funcional. As duas partes são de preferência misturadas numa proporção em volume de 2:1 a 15:1.

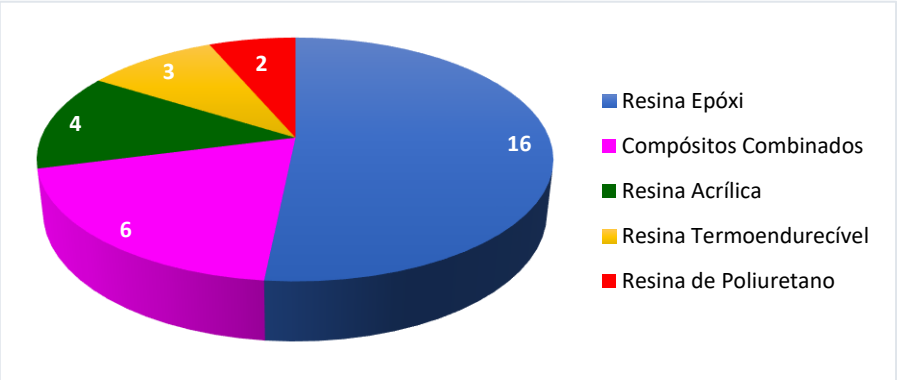

Figura 5.48 – "Composição" dos Adesivos Estruturais em Patentes Depositadas
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

5.3.3.2 Adesivos Sustentáveis em Patentes Depositadas

Em relação à aplicabilidade dos Adesivos Sustentáveis, a indústria de Materiais Avançados detém 62% do uso, que se deve majoritariamente a demanda de produção de materiais que sejam cada vez mais verdes. Os Compósitos de Madeira, a Indústria Automobilística e os PSA possuem uma citação cada um. O resultado da análise pode ser visto na Figura 5.49.

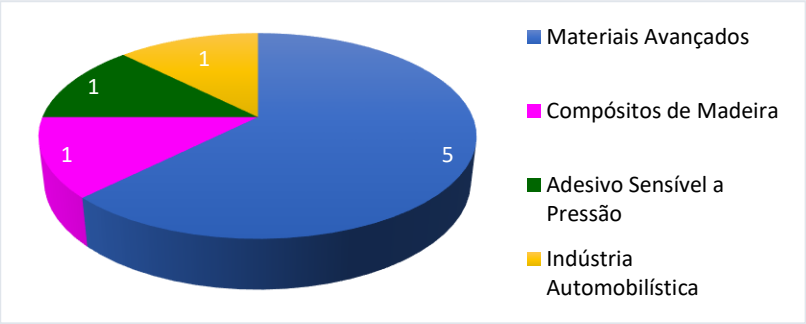

Figura 5.49 – "Áreas de Aplicação" dos Adesivos Sustentáveis em Patentes Depositadas
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

Sobre as "Propriedades" apresentadas pelos Adesivos Sustentáveis (Figura 5.50), as que mais se destacam são a estabilidade, a resistência e a melhor interação polimérica, confirmando o fato de serem eficientes para colagem, ao mesmo tempo em que são ambientalmente corretos. Cada um participa com 25%. A eficiência energética, muito importante quando se trata de produtos verdes, possui apenas uma citação. Deve-se atentar para o fato de que uma patente cita a *performance* ainda inferior dos Adesivos Sustentáveis quando comparada com os adesivos à base de derivados de petróleo, mas que há estudos em andamento para a melhoria desse aspecto.

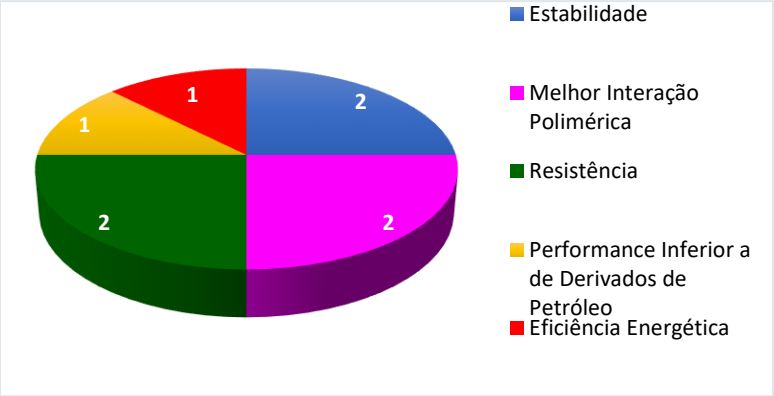

Figura 5.50 – "Propriedades" Apresentadas pelos Adesivos Sustentáveis em Patentes Depositadas
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

A "Composição" apresenta forte participação dos compósitos combinados, somando 46% das referências. Conforme visto na literatura, os compósitos de matéria-prima natural apresentam larga participação na "Composição", com 20%. É interessante observar que classes específicas de adesivos também recebem estudos para serem modificados ecologicamente, tais

como os adesivos *Hot Melt* e os PSA, cada um com uma patente citando o tema. Tais resultados podem ser vistos no gráfico da Figura 5.51:

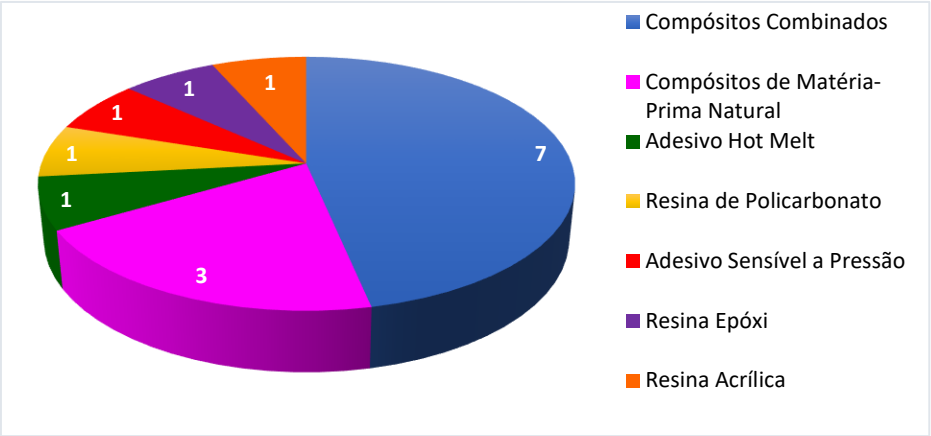

Figura 5.51 – "Composição" dos Adesivos Sustentáveis em Patentes Depositadas
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

5.3.3.3 Adesivos de Alto Desempenho em Patentes Depositadas

Ao analisar o gráfico da Figura 5.52, pode-se notar que a indústria de Materiais Avançados é a que mais recebe "Aplicações" dos Adesivos de Alto Desempenho, ultrapassando a metade com 58%. Em seguida, tem-se a Construção Civil, com 11%, e a Indústria Automobilística, somando 6%. A Indústria Aeroespacial e Aeronáutica, a Odontologia, a Medicina, a Indústria Eletrônica e a Indústria de Calçados são citadas com apenas uma patente cada.

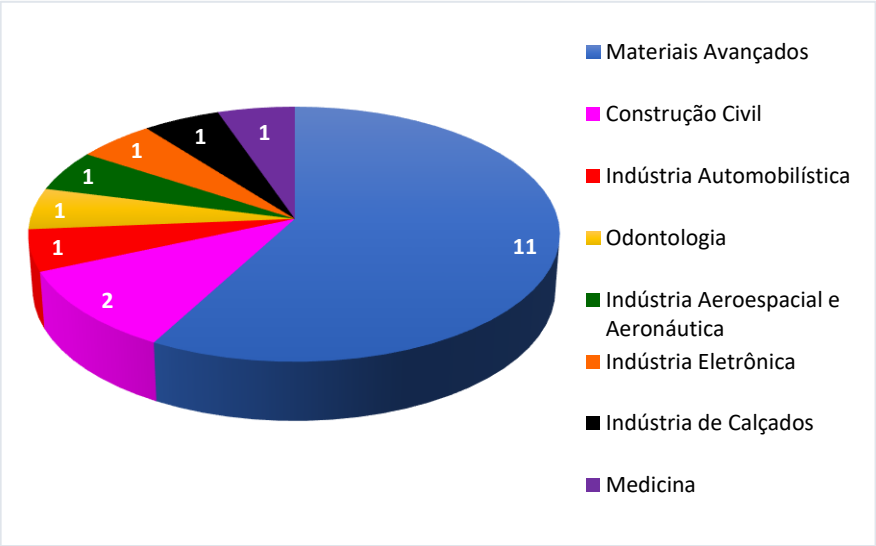

Figura 5.52 – "Áreas de Aplicação" dos Adesivos de Alto Desempenho em Patentes Depositadas
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

Em relação às "Propriedades" apresentadas pelos Adesivos de Alto Desempenho, a melhor interação polimérica é a que recebe maior destaque juntamente com a maior resistência, com 18% das referências cada. A estabilidade térmica e a melhor adesão e coesão encontram-se logo depois, com 14% cada, seguidos pela maior rigidez e pela resistência a umidade, que somam 9% cada. As outras "Propriedades" e suas respectivas proporções podem ser vistas na Figura 5.53.

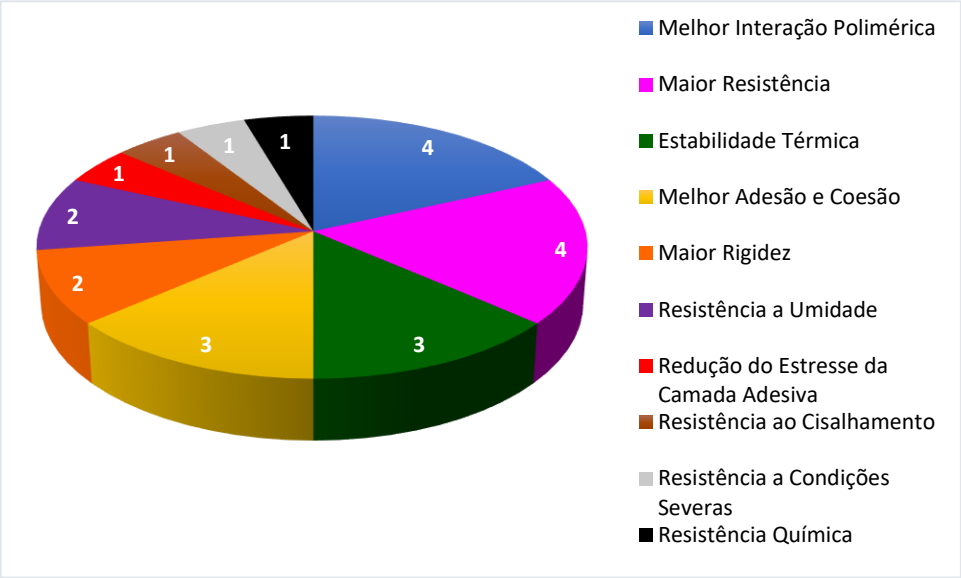

Figura 5.53 – "Propriedades" Apresentadas pelos Adesivos de Alto Desempenho em Patentes Depositadas

Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

Analisando o gráfico a seguir sobre a "Composição" dos Adesivos de Alto Desempenho (Figura 5.54), pode-se notar que os compósitos combinados possuem a maior parte das formulações, somando 28%. É então seguido pelas resinas acrílica e epoxidada, que contribuem com 24% cada. Os PSA tiveram 8% de participação, enquanto que as resinas de silicone, poliuretano, os Adesivos *Hot Melt* e a fita adesiva *Transfer Tape* 486 MP possuem uma citação em patentes apenas.

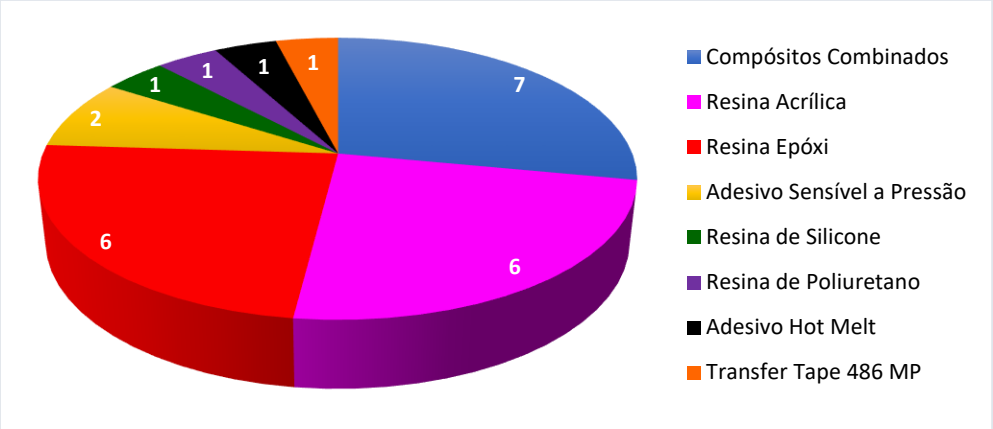

Figura 5.54 – "Composição" dos Adesivos de Alto Desempenho em Patentes Depositadas
Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

5.3.4 Resultados da Pesquisa na Base INPI

Não foram encontradas patentes concedidas através das buscas realizadas com as palavras-chaves descritas na metodologia do Capítulo 4, por isso a análise apresentada a seguir se restringe às patentes depositadas.

Em relação aos Adesivos Estruturais, é possível identificar que apenas duas empresas depositaram patentes no INPI nesse horizonte temporal, sendo uma empresa norte americana com duas patentes (*Zephyros Inc.*) e uma empresa francesa (*Adhesifs et Composites Polymers*). As taxonomias "Composição" e "Processo" são citadas em todos os documentos, porém "Área de Aplicação" não é citada nenhuma vez. O destaque em "Composição" se deve à resina epóxi, atuando em conjunto com agentes de cura e catalisadores. Já sobre os "Processos" de produção dos Adesivos Estruturais, o destaque pode ser atribuído à polimerização.

Todas as análises podem ser vistas nas Tabelas 5.9 e 5.10:

Tabela 5.9 – Análise Macro para Adesivos Estruturais

Logo	Nr. Da Patente	Título da Patente	ANÁLISE MACRO				
			Ano	País	Inventor	Universidade/ Centro de Pesquisa	Empresa
AECPOLYMERS ARKEMA GROUP	BR 10 2013 023387 0 A2	Adesivos Estruturais, Método para sua Preparação e sua Aplicação	2013	França			Adhesifs et Composites Polymers
zephyros	BR 11 2013 020896 1 A2	Adesivos Estruturais Aperfeiçoados	2012	Estados Unidos			Zephyros Inc.
zephyros	BR 11 2012 028801 6 A2	Aperfeiçoamento em Adesivos Estruturais ou Relacionados aos mesmos	2011	Estados Unidos			Zephyros Inc.

Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados INPI no período de novembro-dezembro/2015

Tabela 5.10 – Análise Meso e Micro para Adesivos Estruturais

Título da Patente	ÁNÁLISE MESO				ANÁLISE MICRO			
	Área de Aplicação	Propriedades	Composição	Processo de Produção	Área de Aplicação identificada	Propriedades identificadas	Composição identificada	Processo de Produção identificado
Adesivos Estruturais, Método para sua Preparação e sua Aplicação			x	x			Matrix metacrilato. Copolímeros em bloco de estireno livres.	Incorporação numa formulação adesiva de tipo metacrilato
Adesivos Estruturais Aperfeiçoados		x	x	x		Materiais porosos ou celulares em superestruturas rígidas	Resina polimérica epóxi. Resina polimérica de poliuretano. Agentes de cura, endurecimento ou catalisadores que reagem com o grupo epóxi. Resina polimérica de poliamida.	Polimerização por policondensamento
Aperfeiçoamento em Adesivos Estruturais ou Relacionados aos mesmos			x	x			Resina polimérica epóxi. Agentes de cura ou catalisadores que reagem com o grupo epóxi.	Polimerização por policondensamento

Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados INPI no período de novembro-dezembro/2015

Em relação aos Adesivos Sustentáveis, a única patente encontrada foi depositada por uma parceria em 2010 entre a Universidade Federal de Lavras e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) em relação ao adesivo natural obtido a partir do barbatimão (*Strynodendron adstringens*), que pode substituir total ou parcialmente o adesivo

sintético a base de fenol-formaldeído. As taxonomias abordadas são "Área de Aplicação", "Propriedades" e "Composição".

A análise completa pode ser vista nas Tabelas 5.11 e 5.12:

Tabela 5.11 – Análise Macro para Adesivos Sustentáveis

Logo	Nr. Da Patente	Título da Patente	ANÁLISE MACRO				
			Ano	País	Inventor	Universidade/ Centro de Pesquisa	Empresa
UFLA UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS FAPEMIG	PI 1001158-7 A2	Produção de Adesivos Naturais para Madeira	2010	Brasil		Universidade Federal de Lavras Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG	

Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados INPI no período de novembro-dezembro/2015

Tabela 5.12 – Análise Meso e Micro para Adesivos Sustentáveis

Título da Patente	ÁNÁLISE MESO				ANÁLISE MICRO			
	Área de Aplicação	Propriedades	Composição	Processo de Produção	Área de Aplicação identificada	Propriedades identificadas	Composição identificada	Processo de Produção identificado
Produção de Adesivos Naturais para Madeira	x	x	x		Colagem de madeira. Adesivo para madeira do tipo termo-endurecedor ("termosetting").	As propriedades fisicas e químicas do adesivo natural sintetizado foram consideradas boas em relação a sua viscosidade, tempo de gelatinização, pH e teor de substâncias sólidas. Boa tensão de ruptura sob ensaio de cisalhamento, porém baixa resistência à umidade.	Barbatimião (Strynodendron adstringens)	

Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados INPI no período de novembro-dezembro/2015

Em relação aos Adesivos de Alto Desempenho, as duas patentes depositadas são brasileiras, uma da Petrobras em parceria com a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), e a outra da Oxiteno. A análise detalhada pode ser vista nas tabelas 5.13 e 5.14. As taxonomias "Propriedades" e "Composição" são citadas em ambas as patentes, enquanto que "Área de Aplicação" e "Processos" só são citadas na patente de 2014. Também aqui não é

possível identificar nenhuma tendência efetiva, mas sim uma melhora na qualidade dos adesivos através do uso de uma matriz polimérica.

Tabela 5.13 – Análise Macro para Adesivos de Alto Desempenho

Logo	Nr. Da Patente	Título da Patente	ANÁLISE MACRO				
			Ano	País	Inventor	Universidade/ Centro de Pesquisa	Empresa
	BR 10 2012 033593 0 A2	Processo de Preparação de Nanofolhas de Óxido de Grafite Funcionalizadas, Produtos e Usos	2014	Brasil		Universidade Federal de Minas Gerais	Petróleo Brasileiro S.A. - Petrobras
	BR 10 2012 013353 9 A2	Uso de Cetal como Solvente em Adesivos, e, Composição de Adesivo Contendo Cetal	2012	Brasil			Oxiteno S.A. Indústria e Comércio

Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados INPI no período de novembro-dezembro/2015

Tabela 5.14 – Análise Meso e Micro para Adesivos de Alto Desempenho

Título da Patente	ÁNÁLISE MESO				ANÁLISE MICRO			
	Área de Aplicação	Propriedades	Composição	Processo de Produção	Área de Aplicação identificada	Propriedades identificadas	Composição identificada	Processo de Produção identificado
Processo de Preparação de Nanofolhas de Óxido de Grafite Funcionalizadas, Produtos e Usos	x	x	x	x	Reparos e/ou revestimentos de dutos de petróleo, juntas e conexões e adesivos e na exploração de petróleo e gás em águas profundas.	Aumento da resistência ao impacto e tempo de uso devido à grande variação de temperatura e pressão nas condições de operação, em especial, na exploração de petróleo e gás em águas profundas.	Tetraetilenopentamina (TEPA): nanofolhas funcionalizadas incorporadas a matrizes poliméricas, tais como epóxi, poliamidas, policarbonatos, poli(metilmetacrilato), poliuretanos e poliestireno	Processo realizado via reator de micro-ondas, tem tempo reduzido quando comparado a outros processos existentes, e não requer o uso do cloreto de tionila, um reagente altamente tóxico
Uso de Cetal como Solvente em Adesivos, e, Composição de Adesivo		x	x			Alto poder de solubilização Alta viscosidade	Cetal cílico: solvente Polímero de policloropreno	

Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados INPI no período de novembro-dezembro/2015

5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de matérias-primas renováveis para a formulação de Adesivos Sustentáveis permite a obtenção de melhores propriedades, juntamente com o fato de terem um menor impacto ambiental. As resinas epoxidadas modificadas configuram-se como parte da maior quantidade de adesivos, principalmente os Adesivos Estruturais de dois componentes e os de Alto Desempenho.

Os três tipos de adesivos abordados no presente trabalho estão correlacionados, uma vez que é possível obter Adesivos Sustentáveis, com características Estruturais e que sejam de Alto Desempenho. Dessa forma, é possível identificar grandes oportunidades de crescimento no mercado desses adesivos, devido principalmente à diversidade de aplicações e composições provenientes de inovações tecnológicas.

Capítulo 6 CONCLUSÕES DA PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA

A partir das análises realizadas no Capítulo 5, algumas conclusões podem ser destacadas tais como:

- Existe uma maior diversificação de países na análise de artigos do que na análise de patentes, onde se pode perceber uma predominância dos Estados Unidos na publicação desses documentos;

- Para os artigos, existem parcerias entre Empresas e Universidades/ Centros de Pesquisa, mas não entre autores. Já em relação às patentes, as parcerias encontradas são entre autores, enquanto que entre Empresas e Universidades/ Centros de Pesquisa só são encontradas nas patentes referentes à pesquisa na base de dados INPI;

- Os anos de destaque de publicações são 2013 e 2014, considerando tanto as patentes quanto os artigos. No ano de 2015, até setembro, há um número relevante de patentes quando comparado ao número de artigos;

- Comparando artigos e patentes, são encontradas 22 empresas que publicaram artigos, enquanto que o número sobe para 40 quando se faz referência às patentes concedidas e 42 em relação às patentes depositadas;

- Dentre as "Propriedades" apresentadas pelos adesivos, pode-se citar como tendências do mercado a maior resistência, a maior estabilidade térmica, a melhor interação polimérica e a redução da tensão de cisalhamento;

- A "Composição" dos adesivos é a taxonomia mais comum tanto nos artigos quanto nas patentes, apresentando assim, uma tendência do mercado em diferenciar seus produtos pela formulação para que desta forma seja possível atingir melhores propriedades e alcançar uma maior variedade de aplicações;

- As indústrias aeroespacial e automobilística configuram-se como os maiores alvos de inovação no setor de adesivos, pois são as áreas em que existem maiores necessidades de utilização de adesivos de qualidade superior e com maior desempenho;

- Para Adesivos Estruturais, pode-se identificar como tendências a sua composição majoritária ser baseada em resinas epoxidadas, a sua maior resistência se comparada com os outros adesivos e o fato da indústria de materiais avançados ser a que mais absorve esse tipo de tecnologia;

- Em relação aos Adesivos Sustentáveis, não foi identificada nenhuma tendência que se destaque com maior relevância, porém a indústria de materiais avançados sustentáveis foi o maior alvo das pesquisas;

- Sobre os Adesivos de Alto Desempenho, pode-se destacar como tendências dos documentos a melhor interação polimérica, os compósitos epoxidados modificados nas composições e, como alvo, a indústria de materiais avançados com aplicações diretas na indústria aeroespacial e automobilística.

Capítulo 7 METODOLOGIA DO *ROADMAP* TECNOLÓGICO

A fase de definição das ferramentas para a construção do *Roadmap* Tecnológico constitui uma etapa essencial da metodologia de *Roadmapping*, pois se baseia em uma análise específica desenvolvida pelo NEITEC – EQ/UFRJ. Nesse contexto, esse capítulo tem como objetivo retratar os conceitos e tecnologias que estruturam os estudos realizados e facilitam o entendimento do processo de criação de um mapa de conhecimento.

7.1 CONCEITUAÇÃO DE *ROADMAP* TECNOLÓGICO

Dentro da visão de prospectiva tecnológica e suas ferramentas, é possível inserir, com grande destaque pelo seu desempenho, a ferramenta do *Roadmap*, que tem como grande vantagem sua abrangência e versatilidade, pois, além da análise do ambiente, possibilita o monitoramento de concorrentes ao longo do tempo, estabelecer tendências de mercado, estudar trajetórias tecnológicas, o perfil das empresas e a identificação de oportunidades de novos negócios.

O *Technology Roadmapping* (TRM) é uma técnica de planejamento e gerenciamento corporativo, que vêm sendo utilizada para alinhar objetivos organizacionais e recursos tecnológicos em empresas de manufaturas e de serviços. Importante método para desencadear o planejamento tecnológico colaborativo, o grande advento da sua aplicação nas empresas em nível mundial reside no fato de ser um processo dinâmico, que possibilita a experiência de pessoas trabalharem em conjunto e traçarem caminhos para o alcance dos seus objetivos.

Suas raízes podem ser identificadas na abordagem da indústria automotiva americana que, seguida pela *Motorola* e a *Corning*, adotou processos sistemáticos de *roadmaps* ao final dos anos 70 e começo dos 80 (DRUMMOND, 2005). Estima-se que permaneceu, aproximadamente por 20 anos, dentro destas empresas. Enquanto a *Corning* defendia um mapeamento dos eventos críticos para a estratégia da corporação e das unidades de negócio, a *Motorola* adotava uma abordagem focada na evolução e no posicionamento de suas tecnologias (BORSCHIVER & SILVA, 2016).

A abordagem da *Motorola* foi mais visível, levando o conceito ao setor de eletrônica, notadamente através da *Philips, Lucent Technologies, SIA, HP, Philips, ABB, GM, Vodafone, Boeing, NASA, Roche, Domino, Rockwell Automation, UK Post Office*, dentre outras.

Inicialmente, adotado pelas organizações intensivas em tecnologias, o método, paulatinamente, foi sendo disseminado para muitas outras áreas (BORSCHIVER & SILVA, 2016).

Neste contexto, o primeiro artigo a abordar especificamente o TRM veio apenas em 1987, na atual revista *Research Technology Management*, publicado pelo diretor de planejamento tecnológico da *Motorola*. Seguindo a tendência de crescimento exponencial da aplicação do método *Technology Roadmapping* nas empresas em nível mundial, as pesquisas envolvendo esse método também têm aumentado nos últimos anos (BORSCHIVER & SILVA, 2016).

O *Roadmap* Tecnológico representa uma técnica poderosa para suportar o gerenciamento e o planejamento tecnológico, especialmente para explorar e comunicar interações dinâmicas entre recursos, objetivos organizacionais e mudanças no ambiente (BORSCHIVER & SILVA, 2016).

Os *roadmaps* constituem ferramentas importantes que possibilitam conectar as estratégias tecnológicas com as estratégias de negócio das empresas. Segundo Kappel (2001), os *roadmappings* tecnológicos estão sendo cada vez mais adotados para o gerenciamento do futuro das tecnologias, sendo caracterizados por prever o que é possível ou provável de acontecer e também por planejar a articulação da ação. Foram desenvolvidos para diversos tipos de público e especificidades, sendo caracterizados por prever o que é possível ou provável de acontecer, e também por planejar uma ação conjunta. Assim, *roadmaps* ajudam a focar o planejamento de uma empresa no futuro e fornecer informações consistentes para apoiar a tomada de decisões (BORSCHIVER & SILVA, 2016).

O método serve para auxiliar na estruturação do processo de planejamento de uma instituição, indústria ou empresa, permitindo a visualização de lacunas no planejamento estratégico, através do alinhamento entre objetivos futuros e atividades presentes na organização. Isso permite a identificação e priorização de vantagens competitivas sustentáveis e a alocação correta de recursos humanos e tecnológicos.

Os *roadmaps* podem ter várias formas de apresentação, mas a aproximação mais comum é a do *roadmap* genérico (Figura 7.1), que consiste em uma representação gráfica baseada no tempo, compreendendo um número de camadas que tipicamente incluem as perspectivas comerciais e tecnológicas (PHAAL, FARRUKH & PROBERT, 2001). Para Kappel (2001), os *roadmaps* devem conter os parâmetros-chave mercado, produto e tecnologia ao longo do tempo para uma parte do negócio (BORSCHIVER & SILVA, 2016).

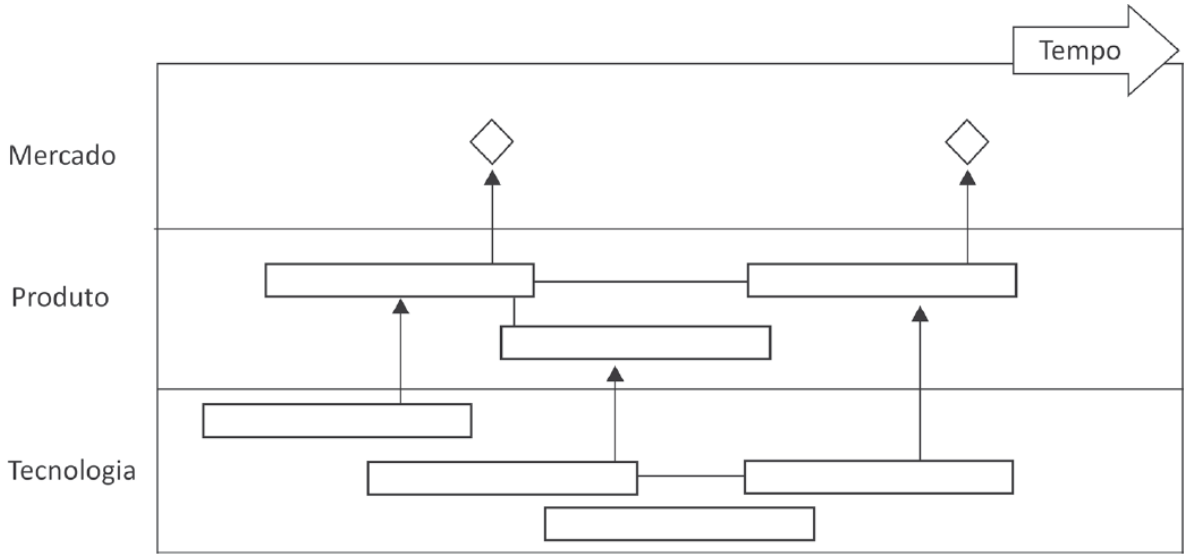

Figura 7.1 – Modelo Genérico para *Roadmap*
Fonte: Adaptado de Phaal, Farrukh & Probert (2003)

Em seu estudo, Phaal avaliou um conjunto de 40 *roadmaps*, identificando oito áreas principais de aplicação, conforme descritas e representadas a seguir:

• **Planejamento de produtos:** é o tipo mais comum de *roadmap* tecnológico. Neste caso, um conjunto de diferentes produtos é relacionado às tecnologias necessárias ao seu desenvolvimento. O modelo apresentado na Figura 7.2 é o modelo *Philips*, amplamente utilizado pela indústria (BORSCHIVER & SILVA, 2016).

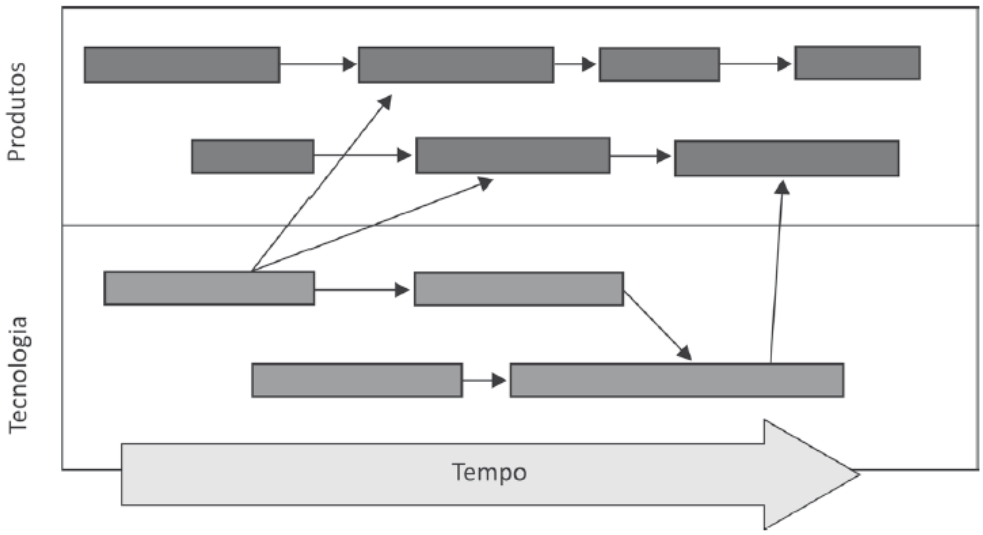

Figura 7.2 – *Roadmap*: Planejamento de Produtos
Fonte: Adaptado de Bernal et al (2009)

- **Planejamento de serviços e capacitações:** este tipo é mais adequado a empresas de fornecimento de serviços. O foco é em como as tecnologias podem ajudar no desenvolvimento dos recursos da empresa para a prestação de determinado serviço (Figura 7.3) (BORSCHIVER & SILVA, 2016).

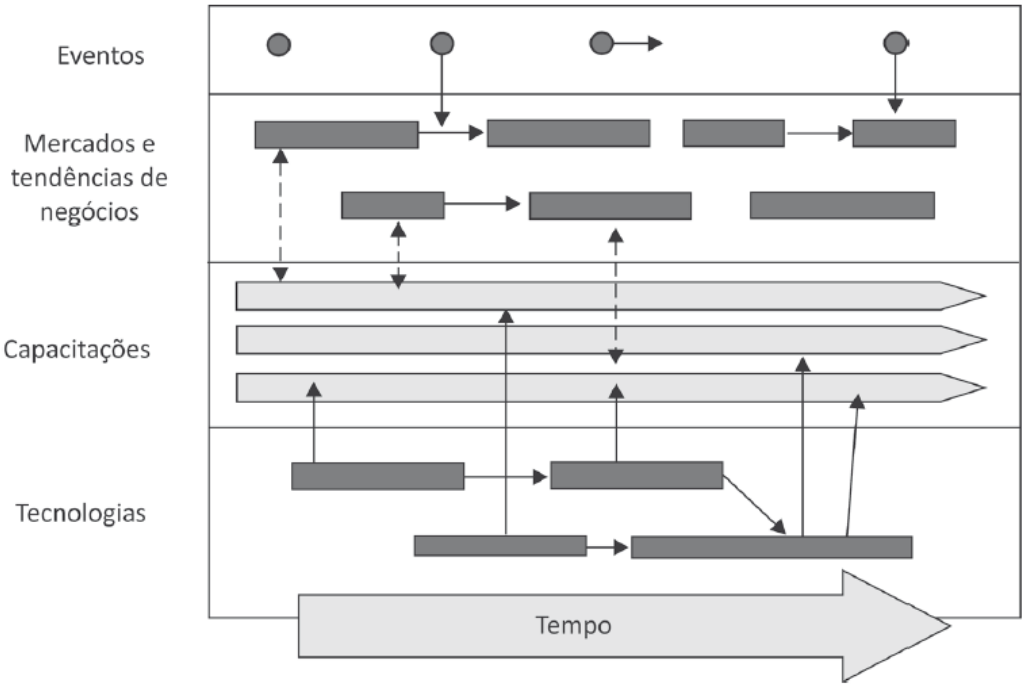

Figura 7.3 – *Roadmap*: Planejamento de Serviços e Capacitações
Fonte: Adaptado de Bernal et al (2009)

- **Planejamento estratégico:** este tipo de *roadmap* apresenta diferentes oportunidades ou ameaças de mercado e tendências do negócio em um nível estratégico. O foco é o desenvolvimento de uma visão de futuro do negócio, em termos de mercado, negócio, produto, tecnologias, habilidades requeridas, cultura, etc. As lacunas podem ser identificadas comparando-as com a visão atual e opções estratégicas, que podem ser exploradas de forma a transpô-las. A Figura 7.4 mostra uma representação do formato, o modelo *T-plan* (BORSCHIVER & SILVA, 2016).

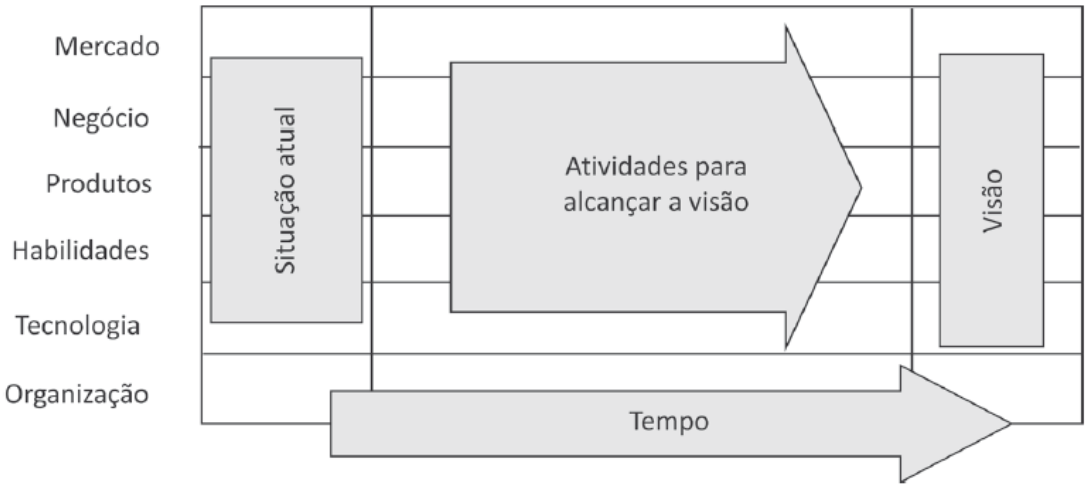

Figura 7.4 – *Roadmap*: Planejamento Estratégico
Fonte: Adaptado de Bernal et al (2009)

- **Planejamento de longo prazo:** este tipo de *roadmap* é utilizado para suportar atividades que requerem um planejamento de longo prazo. Geralmente, este tipo é aplicado para estudos em nível setorial ou nacional (*foresight*), servindo como radar para identificação de potenciais tecnologias e mercados disruptivos (Figura 7.5) (BORSCHIVER & SILVA, 2016).

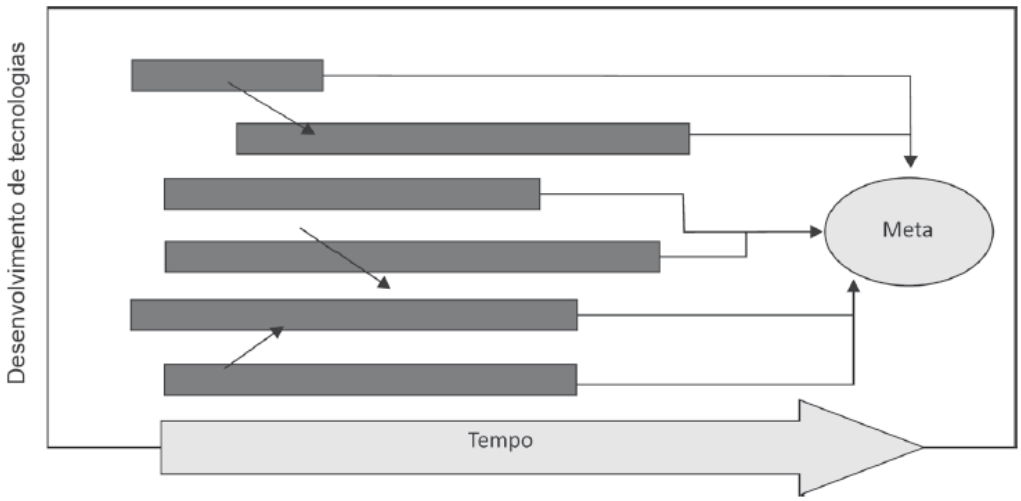

Figura 7.5 – *Roadmap*: Planejamento de Longo Prazo
Fonte: Adaptado de Bernal et al (2009)

- **Capacitações e planejamento de conhecimento:** neste caso, o *roadmap* permite alinhar o capital intelectual da empresa aos objetivos do negócio. A Figura 7.6 representa um exemplo desenvolvido pelo *Artificial Intelligence Applications Unit da University of Edinburgh*, permitindo à organização identificar suas questões críticas em relação ao conhecimento e a inter-relação com suas habilidades internas, tecnologias e competências requeridas para entender as demandas futuras de mercado (BORSCHIVER & SILVA, 2016).

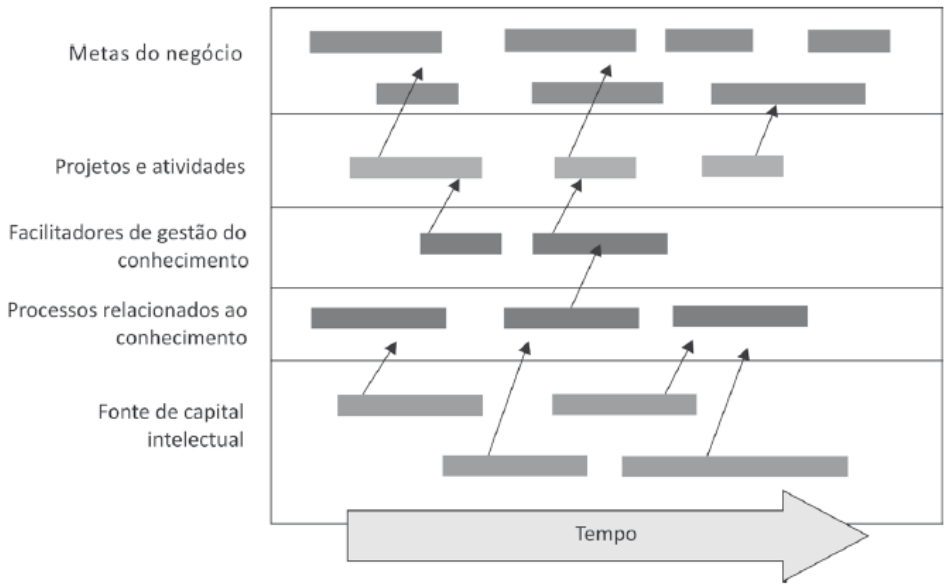

Figura 7.6 – *Roadmap*: Capacitação e Planejamento de Conhecimento
Fonte: Adaptado de Bernal et al (2009)

• **Planejamento de projeto:** o *roadmap* pode também alinhar diferentes atividades de um projeto, como, por exemplo, um projeto para desenvolvimento de tecnologias (Figura 7.7) (BORSCHIVER & SILVA, 2016).

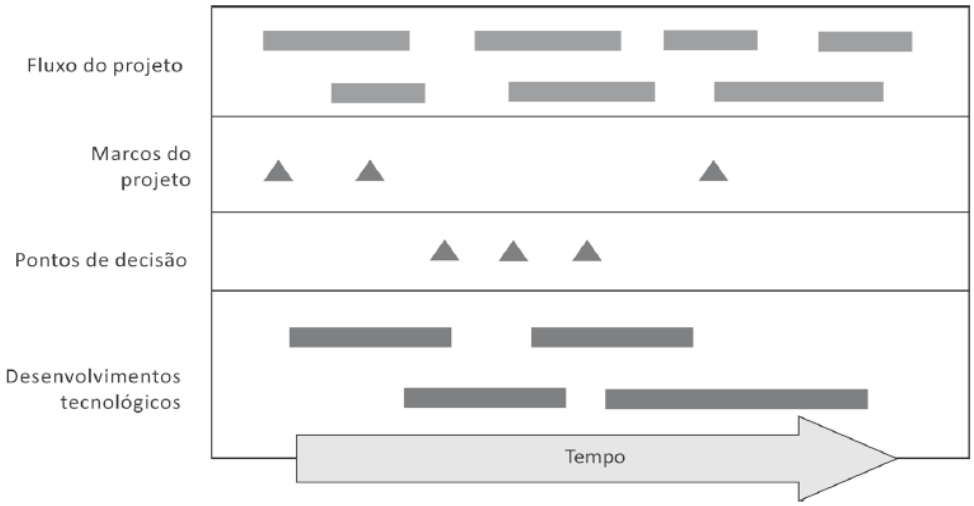

Figura 7.7 – *Roadmap*: Planejamento de Projeto
Fonte: Adaptado de Bernal et al (2009)

- **Planejamento de Processos:** o *roadmap* permite gerenciar conhecimento, com foco em um processo de uma área particular da empresa (Figura 7.8) (BORSCHIVER & SILVA, 2016).

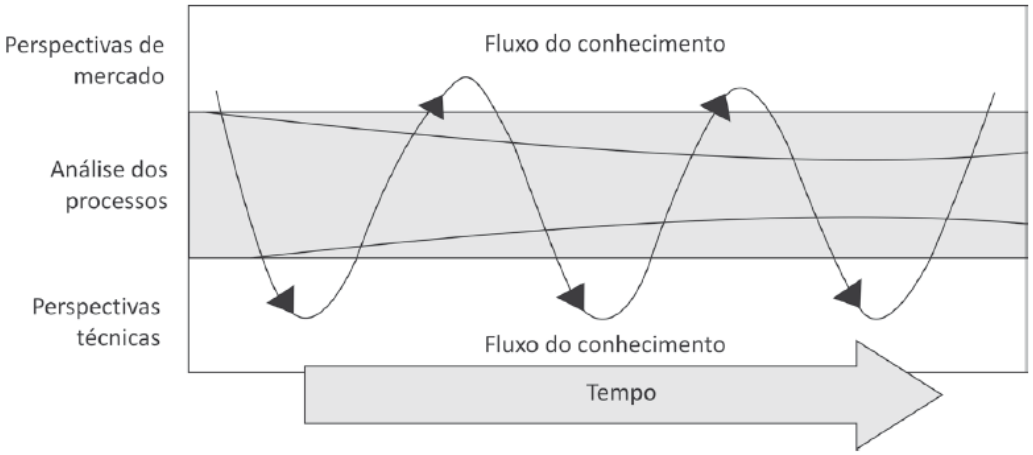

Figura 7.8 – *Roadmap*: Planejamento de Processos
Fonte: Adaptado de Bernal et al (2009)

- **Planejamento integrado:** através deste *roadmap* é possível ter uma visão a respeito da integração e da evolução das tecnologias e como elas integram produtos e sistemas para criar novas tecnologias (Figura 7.9) (BORSCHIVER & SILVA, 2016).

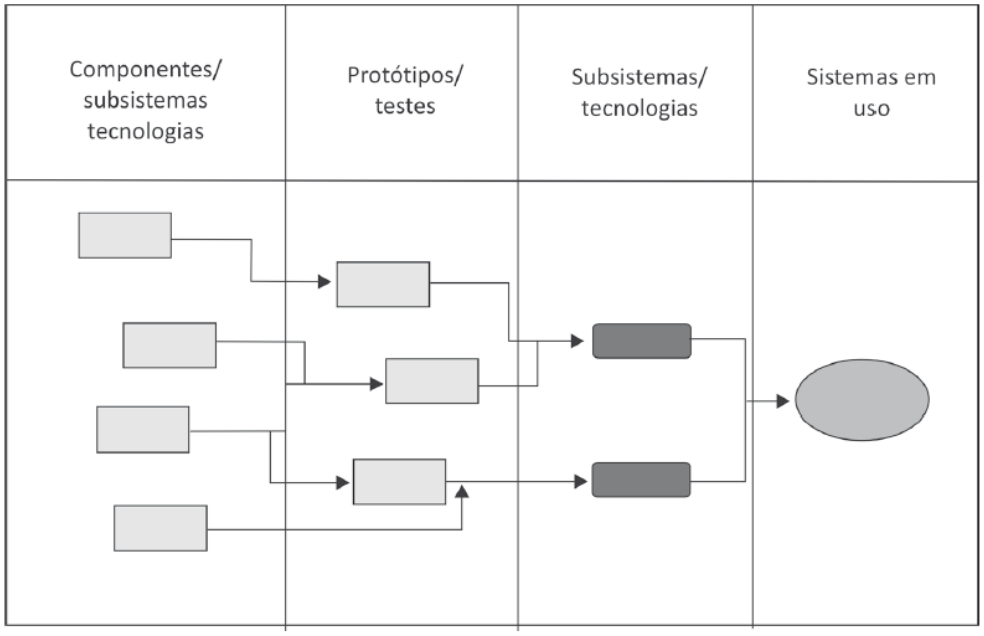

Figura 7.9 – *Roadmap*: Planejamento Integrado
Fonte: Adaptado de Bernal et al (2009)

Tendo apresentado as principais variações possíveis de aplicações dos *roadmaps*, a metodologia deste trabalho é baseada na estruturação genérica proposta pela EIRMA e identificada por Phaal. Utilizando esta visão generalizada, construir-se-á a base para a customização do mapa de acordo com a necessidade da aplicação, sem engessar um modelo específico em nossa abordagem.

Retomando a visão genérica apresentada, apenas para mostrar flexibilidade de aplicações desta estrutura, a disposição deste *roadmap* pode conter ilustrações de várias camadas e subcamadas (temas estratégicos), sendo identificadas três camadas externas (incorporando os temas das subcamadas), permitindo a generalização e a aplicação do conhecimento em diversas situações, conforme explicitado a seguir (BORSCHIVER & SILVA, 2016):

- As camadas superiores do *roadmap* tratam dos propósitos (*know-why*) a que cada organização aspira, juntamente com os fatores que influenciam cada propósito. Usualmente, no nível empresarial, esta camada contém as perspectivas externa e interna. Alguns assuntos encontrados normalmente neste nível são: mercado, consumidores, competidores, ambiente, indústria, negócio, tendências, motivação, ameaças, objetivos, marcos e estratégias;

- As camadas intermediárias do *roadmap* dizem respeito aos mecanismos utilizados para o alcance dos objetivos, sendo de extrema importância, pois funcionam como uma ponte entre o propósito e os recursos, determinando o que fazer (*know-what*). Em nível empresarial, essas camadas tratam de produtos, serviços, operações entre outros, sendo ligadas diretamente à geração de receita;

- As camadas inferiores do *roadmap* tratam dos recursos (incluindo tecnológicos) que precisam estar ordenados e integrados para o desenvolvimento dos mecanismos de entrega (*know-how*). Nesta camada são empregadas técnicas de como fazer (*know-how*), utilizadas para atender à demanda estipulada nas camadas superiores. Outros recursos abordados neste nível são: habilidades, parcerias, fornecedores, instalações, infraestrutura, organização, normas, ciência, finanças e projetos de P&D.

Por fim, vale a pena salientar que as formas gráficas dos *Roadmaps* são poderosos mecanismos de comunicação, que apresentam a informação de uma forma altamente sintetizada e condensada. O *Roadmap* deve, portanto, se apoiar em uma análise anterior, organizada e documentada, que possibilite a partir da mesma, criar as taxonomias/tendências que irão compor o mapa tecnológico. No capítulo 3, já foi apresentada a Revisão Bibliográfica e, no Capítulo 5, o estudo prospectivo que irá subsidiar a elaboração do modelo final do *Roadmap*, desenhado dentro do conceito temporal, associado aos *drivers* Mercado, Produto e Tecnologia (BORSCHIVER & SILVA, 2016).

7.2 CONSTRUÇÃO DO *ROADMAP* TECNOLÓGICO

A elaboração do *Roadmap* completa a “Fase Pós-prospectiva” e é realizada conforme metodologia citada no início do Capítulo 1 dessa dissertação, sendo a informação organizada em diferentes estágios temporais. O mapa tecnológico é dividido em faixas (eixo horizontal) e colunas (eixo vertical) e o software utilizado para visualização final é o Microsoft® Visio® 2013 - Microsoft® Office.

O eixo vertical retrata a divisão de tempo utilizada, descrita a seguir:

Estágio Atual: onde são mostrados os *players* no momento atual, com tecnologias que são parte do escopo do estudo. Nesse caso, as principais empresas e universidades são identificadas através de mídias especializadas, artigos científicos e outras publicações que indicam tempo presente.

Curto Prazo: onde são mostrados os *players* que estarão atuando em um cenário de curto prazo. Nesse caso, a informação analisada é obtida das patentes concedidas.

Médio Prazo: onde são mostrados os *players* que estarão atuando em um cenário de médio prazo. Neste caso, a informação analisada é obtida a partir de patentes depositadas.

Longo Prazo: onde são mostrados os *players* em um cenário de longo prazo. Neste caso, a informação analisada é obtida a partir de mídias especializadas, artigos científicos e outras publicações que indicam longo prazo.

É importante ressaltar que devido ao grande número de artigos científicos publicados por universidades, foi necessário fazer uma seleção entre as mesmas, portanto constam no *Roadmap* as universidades com mais de uma publicação ou que realizam parcerias com empresas.

O eixo horizontal é dividido em quatro seções que correspondem às seguintes taxonomias: "Foco do Documento", "Insumos do Processo", "Aplicação" e "Tecnologia".

"Foco do Documento": contém as principais tendências do mercado que estão sendo estudadas/desenvolvidas. A subdivisão apresenta as taxonomias abordadas como foco principal do documento, que são: "Aplicação", "Propriedades" e "Composição" dos adesivos estudados. A Figura 7.10 mostra um recorte dessa taxonomia e suas subdivisões:

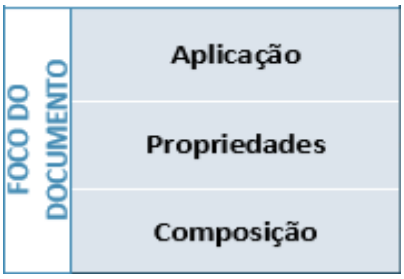

Figura 7.10 – *Roadmap* Tecnológico: "Foco do Documento"
Fonte: Elaboração Própria baseada nas bases de dados *Scopus*, *USPTO* e INPI no período de agosto-dezembro/2015.

"Insumos do Processo": contém os principais insumos e materiais utilizados no processo, podendo fazer parte (ou não) do principal negócio da empresa. As subdivisões das taxonomias foram: matéria-prima sintética (possuindo base petroquímica), matéria-prima natural (caracterizando a utilização de elementos da natureza para tornar o adesivo mais

sustentável ou melhorar sua *performance*), resinas, catalisadores e agentes de cura. A Figura 7.11 mostra um recorte dessa taxonomia e suas subdivisões:

Figura 7.11 – *Roadmap* Tecnológico: "Insumos do Processo"
Fonte: Elaboração Própria baseada nas bases de dados *Scopus*, *USPTO* e INPI no período de agosto-dezembro/2015.

"Aplicação": contém as principais aplicações encontradas nos documentos. As subdivisões foram de acordo com a maior relevância entre elas: aeroespacial, automobilística, construção civil e materiais avançados. A Figura 7.12 mostra um recorte dessa taxonomia e suas subdivisões:

Figura 7.12 – *Roadmap* Tecnológico: "Aplicação"
Fonte: Elaboração Própria baseada nas bases de dados *Scopus*, *USPTO* e INPI no período de agosto-dezembro/2015.

"Tecnologia": como não foi encontrada nenhuma tendência para "Processos e Mecanismos de Produção" na fase de Prospecção Tecnológica, optou-se por indicar apenas quais empresas ou universidades que possuem citações nessa taxonomia, sem fazer distinção do tipo. A Figura 7.13 mostra um recorte dessa taxonomia:

Figura 7.13 – *Roadmap* Tecnológico: "Tecnologia"
Fonte: Elaboração Própria baseada nas bases de dados *Scopus*, *USPTO* e INPI no período de agosto-dezembro/2015.

Devido à complexidade e à quantidade de *players* nesse trabalho, foi realizado apenas um único *Roadmap* referente aos três tipos de adesivos aqui estudados, uma vez que eles se encontram integrados em termos de aplicabilidade, composição e propriedades. É possível verificar tendências similares e sinergia das empresas que investem nesses tipos de adesivos. De modo que a visualização do mapa seja mais clara e objetiva, cada estágio temporal é apresentado com setas de diferentes cores para cada tipo de adesivo, segundo a Tabela 7.1 a seguir.

Tabela 7.1 – Representação dos tipos de Adesivos no *Roadmap*

Cor da Seta	Tipo de Adesivo
→	Adesivos Estruturais
→	Adesivos Sustentáveis
→	Adesivos de Alto Desempenho

Fonte: Elaboração Própria baseada nas bases de dados *Scopus*, *USPTO* e INPI no período de agosto-dezembro/2015.

Cabe ressaltar que uma mesma empresa pode possuir referências a mais de um tipo de adesivo, mas com diferentes focos, alocando investimentos em distintos insumos e aplicações. Por exemplo, uma seta referente à Adesivos de Alto Desempenho pode apontar para o uso de matéria-prima natural, indicando que esse tipo de adesivo também pode se enquadrar como sustentável.

Vale destacar também que as aplicações nas quais os adesivos aqui abordados são utilizados são inúmeras e os próprios documentos mencionam a possibilidade de utilização em diversas áreas, então se optou por colocar as que foram mais citadas, de forma a deixar o *Roadmap* mais claro e objetivo.

Após a etapa de Prospecção Tecnológica, foi realizada uma busca direcionada com a palavra-chave "*biobased adhesives*", de modo que fosse possível encontrar mais patentes e artigos sobre Adesivos Sustentáveis e o *Roadmap* atingisse a maior abrangência possível. Foram encontradas duas patentes solicitadas e duas patentes concedidas, que são devidamente analisadas em seus respectivos estágios temporais.

No próximo capítulo, foi realizada a análise do *Roadmap* Tecnológico, levando em consideração os diversos horizontes temporais e os adesivos estudados – Estruturais, Sustentáveis e de Alto Desempenho – de forma que seja possível a compreensão da dinâmica entre Mercado, Produto e Tecnologia.

Capítulo 8 RESULTADOS E DISCUSSÃO DO *ROADMAP* TECNOLÓGICO

A fase de análise e discussão dos resultados encontrados após a aplicação da metodologia de *Roadmap* Tecnológico constitui a etapa final de *Roadmapping*, pois permite visualizar a compilação dos resultados mais relevantes encontrados através do estudo minucioso das similaridades e tendências entre os diversos *drivers* e *players* envolvidos na dinâmica entre mercado, produto e tecnologia.

Nesse capítulo, abordar-se-á a análise do *Roadmap* Tecnológico como um todo, considerando os horizontes temporais e os três adesivos estudados. Dessa forma, é possível visualizar a conexão entre os temas abordados, uma vez que se pode encontrar uma determinada empresa investindo em Adesivos de Alto Desempenho, mas que ao mesmo tempo esteja utilizando matéria-prima natural, ou seja, está tornando o processo mais ecologicamente correto e então, o adesivo é também Sustentável.

Ou seja, há várias combinações possíveis:

- Adesivos Estruturais e Sustentáveis;
- Adesivos Estruturais e de Alto Desempenho;
- Adesivos Sustentáveis e de Alto Desempenho;
- Adesivos Estruturais, Sustentáveis e de Alto Desempenho.

A Figura 8.1 apresenta o *Roadmap* completo, contendo todas as divisões temporais mencionadas. Nos itens 8.2 a 8.5 a seguir, cada estágio temporal foi analisado separadamente e em seguida, são identificados os principais *players* do setor e os principais focos dos documentos em cada horizonte de tempo.

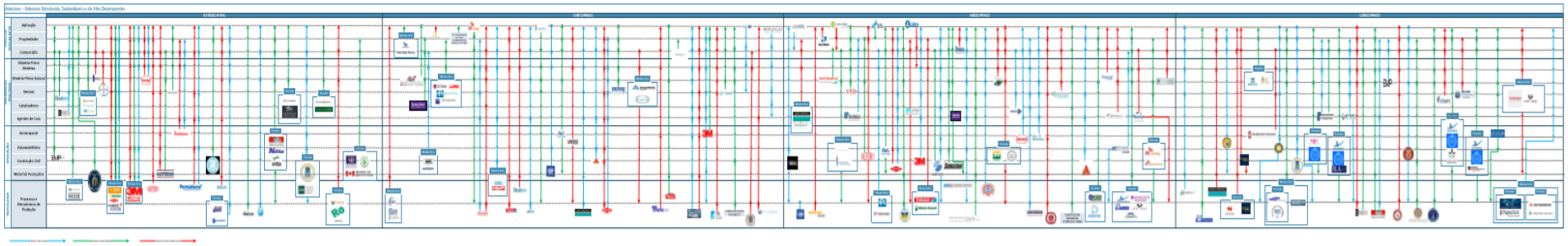

Figura 8.1 – *Roadmap* Tecnológico completo para Adesivos Estruturais, Sustentáveis e de Alto Desempenho
Fonte: Elaboração Própria baseada nas bases de dados *Scopus*, *USPTO* e INPI no período de agosto-dezembro/2015.

8.1 ESTÁGIO ATUAL

Na Figura 8.2, pode-se visualizar um recorte do Estágio Atual do *Roadmap* Tecnológico de Adesivos, onde são mostrados os *players* identificados através de mídias especializadas ou artigos científicos com tecnologias que são parte do escopo do estudo sendo aplicadas no tempo presente.

É possível identificar empresas e universidades com tendências distintas, assim como parcerias entre as mesmas e a formação de *clusters* nos quais se podem encontrar corporações que apresentam investimentos com o mesmo foco.

Em geral, o maior foco dos documentos concentra-se na "Composição" dos adesivos, utilizando em sua maioria as matérias-primas sintéticas (tais como as resinas epoxidadas, as de poliuretano e as metacrilatas) como "Insumos do Processo" e tendo como maior receptora de "Aplicação" os materiais avançados. Não houve nenhuma referência a "Processos e Mecanismos de Produção" dos Adesivos de Alto Desempenho.

Avaliando os atores do processo, pode-se destacar as empresas *Basf*, *Brascola*, *Dow Group*, *Adespec* e *Cabot* apresentando o mesmo foco e atuando sobre os três tipos de adesivos nos seguintes setores:

- "Foco do Documento": "Aplicação", "Propriedades" e "Composição" dos Adesivos;
- "Aplicação": Materiais Avançados e Construção Civil;
- "Insumos do Processo": matéria-prima natural, matéria-prima sintética e resinas.

Outro destaque pode ser dado ao *cluster* formado pelas empresas *3M* e *Lord*, também tendo o mesmo foco nos três tipos de adesivos nos setores citados abaixo:

- "Foco do Documento": "Aplicação", "Propriedades" e "Composição" dos Adesivos;
- "Aplicação": Materiais Avançados e Construção Civil;
- "Insumos do Processo": matéria-prima sintética.

Já em relação às parcerias, ou seja, quando duas empresas ou instituições de pesquisa se juntam para realizar os mesmos estudos, pode-se citar o projeto brasileiro realizado entre a empresa *Masterpol Adhesives Technology* e o *Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares*

(IPEN) em Adesivos Estruturais por meio do artigo "*Polyurethane structural adhesives applied in automotive composite joints*" (2012), cujas taxonomias podem ser observadas a seguir:

- "Foco do Documento": "Aplicação", "Propriedades" e "Composição" dos Adesivos;
- "Aplicação": Automobilística;
- "Insumos do Processo": matéria-prima natural e sintética;
- "Tecnologia": Processos e Mecanismos de Produção.

Outra parceria interessante foi realizada entre as empresas *Robatech* e *Purbond* sobre Adesivos de Alto Desempenho para a produção do artigo "*Non-contact, dynamic, high-precision application*" (2009) e cujas taxonomias identificadas são as seguintes:

- "Foco do Documento": "Aplicação" e "Composição" dos Adesivos;
- "Aplicação": Materiais Avançados;
- "Insumos do Processo": matéria-prima natural.

Empresas que se destacam de forma isolada por possuir suas pesquisas voltadas para áreas específicas são a *Braskem*, com fortes atuações em Adesivos Sustentáveis; a *Du Pont*, focando em Adesivos de Alto Desempenho; e a *Henkel*, trabalhando de forma mais direcionada para Adesivos Estruturais, Adesivos de Alto Desempenho e em adesivos que possuam ambas as características.

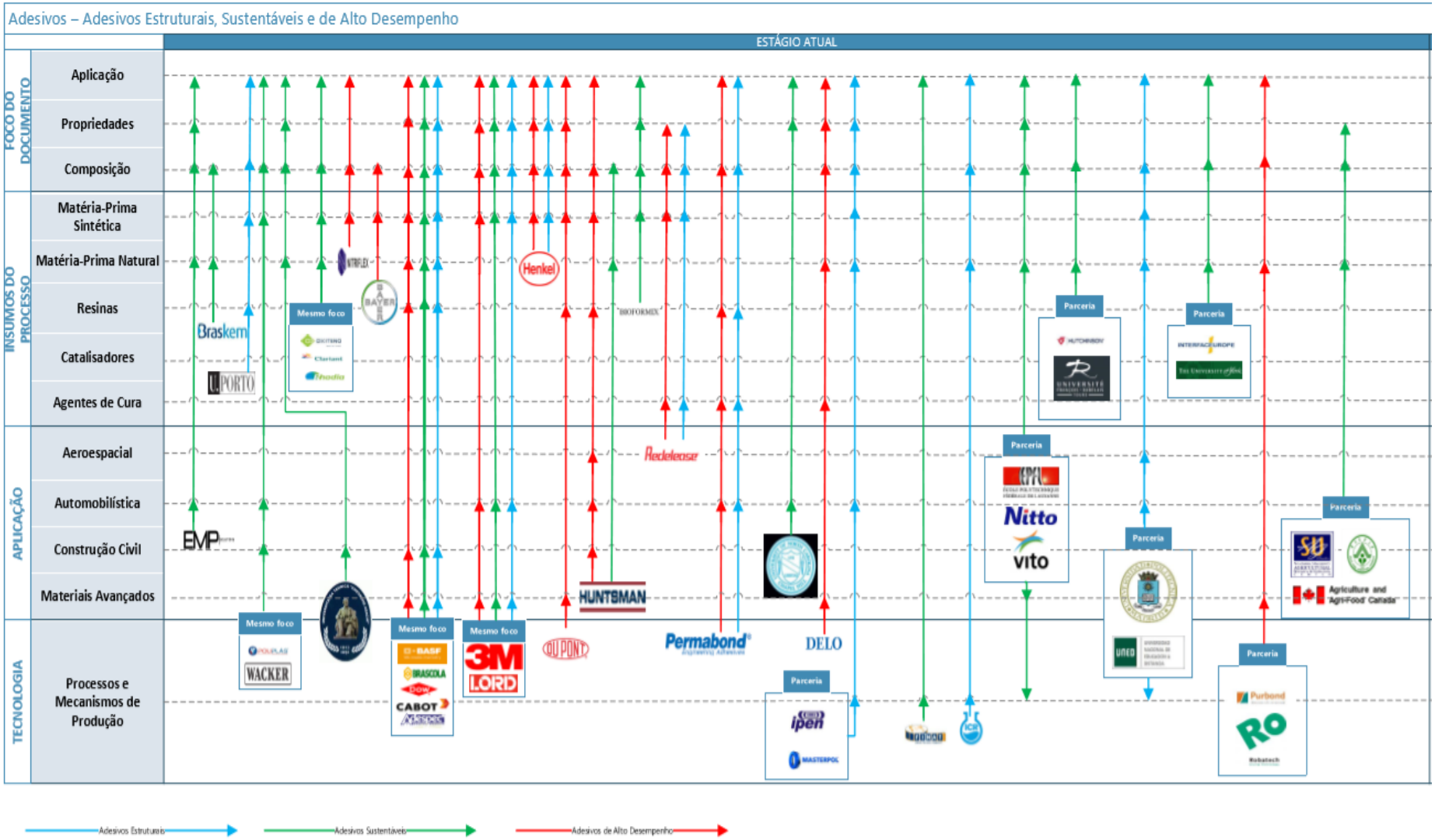

Figura 8.2 – *Roadmap* Tecnológico para Adesivos Estruturais, Sustentáveis e de Alto Desempenho: Estágio Atual

Fonte: Elaboração Própria baseada na base de dados *Scopus* no período de agosto-dezembro/2015.

8.2 CURTO PRAZO

Na Figura 8.3 pode-se visualizar um recorte do Curto Prazo do *Roadmap* Tecnológico de Adesivos, onde são mostrados os *players* identificados através de patentes concedidas com tecnologias que são parte do escopo do estudo.

Aqui também é possível identificar empresas e universidades com tendências distintas, assim como parcerias entre as mesmas e a formação de *clusters* nos quais se podem encontrar corporações que apresentam investimentos com o mesmo foco.

Em geral, o maior foco dos documentos concentra-se também na "Composição" dos adesivos, utilizando majoritariamente as matérias-primas sintéticas como "Insumos do Processo" e investindo em tecnologia através de "Processos e Mecanismos de Produção". Em relação às "Aplicações", pode-se notar atuação nas quatro principais áreas citadas – Aeroespacial, Automobilística, Construção Civil e Materiais Avançados.

Avaliando-se os atores do processo, pode-se destacar as empresas *LG Chem, PPG, JSR Corporation, Gooch & Housego PLC* e *Lord,* apresentando o mesmo foco e investindo em Adesivos Sustentáveis nas taxonomias descritas a seguir. Um exemplo de patente que se encaixa nesse *cluster* é a de número 8071490, cujo título é "*Composition of acrylic pressure-sensitive adhesive and surface finishing material comprising the same*" (2011) da empresa *LG Chem Ltd.* Nesse documento são utilizados adesivos acrílicos de base aquosa, ou seja, não ocorrendo a utilização de solventes orgânicos, e que também possuem resistência térmica.

- "Foco do Documento": "Propriedades" e "Composição" dos Adesivos;
- "Insumos do Processo": matéria-prima sintética.

É interessante notar que mesmo se tratando de Adesivos Sustentáveis, não há referências à utilização de matérias-primas naturais, tais como borracha, bagaço da cana, amido de milho e glúten de trigo – presentes em outras composições adesivas sustentáveis. Essa tendência pode indicar o possível uso de adesivos à base de água, ou seja, sem a necessidade de utilização de solventes, o que torna o adesivo mais sustentável que os originais petroquímicos.

Outro destaque pode ser dado ao *cluster* formado pelas empresas *CCP Composites* e *Hilti*, também tendo o mesmo foco e atuando sobre Adesivos Estruturais nos setores citados a seguir. Um exemplo de patente que faz parte desse *cluster* é o documento de número 8563663, cujo título é "*Heat curable composition for composite parts and intumescent coatings*" (2013)

publicada pela empresa *CCP Composites* e que trata principalmente de adesivos estruturais termoendurecíveis.

- "Foco do Documento": "Aplicação" e "Composição" dos Adesivos;
- "Aplicação": Construção Civil;
- "Insumos do Processo": matéria-prima sintética e agentes de cura.

Para esse horizonte temporal, não foi encontrada nenhuma parceria entre empresas ou entre empresas e universidades. Contudo, podem-se destacar várias empresas com pesquisas em mais de um tipo de adesivos, como é o caso da *Henkel*, da *Dow* e da *Cytec*, trabalhando com Adesivos Estruturais, Adesivos de Alto Desempenho e com a combinação de ambos os adesivos. A empresa *3M* direciona suas pesquisas para Adesivos Estruturais e Adesivos Sustentáveis.

É interessante notar que no Curto Prazo, a *Braskem* aparece atuando em Adesivos de Alto Desempenho, enquanto que no Estágio Atual, ela foca suas pesquisas em Adesivos Sustentáveis, indicando uma preocupação maior no atual momento em produzir produtos sustentáveis e menos agressivos ao meio ambiente do que em aumentar a *performance* deles em detrimento da sustentabilidade. A patente "*Thermoplastic resin composition comprising a mixture of slip agents and a mono-or co-extruded, laminated or non-laminated film*" (2015), publicada sob o número 9029447, trata da aplicação em embalagens através do uso de resinas termoplásticas para a produção de Adesivos de Alto Desempenho no Curto Prazo.

Outra empresa brasileira que participa nesse estágio temporal é a *Lanxess*, atuando sobre os Adesivos de Alto Desempenho através da patente de número 8623972, cujo título é "*Styrene-butadiene copolymers, process for the preparation thereof and high cohesion adhesive compositions*" (2014).

A *P&G*, a *Heinz* e a *SK Energy* concentram suas pesquisas em Adesivos Sustentáveis, sendo que as duas primeiras possuem as embalagens sustentáveis como foco da aplicação. As patentes "*Sustainable packaging for consumer products*" (número 8083064) e "*Green packaging*" (número 8445088) são exemplos de documentos que possuem essa "Aplicação".

Por sua vez, a *Dow Corning Corporation* centraliza seu foco em Adesivos Estruturais. Um exemplo de patente que pertence a esse grupo é a de número 8298367, cujo título é "*Pressure sensitive adhesives and methods for their preparation*" (2012).

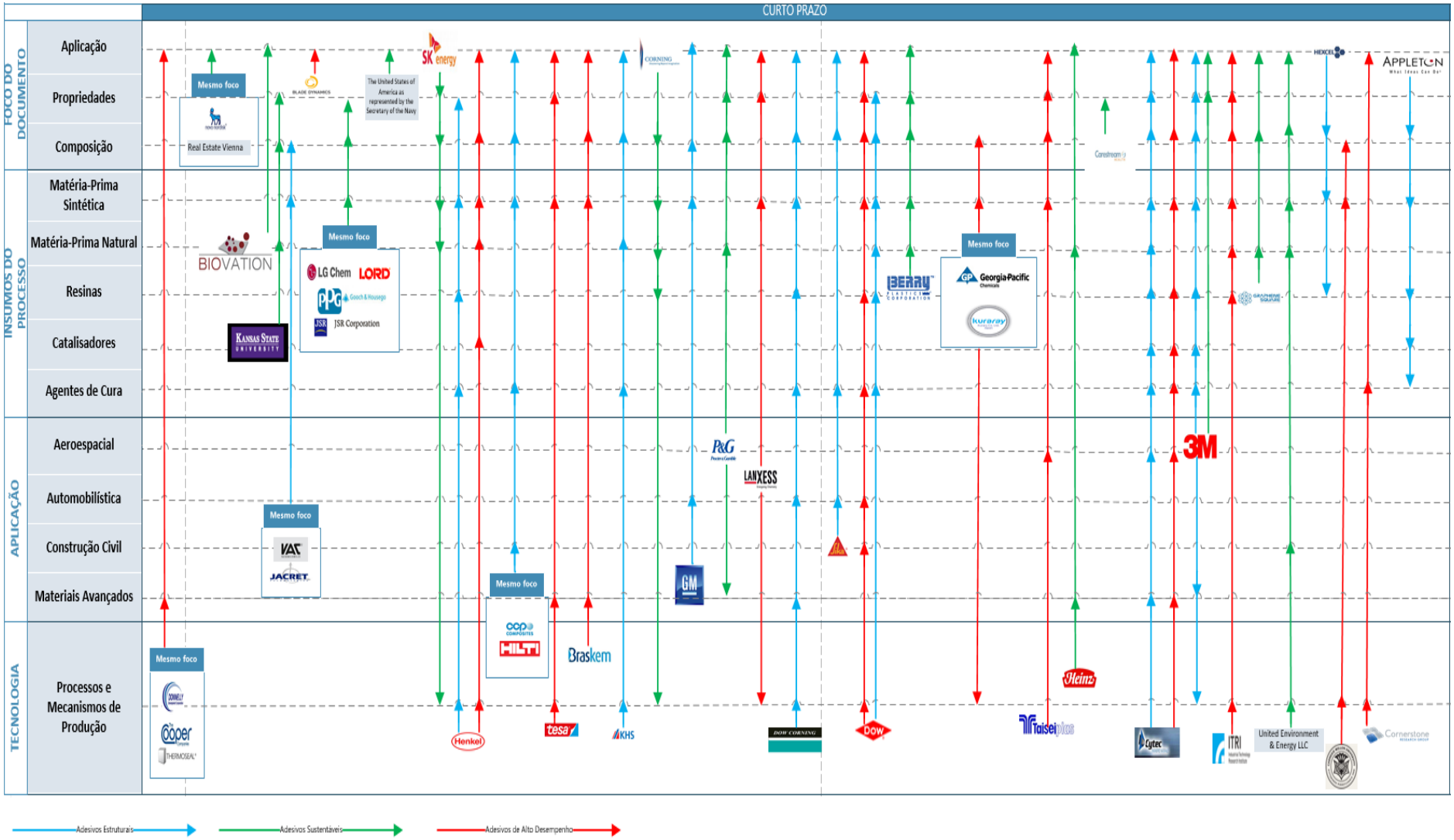

Figura 8.3 – *Roadmap* Tecnológico para Adesivos Estruturais, Sustentáveis e de Alto Desempenho: Curto Prazo

Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

8.3 MÉDIO PRAZO

Na Figura 8.4 pode-se visualizar um recorte do Médio Prazo do *Roadmap* Tecnológico de Adesivos, onde são mostrados os *players* identificados através de patentes depositadas com tecnologias que são parte do escopo do estudo.

Conforme citado nos itens anteriores, nesse item também é possível identificar empresas e universidades com tendências distintas, assim como parcerias entre as mesmas e a formação de *clusters* nos quais se podem encontrar corporações que apresentem o mesmo foco.

Em geral, os maiores focos dos documentos concentram-se na "Aplicação" e "Composição" dos adesivos, utilizando majoritariamente as matérias-primas sintéticas como "Insumos do Processo" e investindo em tecnologia através de "Processos e Mecanismos de Produção". Em relação às aplicações, pode-se notar atuação nas quatro principais áreas citadas – Aeroespacial, Automobilística, Construção Civil e Materiais Avançados.

Avaliando os atores do processo, pode-se destacar as empresas *Tesa SE* e *Adhesives Research* apresentando a mesma atuação sobre os Adesivos de Alto Desempenho nos temas descritos a seguir. Um exemplo de patente produzida pela empresa *Tesa SE* e que pertence a esse *cluster* é a de número 20140083608 e título "*Method For Increasing The Adhesive Properties Of Pressure-Sensitive Adhesive Compounds On Substrates By Way Of Plasma Treatment*" (2014). Esse documento faz referência a PSA feitas principalmente a base de adesivos de acrilato altamente reticulados, cujo processo de produção aumenta a adesão entre uma camada de adesivo sensível à pressão e um substrato.

- "Foco do Documento": "Propriedades" e "Composição" dos Adesivos;
- "Insumos do Processo": matéria-prima sintética.

Outro destaque relevante é referente à parceria formada pela empresa *Petrobras* e pela *Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)* através da patente depositada em 2014 de título "*Processo De Preparação De Nanofolhas De Óxido De Grafite Funcionalizadas, Produtos E Usos*" (número BR 10 2012 033593 0 A2) que atua sobre os Adesivos de Alto Desempenho nos seguintes temas:

- "Foco do Documento": "Aplicação", "Propriedades" e "Composição" dos Adesivos;
- "Aplicação": Materiais Avançados;

- "Insumos do Processo": matéria-prima natural e matéria-prima sintética;
- "Tecnologia": "Processos e Mecanismos de Produção".

Uma parceria que também chamou a atenção foi a realizada para a elaboração da patente "*Method for Producing a Nanocomposite Dispersion Comprising Composite Particles of Inorganic Nanoparticles and Organic Polymers*" (2015) entre cinco empresas, sendo cada uma pertencente à um país diferente: *YKI Ytkemiska Institutet AB* (Suécia), *Universidad del pais* (Espanha), *Energenics Europe Ltd.* (Reino Unido), *BYK-Chemie GmbH* (Alemanha) e *Akzo Nobel Coatings International B.V.* (Holanda). Essa patente atua sobre Adesivos Sustentáveis, referindo-se aos seguintes temas:

- "Foco do Documento": "Aplicação", "Propriedades" e "Composição" dos Adesivos;
- "Aplicação": Materiais Avançados;
- "Insumos do Processo": matéria-prima natural e matéria-prima sintética.

Vale ressaltar a participação de algumas empresas que preveem estudos futuros em diferentes adesivos, tais como a *Du Pont*, tendo como foco os Adesivos Sustentáveis e os Adesivos de Alto Desempenho; a *Dow*, dando prioridade aos Adesivos Estruturais e também aos de Alto Desempenho; e a *Zephyros*, realizando pesquisas em Adesivos Sustentáveis e em Adesivos Estruturais.

Da mesma forma, nesse horizonte temporal, são encontradas empresas que direcionaram suas pesquisas para apenas um tipo de adesivo, como é o caso da *Oxiteno* e da *Reactive Surfaces* que atuam sobre os Adesivos de Alto Desempenho, enquanto que a *P&G* direciona seus estudos para os Adesivos Sustentáveis e a *Henkel* e a 3M atuam sobre os Adesivos Estruturais.

É interessante observar também que a *Kansas State University Research Foundation* atua sobre os Adesivos Sustentáveis tanto no Curto quanto no Médio Prazo, porém o foco é um pouco diferente: ambos fazem referência à "Composição", mas as "Propriedades" são citadas no Curto Prazo, enquanto que a área de "Aplicação" é mencionada no Médio Prazo.

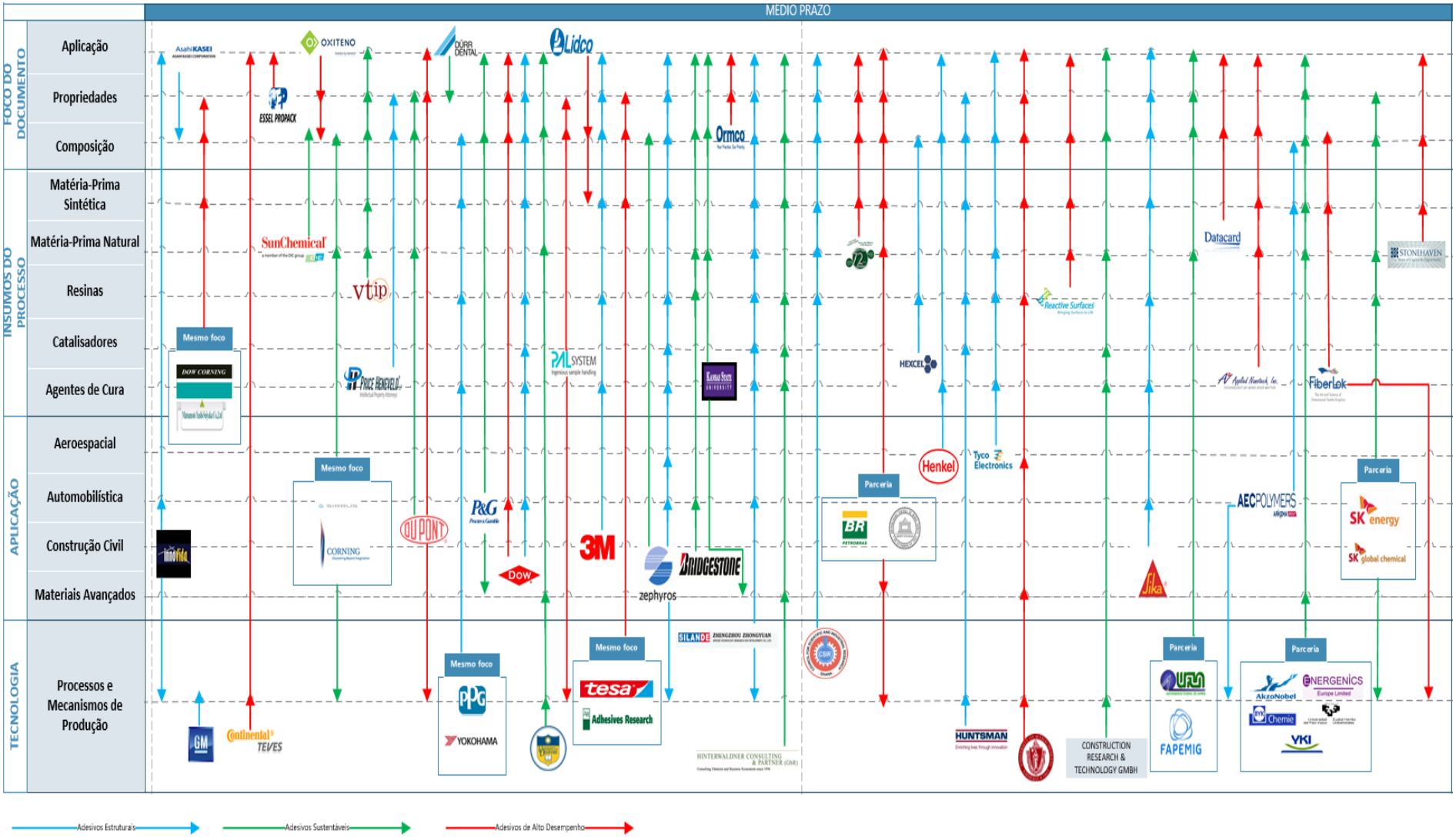

Figura 8.4 – *Roadmap* Tecnológico para Adesivos Estruturais, Sustentáveis e de Alto Desempenho: Médio Prazo

Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *USPTO* no período de agosto-dezembro/2015

8.4 LONGO PRAZO

Na Figura 8.5 pode-se visualizar um recorte do Longo Prazo do *Roadmap* Tecnológico de Adesivos, onde são mostrados os *players*, identificados com dois ou mais artigos científicos, com tecnologias que são parte do escopo do estudo.

Nesse item também é possível identificar empresas e universidades com tendências distintas, assim como parcerias entre as mesmas e a formação de *clusters* nos quais se podem encontrar corporações que apresentam investimentos com o mesmo foco.

Em geral, os maiores focos dos documentos concentram-se nas "Propriedades" e na "Composição" dos adesivos, utilizando majoritariamente as matérias-primas naturais e as matérias-primas sintéticas como "Insumos do Processo" e atuando sobre o desenvolvimento da tecnologia através de "Processos e Mecanismos de Produção". Em relação às "Aplicações", pode-se verificar a tendência direcionada para os Materiais Avançados.

Observa-se que o *Instituto Real de Tecnologia KTH*, localizado em Estocolmo, na Suécia, realiza diferentes parcerias de Longo Prazo. Três das quatro parcerias realizadas são com a empresa *Akzo Nobel* e envolvem os Adesivos Sustentáveis. O que varia são os focos de atuação de acordo com o terceiro membro da parceria (*TLA development I/S, The Swedish University of Agricultural Sciences* e *Wood Technology Centre, Danish Technological Institute*). Essas três parcerias possuem em comum o foco em "Aplicação" e em "Processos e Mecanismos de Produção".

Já a parceria realizada entre a empresa *Samsung Heavy Industries* e o *Korea Advanced Institute of Science and Technology* forma um *cluster* de mesmo foco com a empresa *Scion* sobre os Adesivos Sustentáveis, tal como pode ser visto nas taxonomias detalhadas a seguir. Um exemplo de artigo que pertence a esse grupo é o "*Life Cycle Assessment of Bio- and Petro-Chemical Adhesives Used in Fiberboard Production*", publicado em 2014, na Nova Zelândia, sobre painéis de fibras de madeira cujo bioadesivo é composto apenas por ingredientes de base biológica que possuem um ciclo de vida de 22% menos impacto que os adesivos de origem petroquímica.

- "Foco do Documento": "Aplicação", "Propriedades" e "Composição" dos Adesivos;
- "Aplicação": Materiais Avançados;
- "Insumos do Processo": matéria-prima natural e matéria-prima sintética.

A parceria entre a empresa *Brewer Science, Inc*. e o centro de pesquisa *Virginia Tech* produziu o artigo "*Photoactive polyesters containing o-nitro benzyl ester functionality for photodeactivatable adhesion*" em 2013. Esse documento apresenta o mesmo foco que a parceria entre a *Mitsubishi Heavy Industries, Ltd*. e a *Hiroshima University*, que publicou o artigo "*Experimental and computational investigations on strain rate sensitivity and deformation behavior of bulk materials made of epoxy resin structural adhesive*" em 2009. Ambos os artigos tratam de Adesivos Estruturais, sendo a "Aplicação" dos adesivos o principal foco das pesquisas.

É possível perceber que as maiores tendências para o futuro no Longo Prazo são em relação aos Adesivos Sustentáveis, devido à grande demanda por alternativas ecologicamente corretas e que diminuam os impactos ao meio ambiente.

A *Universidade de São Paulo* também se encontra nessa mesma dinâmica, focando suas pesquisas nas taxonomias detalhadas a seguir. Um exemplo de documento que se encaixa nessa tendência é o artigo "*Particulate composite based on coconut fiber and castor oil polyurethane adhesive: An eco-efficient product*", publicado em 2012, numa parceria entre a universidade brasileira e a americana *University of Illinois at Urbana-Champaign*.

- "Foco do Documento": "Aplicação", "Propriedades" e "Composição" dos Adesivos;
- "Aplicação": Automobilística;
- "Insumos do Processo": matéria-prima natural e matéria-prima sintética;
- "Tecnologia": "Processos e Mecanismos de Produção".

Em relação aos outros adesivos, tem-se a empresa *Komposit, ul.* atuando sobre os Adesivos Estruturais – como por exemplo no artigo "*Structural Adhesives with Increased Deformation Resistance*", publicado em 2010 – e a *Dow Corning Corporation* focando seus estudos em Adesivos de Alto Desempenho – tal como pode ser visto no artigo "*Exploring high-temperature reliability limits for silicone adhesives*", publicado em 2014.

Destaque também pode ser dado para a *West Pomeranian University of Technology* e para a *Ecole Polytechnique Federale de Lausanne* que possuem pesquisas em Adesivos Estruturais e em Adesivos Sustentáveis; e para a *Universidade do Porto* que está desenvolvendo estudos tanto para os Adesivos de Alto Desempenho quanto para os Adesivos Sustentáveis.

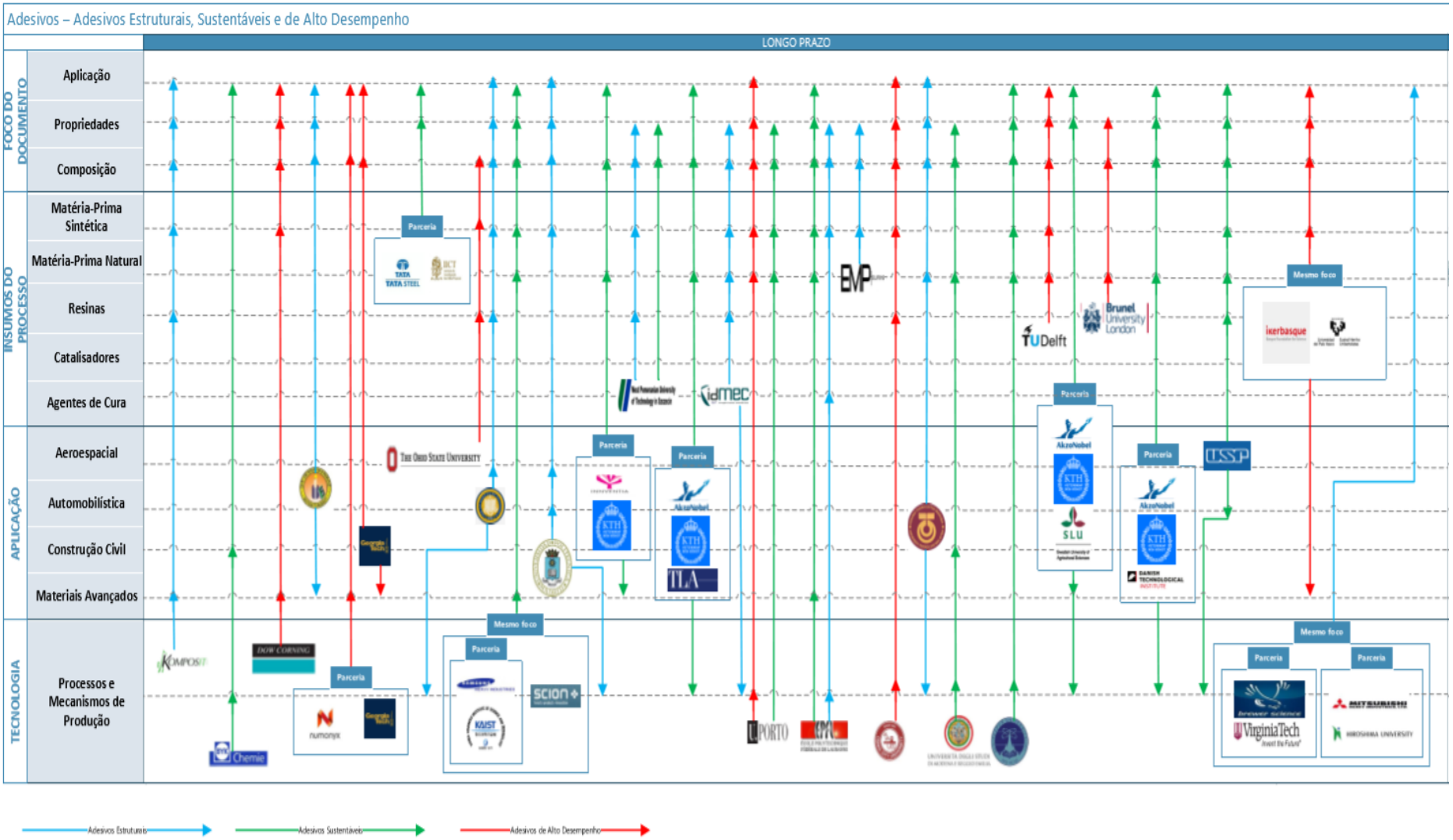

Figura 8.5 – *Roadmap* Tecnológico para Adesivos Estruturais, Sustentáveis e de Alto Desempenho: Longo Prazo

Fonte: Elaboração Própria a partir da base de dados *Scopus* no período de agosto-dezembro/2015

8.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dessa forma, é possível verificar que a análise dos horizontes temporais proporciona a identificação de tendências pertinentes ao desenvolvimento tecnológico sob diversos aspectos, fazendo com que o presente *Roadmap* tenha expressiva abrangência principalmente em relação às aplicações e composições dos adesivos estudados, levando em consideração as parcerias e *clusters* de mesmo foco formados pelas empresas e instituições de pesquisa.

No próximo capítulo, na etapa posterior à elaboração do *Roadmap*, foi realizada a análise estratégica dos horizontes temporais em relação aos *drivers* referentes às tendências tecnológicas, considerando o planejamento estratégico de forma que seja possível alinhar a dinâmica entre Mercado, Produto e Tecnologia, e assim, identificar os principais atores do processo e como as mudanças podem ocorrer ao longo do tempo.

Capítulo 9 ANÁLISE ESTRATÉGICA PÓS-*ROADMAP* TECNOLÓGICO

Com o objetivo de se obter dados relevantes que integrem a dinâmica entre Mercado, Produto e Tecnologia, busca-se encontrar relações significativas entre as empresas e seus mercados, alinhando sua estrutura, comportamento e desempenho com os resultados obtidos no *Roadmap* Tecnológico.

Esta etapa visa mapear as similaridades entre as atividades dos *players* e as atividades de seus competidores em termos de P&D, bem como as atividades entre os competidores e seus mercados, levando em consideração os *drivers* envolvidos.

9.1 ANÁLISE VERTICAL

Neste item, foi feita a análise de como os *players* se comportam em uma faixa temporal específica, ou seja, como é a tendência dos *players* aos *drivers* "Foco do Documento", os "Insumos do Processo", a "Aplicação" e a "Tecnologia". Além disso, foi discutido o perfil dos *clusters* formados, de forma a avaliar as parcerias das empresas com diversas competências. Cabe ressaltar que toda a fonte de informação foi retirada dos *sites* das empresas, das próprias patentes estudadas e das bases de dados especializadas.

9.1.1 Adesivos Estruturais

9.1.1.1 Adesivos Estruturais no Estágio Atual

Nesse horizonte temporal é possível verificar a formação de dois *clusters* de mesmo foco que envolvem os três tipos de adesivos estudados, ou seja, fazem referência aos Adesivos Estruturais, aos Sustentáveis e aos de Alto Desempenho. Em ambos os casos, é possível observar estudos em "Aplicação", "Propriedades" e "Composição" dos adesivos, com utilização de matéria-prima sintética como "Insumo do Processo" e "Aplicação" na indústria de materiais avançados. Além disso, o primeiro *cluster* também está relacionado ao uso de matéria-prima natural e resinas, direcionando sua aplicabilidade para a construção civil. Já o segundo *cluster* possui ênfase adicional na indústria automobilística.

Em relação ao perfil das empresas que formam os *clusters*, pode-se notar que:

- *Cluster* 1: de forma bem ampla, todas as cinco empresas envolvidas na formação desse *cluster* possuem foco em produtos químicos, mas cada uma com sua particularidade que integra suas tecnologias, permitindo que desenvolvam produtos que podem ser usados em mais de um setor.

  - ✓ A empresa *Adespec* é especializada em adesivos especiais, produzindo e comercializando produtos que aliam desempenho e sustentabilidade, apresentando soluções para a indústria de revestimentos, de construção civil e até para o consumidor doméstico. Por exemplo, a linha de adesivos e selantes *Pesilox* e *Base Água*, que visa aumentar a produtividade das empresas de modo seguro e responsável, é um exemplo de produto que possui ao mesmo tempo características estruturais, sustentáveis e de alto desempenho;
  - ✓ A empresa *Basf* faz parte da indústria de transformação da química, fornecendo produtos inovadores e com responsabilidade ambiental para outras indústrias, tal como a de construção, agricultura, química pura, automotiva & transporte, energia & recursos, tintas & revestimentos e plásticos & borracha;
  - ✓ Assim como a *Adespec*, a *Brascola* também possui seu principal foco de produção em adesivos;
  - ✓ A *Cabot Corporation* tem como principal foco industrial os produtos químicos especiais e materiais de alto desempenho, mais especificamente nos setores de transporte, infraestrutura, meio ambiente e para o consumidor final;
  - ✓ Por fim, a empresa *Dow Global* é focada em ciência e tecnologia desenvolvida para materiais plásticos e resinas, apresentando um portfólio de produtos diversificados direcionados para seus respectivos mercados, tais como agricultura, construção, eletrônicos & comunicação, saúde & medicina, casa & escritório, infraestrutura, nutrição, petróleo & gás, embalagens inteligentes, cuidados pessoais & vestuário, energia renovável, transporte e água.

- *Cluster* 2: é formado pelas empresas *3M* e *Lord Corporation*. Ambos os *players* possuem seu principal foco em adesivos, sendo que a empresa *Lord* também possui foco em revestimentos. Tal fato corrobora o posicionamento do *cluster* no *Roadmap*, uma vez que o setor de revestimentos, principalmente na indústria automobilística, faz utilização de adesivos para atingir a qualidade e a eficiência desejadas.

Além dos *clusters* relatados acima, também é possível encontrar duas parcerias sobre os Adesivos Estruturais para a produção de artigos científicos, que figuram entre as mais relevantes devido ao número de *drivers* envolvidos.

A parceria 1 é de origem brasileira e é formada pela empresa *Masterpol Adhesives Technology* (divisão da empresa *Creative Indústria e Comércia Ltda*) e o *Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)*. O "Foco do Documento" encontra-se na "Aplicação", nas "Propriedades" e na "Composição" dos Adesivos Estruturais, utilizando matéria-prima sintética e natural para a indústria automobilística. Esse perfil de desenvolvimento tecnológico pode ser entendido através da área de atuação dessas instituições:

- *Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)*: gestão e inovação tecnológica, principalmente no campo energético e nuclear;

- *Masterpol Adhesives Technology*: fabricação e comercialização de impermeabilizantes e adesivos especiais, tanto para a construção civil como para aplicações industriais.

A parceria 2 é de origem espanhola e formada pela *Universidad Politecnica de Madrid* e pela *Universidad Nacional de Educacion a Distancia*. O "Foco do Documento" encontra-se na "Aplicação" e na "Composição" dos Adesivos Estruturais, com o uso de matéria-prima natural e sintética na indústria aeroespacial e automobilística e com estudos voltados para a tecnologia de "Processos e Mecanismos de Produção". Analisando o perfil dessas instituições de ensino, pode-se inferir a existência de departamentos especializados na tecnologia de adesivos com estudos promissores em desenvolvimento.

9.1.1.2 Adesivos Estruturais no Curto Prazo

Diferente do que é visto no Estágio Atual, o comportamento dos *players* em relação à P&D no Curto Prazo não segue o mesmo padrão e nota-se que as empresas que formam o *cluster* 3 (*Vacuumschmelze – VAC* e *Jacret Technologies*) possuem ênfase diferente do *cluster* 4, formado pelas empresas *CCP Composites* e *Hilti*. No *cluster* 3, o "Foco do Documento" está na "Composição" dos adesivos com utilização de matéria-prima sintética. Já para o *cluster* 4, o foco é visto na "Aplicação" para a construção civil e na "Composição" dos adesivos, através do uso de matéria-prima sintética e agentes de cura.

É interessante notar o perfil dos *players* que compõem esses aglomerados industriais, uma vez que apresentam focos empresariais distintos.

- *Cluster* 3: ambas as empresas estão voltadas para o setor de adesivos, contudo apresentam focos diferentes de estudos. A *Jacret Technologies* produz resinas e selantes para as indústrias aeronáuticas, automobilística, ferroviária e náutica. Por outro lado, a *Vacuumschmelze* (*VAC)* está focada para materiais magnéticos e seus produtos aplicados;

- *Cluster* 4: a empresa *CCP Composites* possui como foco principal os produtos químicos, principalmente as resinas, enquanto que a empresa *Hilti* tem a construção civil como principal foco.

9.1.1.3 Adesivos Estruturais no Médio Prazo

Nesse período de tempo, são encontradas diversas empresas depositando patentes sobre Adesivos Estruturais, porém só é encontrada a formação de um *cluster* de mesmo foco pelas empresas *PPG* e *Yokohama*, na qual o "Foco do Documento" é na "Composição" dos adesivos, com uso de matéria-prima sintética, resinas e agentes de cura.

Sobre esse *cluster*, pode-se identificar um perfil voltado para a indústria automobilística, uma vez que a empresa *Yokohama* é especializada em pneus para esse setor e a *PPG* configura-se como uma das maiores empresas de tintas e revestimentos do mundo, tendo seu principal foco de crescimento na indústria de automóveis e de construção. Vale observar que seus negócios estratégicos atuam principalmente em tintas arquitetônicas e revestimentos de alta *performance*, de forma que seja possível oferecer proteção a aeronaves, bolas de golfe, placas de circuito, embalagens, eletrodomésticos, pisos, vidros, automóveis, pontes, refinarias de petróleo, navios e edifícios. Assim, fica clara a importância dos adesivos nesse setor, uma vez que permite o desempenho elevado de tais produtos na indústria.

9.1.1.4 Adesivos Estruturais no Longo Prazo

Nesse último horizonte temporal analisado para os Adesivos Estruturais, são encontradas diversas empresas, centros universitários e de pesquisa publicando artigos científicos sobre esse tipo de adesivo, porém só é encontrada a presença de um *cluster* de mesmo foco – formado por duas parcerias – com ênfase na "Aplicação" dos adesivos de maneira geral.

É interessante notar que ambas as parcerias são formadas por uma universidade e uma empresa de porte internacional, mostrando a capacidade de interação entre os diversos *players*:

- *Brewer Science* e *Virginia Tech Intellectual Properties*: ambos os *players* atuam em perfis intensivamente direcionados para a pesquisa inovativa em tecnologia da informação e sistemas complexos, mas possuem especializações distintas. A *Brewer Science* tem como foco a área de eletroeletrônicos, enquanto que a *Virginia Tech Intellectual Properties* é mais voltada para os campos da saúde, da energia, dos materiais avançados e do meio ambiente;

- *Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.* e *Hiroshima University*: essa parceria possui um perfil voltado para os materiais avançados, mas o foco de cada instituição é bem diferente. A *Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.* é especializada na indústria naval e aeroespacial, enquanto a *Hiroshima University* possui um caráter exploratório de pesquisas no campo da engenharia e da biomedicina avançada.

9.1.2 Adesivos Sustentáveis

Dentre os três tipos de adesivos estudados, pode-se encontrar o maior número de parcerias e *clusters* de empresas com o mesmo foco para os Adesivos Sustentáveis. Esse fato pode ser explicado pela demanda do mercado por produtos ambientalmente corretos e pela requisição da sociedade por unidades de produção menos tóxicas e menos destrutivas de ambientes saudáveis.

9.1.2.1 Adesivos Sustentáveis no Estágio Atual

Pode-se identificar a mesma situação relatada para os Adesivos Estruturais em relação aos *clusters* 1 e 2, encontrados no item 9.1.1.1, uma vez que apresentam pesquisas voltadas para o mesmo “Foco do Documento”, “Insumos do Processo” e “Aplicação”. Também é possível identificar outros dois *clusters* e mais quatro parcerias entre os *players* na produção de documentos científicos para Pesquisa & Inovação.

O *cluster* 5 é formado pelas empresas *Poliplás* e *Wacker*, com foco em “Aplicação” e “Composição” dos Adesivos Sustentáveis, utilizando matéria-prima sintética para a indústria automobilística e de construção civil. Vale lembrar que um adesivo pode ser sustentável, mesmo utilizando matéria-prima sintética, caso haja mudanças na síntese química que impactem em seu processo de produção, sendo menos agressivo ao meio ambiente e a

população. Analisando o perfil das empresas pode-se identificar estudos voltados para indústria química em geral, com foco principal em química fina, polímeros, adesivos e selantes.

Em relação ao *cluster* 6, as empresas que fazem parte desse conjunto são a *Oxiteno*, *Clariant* e *Rhodia* (empresa do grupo *Solvay*). O "Foco do Documento" encontra-se em "Aplicação" e na "Composição" dos Adesivos Sustentáveis, utilizando matéria-prima sintética e natural, através de modificações parciais nos insumos originais, resultando em melhorias no desempenho com uma menor agressão ao meio ambiente. O perfil dos *players* está voltado para a indústria química, apresentando um portfólio bem diversificado:

- *Oxiteno*: empresa do ramo químico voltada para a produção de ativos na indústria da oleoquímica, de tintas e revestimentos, cuidados pessoais, agroquímica e energética, alinhando tecnologia e inovação e incorporando a utilização de matérias-primas de origem renovável;

- *Clariant*: configura-se como uma líder mundial em especialidades químicas para diversos setores, tais como agricultura, transporte automotivo, aviação, construção civil, intermediários químicos, tintas e revestimentos, bens de consumo, eletroeletrônicos, alimentos e bebidas, embalagens, cuidados pessoais e com a saúde, plásticos e polímeros e a indústria de óleo e gás;

- *Rhodia*: empresa de produtos químicos com mercado direcionado para a agricultura, aeronáutica & automobilística, aplicações industriais, bens de consumo, construção civil, eletroeletrônicos, energia & meio ambiente.

A presença de tantas parcerias para a produção de Adesivos Sustentáveis pode ser explicada pelo fato de ainda ser complexo o alinhamento entre viabilidade econômica, *performance* dos produtos e tecnologias de produção majoritariamente *eco-friendly*. Dessa forma, surgem colaborações e trocas de informações entre os *players* para que os mesmos consigam atingir seus objetivos, sanando seus pontos fracos e melhorando suas habilidades.

- Parceria 3: é formada pela *École Polytechnique Fédérale de Lausanne* e pelas empresas *Nitto Europe* e *Vito Innovation Corp.*, com foco em "Aplicação", "Propriedades" e "Composição" dos Adesivos Sustentáveis, utilizando matéria-prima natural para materiais avançados e com estudos sobre a tecnologia de "Processos e Mecanismos de Produção". A *Nitto Europe* possui como foco principal a produção de fitas adesivas para aplicação nas indústrias

automobilística, aeroespacial, eletroeletrônica e de produtos de bens de consumo. Já a *Vito Innovation Corp.* atua mais diretamente na indústria de energias renováveis para diversos mercados. Já a universidade suíça possui estudos em diversas áreas de pesquisa, sempre buscando um viés mais sustentável dos processos. Essa diversidade de possibilidades permite a integração de *players* de diferentes áreas buscando objetivos similares e, que em conjunto, podem atingir melhores resultados;

- Parceria 4: ocorre entre a empresa *Hutchinson* e a *Université François-Rabelais – Tours*, com foco em "Aplicação" e na "Composição" dos Adesivos Sustentáveis, utilizando matéria-prima natural. Vale ressaltar que essa empresa apresenta um perfil voltado para a indústria automobilística, aeroespacial e de produtos de consumo, enquanto que a universidade foca seus estudos para os campos da saúde, das ciências humanas e sociais e das ciências tecnológicas em geral;

- Parceria 5: ocorre entre a empresa *Interfaceurope* e *The University of York*, com os mesmos focos da parceria 4. Porém, seus players se comportam de forma distinta. A *Interfaceurope* apresenta um perfil voltado para a indústria têxtil sustentável, enquanto que a universidade possui um perfil direcionado para estudos acerca da sustentabilidade e do meio ambiente;

- Parceria 6: é formada por três centros de pesquisa – *Southern University Agricultural Research & Extension Center, South China Agricultural University* e *Agriculture and Agri-Food Canada* – cujo foco encontra-se nas "Propriedades" e na "Composição" dos Adesivos Sustentáveis, utilizando matéria-prima natural. Todos os *players* dessa parceria apresentam perfis voltados para a agroquímica industrial.

9.1.2.2 Adesivos Sustentáveis no Curto Prazo

Diferentemente do que foi visto no Estágio Atual, o comportamento dos *players* em relação à P&D no Curto Prazo não segue o mesmo padrão e nota-se que as empresas do *cluster* 7 - *Novo Nordisk* e *Real Estate Vienna* – possuem ênfase diferente do *cluster* 8, formado pelas empresas *LG Chem, Lord Corporation, PPG, Gooch & Housego* e *JSR Corporation*. No *cluster* 7, o foco é visto na "Aplicação" dos adesivos enquanto que o *cluster* 8, tem seu foco nas "Propriedades" e "Composição", sendo que os "Insumos de Processo" usados são matérias-primas sintéticas (apesar de se tratar de Adesivos Sustentáveis, uma vez que o processo de produção pode ser ambientalmente favorável e assim, caracterizar o produto como sustentável).

Ao realizar uma análise mais detalhada sobre o perfil de cada empresa dentro de seus *clusters*, é possível notar algumas similaridades que refletem em suas capacidades exploratórias de tecnologia:

- *Cluster* 7: a empresa *Novo Nordisk* possui um perfil voltado para a indústria farmacêutica – com atuação principal em diabetes, distúrbios da coagulação e distúrbios do crescimento – enquanto que a *Real Estate Vienna* tem como foco a gestão social e econômica. A formação desse *cluster* pode ser explicado pelo fato que uma invenção tecnológica necessita de uma gestão de investimentos consolidada e bem direcionada para os objetivos da indústria e do mercado;

- *Cluster* 8: esse aglomerado de cinco empresas apresenta um perfil voltado para a indústria de produtos químicos, mas cada uma possui um foco principal diferenciado, integrando suas tecnologias com a demanda mercadológica de forma que seja possível atingir preços competitivos no mercado.

  - ✓ *LG Chem*: é a maior empresa de produtos químicos da Coreia do Sul, com principal foco em eficiência energética para a indústria de óleo e gás, alcançando alta *performance* e custo competitivo no mercado;
  - ✓ *Lord Corporation*: é uma companhia de tecnologias diversificadas e possui uma produção que desenvolve adesivos, revestimentos, dispositivos de controle de movimento e tecnologia de sensores, que significativamente reduzem o risco e melhoram o desempenho dos produtos, desenvolvendo soluções nas áreas de óleo e gás, aeroespacial, automotiva, defesa estratégica, entre outras áreas industriais;
  - ✓ *PPG*: uma das maiores empresas de tintas e revestimentos do mundo, tendo seu principal foco de crescimento na indústria de automóveis e de construção. Vale observar que seus negócios estratégicos atuam principalmente em tintas arquitetônicas e revestimentos de alta *performance;*
  - ✓ *Gooch & Housego*: empresa especializada em tecnologia de alto desempenho de fibras óticas para aplicação na indústria aeroespacial, de defesa estratégica e materiais avançados;
  - ✓ *JSR Corporation*: é uma companhia voltada principalmente para produtos químicos e petroquímicos, tais como elastômeros, polímeros, materiais óticos e

eletrônicos, emulsões, termoplásticos e plásticos inteligentes para aplicação na indústria de óleo e gás, automobilística, de tintas e revestimentos, fibras óticas e condutores, adesivos e no setor de energia e do meio ambiente.

9.1.2.3 Adesivos Sustentáveis no Médio Prazo

Nesse período temporal, foram encontradas diversas empresas solicitando patentes sobre os Adesivos Sustentáveis, porém só foi encontrada a formação de um *cluster* pelas empresas *Sirrus* e *Corning Incorporated*, na qual o "Foco do Documento" é na "Composição" dos adesivos, com uso de matéria-prima natural e tecnologia voltada para os "Processos e Mecanismos de Produção". O perfil dessas empresas pode ser sintetizado como direcionado para produtos químicos em geral, mas cada uma possui suas particularidades:

- *Sirrus*: a empresa possui foco principal em produtos químicos, tais como tintas e revestimentos, e produtos eletroeletrônicos para automação comercial;

- *Corning Incorporated*: tem como objetivo aliar as maiores descobertas no campo da ciência e tecnologia com custos competitivos no mercado, possibilitando que produtos de alto desempenho transformem a vida das pessoas. Seu principal foco é na indústria de vidros especiais, materiais cerâmicos, física ótica avançada, tecnologias ambientais e farmacêuticas.

Apesar de só existir um *cluster*, foi possível identificar a formação de três parcerias para a produção de patentes depositadas:

- Parceria 7: é formada por dois centros de pesquisa brasileiros, a Universidade Federal de Lavras (UFLA) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), cujo foco é fomentar pesquisas tecnológicas para avanços de inovação através de oportunidades de financiamento. O foco dessa parceria encontra-se em "Aplicação", "Propriedades" e "Composição" dos Adesivos Sustentáveis, utilizando matéria-prima natural;

- Parceria 8: é composta por cinco empresas com perfis distintos, mas que possuem estudos no setor químico. O "Foco do Documento" refere-se à "Aplicação", às "Propriedades" e à "Composição" dos adesivos, utilizando matérias-primas sintéticas e naturais para a "Aplicação" em materiais avançados.

- ✓ *Akzo Nobel*: é uma multinacional holandesa que atua nas áreas de tintas decorativas, revestimentos de alto desempenho e especialidades químicas, tal como adesivos;
- ✓ *Energenics Corporation*: empresa especializada em aditivos e equipamentos químicos para aplicações que reduzam os gastos energéticos com combustíveis, tornando o processo de produção mais sustentável;
- ✓ *BYK-Chemie*: a companhia possui como foco principal produtos químicos, tais como plásticos, tintas, revestimentos, agentes surfactantes e dispersantes, além de inúmeros aditivos químicos;
- ✓ *Universidad del Pais Vasco*: o centro universitário espanhol possui estudos em diversas áreas da ciência e tecnologia, com foco nas engenharias em geral e nas ciências sociais e humanas;
- ✓ *YKI – Institute for Surface Chemistry (Ytkemiska Institutet AB)*: o instituto está localizado no mesmo campus que o *KTH – Royal Institute of Technology* e possui pesquisas voltadas para a indústria química de surfactantes e coloides, principalmente através de revestimentos de alta tecnologia e materiais avançados.

- Parceria 9: é formada por duas empresas do mesmo grupo *SK C&C (Sunkyoung Conglomerate Company)* – a *SK Energy* e a *SK Global Chemical* – com o foco em "Propriedades" e na "Composição" dos Adesivos Sustentáveis, utilizando matéria-prima natural e resinas, com estudos voltados para a tecnologia dos "Processos e Mecanismos de Produção". O perfil de pesquisa tem como ênfase produtos químicos, petróleo e energia, mas também atua na indústria de construção, transporte e tecnologia da informação.

9.1.2.4 Adesivos Sustentáveis no Longo Prazo

Nesse último estágio analisado, são encontradas diversas empresas e centros universitários publicando artigos científicos sobre os Adesivos Sustentáveis, dentre elas seis parcerias entre os *players*. Contudo, só é encontrada a presença de um *cluster* de mesmo foco em "Aplicação" (principalmente em materiais avançados), "Propriedades" e "Composição" dos adesivos, utilizando matéria-prima natural e sintética. Esse *cluster* é formado por uma parceria e uma empresa, que apesar de possuírem perfis distintos, concentram seus esforços em obter materiais – tal como adesivos – de elevada qualidade para seus produtos:

- *Samsung Heavy Industries* e *Korea Advanced Institute of Science and Technology*: ambos os *players* atuam predominantemente na indústria de embarcações marítimas, através do pioneirismo tecnológico para redução do intenso consumo energético e aumento das operações de produção *offshore*. Dessa forma, faz-se necessária a utilização de adesivos sustentáveis e de alto desempenho para diminuir os danos ao meio ambiente, ao mesmo tempo que garante adesão e coesão eficientes;

- *Scion*: a empresa neozelandesa é especializada no desenvolvimento de tecnologias para as áreas florestal, produtos madeireiros e outros bio materiais. Seu diferencial é a busca por adesivos sustentáveis para as aplicações que já agridem intensivamente o meio ambiente.

Assim como para o horizonte temporal Médio Prazo, apesar de só haver a formação de um *cluster*, é possível identificar quatro parcerias na produção de material científico, na qual o *KTH – Royal Institute of Technology* está presente em todas e a empresa *Akzo Nobel* encontra-se em três, das quatro parcerias. Em todas, o perfil predominante encontrado possui foco principal na indústria química e em seus derivados.

- ✓ *KTH – Royal Institute of Technology*: é a maior instituição de ensino superior em tecnologia da Escandinávia e uma das universidades técnicas líderes na Europa. Seu domínio tecnológico se estende por diversas áreas, mas as áreas mais desenvolvidas são as da mecânica, da química, da engenharia civil e da engenharia de minas;
- ✓ *Akzo Nobel*: conforme a observado na Parceria 8 do item 9.1.2.3, essa é uma multinacional holandesa que atua nas áreas de tintas decorativas, revestimentos de alto desempenho e especialidades químicas, tal como adesivos.

- Parceria 10: é formada pelo *KTH – Royal Institute of Technology* e pela empresa *Innventia AB*, com o foco em “Aplicação” e na “Composição” dos Adesivos Sustentáveis, utilizando matéria-prima natural para produção de materiais avançados;

- Parceria 11: é formada pela empresa *Akzo Nobel*, pelo *KTH – Royal Institute of Technology* e *TLA development I/S*, com o foco em “Aplicação” e na “Composição” dos Adesivos Sustentáveis, utilizando matéria-prima natural para estudos da tecnologia de “Processos e Mecanismos de Produção”;

- Parceria 12: é formada pela empresa *Akzo Nobel*, pelo *KTH – Royal Institute of Technology* e pela *Swedish University of Agricultural Sciences*, com o foco em "Aplicação" e nas "Propriedades" dos adesivos para utilização em materiais avançados e em estudos sobre a tecnologia dos "Processos e Mecanismos de Produção";

- Parceria 13: é formada pela empresa *Akzo Nobel*, pelo *KTH – Royal Institute of Technology* e pelo *Danish Technological Institute*, com o foco em "Aplicação", "Propriedades" e "Composição" dos Adesivos Sustentáveis, utilizando matéria-prima natural para estudos da tecnologia dos "Processos e Mecanismos de Produção".

9.1.3 Adesivos de Alto Desempenho

9.1.3.1 Adesivos de Alto Desempenho no Estágio Atual

Pode-se identificar a mesma situação relatada para os Adesivos Estruturais e para os Adesivos Sustentáveis em relação aos *clusters* 1 e 2, encontrados no item 9.1.1.1, uma vez que apresentam pesquisas voltadas para o mesmo "Foco do Documento", "Insumos do Processo" e "Aplicação".

Também é possível identificar uma parceria entre *players* na produção de documentos científicos para P&D. Esta parceria é formada pelas empresas *Purbond AG* e *Robatech AG*, ambas com perfil voltado para produtos químicos, principalmente para a indústria de adesivos. O foco está na "Aplicação" para a indústria de materiais avançados e na "Composição" dos adesivos de Alto Desempenho, utilizando matéria-prima natural. Isso mostra que o momento atual de desenvolvimento tecnológico é muito promissor para a combinação das melhores qualidades dos adesivos, aliada ao objetivo de torná-los mais eficientes e menos prejudiciais ao meio ambiente.

9.1.3.2 Adesivos de Alto Desempenho no Curto Prazo

O comportamento dos *players* em relação à P&D no Curto Prazo é diferente do que é visto no Estágio Atual em relação aos *clusters* envolvidos. Nota-se que as empresas que formam o *cluster* 9 – *Donnelly Development Corporation, The Cooper* e *Thermoseal* – apresentam um foco diferente do *cluster* 10, formado pelas empresas *Georgia-Pacific* e *Kuraray*. O *cluster* 9 possui foco em "Aplicação" na indústria de materiais, enquanto que o *cluster* 10 possui estudos voltados para a "Composição" dos adesivos, utilizando matéria-prima sintética como "Insumo do Processo" e alocando pesquisas tecnológicas nos "Processos e Mecanismos de Produção".

- *Cluster* 9: no caso desse aglomerado de empresas, os perfis encontrados são bem distintos, não sendo possível definir uma tendência exploratória. A empresa *Donnelly Development Corporation* possui seu principal foco na indústria de vidros especiais para aplicações automotivas, enquanto que a *The Cooper* apresenta maior desenvolvimento no setor de tecnologia da informação, através de produtos e serviços de alta *performance*. Por fim, tem-se a *Thermoseal* com um perfil voltado para manufaturas químicas na área de materiais avançados, energia, óleo & gás, equipamentos de engenharia e comidas & bebidas;

- *Cluster* 10: as empresas que formam esse *cluster* apresentam perfis exploratórios semelhantes quando se trata da indústria química, mas em alguns setores apresentam-se bem diferentes. A *Georgia-Pacific* é intensiva no setor de papel e celulose, mas tem no setor de adesivos, selantes e revestimentos uma tecnologia bem desenvolvida e consolidada no mercado. Já a empresa *Kuraray* apresenta como setor de destaque os plásticos (com ênfase nas resinas funcionais), a química fina, a construção civil, os elastômeros e os eletroeletrônicos.

9.1.3.3 Adesivos de Alto Desempenho no Médio Prazo

Nesse período de tempo, são encontradas diversas empresas depositando patentes sobre os Adesivos de Alto Desempenho, porém só é encontrada a formação de dois *clusters* de mesmo foco e de uma parceria de origem brasileira.

O *cluster* 11 – formado pelas empresas *Dow Corning* e *Matsumoto Yushi-Seiyaku Co., Ltd* – e o *cluster* 12 – formado pelas empresas *tesa SE* e *Adhesives Research* – possuem a mesma ênfase, ou seja, o "Foco do Documento" é nas "Propriedades" e na "Composição" dos adesivos com uso de matéria-prima sintética como "Insumo do Processo".

- *Cluster* 11: os *players* que formam esse *cluster* apresentam como principal foco a indústria química, porém seus setores de maior desenvolvimento são distintos. A empresa *Dow Corning* configura-se como líder global na indústria de silicones, fornecendo tecnologia para aplicações em cuidados pessoais e com a saúde, autoadesivos, construção civil, tintas e revestimentos, eletroeletrônicos, química pura, setor de lubrificantes, petróleo e gás, além da indústria automotiva. Já a empresa *Matsumoto Yushi-Seiyaku Co., Ltd* apresenta destaque na indústria têxtil (com ênfase em fibras químicas), em plásticos, em eletroeletrônicos e na construção civil.

- *Cluster* 12: o perfil de ambas as empresas está majoritariamente direcionado para a produção de adesivos e sistemas de soluções industriais para aplicação em diversos setores, tais como materiais avançados, construção civil, eletroeletrônica, automotivo, aeroespacial, marítimo e ferroviário.

A parceria brasileira em questão é formada entre a empresa *Petrobras* e a *Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)*, cujo perfil energético na produção e exploração de Petróleo & Gás é predominante, assim como as tecnologias desenvolvidas nas pesquisas de seus produtos petroquímicos derivados.

9.1.3.4 Adesivos de Alto Desempenho no Longo Prazo

Nesse último horizonte temporal analisado, são encontradas diversas empresas e centros universitários publicando artigos científicos sobre os Adesivos de Alto Desempenho, dentre elas uma parceria entre a *Numonyx* e a *Georgia Tech*. A empresa *Numonyx* possui um perfil voltado para a indústria eletroeletrônica, enquanto que a universidade *Georgia Tech* apresenta o foco prioritário de suas pesquisas na área da engenharia. Tal fato justifica essa parceria, uma vez que a engenharia se consolida como a base de conhecimento para as indústrias de tecnologia.

Contudo, só é encontrada a presença de um *cluster* de mesmo foco com ênfase em "Aplicação" (principalmente em materiais avançados), "Propriedades" e "Composição" dos adesivos, através da utilização de matéria-prima sintética como "Insumo do Processo". Esse *cluster* é formado pelos seguintes *players*: *Universidad del Pais Vasco* e *Basque Foundation for Science*. Ambos os centros universitários são de origem espanhola e possuem estudos em diversas áreas da ciência e da tecnologia, com foco nas engenharias em geral e nas ciências sociais e humanas.

9.2 ANÁLISE HORIZONTAL

Neste item, foi feita a análise de acordo com os *players* e seu comportamento em relação à ênfase do documento, aos "Insumos do Processo", à "Aplicação" e à "Tecnologia" ao longo do tempo. Em adição, foi avaliada como suas estratégias mercadológicas se condicionam nos diversos períodos de tempo analisados.

9.2.1 Adesivos Estruturais

9.2.1.1 "Foco do Documento" para Adesivos Estruturais

Ao longo do tempo, pode-se notar que o "Foco do Documento" é predominantemente em relação à "Aplicação" dos adesivos e que na sequência vem a preocupação com a "Composição" dos mesmos, sendo esta mais marcante no Médio e no Longo Prazo. Pode-se perceber também um crescimento das pesquisas científicas em artigos e mídias especializadas em relação às "Propriedades" no Longo Prazo.

9.2.1.2 "Insumos do Processo" para Adesivos Estruturais

Em relação aos Adesivos Estruturais, a ênfase dos "Insumos do Processo" é nas matérias-primas sintéticas, que são citadas periodicamente ao longo de todos os períodos. Porém, destaque deve ser dado principalmente ao uso das resinas e agentes de cura no Médio Prazo, que na maioria das vezes também são utilizadas em concomitância com as matérias-primas sintéticas. O uso de matérias-primas naturais é mais evidente no Estágio Atual.

9.2.1.3 "Aplicação" para Adesivos Estruturais

Não é possível identificar nenhuma tendência efetivamente predominante com o passar dos períodos analisados, contudo deve-se notar que a "Aplicação" na indústria automobilística é a que possui o maior destaque em relação ao número de publicações, que pode ser visto no Estágio Atual e no Médio Prazo.

9.2.1.4 "Tecnologia" para Adesivos Estruturais

A presença de estudos sobre "Processos e Mecanismos de Produção" é o item com a menor quantidade de publicações, sendo que as maiores informações são encontradas no Médio e no Longo Prazo.

9.2.2 Adesivos Sustentáveis

9.2.2.1 "Foco do Documento" para Adesivos Sustentáveis

Assim como para os Adesivos Estruturais, pode-se notar que o "Foco do Documento" é predominantemente em relação à "Aplicação" dos adesivos e que na sequência vem a preocupação com a "Composição" dos mesmos, sendo esta mais marcante no Médio e no Longo Prazo.

9.2.2.2 "Insumos do Processo" para Adesivos Sustentáveis

Para os Adesivos Sustentáveis, o "Insumo do Processo" mais presente nas pesquisas realizadas pelos *players* no mercado é a matéria-prima natural, que em muitos casos é utilizada para modificar a matéria-prima sintética, diminuindo a toxidade e a agressão ao meio ambiente. A maior quantidade de referências ao uso desse insumo pode ser vista no Estágio Atual e no Médio Prazo.

9.2.2.3 "Aplicação" para Adesivos Sustentáveis

Da mesma forma como visto para os Adesivos Estruturais, não é possível identificar nenhuma tendência efetivamente predominante com o passar dos períodos analisados, entretanto deve-se ressaltar que a "Aplicação" em materiais avançados é a que possui o maior destaque em relação ao número de citações, que pode ser visto no Médio e no Longo Prazo.

9.2.2.4 "Tecnologia" para Adesivos Sustentáveis

Diferentemente do que pode ser notado para os Adesivos Estruturais, a presença de estudos tecnológicos voltados para os "Processos e Mecanismos de Produção" é encontrado pontualmente no Estágio Atual, no Curto e no Médio Prazo (com uma média de três documentos por período), mas quando se trata do Longo Prazo, encontra-se um total de sete publicações, sendo que a maioria delas provém de parcerias entre empresas e institutos de pesquisa científica, tal como o *KTH – Royal Institute of Technology*, na Suécia.

9.2.3 Adesivos de Alto Desempenho

9.2.3.1 "Foco do Documento" para Adesivos de Alto Desempenho

Ao longo do tempo, pode-se notar que o "Foco do Documento" é predominantemente em relação à "Aplicação" dos adesivos e que na sequência vem a preocupação com a "Composição" dos mesmos, sendo esta mais marcante no Médio e no Longo Prazo.

9.2.3.2 "Insumos do Processo" para Adesivos de Alto Desempenho

Para os Adesivos de Alto Desempenho, ainda pode-se notar um uso mais intenso de matérias-primas sintéticas, principalmente no que diz respeito ao Estágio Atual das pesquisas. Com o passar do tempo, pode-se perceber que há uma mudança nesse quesito, na qual as matérias-primas sintéticas continuam a ser utilizadas, mas são modificadas pelo uso concomitante de matérias-primas naturais, buscando promover valores mais sustentáveis em produtos de alta *performance*.

9.2.3.3 "Aplicação" para Adesivos de Alto Desempenho

Da mesma forma como pode ser visto para os Adesivos Estruturais e para os Sustentáveis, não é possível identificar nenhuma tendência efetivamente predominante com o passar dos períodos analisados, entretanto deve-se notar que a "Aplicação" em materiais avançados é a que possui o maior destaque em relação ao número de referências, o que pode ser visto no Estágio Atual, de maneira mais marcante, seguido do Curto e do Longo Prazo.

9.2.3.4 "Tecnologia" para Adesivos de Alto Desempenho

A presença de estudos sobre "Processos e Mecanismos de Produção" é o item com a menor quantidade de publicações, sendo que as maiores informações são encontradas no Curto e no Médio Prazo.

9.3 ANÁLISE DOS ATORES DO PROCESSO

Neste item, são relacionadas tanto as análises verticais como as horizontais, juntamente com o comportamento dos *players* que mais se destacam e como ocorre a transformação do conhecimento ao longo do tempo para a criação de competências e o posicionamento estratégico, agregando valor ao produto e aproveitando as oportunidades da indústria.

Foram selecionadas as empresas que mais se destacaram ao longo da construção do *Roadmap* Tecnológico para fazer estudos de caso, verificando como se comportam para cada tipo de adesivo em determinado momento temporal e o que isso pode indicar quando se trata de desenvolvimento e inovação em Pesquisa e Tecnologia.

9.3.1 *3M*

A empresa está presente em pesquisas sobre Adesivos Estruturais no Estágio Atual, no Curto e no Médio Prazo, com foco em "Aplicação", "Propriedades" e "Composição" dos mesmos nos três períodos analisados. É interessante notar que no Estágio Atual, esse *player* também aparece em publicações nos mesmos focos para os Adesivos Sustentáveis e para os de Alto Desempenho. No Curto Prazo, é possível encontrar estudos em Adesivos Sustentáveis também, mas com ênfases diferentes: apenas "Aplicação" e "Propriedades" dos adesivos, enquanto que para os Adesivos Estruturais são encontrados documentos com foco em "Aplicação", "Propriedades" e "Composição". Já no Médio Prazo, as patentes depositadas analisadas só fazem referência aos Adesivos Estruturais, contudo é possível encontrar documentos nos três focos já citados a cima. Não foi analisado nenhum artigo científico ou *conference paper* no Longo Prazo para a referida empresa.

Em relação aos "Insumos do Processo", os estudos mudam ao longo do tempo. Tanto para os Adesivos Estruturais, os Sustentáveis e os de Alto Desempenho, no Estágio Atual existem referências apenas ao uso de matéria-prima sintética, indicando que no presente momento essa é a principal fonte utilizada. No Curto Prazo, já é possível ver referências ao uso concomitante de matéria-prima sintética, resinas, catalisadores e agentes de cura, indicando uma mudança nesse horizonte temporal para os Adesivos Estruturais, enquanto que para os outros adesivos não há citações. No que se refere ao Médio Prazo para os Adesivos Estruturais, encontram-se referências da utilização de matéria-prima sintética, resinas e agentes de cura, não mostrando a utilização de catalisadores no processo, o que pode significar uma melhora na eficiência do processo. Novamente, não foram encontradas citações sobre os Adesivos Sustentáveis e os de Alto Desempenho.

Quando se trata da "Aplicação", tem-se uma mudança que pode ser vista ao longo do tempo para os Adesivos Estruturais. No Estágio Atual, as mídias especializadas fazem referência à indústria automobilística e aos materiais avançados, enquanto que no Curto Prazo

encontram-se citações em patentes concedidas apenas sobre materiais avançados. Isso mostra uma mudança de priorização em relação à aplicabilidade dos adesivos estudados.

A tecnologia de "Processos e Mecanismos de Produção" é citada somente no Curto Prazo para os Adesivos Estruturais, ou seja, pode-se esperar uma evolução nessa área nos próximos anos.

9.3.2 *Henkel*

A empresa está presente em pesquisas sobre os adesivos no Estágio Atual, no Curto e no Médio Prazo, com foco em "Aplicação", "Propriedades" e "Composição". É interessante notar que no Estágio Atual, esse *player* atua com publicações nos mesmos focos – "Aplicação", "Propriedades" e "Composição" – para os Adesivos Estruturais e os de Alto Desempenho. Já no Curto Prazo, apesar de continuar atuando para os mesmos dois adesivos do momento temporal anterior, as ênfases encontradas são diferentes: "Aplicação" e "Composição" para os Adesivos de Alto Desempenho, enquanto que para os Adesivos Estruturais foram encontrados documentos com foco apenas nas "Propriedades" dos mesmos. No Médio Prazo, as patentes depositadas analisadas só fazem referência aos Adesivos Estruturais, apresentando referências aos focos "Aplicação" e "Composição" dos adesivos. Não foi analisado nenhum artigo científico ou *conference paper* no Longo Prazo para a referida empresa. Também não foi estudado em nenhum dos quatro estágios temporais documentos referentes aos Adesivos Sustentáveis.

Em relação aos "Insumos do Processo", os estudos mudam ao longo do tempo. Tanto para os Adesivos Estruturais e para os de Alto Desempenho, no Estágio Atual existem referências ao uso de matéria-prima sintética, indicando que no presente momento essa é a principal manufatura utilizada. Essa mesma tendência também pode ser percebida para a empresa *3M*.

No Curto Prazo, já é possível ver referências ao uso de todos os insumos indicados no *Roadmap* Tecnológico, mas não em relação ao mesmo adesivo. Por exemplo, para os Adesivos Estruturais, nota-se a utilização concomitante de matéria-prima sintética, resinas e agentes de cura, enquanto que para os Adesivos de Alto Desempenho, encontram-se referências ao uso de matéria-prima sintética e natural, além de catalisadores. Essa tendência pode significar uma mudança nesse horizonte temporal para os Adesivos Estruturais, no que se refere a não utilização de catalisadores no processo. Para os Adesivos de Alto Desempenho, ao citar a

utilização de matéria-prima natural, pode-se inferir uma possível vertente mais sustentável nessa linha de adesivos.

No que se refere ao Médio Prazo para os Adesivos Estruturais, encontram-se somente citações sobre a utilização de agentes de cura. Não foram encontradas citações sobre os Adesivos de Alto Desempenho, diferentemente dos outros estágios temporais.

Quando se trata da "Aplicação", não há referências de publicações citando especificamente qual o setor estudado. Essa ausência de tendência pode indicar uma necessidade de priorização de estudos mais detalhados em relação à aplicabilidade dos adesivos em questão por parte desse *player*, podendo sugerir parcerias com outras empresas de forma a adquirir mais informações que ajudem a desenvolver melhor essa área.

A tecnologia de "Processos e Mecanismos de Produção" é citada somente no Curto Prazo para os Adesivos Estruturais e para os de Alto Desempenho, ou seja, pode-se esperar uma evolução nessa área nos próximos anos. Essa mesma tendência também é percebida na empresa *3M*, o que pode indicar uma possível integração entre os *players* no futuro em busca de otimizações de processos e melhores resultados nesse setor.

9.3.3 *Du Pont*

A empresa está presente em pesquisas sobre os adesivos no Estágio Atual e no Médio Prazo, com foco em "Aplicação", "Propriedades" e "Composição". É interessante notar que no Estágio Atual, esse *player* atua com publicações nesses mesmos três focos para os Adesivos Alto Desempenho. Já no Médio Prazo, as patentes depositadas analisadas fazem referência aos Adesivos Sustentáveis – apresentando referências aos focos "Propriedades" e "Composição" dos adesivos – e aos Adesivos de Alto Desempenho – atuando na "Aplicação" e na "Composição" dos mesmos. Não foi analisado nenhum artigo científico ou *conference paper* no Longo Prazo para a referida empresa, assim como nenhuma patente concedida no Curto Prazo. Também não foi estudado em nenhum dos estágios temporais documentos referentes aos Adesivos Estruturais.

Em relação aos "Insumos do Processo", os estudos mudam ao longo do tempo e não é possível identificar nenhuma tendência que permitisse o desenvolvimento de análises mais detalhes sobre o assunto. Para os Adesivos de Alto Desempenho, no Estágio Atual existem referências ao uso de matéria-prima sintética e resinas, indicando que no presente momento

ainda não é possível verificar uma mudança na base petroquímica. No que se refere ao Médio Prazo para os Adesivos Sustentáveis, já é possível verificar referências ao uso de matéria-prima natural, o que pode significar uma mudança nesse horizonte temporal para esses adesivos, atendendo a demanda social por produtos e processos com impactos menos agressivos ao meio ambiente. Não foram encontradas citações sobre os Adesivos de Alto Desempenho nesse estágio temporal específico.

Quando se trata da "Aplicação", tem-se uma mudança que pode ser vista ao longo do tempo para os Adesivos de Alto Desempenho. No Estágio Atual, as mídias especializadas fazem referência à indústria de materiais avançados, enquanto que no Médio Prazo não são encontradas citações específicas em relação a esses adesivos. Isso mostra uma mudança de priorização em relação à aplicabilidade dos adesivos estudados. Quando se trata dos Adesivos Sustentáveis, assim como observado para todos os adesivos analisados da empresa *Henkel*, não há referências de publicações citando especificamente qual o setor estudado. Essa ausência de tendência pode indicar uma necessidade de priorização de estudos mais direcionados em relação à aplicabilidade dos adesivos em questão por parte desse *player*, podendo sugerir parcerias com outras empresas de forma a adquirir mais informações que ajudem a desenvolver melhor essa área.

A tecnologia de "Processos e Mecanismos de Produção" é citada somente no Médio Prazo para os Adesivos de Alto Desempenho, ou seja, pode-se esperar uma evolução nessa área no futuro. Essa tendência mostra-se diferente da observada para as empresas *3M* e *Henkel*, na qual espera-se uma possível alteração no processo no Curto Prazo.

9.3.4 *Sika*

A empresa encontra-se presente em pesquisas sobre os Adesivos Estruturais no Curto e no Médio Prazo, com foco em "Aplicação", "Propriedades" e "Composição". É interessante notar que no horizonte temporal de Médio Prazo, esse *player* apresenta publicações em todos esses focos enquanto que no Curto Prazo, as patentes concedidas analisadas fazem referência apenas aos focos "Aplicação" e "Composição" desses adesivos. Não foi analisado nenhum artigo científico ou *conference paper* no Longo Prazo para a referida empresa, assim como nenhuma mídia especializada no Estágio Atual. Também não foi estudado em nenhum dos estágios temporais documentos referentes aos Adesivos Sustentáveis e aos de Alto Desempenho.

Assim como observado para a empresa *Du Pont*, em relação aos "Insumos do Processo", os estudos mudam ao longo do tempo e não foi possível identificar nenhuma tendência que permitisse o desenvolvimento de análises mais detalhes sobre o assunto. Para os Adesivos Estruturais, no Curto Prazo, existem referências somente ao uso de agentes de cura, enquanto que no Médio Prazo, já é possível ver referências ao uso de agentes de cura atrelados a utilização concomitante de matéria-prima sintética e resinas, indicando que nesses dois horizontes temporais ainda não há pesquisas em relação a uma mudança na base petroquímica para essa empresa.

Quando se trata da "Aplicação", pode-se observar que não há uma mudança ao longo do tempo para os Adesivos Estruturais, uma vez que o mesmo setor se mantém presente em todas as pesquisas realizadas. Tanto para o Curto como para o Médio Prazo, as patentes concedidas e depositadas fazem referência à indústria automobilística. Isso mostra uma manutenção da priorização em relação à aplicabilidade dos adesivos estudados, deixando evidente que esse é o provável foco que a empresa pretende seguir nos próximos anos.

A tecnologia de "Processos e Mecanismos de Produção" não é citada em nenhum dos horizontes temporais estudados, ou seja, pode-se identificar uma necessidade de desenvolvimento de estudos nessa área nos próximos anos, a fim de atingir níveis evolutivos mais altos. A presença desse *gap* de pesquisas também pode ser vista como uma oportunidade de integração dessa empresa com outros *players*, através da formação de parcerias e *clusters*, em busca de otimizações de processos e melhores resultados nesse setor.

9.3.5 *SK Energy*

Esse *player* encontra-se presente em pesquisas sobre os Adesivos Sustentáveis no Curto e no Médio Prazo, com o mesmo foco em "Propriedades" e "Composição" dos adesivos nos dois estágios temporais. É interessante notar que no horizonte temporal de Médio Prazo, essa empresa aparece em publicações realizando parceria com outra do mesmo conglomerado *SK C&C (Sunkyoung Conglomerate Company)* – a *SK Global Chemical*. Não foi analisado nenhum artigo científico ou *conference paper* no Longo Prazo para a referida empresa, assim como nenhuma mídia especializada no Estágio Atual. Também não foi estudado em nenhum dos estágios temporais documentos referentes aos Adesivos Estruturais e aos Adesivos de Alto Desempenho.

Assim como observado para as empresas *Du Pont* e *Sika*, em relação aos "Insumos do Processo", os estudos mudam ao longo do tempo e não foi possível identificar nenhuma tendência que permitisse o desenvolvimento de análises mais detalhadas sobre o assunto. Para os Adesivos Sustentáveis, no Curto Prazo, pode-se encontrar referências ao uso de matérias-primas sintéticas e naturais, enquanto que no Médio Prazo, já é possível identificar referências ao uso de matérias-primas naturais atreladas a utilização concomitante de resinas. Esse fato pode indicar que nesses horizontes temporais existem pesquisas avaliando a mudança da base petroquímica para a base biológica, interligada ao uso de outros aditivos de forma a se obter uma melhor *performance* dos produtos.

Quando se trata da "Aplicação", não há referências de publicações citando estudos nesse setor. Essa ausência de tendência pode indicar uma necessidade de priorização de pesquisas mais direcionadas em relação à aplicabilidade dos adesivos em questão por parte desse *player*, uma vez que nem a "Aplicação" dos adesivos de maneira geral é citada no "Foco do Documento".

A tecnologia de "Processos e Mecanismos de Produção" é citada tanto no Curto quanto no Médio Prazo para os Adesivos Sustentáveis, ou seja, pode-se esperar uma evolução nessa área no futuro. Essa tendência mostra-se diferente das observadas para as outras empresas analisadas nos itens anteriores, na qual essa área foi citada apenas em um dos horizontes temporais analisados ou em nenhum. Isso indica uma priorização por parte desse *player* em P&D nesse setor.

9.3.6 *Akzo Nobel*

A empresa encontra-se presente em pesquisas sobre Adesivos Sustentáveis no Médio e no Longo Prazo, com foco em "Aplicação", "Propriedades" e "Composição". É interessante notar que em todas as vezes que esse *player* aparece no *Roadmap*, ele está associado a outras empresas por meio de parcerias e, dependendo das empresas envolvidas no processo, o "Foco do Documento" se altera. No horizonte temporal de Médio Prazo, esse *player*, através da parceria 8 (item 9.1.2.3), aparece em publicações nos três focos em questão – "Aplicação", "Propriedades" e "Composição" dos adesivos. Esses mesmos três focos podem ser verificados novamente no Longo Prazo através da parceria 13 (item 9.1.2.4). Já na parceria 11 (também no item 9.1.2.4), o foco é em relação à "Aplicação" e à "Composição" dos adesivos e na parceria 12 (também no item 9.1.2.4), o foco é em "Composição" e nas "Propriedades" dos mesmos.

Não foi analisado nenhuma patente concedida no Curto Prazo para a referida empresa, assim como nenhuma mídia especializada no Estágio Atual. Também não foi estudado em nenhum dos estágios temporais documentos referentes aos Adesivos Estruturais e aos Adesivos de Alto Desempenho.

Em relação aos "Insumos do Processo", os estudos tendem a seguir para o mesmo objetivo, na qual realiza-se a troca da base petroquímica para a base de origem natural. Para os Adesivos Sustentáveis, no Médio Prazo, pode-se encontrar referências ao uso de matérias-primas sintéticas e naturais, enquanto que no Longo Prazo (parcerias 11 e 13), já é possível ver referências somente ao uso de matérias-primas naturais, indicando que no horizonte temporal determinado existem pesquisas associadas ao desenvolvimento de produtos *eco-friendly*.

Quando se trata da "Aplicação", pode-se observar que não há uma mudança ao longo do tempo para os Adesivos Sustentáveis, uma vez que o mesmo setor se mantém presente em todas as pesquisas realizadas. Tanto para o Médio como para o Longo Prazo (referente à parceria 12), os documentos analisados fazem referência à indústria de materiais avançados. Isso mostra uma manutenção da priorização em relação à aplicabilidade dos adesivos estudados, deixando evidente que esse é o provável foco que a empresa pretende seguir nos próximos anos. Quando se trata das parcerias 11 e 13, que citam a "Aplicação" como "Foco do Documento", não foram encontradas informações descrevendo especificamente qual o setor estudado.

A tecnologia de "Processos e Mecanismos de Produção" é citada somente no Longo Prazo para os Adesivos Sustentáveis (em todas as três parcerias encontradas), ou seja, pode-se esperar uma evolução nessa área em um futuro mais distante. Essa tendência mostra-se diferente da observada para as outras empresas, na qual espera-se uma possível alteração no processo em um prazo de tempo mais reduzido.

9.3.7 *KTH – Royal Institute of Technology*

Assim como visto no item 9.3.6. para a empresa *Akzo Nobel*, o centro de pesquisa *KTH* está presente no *Roadmap* Tecnológico associado a outras empresas por meio de parcerias e, dependendo dos *players* envolvidos no processo, o "Foco do Documento" é alterado. A "Aplicação", as "Propriedades" e a "Composição" são abordadas pelo instituto, mas em proporções distintas. Em todas as parcerias, a "Aplicação" dos adesivos é analisada, seguida pela "Composição", presente em 75% dos casos e por fim, as "Propriedades", citadas em metade das referências.

Em relação aos "Insumos do Processo", os estudos tendem a seguir para o mesmo objetivo, na qual se faz a utilização da matéria-prima de origem natural como o único insumo usado em três das quatro parcerias sobre os Adesivos Sustentáveis no Longo Prazo.

Quando se trata da "Aplicação", não foi possível observar uma tendência ao longo do tempo para os Adesivos Sustentáveis, pois só foram analisados documentos para esse instituto no Longo Prazo. Contudo, quando se compara as parcerias formadas, pode-se verificar que as parcerias 10 e 12 fazem referência à indústria de materiais avançados. Isso mostra uma possível priorização em relação à aplicabilidade dos adesivos estudados, deixando evidente que esse é o provável foco que o centro de pesquisa pretende seguir nos próximos anos. Quando se trata das parcerias 11 e 13, que citam a "Aplicação" como "Foco do Documento", não foram encontradas informações descrevendo especificamente qual o setor estudado.

A tecnologia de "Processos e Mecanismos de Produção" é citada no Longo Prazo para os Adesivos Sustentáveis (em três das quatro parcerias encontradas), ou seja, pode-se esperar uma evolução nessa área para um futuro mais distante. Essa tendência mostra-se diferente da observada para a maioria das empresas, mas semelhante a encontrada para a empresa *Akzo Nobel*, que também aparece no *Roadmap* sempre associada a outros *players* na formação de *clusters* de conhecimento.

9.3.8 *Lord Corporation*

A empresa apresenta o mesmo comportamento que a *3M* no Estágio Atual, atuando de forma a contribuir para a formação de *clusters*, integrando conhecimento e desenvolvendo produtos com maior eficiência e qualidade. Ela está presente em pesquisas sobre os Adesivos Sustentáveis no Estágio Atual e no Curto Prazo, com foco em "Aplicação", "Propriedades" e "Composição" dos adesivos nos dois períodos analisados. É interessante notar que no Estágio Atual, esse *player* também aparece em publicações nesses mesmos focos para os Adesivos Estruturais e para os de Alto Desempenho. Já no Curto Prazo, através do *cluster* 8 (item 9.1.2.2), as patentes concedidas analisadas só fazem referência aos Adesivos Sustentáveis, com foco em "Propriedades" e "Composição". Não foi analisado nenhum artigo científico ou *conference paper* no Longo Prazo para a referida empresa e nenhuma patente depositada no Médio Prazo.

Em relação aos "Insumos do Processo", os estudos apresentados se limitam ao tempo presente. Tanto para os Adesivos Estruturais, para os Sustentáveis e para os de Alto Desempenho, no Estágio Atual, existem referências ao uso de matéria-prima sintética e natural,

além de resinas, indicando que no presente momento essas são as principais fontes utilizadas. No que se refere ao Curto Prazo, só é possível verificar referências ao uso de matéria-prima sintética, indicando uma mudança nesse horizonte temporal para os Adesivos Sustentáveis, enquanto que para os outros adesivos não há citações. É importante lembrar que apesar da não utilização de matéria-prima natural, um adesivo pode ser considerado sustentável à medida que a síntese química é modificada de forma que a mesma seja mais renovável e menos agressiva ao meio ambiente.

Quando se trata da "Aplicação", no Estágio Atual, as mídias especializadas fazem referência à indústria automobilística e aos materiais avançados, enquanto que no Curto Prazo não é possível encontrar citações em patentes concedidas sobre esse setor. Isso mostra uma atual priorização da aplicabilidade dos adesivos estudados, indicando que as produções estão mais voltadas para atender as demandas de aplicação do mercado.

Assim como para a empresa *Sika*, a tecnologia de "Processos e Mecanismos de Produção" não é citada em nenhum dos horizontes temporais estudados, ou seja, pode-se identificar uma necessidade de desenvolvimento de estudos investigativos nessa área nos próximos anos, a fim de atingir níveis evolutivos mais altos. A presença desse *gap* de pesquisas também pode ser vista como uma oportunidade de integração dessa empresa com outros *players*, através da formação de parcerias e *clusters*, em busca de otimizações de processos e melhores resultados nesse setor.

9.3.9 *Dow Global*

A empresa está presente em pesquisas sobre os Adesivos de Alto Desempenho no Estágio Atual, no Curto e no Médio Prazo, com foco em "Aplicação", "Propriedades" e "Composição" dos mesmos nos três períodos analisados. É interessante notar que no Estágio Atual, esse *player* também aparece em publicações nos mesmos focos para os Adesivos Estruturais e para os Sustentáveis. No Curto Prazo, é possível encontrar estudos sobre os Adesivos Estruturais também, mas com ênfases diferentes – apenas em relação à "Composição" e às "Propriedades" dos adesivos – enquanto que para os Adesivos de Alto Desempenho são encontrados documentos com foco em "Aplicação", "Propriedades" e "Composição". Já no Médio Prazo, as patentes depositadas analisadas fazem referência aos Adesivos Estruturais e aos de Alto Desempenho, com documentos também nos três focos já citados a cima. Não foi

analisado nenhum artigo científico ou *conference paper* no Longo Prazo para a referida empresa.

Em relação aos "Insumos do Processo", os estudos sofrem alterações ao longo do tempo. Tanto para os Adesivos Estruturais, para os Sustentáveis e para os de Alto Desempenho, no Estágio Atual, existem referências ao uso de matéria-prima sintética e natural, além de resinas, indicando que no presente momento essas são as principais fontes utilizadas. No Curto Prazo, já é possível verificar referências ao uso concomitante de matéria-prima sintética, resinas e agentes de cura, indicando uma mudança nesse horizonte temporal para os Adesivos de Alto Desempenho e para os Estruturais. No caso desse último, também ocorre a utilização de matéria-prima natural. No que se refere ao Médio Prazo para Adesivos Estruturais, encontram-se referências sobre a utilização de matéria-prima sintética, resinas, catalisadores e agentes de cura, o que indica a dominância no uso da base petroquímica como fonte dos insumos e não uma possível substituição pela base de origem natural. Não foram encontradas citações sobre os Adesivos Sustentáveis e os de Alto Desempenho nesse horizonte temporal.

Quando se trata da "Aplicação", os estudos mudam ao longo do tempo. Tanto para os Adesivos Estruturais, para os Sustentáveis e para os de Alto Desempenho, no Estágio Atual, existem referências à indústria de construção civil e aos materiais avançados. No Curto Prazo, para os Adesivos de Alto Desempenho, já é possível verificar alterações nas priorizações: a construção civil permanece como foco juntamente com a indústria automobilística, que começa a ganhar espaço. Essa tendência pode significar uma mudança nesse horizonte temporal que é corroborada ao realizar a análise do Médio Prazo, que indica mais pesquisas para os Adesivos Estruturais e para os de Alto Desempenho na indústria automotiva.

A tecnologia de "Processos e Mecanismos de Produção" é citada somente no Curto Prazo para os Adesivos de Alto Desempenho, ou seja, pode-se esperar uma evolução nessa área para os próximos anos. Essa mesma tendência também é constatada na empresa *3M* e na *Henkel*, o que pode indicar uma possível integração entre os *players* no futuro em busca de otimizações de processos e melhores resultados nesse setor.

9.3.10 *Tesa SE*

A empresa encontra-se presente em pesquisas sobre os Adesivos de Alto Desempenho no Curto e no Médio Prazo, com foco em "Aplicação", "Propriedades" e "Composição". É interessante notar que no horizonte temporal de Médio Prazo, esse *player* aparece em

publicações atuando sobre as "Propriedades" e a "Composição" dos adesivos, enquanto que no Curto Prazo, as patentes concedidas analisadas fazem referência aos focos "Aplicação" e "Propriedades". Não foi analisado nenhum artigo científico ou *conference paper* no Longo Prazo para a referida empresa, assim como nenhuma mídia especializada no Estágio Atual. Também não foi estudado em nenhum dos estágios temporais documentos referentes aos Adesivos Estruturais e aos Adesivos Sustentáveis.

Em relação aos "Insumos do Processo", os estudos permanecem utilizando como fonte a matéria-prima sintética para os Adesivos de Alto Desempenho, tanto no Curto quanto no Médio Prazo, indicando que para os próximos anos não há previsão de mudança dos insumos mais usados nos processos.

Quando se trata da "Aplicação", não foi possível observar uma tendência ao longo do tempo para os Adesivos de Alto Desempenho, pois só foram analisados documentos para essa empresa no Curto Prazo. Isso mostra uma possível priorização em relação à aplicabilidade dos adesivos estudados, deixando evidente que a indústria de materiais avançados é o provável foco que a empresa pretende seguir nos próximos anos.

Assim como para a empresa *Dow Global*, a tecnologia de "Processos e Mecanismos de Produção" é citada somente no Curto Prazo para os Adesivos de Alto Desempenho, ou seja, pode-se esperar uma evolução nessa área para os próximos anos. Essa mesma tendência também é percebida na empresa *3M* e na *Henkel*, o que pode indicar uma possível integração entre os *players* no futuro em busca de otimizações de processos e melhores resultados nesse setor.

9.3.11 *Dow Corning*

A empresa está presente em pesquisas sobre os Adesivos Estruturais no Curto Prazo e sobre os Adesivos de Alto Desempenho no Médio e no Longo Prazo, o que indica uma mudança em relação a priorização dos adesivos estudados. O "Foco do Documento" na "Composição" se mantém ao longo do tempo, mas é possível notar uma alteração em relação aos outros focos: enquanto que no horizonte temporal de Curto Prazo, tem-se a "Aplicação" como ênfase; no Médio e no Longo Prazo são as "Propriedades" que recebem destaque, juntamente com a "Aplicação" em pesquisas no Longo Prazo. Não foi analisada nenhuma mídia especializada no Estágio Atual para a referida empresa. Também não foi estudado em nenhum dos estágios temporais documentos referentes aos Adesivos Sustentáveis.

Em relação aos "Insumos do Processo", os estudos mudam ao longo do tempo. Nos três horizontes temporais estudados, a utilização de matéria-prima sintética permanece sendo a principal fonte. No Curto Prazo, para os Adesivos Estruturais, concomitante com a matéria-prima sintética, ocorre também o uso de resinas e agentes de cura. Dessa forma, a não utilização dos mesmos no Médio e no Longo Prazo, para os Adesivos de Alto Desempenho, indica uma melhoria nos processos de produção dos adesivos, uma vez que é reduzida a necessidade de insumos para atingir elevados níveis de *performance*.

Quando se trata da "Aplicação", no Curto Prazo, as mídias especializadas fazem referência à indústria automobilística e aos materiais avançados, enquanto que no Longo Prazo a ênfase está voltada somente para os materiais avançados. Isso mostra uma atual priorização da aplicabilidade dos adesivos estudados, indicando que as produções estão mais voltadas para atender as demandas de aplicação do mercado.

A tecnologia de "Processos e Mecanismos de Produção" é citada no Curto Prazo para os Adesivos Estruturais, ou seja, pode-se esperar uma evolução nessa área nos próximos anos. Essa tendência mostra-se diferente das observadas para as outras empresas analisadas nos itens anteriores, na qual essa área não foi citada nos horizontes temporais analisados. Isso indica uma priorização por parte desse *player* em P&D nesse setor.

9.3.12 *Oxiteno*

A empresa está presente em pesquisas sobre os Adesivos Sustentáveis no Estágio Atual, e no Médio Prazo para os Adesivos de Alto Desempenho, o que indica uma mudança em relação a priorização dos adesivos estudados. O foco na "Composipação" se mantém ao longo do tempo, mas é possível notar uma alteração em relação aos outros focos: enquanto que no Estágio Atual tem-se a "Aplicação" como ênfase, no Médio Prazo são as "Propriedades" que recebem destaque. Não foi analisado nenhum artigo científico ou *conference paper* no Longo Prazo para a referida empresa e nenhuma patente concedida no Curto Prazo. Também não foi estudado em nenhum dos estágios temporais documentos referentes aos Adesivos Estruturais.

Assim como para a *Lord Corporation*, os estudos em relação aos "Insumos do Processo" se limitam ao Estágio Atual para os Adesivos Sustentáveis, através da utilização de matéria-prima sintética e natural, indicando a existência de modificações parciais nos insumos originais, o que resulta em melhorias em desempenho com uma menor agressão ao meio ambiente.

Quando se trata da "Aplicação", não há referências de publicações citando estudos nesse setor. Essa ausência de uma tendência pode indicar uma possível priorização de pesquisas mais detalhadas em relação à aplicabilidade dos adesivos em questão por parte desse *player*, uma vez que a "Aplicação" dos adesivos é citada de maneira geral no "Foco do Documento" apenas no Estágio Atual para os Adesivos Sustentáveis.

Assim como pode ser visto para a empresa *Sika* e para a *Lord Corporation*, a tecnologia de "Processos e Mecanismos de Produção" não é citada em nenhum dos horizontes temporais estudados, ou seja, pode-se identificar uma necessidade de desenvolvimento de pesquisas investigativas nessa área nos próximos anos, a fim de atingir níveis evolutivos mais altos. A presença desse *gap* de estudos também pode ser vista como uma oportunidade de integração dessa empresa com outros *players*, através da formação *clusters*, tal como pode ser verificado no Estágio Atual (*cluster* 6), mas com um direcionamento com caráter prioritariamente tecnológico.

9.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Do ponto de vista estratégico de uma empresa ou política pública, pode-se inferir que as melhores composições para investimento são aquelas que têm domínio em parcerias e *clusters* de mesmo foco, possibilitando uma relação mais estreita com os *drivers* do processo e garantindo o vínculo entre tecnologia e estratégia. O principal benefício observado por meio da utilização desta ferramenta é a possibilidade de previsão, na qual as empresas interessadas podem se planejar de forma mais consistente, alocando recursos de modo otimizado e aumentando a vantagem competitiva da organização.

Dessa forma, é possível perceber oportunidades de desenvolvimento tecnológico em relação aos adesivos através das empresas analisadas no item 9.3, uma vez que o *Roadmap* Tecnológico permite a compreensão do estado da arte do setor ao mesmo tempo que proporciona o entendimento das relações que envolvem os *drivers* do processo e os *players* que se organizam mediante parcerias e *clusters* de mesmo foco. Assim, ficam evidentes as forças, ameaças, oportunidades e fraquezas de cada segmento em um horizonte temporal de curto a longo prazo, viabilizando estudos mais direcionados para cada área na qual as empresas possuam interesses.

É pertinente notar que o foco de relevância de cada *player* pode ir ao encontro do interesse de outras empresas, o que permite a criação de diferentes *clusters* e parcerias de

corporações de setores similares ou distintos. Além disso, pode-se inferir que existem oportunidades de desenvolvimento tecnológico que envolvem diferentes *drivers*, o que possibilita uma ampla interdisciplinaridade, tal como insumos do processo para determinada aplicação ou, que apresentem uma composição específica, com (ou sem) alteração no processo de síntese química.

No próximo capítulo, foram abordadas as reflexões finais e as conclusões obtidas a partir das análises realizadas nos capítulos 8 e 9 dessa Dissertação, de forma que seja possível verificar oportunidades futuras e contribuições acerca da elaboração de *Roadmaps* Tecnológicos, principalmente em relação à Adesivos Estruturais, Sustentáveis e de Alto Desempenho.

Capítulo 10 CONCLUSÕES DO *ROADMAP* TECNOLÓGICO

A partir da análise estratégica do *Roadmap* Tecnológico de Adesivos a partir dos Adesivos Estruturais, Sustentáveis e de Alto Desempenho em uma perspectiva de Estágio Atual, Curto Prazo, Médio Prazo e Longo Prazo, pode-se observar tendências tecnológicas e mercadológicas que são pontuadas a seguir:

- A existência de uma rede relacional entre as três esferas institucionais: Universidade, Governo e Indústria. Observa-se no *Roadmap* Tecnológico a presença de grandes empresas (*Du Pont, Dow, 3M*...), pequenas empresas (*Adespec, SK Energy*...), universidades (*Universidade do Porto* e *KTH – Royal Institute of Technology*) e instituições governamentais (*Real Estate Vienna* e *The United States of America as represented by the Secretary of the Navy*) mostrando a diversidade de agentes que estão envolvidos na evolução de novas tecnologias, relacionadas aos temas;

- A maior parte dos *players* que apareceram no *Roadmap* estão envolvidos em mais de um tipo de Adesivos, sejam de Alto Desempenho, Estruturais e/ou Sustentáveis, o que mostra uma tendência forte do setor em relação a inovação dos adesivos com essas características aparecendo em conjunto;

- O *Roadmap* Tecnológico permite visualizar também as empresas que têm como atividade principal um campo diferente de aplicação, ou seja, empresas que sua atividade principal não está ligada ao setor de adesivos. Pode-se destacar a presença da empresa *Akzo Nobel* que tem como negócio principal o setor de tintas, revestimentos e produtos químicos em geral (ou seja, adesivos não é o carro-chefe da empresa), mas que está presente nessa análise temporal ligada aos Adesivos Sustentáveis. Isso mostra o posicionamento estratégico de diferenciação da empresa alinhada ao esforço de P&D em busca de inovações;

- Podem-se destacar também empresas tais como a *Cytec* e a *Zephyros* que possuem foco em todas as principais áreas ("Aplicação", "Propriedades" e "Composição dos Adesivos"), com maior ênfase na composição dos mesmos (engloba matéria-prima natural e sintética, resinas, catalisadores e agentes de cura), mas que também apresentam pesquisas em "Processos e Mecanismos de Produção" nos três tipos de adesivos aqui analisados,

corroborando o objetivo de alinhar propriedades, *performance* e sustentabilidade em um mesmo produto;

- O desenvolvimento de tecnologias para Adesivos Estruturais, Sustentáveis e de Alto Desempenho envolve uma intensa partilha de informações e conhecimento corroborado pela grande presença de *clusters* de mesmo foco e parcerias ou redes de cooperação em todos os estágios de tempo do *Roadmap*;

- No *Roadmap*, destacam-se os esforços das empresas *Du Pont, Dow, Henkel* e *3M* que estão desenvolvendo atividades de P&D relacionadas ao tema ao longo de diversos estágios temporais. Essas empresas possuem desde pesquisa de base até produtos finais que já estão sendo comercializados, relacionados ao setor de adesivos;

- Cabe destacar também a grande participação através de parcerias da Universidade do Porto e do *KTH – Royal Institute of Technology* no *Roadmap* Tecnológico. Cada um desses centros de pesquisa aparece quatro vezes no mapa, mostrando sua *expertise* na pesquisa de Adesivos Estruturais, Sustentáveis e de Alto Desempenho;

- Através da análise das estratégias mercadológicas dos *players* e da maneira como elas se condicionam nos diversos períodos de tempo analisados, pode-se concluir que a "Aplicação" na indústria de materiais avançados é o foco do documento mais citado, e a utilização de matéria-prima sintética é o "Insumo do Processo" com mais referências;

- Em relação à tecnologia dos "Processos e Mecanismos de Produção" de adesivos, a maioria das citações feitas a essa área provém de parcerias entre empresas e institutos de pesquisa científica, tal como o *KTH – Royal Institute of Technology*, na Suécia, indicando uma excelente perspectiva para o futuro de colaboração intelectual em prol de um desenvolvimento tecnológico sustentável e com alto desempenho;

- Na análise realizada na fase pós-*Roadmap*, foi possível notar que algumas empresas mantém a mesma linha de pesquisa em diferentes horizontes temporais, como por exemplo, os *players 3M* e *Du Pont*, que atuam principalmente no desenvolvimento de tecnologia para aplicações e composições diversas que modificam suas propriedades. Outras empresas, tais como *Dow Global* e *Henkel*, possuem uma variância maior em relação ao foco do documento, como por exemplo, no caso de pesquisas mais direcionadas para os "Insumos do Processo".

Capítulo 11 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Para que os trabalhos decorrentes da presente dissertação possam agregar cada vez mais valor às pesquisas realizadas nessa área, vale ressaltar a pertinência de estudos mais detalhados sobre os tipos de polímeros envolvidos nos processos de produção de adesivos, através de buscas concatenadas de código CIP na base INPI e de aspectos mercadológicos sobre os *biobased adhesives*, embasando de maneira mais abrangente a dinâmica entre os *drivers* e os *players*.

Como sugestão de novos estudos, pode-se aplicar a tecnologia de *Roadmap* Tecnológico em vários outros setores e outros tipos de adesivos, além de ser interessante uma análise estratégica voltada para a indústria brasileira através de conceitos teóricos como Posicionamento Estratégico (MINTZBERG, 1978; PORTER, 1996; BARNEY, 1996), Modelo de Negócios (CHESBROUGH, 2003; TEECE, 2010), *Core Competence* (HAMEL & PRAHALAD, 1995; BARNEY, 2007) e Cenário de Negócios (PENROSE, 1995; BARNEY, 1996; PORTER, 2008) de forma a suprir as lacunas de desenvolvimento tecnológico na qual o país se encontra nesse setor.

REFERÊNCIAS

3M BRASIL. **Website da 3m Brasil**: 3m.com.br. 3M Ciência. Aplicada à vida | 3M Brasil. Disponível em: <http://www.3m.com.br>. Acesso em: 29 set. 2015.

3M. **Relatório Anual de Sustentabilidade 2015: Inovação para a Vida**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <http://multimedia.3m.com/mws/media/1092205O/relatorio-anual-de-sustentabilidade.pdf>. Acesso em: 30 set. 2015.

ABIQUIM. **Anuário da Indústria Química Brasileira**. São Paulo: ABIQUIM, 2013. p. 130-134

ABIQUIM. **Guia da Indústria Química Brasileira**. São Paulo: ABIQUIM, 2013. p. 13

ABIQUIM. **Pacto Nacional da Indústria Química**. São Paulo: ABIQUIM, 2012.

ABIQUIM.ORG.BR. **ABIQUIM - Canal Colas, Adesivos e Selantes**. Disponível em: <http://ABIQUIM.org.br/colas/tipo_termo.asp>. Acesso em: 10 set. 2015.

ADESIVO E SELANTE. 2006. **Adesivos Para Construção Civil**. Edição 14 /Novembro/Dezembro. Quoted in Carneiro, Ruth. 2010. Colagem de Junta de Madeira com Adesivo Epóxi. Universidade Federal do Pará.

ADESPEC.COM.BR. **Produtos e Soluções | Adespec. Verde de verdade.** Disponível em: <http://www.adespec.com.br/p&s.html>. Acesso em: 3 jun. 2016.

ADHESIVESMAG.COM. **Advantages of Soy-Based Adhesives.** Disponível em: <http://www.adhesivesmag.com/blogs/14-adhesives-blog/post/88951-advantages-of-soy-based-adhesives/>. Acesso em: 21 fev. 2016.

ADHESIVESMAG.COM. **2014 ASI Top 25: Leading Worldwide Adhesives and Sealants Manufacturers.** Disponível em: <http://www.adhesivesmag.com/articles/93123-asi-top-25-leading-worldwide-adhesives-and-sealants-manufacturers>. Acesso em: 6 dez. 2015.

ADHESIVESRESEARCH.COM. **Pressure Sensitive Adhesives - Pressure Sensitive Tapes - Pressure Sensitive Films - Drug delivery Systems | Adhesives Research**. Disponível em: <http://www.adhesivesresearch.com/>. Acesso em: 6 dez. 2015.

AG, W. **Products & Product Search - Wacker Chemie AG.** Disponível em: <http://www.wacker.com/cms/en/products/products-overview.jsp>. Acesso em: 5 jun. 2016.

AGR.GC.CA. **Results of Agricultural Research - Agriculture and Agri-Food Canada (AAFC).** Disponível em: <http://www.agr.gc.ca/eng/science-and-innovation/results-of-agricultural-research/?id=1196363731573>. Acesso em: 3 jun. 2016.

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.

AKZONOBEL. Homepage - **AkzoNobel Brasil** |. Português. Disponível em: <https://www.akzonobel.com/br>. Acesso em: 4 nov. 2015.

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.

ALNER, D. J. **Aspects of adhesion**. University of London: London, v.3, 1967.

ANGLEBRANDT, G. **Zephyros Inc**.: Romeo auto supplier goes on defensive with patents. Disponível em: <http://www.crainsdetroit.com/article/20150711/AWARDS1315/150719971/zephyros-inc-romeo-auto-supplier-goes-on-defensive-with-patents>. Acesso em: 30 nov. 2015. ARENAS, J. *et al*. **Multi-criteria selection of structural adhesives to bond ABS parts obtained by rapid prototyping**. International Journal of Adhesion and Adhesives, v. 33, p. 67-74, 2012.

ATXUTEGI, I. **Research Centres.** Disponível em: <http://www.ikerbasque.net/research_centers/research_centers/research_centres.html>. Acesso em: 5 jun. 2016.

BARNEY J. 1996. **The Resource-Based Theory Of The Firm**. Organizational Science, 7, 469.

BARNEY, J. B. 2007. **Gaining And Sustaining Competitive Advantage**. 3rd ed. New Jersey: Pearson Education, 2007.

BERNAL, L.; DORNBERGER, U.; TORRES, O.; BYRNES, T. **Technology** Roadmapping **Handbook.** Alemanha, 2009.

BASF.COM.BR. **Químicos.** Disponível em: <https://www.basf.com/br/pt/products-and-industries/chemicals.html>. Acesso em: 3 jun. 2016.

BIOBASED SOLUTIONS. **Soy-Based Adhesives Provide Formaldehyde-Free Alternative for Interior Wood Products.** Traducao. 1. ed. [s.l.] BioBased Solutions, 2012.

BRASCOLA.COM.BR. **Grupo Brascola.** Disponível em: <http://www.brascola.com.br>. Acesso em: 3 jun. 2016.

BORSCHIVER, S.; COELHO, K.M; JESUS, A.O.C; NUNES, S.B., 2014. **Roadmap Tecnológico Sisal.** Simpósio Internacional de Inovação Tecnológica – SIMTEC. ISSN:2318-3403, Aracaju/SE – 24 a 26/09/2014. Vol. 2/n.1/ p.111-121. D.O.I.: 10.7198/S2318-3403201400020014.

BORSCHIVER, S.; SILVA, A.L.R., 2016. **Technology Roadmap – Planejamento Estratégico para alinhar Mercado-Produto- Tecnologia.** ISBN: 9788571933866 1.a Edição – 2016.

BRAZIL, H. **Henkel harmoniza suas marcas de adesivos de consumo** - Henkel. Disponível em: <http://www.henkel.com.br/2010-5528_henkel-harmoniza-suas-marcas-de-adesivos-de-consumo-4749.htm>. Acesso em: 16 set. 2015.

BREWERSCIENCE.COM. **Products.** Disponível em: <http://www.brewerscience.com/products>. Acesso em: 5 jun. 2016.

CABORTCORP.COM.BR. **Soluções | Cabot Corporation.** Disponível em: <http://www.cabotcorp.com.br/solutions#products-plus>. Acesso em: 3 jun. 2016.

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.

CARLOS, R. **Modelo para atualização de *roadmaps* utilizando conceitos de agilidade e inteligência competitiva.** Mestre—[s.l.] Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos – Departamento de Engenharia de Produção, 2014.

CARUSO, L.A.; TIGRE, P. B. (organizadores). **Modelo SENAI de Prospecção: Documento Metodológico**. Capítulo 2: Prospecção Tecnológica. Montevideo. OIT/CINTERFOR. 2004.

CASTRO, A. M. G.; LIMA S. M. V.; FILHO, A. F. **Manual de Capacitación en Análisis de Cadenas Productivas.** EMBRAPA. Brasília, 1998.

CASTRO, A. M. G.; LIMA S. M. V; CARVALHO, J. R. P. **Planejamento de C&T: Sistemas de Informação Gerencial**. EMBRAPA/DPD. Brasília, 1999.

CASCOLA. **Cascola**. Disponível em: <http://www.cascola.com.br>. Acesso em: 21 set. 2015.

CCPCOMPOSITES.COM.BR. **Resinas - Polynt Composites Brazil.** Disponível em: <http://www.ccpcomposites.com.br/Conteudo.aspx?ConteudoSubId=18>. Acesso em: 5 jun. 2016.

CHESBROUGH, H. **Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology**, Harvard Business School Press, Boston, MA, 2003.

CLARIANT.COM. **Produtos e Soluções em destaque.** Disponível em: <http://www.clariant.com/pt/Solutions/Product-Highlights>. Acesso em: 5 jun. 2016.

COELHO, G. M., DOS SANTOS, D. M., SANTOS, M. D. M., FELLOWS FILHO, L. **Caminhos para o desenvolvimento em prospecção tecnológica: *Technology Roadmapping* – um olhar sobre formatos e processos.** Parcerias Estratégicas. Número 21. Dezembro, 2005. Disponível em: < http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/263/257>. Acesso em: 5 mar. 2017.

COOPERCOS.COM. **The Cooper Companies - A Quality of Life Company.** Disponível em: <http://www.coopercos.com/>. Acesso em: 5 jun. 2016.

CORAL MEDINA, J.D., WOICIECHOWSKI, A., ZANDONA FILHO, A., NOSEDA, M.D., KAUR, B.S., SOCCOL, C.R. **Lignin preparation from oil palm empty fruit bunches by sequential acid/alkaline treatment – A biorefinery approach.** Bioresource Technology, v. 194, p. 172-178, 2015.

CORNING.COM. **Corning | Corning.com.** Disponível em: <https://www.corning.com/cala/pt.html>. Acesso em: 5 jun. 2016.

CORPORATION, E. **Energenics Corporation – Product Pages.** Disponível em: <http://www.energenics.com/products/>. Acesso em: 5 jun. 2016.

CORPORATION, J. **Product Information - JSR Corporation**. Disponível em: <http://www.jsr.co.jp/jsr_e/pd/>. Acesso em: 3 jun. 2016.

CYTEC. **Cytec launches high Performance UV pressure sensitive adhesive for European tape market**. Pigment & Resin Technology, v. 38, n. 4, 2009.

CYTEC.COM. **Cytec.** Disponível em: <https://www.cytec.com>. Acesso em: 4 nov. 2015.

DANSKE-SELSKABER.COM. **TLA - Development I/S.** Disponível em: <http://www.danske-selskaber.com/tla-development-i-s-cdtd/>. Acesso em: 5 jun. 2016.

DA SILVA, L.F.M., ADAMS R.D. **Techniques to reduce the peel stresses in adhesive joints with composites**. International Journal of Adhesion & Adhesives, 2006.

DA SILVA, L.F.M., MAGALHÃES, A., MOURA, M. **Juntas Adesivas Estruturais**. (1º Edição). Publindústria. 2007.

DA SILVA, L.F.M., CAMPILHO R.D.S.G. **Advances in Numerical Modelling of Adhesive Joints**. Springer Briefs in Computational Mechanics, 2012.

DA SILVA MARQUES, J. L**. Nanotechnology application in pressure sensitive adhesive technology**. Mestre—[s.l.] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

DE AZEVEDO, A. R. *et al*. **Adesivos à Base de Resina Epóxi.** Graduado—[s.l.] Universidade de Guarulhos, 2011.

DICIONARIODOAURELIO.COM. **Dicionário Português - Dicionário do Aurélio Online**. Disponível em: <http://www.dicionariodoaurelio.com/>. Acesso em: 5 nov. 2015.

DISTANCIA. C. UNED | **INVESTIGACION.** Disponível em: <http://portal.uned.es/portal/page?_pageid=93,25453043&_dad=portal&_schema=PORTAL>. Acesso em: 5 jun. 2016.

DONGRE, P. *et al*. **Lignin-Furfural Based Adhesives**. Energies, v. 8, n. 8, p. 7897-7914, 2015.

DONNELLY. **Multi-Channel Retail — Restaurant — Automotive — Multiple Industries — Donnelly.** Disponível em: <http://www.donnellycommunications.com/html/Donnelly-Industries-Overview.html>. Acesso em: 5 jun. 2016.

DOS SANTOS, D. **Estudo Experimental da Resistência Mecânica de Junções Adesivas**. Mestre—[s.l.] Universidade de São Paulo, 2007.

DOW.COM. **Website da Dow Brasil**. Disponível em: <http://www.dow.com/brasil/>. Acesso em: 27 set. 2015.

DOWCORNING.COM. **Silicone Solutions, Products & Technologies - Dow Corning.** Disponível em: <https://www.dowcorning.com/>. Acesso em: 6 dez. 2015.

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.

DTI.DK. **Projects.** Disponível em: <http://www.dti.dk/projects/>. Acesso em: 5 jun. 2016.

DU PONT.COM. **Plásticos | Du Pont | Du Pont Brasil.** Disponível em: <http://www.Du Pont.com.br/industrias/plastics.html>. Acesso em: 5 jun. 2016.

DU PONT.COM. **Vertak® optical bonding adhesive** | Du Pont | Du Pont USA. Disponível em: <http://www.Du Pont.com/products-and-services/display-lighting-materials/display-enhancements/products/vertak-bonding-adhesive.html>. Acesso em: 17 set. 2015.

EHU.EUS. **Ikerketaren arloko Errektoreordetza - Vicerrectorado de Investigación - UPV/EHU.** Disponível em: <http://www.ehu.eus/en/web/ikerkuntza/>. Acesso em: 5 jun. 2016.

EL MANSOURI, N., PIZZI, A., SALVADÓ, J. **Lignin-based wood panel adhesives without formaldehyde.** Holz Roh Werkst, v. 65, n. 1, p. 65-70, 2006.

EPFL.CH. **Research | EPFL.** Disponível em: <http://recherche.epfl.ch/page-36159-en.html>. Acesso em: 5 jun. 2016.

ESSEL ELETROMECÂNICA BRASIL. **Website da Essel**: <http://www.essel.com.br/cursos/material/01/ProcessosFabricacao/73proc.pdf>. Acesso em: 29 set. 2015.

FABRÍCIO, R. F.; MÄHLMANN, C. M. **Desenvolvimento De Adesivo À Base De Amido De Milho E Mandioca.** *Tecno-logica* 18.1 (2014): n. pag. Print.

FERRAZ, J.; KUPFER, D; E HAGUENAUER, L. (1996). **Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira**. Editora Campus.

FIORELLI, J. *et al.* **Sugarcane bagasse and castor oil polyurethane adhesive-based particulate composite.** Mat. Res., v. 16, n. 2, p. 439-446, 2013.

FROST.COM. **Biobased Adhesives--The Trend of the Future (Technical Insights) Report Brochure.** Disponível em: <https://www.frost.com/prod/servlet/report-brochure.pag?id=D100-01-00-00-00>. Acesso em: 22 fev. 2016.

FURTADO, M. **Adesivos – Mercado prefere produtos sem aromáticos e os de base aquosa**. Disponível em: <http://www.quimica.com.br/pquimica/7767/adesivos-mercado-prefere-produtos-sem-aromaticos-e-os-de-base-aquosa/>. Acesso em: 15 set. 2015.

GATECH.EDU. **Georgia Tech Research | Georgia Tech Research.** Disponível em: <http://www.research.gatech.edu/>. Acesso em: 5 jun. 2016.

GARCIA QUINI, J. **Histórico e Conceitos Básicos dos Adesivos.** CENATEC Senai Mário Amato. São Paulo, 2011.

GARCIA DE MELO CASTRO, P. **Desenvolvimento De Processo Fermentativo Para A Produção De Ácido Propiônico A Partir Da Fração Hemicelulósica De Bagaço De Sorgo Sacarino [Sorghum bicolor (L.) Moench].** 2010.

GHAFFAR, S.FAN, M. **Lignin in straw and its applications as an adhesive.** International Journal of Adhesion and Adhesives, v. 48, p. 92-101, 2014.

GOOCHANDHOUSEGO.COM. **Resources - Gooch & Housego.** Disponível em: <http://goochandhousego.com/resources/>. Acesso em: 3 jun. 2016.

GP.COM. **Products Overview GP.** Disponível em: <https://www.gp.com/Products/Products-Overview>. Acesso em: 5 jun. 2016.

GRANDVIEWRESEARCH.COM. **Adhesives and Sealants Market Size | Industry Report, 2022**. Disponível em: <http://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/adhesives-and-sealants-market>. Acesso em: 6 dez. 2015.

GROHMANN, S. Z. 1998. **Vigas de madeira laminada colada com lâminas pré-classificadas de Eucalyptus grandis**. Universidade Federal de Santa Catarina. Quoted in Carneiro, Ruth. 2010. Colagem de Junta de Madeira com Adesivo Epóxi. Universidade Federal do Pará.

HAMEL, G.; PRAHALAD, C. K. **Competindo pelo Futuro: estratégias inovadoras para obter o controle do seu setor e criar os mercados de amanhã.** Rio de Janeiro: Campus: 1995.

HEMINGWAY, R., CONNER, A., BRANHAM, S. **Adhesives from renewable resources.** Traducao. Washington, DC: American Chemical Society, 1989.

HEMMILÄ, V.; TRISCHLER, J.; SANDBERG, D. **Lignin – An Adhesive Raw Material Of The Future Or Waste Of Research Energy?** 9th Meeting of the Northern European Network for Wood Science and Engineering (WSE), p. 6, 2013.

HENKEL AG & CO. KGAA. **One-component structural adhesive having high initial adhesion**. Alemanha, 2012. Acesso em: 19 set. 2015.

HENKEL BRAZIL. **Home Brasil - Henkel Bem-vindo à Henkel Brasil**. Disponível em: <http://www.henkel.com.br>. Acesso em: 4 nov. 2015.

HENKEL LTD., H. **Structural Adhesives - Loctite**. Disponível em: <http://www.loctite.co.uk/structural-adhesives-5682.htm>. Acesso em: 12 set. 2015.

HILTI.COM.BR. **Soluções inovadoras para profissionais da construção - Hilti do Brasil**. Disponível em: <https://www.hilti.com.br/>. Acesso em: 6 dez. 2015.

HIROSHIMA UNIVERSITY. **Research@HU.** Disponível em: <http://www.hiroshima-u.ac.jp/en/top/kenkyu/>. Acesso em: 5 jun. 2016.

HORIZONTE, V. **Normas Gerais – FAPEMIG.** Disponível em: <http://www.fapemig.br/pt-br/linhas-de-fomento>. Acesso em: 5 jun. 2016.

HUTCHINSONWORLDWIDE.COM. **Strategy | Hutchinson.** Disponível em: <http://www.hutchinsonworldwide.com/innovation/strategy>. Acesso em: 5 jun. 2016.

HUNTSMAN.COM. **Huntsman Corporation.** Disponível em: <http://www.huntsman.com/corporate/a/Home?p_langswitch=1>. Acesso em: 6 dez. 2015.

INNVENTIA.COM. **Innventia AB.** Disponível em: <http://www.innventia.com/>. Acesso em: 5 jun. 2016.

INSTRUMENTS, B. **Product Groups - BYK Additives & Instruments.** Disponível em: <http://www.byk.com/en/additives/product-groups.html>. Acesso em: 5 jun. 2016.

INTERFACEUROPE.EU. **Interfaceurope.** Disponível em: <http://www.interfaceurope.eu/services-financement-europeen>. Acesso em: 3 jun. 2016.

IPEN.BR. **IPEN - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares.** Disponível em: <https://www.ipen.br/portal_por/portal/produtos_home.php?secao_id=35>. Acesso em: 5 jun. 2016.

JACRET S.A. **Colle & Resine - Collage Structural.** Disponível em: <http://www.jacret.com/-Collage-Structural-.html>. Acesso em: 5 jun. 2016.

KAIST.EDU. **Research Vision/Goals > Research > KAIST.** Disponível em: <http://www.kaist.edu/html/en/research/research_0401.html>. Acesso em: 5 jun. 2016.

KAPPEL, T. A. (2001). **Perspectives on roadmaps: how organizations talk about the future.** The Journal of Product Innovation Management, 18, p.39-50. DOI: 10.1016/S0737-6782(00)00066-7.

KGAA, H. **Purbond - Henkel.** Disponível em: <http://www.henkel-adhesives.com/brands-5497.htm?nodeid=8797571842190>. Acesso em: 5 jun. 2016.

KTH.SE. **KTH – Royal Institute of Technology | Research.** Disponível em: <https://www.kth.se/en/forskning>. Acesso em: 5 jun. 2016.

KUCZKO, W. *et al.* **Application Of Additively Manufactured Polymer Composite Prototypes In Foundry**. Advances in Science and Technology Research Journal, v. 9, p. 20-27, 2015.

KURARAY.COM.BR. **Kuraray South America Ltda.** Disponível em: <http://www.kuraray.com.br/>. Acesso em: 5 jun. 2016.

LANXESS ELASTOMEROS DO BRASIL S.A. **Styrene-butadiene copolymers, process for the preparation thereof and high cohesion adhesive compositions**. Brasil, 2014. Acesso em: 18 set. 2015.

LAVRAS, U. F. **Universidade Federal de Lavras - Pesquisa.** Disponível em: <http://www.ufla.br/portal/pesquisa/>. Acesso em: 5 jun. 2016.

LDDAVIS.COM. **Starch Adhesive, Starch Adhesives – L.D.** Davis Industries, Inc. Disponível em: <http://www.lddavis.com/adhesive-products/water-based-adhesives/starch-adhesive/>. Acesso em: 25 fev. 2016.

LICENSE.UMN.EDU. **Bio-Based Pressure Sensitive Adhesive Alternative to Petroleum-Based Adhesives - 20110026 - University of Minnesota Office for Technology Commercialization.** Disponível em: <http://license.umn.edu/technologies/20110026_bio-based-pressure-sensitive-adhesive-alternative-to-petroleum-based-adhesives>. Acesso em: 20 fev. 2016.

LIMA, R. **Masterpol fornece adesivos estruturais para uso industrial e membrana impermeabilizante de poliuretano para construção civil.** Disponível em: <http://www.masterpol.com.br/>. Acesso em: 3 jun. 2016.

LINKEDIN.COM. **Numonyx Company.** Disponível em: <https://www.linkedin.com/company/numonyx>. Acesso em: 5 jun. 2016.

LGCHEM.COM. **LG Chem.** Disponível em: <http://www.lgchem.com/global/product>. Acesso em: 3 jun. 2016.

LORD.COM. **Adhesives, Coatings, Vibration and Motion Control, Sensing, and Magnetically Responsive Technologies | LORD Corp**. Disponível em: <http://www.lord.com/>. Acesso em: 6 dez. 2015.

LOUREIRO, A. M. V. **O EMPREGO DO MÉTODO *TECHNOLOGY ROADMAPPING* EM ADESIVOS E SELANTES APLICADOS À CONSTRUÇÃO CIVIL**. Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.

LOURO, A., VICENTE, I., SANTOS, D., MÁXIMO, L., AMORIM, J., CARVALHO, R. **Adesivos Estruturais na Construção de Aviões**. Projeto FEUP. [s.l.] Universidade do Porto, 2015.

LUME.UFRGS.BR. **Resumo de Tese - UFRGS.** Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/41943/Resumo_672.pdf?sequence=1>. Acesso em: 19 set. 2015.

MADRID, U. P. **Universidad Politécnica de Madrid.** Disponível em: <http://www.upm.es/Investigacion>. Acesso em: 5 jun. 2016.

MAIA NETO, C. P. *et al*. **Adesivos Estruturais em Automóveis**. Tradução. 1. ed. Porto, Portugal: [s.n.]. p. 8-11. Universidade do Porto, 2010.

MANSOURI, N., PIZZI, A., SALVADO, J. **Lignin-based polycondensation resins for wood adhesives**. Journal of Applied Polymer Science, v. 103, n. 3, p. 1690-1699, 2006.

MARINI, M. *et al*. **Mechanical analysis of structural adhesive for marine joints**. Journal of Adhesion Science and Technology, v. 27, n. 7, p. 820-824, 2013.

MARKETSANDMARKETS.COM. **Adhesives & Sealants Market by Technology, Chemistry & by Application - 2020 | MarketsandMarkets**. Disponível em: <http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/adhesive-sealants-market-421.html>. Acesso em: 30 nov. 2015.

METAEFFICIENT. **Non-Toxic Adhesives, Caulks and Sealants - MetaEfficient.** Disponível em: <http://www.metaefficient.com/adhesives-caulks-and-sealants/non-toxic-adhesives-caulks-and-sealants.html>. Acesso em: 25 fev. 2016.

MINAS GERAIS, U. F. **Universidade Federal de Minas Gerais.** Disponível em: <https://www.ufmg.br/>. Acesso em: 5 jun. 2016.

MINTZBERG, H., 1978. **Patterns in strategy formation**. Management Science, v. 29, n. 9, p. 934-48, 1978.

MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, L. **Products | Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. Global Website.** Disponível em: <https://www.mhi-global.com/products/index.html>. Acesso em: 5 jun. 2016.

MOHAMAD IBRAHIM MN, ZAKARIA N, SIPAUT CS, SULAIMAN O, HASHIM R. **Chemical and thermal properties of lignins from oil palm biomass as a substitute for phenol in a phenol formaldehyde resin production.** Carbohydrate Polymers 2011;86:112–9.

MTMTYS.CO.JP. **Matsumoto Yushi Seiyaku Co., Ltd.** Disponível em: <https://mtmtys.co.jp/e/product/>. Acesso em: 5 jun. 2016.

MUELLER, G. (2005). **Roadmapping**. Embedded Systems Institute. Disponível em: www.gaudisite.nl. Acesso em: jan. 2008.

NEITEC - NÚCLEO DE ESTUDOS INDUSTRIAIS E TECNOLÓGICOS. **NEITEC - Núcleo de Estudos Industriais e Tecnológicos**. Disponível em: <http://www.neitec.com>. Acesso em: 29 set. 2015.

NITTO.COM. **Nitto Europe | Product by Industry.** Disponível em: <http://www.nitto.com/eu/en/products/industry/>. Acesso em: 5 jun. 2016.

NOGUEIRA, N. S. **Análise *Delphi* e SWOT das Matérias-primas de Produção de Biodiesel: Soja, Mamona e Microalgas.** Mestre—[s.l.] Universidade Federal do Rio de Janeiro - Programa de Pós-Graduação TPQB, 2010.

NOVONORDISK.COM.BR. **Novo Nordisk.** Disponível em: <http://www.novonordisk.com.br/>. Acesso em: 3 jun. 2016.

NUNO SERRA NASCIMENTO, A. **Efeito da espessura do adesivo na resistência de juntas de sobreposição simples, na ligação materiais compósitos**. Mestre em Engenharia Mecânica—[s.l.] Universidade do Porto, 2013.

OXITENO.COM.BR. **Oxiteno - Tecnologia e Inovação.** Disponível em: <http://www.oxiteno.com.br/tecnologia-e-inovacao.html>. Acesso em: 5 jun. 2016.

PATENT US20050079796 - **Self-adhesive fabric bra.** Disponível em: <http://www.google.ch/patents/US20050079796>. Acesso em: 3 jun. 2016.

PENROSE, E. T. **The theory of the growth of the firm.** Oxford, England: Oxford University Press, 1995.

PEREIRA JR, N., COUTO, M. A. P. G., SANTA ANNA, L. M. M. (2008B). **Biomass of lignocellulosic compostion for fuel ethanol production and the context of biorefinery. Series on Biotechnology.** Biblioteca Nacional: Rio de Janeiro, v. 2, 2008.

PERVAIZ, Muhammad; CORREA, Carlos A. **Biorefinaria: desenvolvimento de plataformas químicas através de tecnologias integradas de biomassa**. Polímeros, São Carlos, v. 19, n. 1, p. E9-E11, 2009.

PETRIE, E. **Biobased Components in Hot Melt Adhesive Formulation**. SpecialChem, p. 8, 2012.

PETROBRAS.COM.BR. **Nossas Atividades: Saiba aqui as Atividades da Empresa - Petrobras.** Disponível em: <http://www.petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/>. Acesso em: 5 jun. 2016.

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. J. P., PROBERT, D. R. **Technology Roadmapping – A planning framework for evolution and revolution.** University of Cambridge, Department of Engineering, UK, may 2003.

PG.COM. **PG.com Brasil: Melhorando a vida, perto de você**. Disponível em: <http://www.pg.com/pt_BR/>. Acesso em: 29 set. 2015.

PINHEIRO, J.A. **Análise Comparativa Entre Dois Processos De Obtenção De Nanocelulose A Partir Das Fibras De Dendê.** 12° Congresso Brasileiro de Polímeros (12°CBPol), [s.d.].

PINTO, M.E.C.B., VISCONTE, L.L.Y., NUNES, R.C.R., LUZ, R.F. **Adesivos poliméricos à base de SBR: influência de diferentes tipos de agentes promotores de adesão.** Polímeros, São Carlos, v. 21, n. 4, p. 265-270, 2011.

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, janeiro/ junho, 2008.

PNEUS ESPORTIVOS, PASSEIO, OFF ROAD, PICK-UP, SUV, COMPETIÇÃO, CAMINHÕES, ÔNIBUS E OTR. **Pneus Esportivos, Passeio, Off road, Pick-up, SUV, Competição, Caminhões, Ônibus e OTR**. Disponível em: <http://www.yokohama.com.br/>. Acesso em: 6 dez. 2015.

POLIPLAS.COM.BR. **Produtos | POLIPLÁS | Selantes e Fixadores.** Disponível em: <http://www.poliplas.com.br/produtos>. Acesso em: 5 jun. 2016.

POLIURETANOS.COM.BR. **Capítulo 1: Poliuretanos**. Disponível em: <http://www.poliuretanos.com.br/Cap1/11mercado.htm>. Acesso em: 1 set. 2015.

PORTER, M. E., 1996. **What is Strategy?** Harvard Business Review, v.74, n.6, p.61-78, 1996.

PORTER E.M. 2008, **The five competitive forces that shape strategy**, Harvard Business Review, January 2008.

PPG.COM. **PPG Industries.** Disponível em: <http://brazil.ppg.com/Sobre.aspx#cietec>. Acesso em: 3 jun. 2016.

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.

RABELAIS TOURS, U. **Recherche Valorisation - Bienvenue.** Disponível em: <http://recherche-valorisation.univ-tours.fr/>. Acesso em: 3 jun. 2016.

RHODIA.COM.BR. **Mercados | Solvay.** Disponível em: <http://www.rhodia.com.br/pt/mercados-e-produtos/mercados/index.html>. Acesso em: 5 jun. 2016.

ROBATECH.COM.BR. **Robatech do Brasil.** Disponível em: <http://www.robatech.com.br/index.html>. Acesso em: 5 jun. 2016.

R. FLEMING, R. *et al*. **Tratamento a Plasma em Filmes de Poliacrilonitrila Obtidos pelo Processo de Extrusão**. Tradução. 1. ed. São José dos Campos, São Paulo: Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2015.

RESEARCH, T. **Global Adhesive and Sealants Market is Expected to Reach USD 31.64 billion and USD 7.92 billion, respectively by 2018: Transparency Market Research.** Disponível em: <http://www.prnewswire.com/news-releases/global-adhesive-and-sealants-market-is-expected-to-reach-usd-3164-billion-and-usd-792-billion-respectively-by-2018-transparency-market-research-218484641.html>. Acesso em: 30 nov. 2015.

REVISTA ADESIVOS & SELANTES. **Corrida tecnológica no setor de adesivos.** p. 33-44. Disponível em: <http://www.clicknoticia.com.br/clipp.asp?clip=604>. Acesso em: 29 set. 2015.

SAMSUNGSHI.COM. **Welcome To Samsung Heavy Industries.** Disponível em: <http://www.samsungshi.com/Eng/Product/ship_overview.aspx>. Acesso em: 5 jun. 2016.

SCIONRESEARCH.COM. **Scion**: About Scion. Disponível em: <http://www.scionresearch.com/general/about-us>. Acesso em: 4 nov. 2015.

SEIDL, P. R.; FREIRE, E.; BORSCHIVER, S. **Non-fuel Applications of Sugars in Brazil.** Biomass Sugars for Non-Fuel Applications. Chapter 7. RSC Green Chemistry No. 44. Disponível em <http://pubs.rsc.org | doi:10.1039/9781782622079-00228>. Acesso em: 23 jun. 2016.

SIKA BRASIL. **Website da Sika:** <http://bra.sika.com/>. Acesso em: 29 set. 2015.

SILVA, J. F. L.; SELICANI, M. A.; JUNQUEIRA, T. L.; KLEIN, B. C.; BONOMI, A. **Integração Da Produção De Furfural Em Uma Biorrefinaria De Cana-De-Açúcar**, p. 2535-2540. In: **Anais do XI Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica [=Blucher Chemical Engineering Proceedings, v. 1, n.3]. ISSN Impresso: 2446-8711.** São Paulo: Blucher, 2015.

SIRRUS.COM.BR. **Mundo Sirrus 11 Anos inovando com credibilidade - Produtos.** Disponível em: <http://www.sirrus.com.br/produtos>. Acesso em: 5 jun. 2016.

SK.COM. **SK Energy.** Disponível em: <http://www.sk.com/About/overview>. Acesso em: 5 jun. 2016.

SKGLOBALCHEMICAL.COM. **SK Global Chemical.** Disponível em: <http://eng.skglobalchemical.com/>. Acesso em: 5 jun. 2016.

SLU.SE. **A research-intensive university | Externwebben.** Disponível em: <http://www.slu.se/en/research/>. Acesso em: 5 jun. 2016.

SOUTH CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY. **Research.** Disponível em: <http://english.scau.edu.cn/scauen/nav-100.asp>. Acesso em: 3 jun. 2016.

STRATASYS.COM. **Visão geral dos materiais termoplásticos FDM** | Stratasys. Disponível em: <http://www.stratasys.com/br/materiais/fdm>. Acesso em: 14 set. 2015.

SUAGCENTER.COM. **Southern University Ag Center | Linking Citizens of Louisiana with Opportunities for Success.** Disponível em: <http://www.suagcenter.com/>. Acesso em: 3 jun. 2016.

SU, T. **Choice of Structural Adhesive**. <http://fp.optics.arizona.edu/optomech/student%20reports/tutorials/521%20tutorial%20Tianquan%20Su.pdf>. Acesso em: 26 set. 2015.

TAISEI-G.CO.JP. **Taisei-kako co.,ltd.** Disponível em: <http://www.taisei-g.co.jp/english/>. Acesso em: 6 dez. 2015.

TEECE, D. (2010). **J. Business Models, Business Strategy, And Innovation.** Long Range Planning, 43(2-3), 172-194.

TEIXEIRA, L. P. **Prospecção Tecnológica: importância, métodos e experiências da Embrapa Cerrados.** Documentos, 317. 1. ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2013. Disponível em: <http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/versaomodelo/html/2013/doc/doc_317.shtml>. Acesso em: 5 mar. 2017.

TESA SE. **Tesa SE Homepage**. Disponível em: <http://www.tesa.com>. Acesso em: 4 nov. 2015.

THE DOW CHEMICAL COMPANY. **Toughened Expandable Epoxy Resins for Stiffening and Energy Dissipation in Automotive Cavities**. Estados Unidos, 2010. . Acesso em: 17 set. 2015.

THERMOSEALINC.COM. **Products - Thermoseal Inc.** Disponível em: <http://www.thermosealinc.com/products>. Acesso em: 5 jun. 2016.

TRANSPARENCYMARKETRESEARCH.COM. **Sealants, Adhesives Market Will Register Moderate Growth Owing to Continuous Demand from Automotive, and Furniture Industries**. Disponível em: <http://www.transparencymarketresearch.com/pressrelease/global-adhesives-sealants-market.htm>. Acesso em: 30 nov. 2015.

UFSCAR, FAI. **Pesquisa Desenvolve Cola À Base De Amido Não Modificado — FAI • Ufscar.** *Fai.ufscar.br*. N.p., 2016. Web. 17 June 2016.

VACUUMSCHMELZE.DE. **Produkte: Dauermagnete, Magnetsysteme, Kerne, Drosseln, Übertrager, Stromsensoren, Halbzeuge, Teile, Stromtransformatoren, XDSL, Blechteile, Abschirmungen, weichmagnetische, magnetisch halbharte und physikalische Legierungen. - VACUUMSCHMELZE GmbH & Co. KG.** Disponível em: <http://www.vacuumschmelze.de/de/produkte.html>. Acesso em: 5 jun. 2016.

VEDACIT.COM.BR. **Vedacit**. Disponível em: <http://www.vedacit.com.br/neu/produtos.php?33>. Acesso em: 10 set. 2015.

VENDAMME, R.; SCHÜWER, N.; EEVERS, W. **Recent synthetic approaches and emerging bio-inspired strategies for the development of sustainable pressure-sensitive adhesives derived from renewable building blocks.** Journal of Applied Polymer Science, v. 131, n. 17, p. n/a-n/a, 2014.

VIAPOL.COM.BR. **Viapol - Viapol**. Disponível em: <http://www.viapol.com.br/>. Acesso em: 14 set. 2015.

VILAR, W. **Quimica e tecnologia dos poliuretanos**. Tradução. Rio de Janeiro: Vilar Consultoria, 1998.

VITO.BE. **Chemistry –Vito.** Disponível em: <https://vito.be/en/chemistry>. Acesso em: 5 jun. 2016.

VT.EDU. **The Research Institutes of Virginia Tech | Virginia Tech.** Disponível em: <http://www.research.vt.edu/institutes/index.php>. Acesso em: 5 jun. 2016.

WWW.AICHE.ORG. **AIChE - Proceedings - Completely Biobased Lignin Adhesives for Plywood Applications (2013 Annual Meeting).** Disponível em: <http://www3.aiche.org/proceedings/Abstract.aspx?PaperID=342538>. Acesso em: 25 fev. 2016.

YKI.SE. **SP Chemistry, Materials and Surfaces.** Disponível em: <http://www.yki.se/en/Sidor/default.aspx>. Acesso em: 5 jun. 2016.

YORK, U. **Research - University of York.** Disponível em: <http://www.york.ac.uk/research/>. Acesso em: 3 jun. 2016.

Apêndice A CORPORAÇÕES QUE MAIS ABORDARAM O TEMA ADESIVOS

3M

A 3M foi criada inicialmente para ser uma empresa de mineração sendo, por esse motivo, denominada *Minnesota Mining and Manufacturing Company*, em 1902, na região dos Grandes Lagos, em Minnesota, Estados Unidos. Entretanto, o negócio não se demonstrou lucrativo. Assim, a 3M passou a concentrar suas atividades no setor de abrasivos, mudando-se para cidade de Duluth.

Desde o princípio, a empresa foi focada em inovação e ciência. Invenções conhecidas mundialmente como fitas adesivas sensíveis à pressão da marca *Scotch*; esponjas de limpeza *Scotch-Brite*; e o bloco de recados adesivo *Post-it* foram criados em seus laboratórios. Em 2009, foi lançado o estetoscópio eletrônico Littmann 3200, um dispositivo de auscultação de última geração com tecnologia *bluetooth* sem fio que transfere os sons do coração, pulmão, e outros para um *software* em um computador para análise posterior. Estes estetoscópios têm permitido com sucesso que médicos possam estudar pacientes em áreas rurais distantes e até um astronauta na Estação Espacial Internacional.

Atualmente, a 3M já superou 30 bilhões de dólares em vendas, emprega 88 mil funcionários em 65 países e comercializa mais de 55 mil produtos, sendo os principais: adesivos, abrasivos, laminados, produtos médicos e ortodônticos, materiais eletrônicos, entre outros. É possível adquirir seus produtos em distribuidores em mais de 200 países ou online diretamente da companhia. Em 2014, cientistas e pesquisadores da 3M conquistaram a patente de número 100.000.

Adhesives Research

A companhia *Adhesives Research* é uma das desenvolvedoras independentes líderes do mercado de adesivos de alto desempenho, sensíveis à pressão, fitas, revestimentos e filmes e laminados especiais. Fundada nos Estados Unidos em 1961, atualmente a companhia possui fábricas na América do Sul, Europa e Ásia. Emprega aproximadamente 300 associados. Está dividida em dois segmentos: *Adhesives Researcb*, que contempla adesivos para fins médicos, farmacêuticos e eletrônicos; e *ARx*, dedicada ao desenvolvimento de sistemas *drug delivery*.

Akzo Nobel

A *Akzo Nobel* é uma multinacional holandesa que atua nas áreas de tintas decorativas, revestimentos e especialidades químicas. Sediada em Amsterdam, possui operações em mais de 80 países, contando com mais de 50 mil colaboradores. Em 2008, foi a companhia mais lucrativa do mundo. Em 2010, teve um crescimento de mais de 12%, faturando em torno de 14,6 bilhões de euros.

A companhia atual é resultado da fusão de diversas empresas, algumas que datam seu início do século XVII. No século XIX, ela foi pioneira na fabricação de produtos químicos em escala industrial. A empresa Akzo se formou em 1969, com a fusão de duas grandes empresas Holandesas, a AKU (*Algemene Kunstzjide Unie*) e a KZO (*Koninklijke Zout Organon*). Em 1994, a aquisição da empresa Nobel compôs a *AzkoNobel* conhecida atualmente. *Akzo Nobel* vende seus produtos sobre a forma de diversas marcas como *Dulux*, *Bruguer*, Tintas Coral, *Hammerite*, *Herbol*, *Sico*, *Sikkens International*, *Interpon*, Casco, *Nordsjö*, *Sadolin*, *Cuprinol*, *Taubmans*, *Lesonal*, *Levis*, *Glidden*, *Flood*, Flora, *Vivexrom*, *Marshall*, *Pinotex*, entre outras.

Cytec

Baseada em Wooland Park, Nova Jersey, a companhia é especializada em produtos químicos e tecnologia de materiais. Desenvolve, fabrica e vende resinas, plásticos, materiais compósitos, especialmente para indústria aeroespacial, têxtil, automotiva, entre outras. Foi criada para ser uma *spin-off* da empresa American *Cyanamide*, em 1991. Inicialmente, havia poucas esperanças de que a Cytec seria um sucesso financeiro. No seu primeiro ano como companhia independente, em 1993, teve um prejuízo de 83 milhões de dólares. Apesar das dificuldades iniciais, a empresa foi capaz de se separar da companhia e em meados dos anos 1990 era uma das duas companhias produtoras de fibras acrílicas nos Estados Unidos. Nessa época, 75% das vendas eram realizadas para os Estados Unidos e Canadá. Entretanto, em janeiro de 1997 a empresa vendeu a seção de fibras acrílicas por 100 milhões de doláres, pois o então presidente acreditava que este ramo não estava de acordo com as prioridades da empresa. Em contrapartida, foi adquirida a empresa *Fiberite*, fabricante de sistemas de resina e epóxi para os interiores e exteriores de aviões comerciais e militares.

Atualmente, a empresa possui aproximadamente 3600 funcionarios na Europa, Americas do Sul e do Norte, Ásia e Austrália. Foi vendida em julho deste ano para a companhia belga *Solvay*, pelo preço de 5,5 bilhões de dólares.

Dow

The Dow Chemical Company é uma das maiores fabricantes de produtos químicos do mundo. Foi fundada em 1897 pelo químico canadense Herbert Henry Dow, que havia inventado um novo método de extração de Bromo. Em 20 anos de história, se tornou a maior produtora de químicos agrícolas. Durante a primeira Guerra Mundial passou a suprir para os Estados Unidos o fornecimento de diversos materiais que antes eram importados da Alemanha. Desde o início, a *Dow* esteve focada em inovações e em atender as demandas do mercado, sempre entrando em novas linhas de produtos.

Atualmente, tem sua sede na cidade de Midland, Michigan. Fabrica plásticos, químicos e produtos agrícolas, estando dividida em sete segmentos operacionais principais. Está presente em 160 países e emprega cerca de 54 mil funcionários em todo o mundo. O total das vendas atingiu aproximadamente 57 bilhões de dólares em 2012. Foi o segundo lugar na lista de maiores produtores de produtos químicos em 2014.

Dow Corning

A companhia *Dow Corning Corporation* fornece soluções para aumentar o desempenho de seus mais de 25 mil consumidores ao redor do mundo. É líder nos setores de silicones e tecnologias à base de silicones, oferecendo mais de sete mil produtos diferentes, incluindo selantes, adesivos, borrachas, lubrificantes e solventes. Em 2013, teve uma renda de mais de cinco bilhões de dólares. É uma multinacional americana localizada em Michigan, Estados Unidos, e fundada em 1943. Foi criada para fornecer produtos a indústria militar na Segunda Guerra Mundial. É uma *joint venture* igualmente controlada pelas empresas *Dow Chemical* e *Corning*.

Henkel

Criada em 1876 pelo mercador Fritz Henkel e mais dois sócios, seu primeiro produto foi um detergente universal. Em 1878, já exportavam água sanitária para Suíça. Já em 1923, tropas francesas ocuparam a cidade onde a fábrica de *Henkel* estava instalada, Rhine, na Alemanha. Assim a indústria de Henkel teve seus suprimentos de adesivos cortado, passando a fabricar para o próprio consumo. Henkel observou que havia demanda para esse produto no mercado e no mesmo ano já vendeu o primeiro lote. A partir de 1960, a empresa fez diversas aquisições que colaboraram para seu crescimento e expansão, como por exemplo, a compra da *Standard Chemical Products, Inc* que permitiu o acesso ao mercado americano; em 1984

Teroson of Heidelberg foi adquirida e integrada a planta de adesivos; em 1995 a companhia de cosméticos *Hans Schwarzkopf GmbH* foi adquirida pela *Henkel*.

Atualmente, a companhia, com sede em Dusseldorf, Alemanha, está ativa tanto para vendas para o setor industrial quanto para o consumidor final. Está organizada em três unidades de negócio globais: lavanderia e *homecare*, beleza e tecnologia de adesivos. É conhecida mundialmente por marcas como *Persil*, *Schwarzkopf* e *Loctite*. No ano de 2014, reportou vendas no total de 16,4 bilhões de euros, com um lucro operacional de 2,6 bilhões de euros. Possui por volta de 50 mil funcionários, sendo mais de 80% deles fora da Alemanha.

Hilti

A companhia *Hilti* fornece tecnologia de ponta para a indústria global de construção civil, manutenção de edifícios e mineradoras. A sede do grupo é em *Schaan*, no Principado de Liechtenstein. Foi fundada em 1941 como uma companhia familiar.

Atualmente, possui 20 mil empregados em mais de 120 países ao redor do mundo. A companhia tem plantas de produção próprias e também centros de pesquisa e desenvolvimento na Europa e Ásia.

Huntsman

A *Huntsman Corporation* é uma indústria global de químicos especiais fundada em 1970. Fornece suprimentos para indústrias de diversos setores, como: plásticos, automotivo, aviação, têxtil, calçados, revestimentos, construção civil, agricultura, embalagens, entre outros. Possui mais de 15 mil colaboradores distribuídos em 30 países e cinco divisões de negócios, operando mais de 100 fábricas e centros de pesquisa ao redor do mundo.

A companhia reportou uma renda de 11 bilhões de dólares em 2013. No mesmo ano, a companhia inaugurou seu Centro de Tecnologia da Ásia-Pacífico, em Xangai. Ao custo de 40 milhões de dólares, espera-se que o centro promova a inovação e tecnologia da empresa para o mercado asiático.

Lord

A *Lord Corporation* é uma companhia de tecnologias diversificadas e possui uma produção que desenvolve adesivos, revestimentos, dispositivos de controle de movimento e tecnologia de sensores, que significativamente reduzem o risco e melhoram o desempenho dos

produtos. Há mais de 90 anos a companhia trabalha para desenvolver soluções nas áreas de óleo e gás, aeroespacial, automotiva, defesa, entre outras áreas industriais.

Foi fundada em 1924, na cidade de *Eric*, Pensilvânia. Atualmente, tem sua sede na cidade de *Cary*, Carolina do Norte, Estados Unidos. A renda de 2014 superou 890 milhões de dólares. A *LORD Corp* possui mais de 3100 empregados em 26 países e 17 fábricas e 9 centros de pesquisa ao redor do mundo.

Scion

A *Scion* é um instituto de pesquisa neozelandês fundado em1947 como parte do Serviço Florestal da Nova Zelândia. É especializado no desenvolvimento de tecnologias para as áreas florestal, produtos madeireiros e outros biomateriais. O propósito é impulsionar a inovação nesses setores e desenvolver a economia. Pertence completamente ao governo da Nova Zelândia, sendo comandado pelos ministérios de ciência e inovação e de finanças. Possui uma equipe de aproximadamente 300 funcionários.

Taisei Plastics

A companhia *Taisei Plastics Co Ltd* é uma marca da companhia japonesa *Taisei Kako Co Ltd*, especializada no fornecimento de produtos como plástico, alumínio, vidro e embalagens, entre outros produtos para indústria farmacêutica, médica e de cosméticos. Fundada em maio de 1932, possui atualmente 950 funcionários e está sedeada em *Ibaraki*, Japão.

Tesa SE

A companhia começou com a fabricação de uma bandagem adesiva pelo farmacêutico Paul C. Beiersdorf. A bandagem tinha um forte poder adesivo, porém era irritante para a pele. Assim, o Dr. Oscar Troplowitz, que assumiu o laboratório, decidiu aproveitá-lo para outra finalidade, e, dessa forma nasceu a primeira fita adesiva da história. Nos anos seguintes, diversas inovações foram realizadas na companhia, como em 1936 o lançamento da fita adesiva transparente com *dispenser* de mesa; desenvolvimento do *tesamoll®*, para vedação de portas e janelas, em 1957; desenvolvimento de *displays* para venda em lojas de varejo especializadas, em 1968; entre outros. Como últimos lançamentos, pode-se ressaltar a linha *tesa® ACX plus*, uma nova categoria de fitas adesivas técnicas para a construção civil.

Em 2001, a empresa deixou de ser parte do laboratório *Beiersdorf*, passando a ser independente. No segmento industrial, possui mais de 6500 produtos e sistemas auto-adesivos. Para o consumidor final, vende mais de 300 produtos para casa e jardim. Em 2014, vendeu mais de 184 milhões de euros. Possui atualmente por volta de 4100 colaboradores a nível mundial e 2100 na Alemanha.

Yokohama

Controlada pela empresa *Yokohama Rubber Co. Ltd*, em 1989 a *Yokohama Industries Americas Inc* foi fundada nos Estados Unidos para suprir a demanda da indústria automotiva local. Sua divisão de adesivos e selantes está localizada em *Versailles, Kentucky*, e é responsável por fornecer sistemas adesivos de alto desempenho para indústria de transportes. Atualmente, a empresa emprega aproximadamente 1200 funcionários e possui vendas na casa dos 200 milhões de dólares.

Zephyros

A *Zephyros Inc* é a entidade que detém as patentes da *L&L Products Inc*, uma fornecedora de produtos automotivos. A *L&L Products Inc*. fabrica adesivos estruturais, partes de reforço estrutural e materiais para construção. *L&L Products Inc* foi fundada em 1958 por Bob Ligon e Gene Lane. Em 2006 foi adquirida pela *Zephyros Inc*, com um total de 149 patentes em tecnologias nas áreas de aderência, selamento, absorção de som, células de combustíveis, entre outros. O seu mercado é 99% automotivo. Em 2014, foram submetidas 17 patentes pela companhia.

Apêndice B SINOPSE DOS PRINCIPAIS ARTIGOS CIENTÍFICOS

***"Polyurethane structural adhesives applied in automotive composite joints"* (QUINI E MARINUCCI, 2012)**

O artigo se refere a um estudo sobre a utilização de adesivos estruturais de poliuretano para unir juntas automotivas. No trabalho foram estudados os efeitos da temperatura e do tempo na resistência ao cisalhamento de juntas RTM, ABS e SMC, aplicando temperaturas de -40, 25, 80, 120 e 177 °C e tempos de 20 minutos a 500 horas. O objetivo era avaliar a *performance* dessas juntas em condições extremas, para atestar se poderiam ser utilizadas em veículos de passageiros ou *off-road*. Os resultados mostraram que o adesivo estrutural de uretano promove uma ligação eficiente, considerando que pela alta força adesiva as falhas ocorreram nos substratos, sem afetar a área colada.

***"Multi-criteria selection of structural adhesives to bond ABS parts obtained by rapid prototyping"* (ARENAS, ALIA *et al*, 2011)**

Neste trabalho estuda-se a seleção de adesivos estruturais para ligar porções de ABS obtidas por prototipagem rápida. Um dos métodos de prototipagem rápida mais utilizados é o de Modelagem por Deposição Fundida (FDM). Ele permite gerar materiais como o ABS resistente e com poucos impactos ambientais. Porém, exibe níveis baixos de finalização de superfícieis, dificuldade em gerar estruturas complexas e baixa consistência em partes finas. Uma estratégia para melhorar esses problemas é a aderência de partes do plástico com adesivos estruturais. Essas juntas adesivas devem ser desenhadas especificamente para o substrato e a tecnologia utilizadas. Para alcançar um bom desenho, é necessária uma seleção criteriosa dos compostos disponíveis. Em vista disso, o trabalho analisa cinco famílias de adesivos (cianoacrilato, poliuretano, epóxi, acrílico e silicone) e analisa suas propriedades para encontrar o que melhor se adapta a tecnologia FDM.

***"Mechanical analysis of structural adhesive for marine joints"* (MARINI, RIVALTA *et al*, 2013)**

O artigo analisa propriedades mecânicas de um adesivo para juntas marinhas. No trabalho, o adesivo *I.C.R., X07 Extreme*® foi totalmente caracterizado em ensaio de tração, ensaios de força de cisalhamento dinâmico e estático, ensaio de clivagem e DSC. O ensaio de cisalhamento foi realizado usando alumínio, aço inoxidável e fibra de vidro como substratos. A performance do novo adesivo foi comparada com a de um concorrente.

***"Methylene malonates and cyanoacrylates: Energy-efficient, high-performance sustainable adhesive systems"* (STEVENSON, KERN *et al*, 2015)**

Neste trabalho se investiga as propriedades de sistemas de adesivos cianoacrilatos e metileno malonatos. Sistemas adesivos baseados em monômeros promovem boas alternativas a adesivos à base de solvente utilizados atualmente na indústria e em residências. Os sistemas adesivos cianoacrilatos e metileno malonatos foram estudados neste artigo. Embora não sejam tipicamente utilizados para marcenaria, novas formulações têm sido desenvolvidas para serralherias, oferecendo maior resistência e durabilidade. Testes mecânicos e ambientais comprovam a viabilidade de utilizar esses sistemas em vez dos adesivos a base de solvente tradicionais.

***"New approach on ecobonding of composite wind turbine blade structural parts using eco-friendly adhesives"* (ATAFF, 2013)**

Adesivos estruturais utilizados para ligar pás de material composto devem satisfazer requerimentos sustentáveis e também de elasticidade, força, fatiga e características climáticas. O objetivo do trabalho é inovar e desenvolver uma nova abordagem para analisar a *performance* de pás de material compósito ligadas por adesivos, nos termos de qualidade, saúde e meio ambiente. Para compreender os impactos envolvidos no processo de colagem, designers e usuários devem obter mais conhecimento e mais políticas de inovação sobre como integrar aspectos de saúde e ambientais aos procedimentos.

***"High temperature performance of soy-based adhesives"* (O'DELL, HUNT & FRIHART, 2013)**

Nesse trabalho foi estudada a *performance* em altas temperaturas da soja processada em diferentes concentrações proteicas (farinha, concentrado e isolado) e também de adesivos formulados à base de soja, comparando com adesivos comerciais sem soja. Foram realizados ensaios de DSC (Análise Diferencial de Calorimetria), TGA (Análise Termogravimétrica), DMA (Análise Mecânica Dinâmica), entre outros. No geral, os resultados sugerem que apesar de indicações de sensibilidade ao calor, adesivos à base de soja provavelmente passariam nos critérios de resistência ao calor requeridos para adesivos estruturais.

***"Resistance of adhesive bonding of ultra-high performance concrete to hygrothermal, corrosive, and freeze-thaw cycling environments"* (KRELAUS, WISNER *et al*, 2009)**

O presente estudo busca analisar a resistência de ligações adesivas de concreto de *performance* ultra-elevada em condições higrotérmicas, corrosivas e de congelamento/descongelamento. O concreto de *performance* ultra-elevada (UHPC) possui propriedades únicas, sendo adequado para a aplicação de adesivos em técnicas de adesão. Neste trabalho buscou-se avaliar as propriedades das juntas adesivas de concreto de desempenho ultra-elevado em relação à confiabilidade, segurança e capacidade de carga. Quatorze adesivos foram testados quanto a durabilidade e força, considerando várias condições de superfícies pré-tratamento e distintas composições de UHPC.

***"Adhesion and barrier performance of novel barrier adhesives used in multilayered high-barrier laminates"* (SCHMIDT, RODLER *et al*, 2012)**

Nas indústrias de embalagens para os setores alimentício e farmacêutico, filmes tipo barreira, que contém uma única camada inorgânica em cima de um substrato polimérico, fornecem proteção suficiente aos produtos. Entretanto, para produtos mais sensíveis, como painéis de isolamento à vácuo, células orgânicas fotovoltáicas, entre outros, esses filmes não são suficientes, sendo necessárias estruturas multicamadas. Uma estratégia para produção de estruturas multicamadas é a laminação face-a-face de dois filmes tipo barreira usando adesivos laminados. Adesivos sem solvente, curáveis à UV e à base de epóxi são candidatos promissores para laminados multicamadas de alta barreira. Neste artigo três tipos diferentes de adesivos foram analisados quanto a barreira de vapor e desempenho de adesão. Os resultados sugerem que a capacidade de barreira intrínseca do adesivo interfere na barreira do laminado multicamada. Um adesivo adequado foi sintetizado ajustando o flexibilizador e o foto iniciador da sua fórmula. Esse adesivo combinado aos laminados mostrou alta força de adesão e alto poder de proteção.

***"Exploring high-temperature reliability limits for silicone adhesives"* (MONTEMAYOR, 2014)**

O desempenho em altas temperaturas de adesivos e selantes à base de silicone utilizados para aplicações eletrônicas foi investigado moderadamente na literatura até então. Esse artigo documenta os efeitos de exposições a temperaturas muito altas desses adesivos, avaliando propriedades como resistência a tração, estiramento, módulo de tração, encolhimento, perda de massa, dureza e adesão. Quatro diferentes formulações de adesivos e selantes foram avaliadas.

Para esses produtos, o estiramento foi observado como sendo a propriedade mais rapidamente degradada.

***"Sugarcane bagasse and castor oil polyurethane adhesive-based particulate composite"* (FIORELLI, SARTORI *et al*, 2013)**

Esse artigo discute o potencial uso do bagaço de cana como matéria-prima para a produção de aglomerados de partículas, usando adesivo de poliuretano à base de óleo de mamona. A qualidade do produto que pode ser sintetizado na indústria foi avaliada quanto a densidade, espessura, absorção, módulo de elasticidade, módulo de ruptura, e ligação interna, de acordo com a norma brasileira NBR 14.810:2006. Os resultados revelaram uma diferença significativa entre aglomerados feitos com fibras de 5 mm e os feitos com fibras de 8 mm. Um teste de durabilidade mostra que aglomerados a prova d'água podem ser utilizados em ambientes úmidos.

***"Recent Synthetic Approaches and Emerging Bio-Inspired Strategies for the Development of Sustainable Pressure-Sensitive Adhesives Derived from Renewable Building Blocks"* (VENDAMME, SCHÜWER & EEVERS, 2014)**

Neste artigo de revisão, fornece-se uma perspectiva dos recentes avanços na área de adesivos sensíveis à pressão derivados de monômeros renováveis. Esse campo de pesquisa tem crescido pelo aumento da demanda de sustentabilidade na indústria de adesivos e preenche a lacuna entre os atuais adesivos à base de petróleo altamente otimizados, mas sem conteúdo biológico e adesivos sensíveis à pressão históricos derivados de polímeros naturais, que são ecologicamente corretos, porém possuem limitações técnicas. No artigo, há uma revisão crítica das inovações para tornar esses adesivos de base biológica em produtos com melhores propriedades, listando as possíveis indústrias nas quais poderiam ser aplicados.

Apêndice C SINOPSE DAS PRINCIPAIS PATENTES CONCEDIDAS

***"Structural adhesive and bonding application thereof"* – US8974905 (depósito em 10/03/2015)**

A patente descreve a composição de um adesivo estrutural adequado para união de alta resistência entre metais e materiais aeroespaciais estruturais. A composição do adesivo estrutural se baseia em um sistema com duas partes: parte resina (A) e parte catalítica (B). A parte resinosa (A) inclui ao menos dois epóxis multifuncionais com diferentes funcionalidades, componentes de endurecimento e partículas inorgânicas de preenchimento como agentes modificadores de reologia. A parte catalítica (B) inclui um ou mais compostos de amina cíclica ou alifática como agentes curadores e partículas inorgânicas de preenchimento como agentes modificadores de reologia. As partes (A) e (B) podem ser armazenadas separadamente a temperatura ambiente até o uso. A mistura entre as duas partes é necessária antes da aplicação.

***"Epoxy-paste adhesives resistant to wash-off"* – US9133375 (depósito em 15/09/2015)**

A patente relata a preparação de adesivos de base epóxi com propriedades reológicas desejáveis, tornando-os capazes de serem aplicados a uma superfície e resistentes a lavagem antes de serem curados. Trata-se de um adesivo resistente a lavagem incluindo pelo menos uma resina epóxi, uma borracha de dieno e um agente curador ativado por calor.

***"Sustainable packaging for consumer products"* – US8083064 (depósito em 27/12/2011)**

Descreve um artigo sustentável, reciclável e com dois anos de vida útil livre de compostos derivados de petróleo. Possui três partes, compostas de substâncias recicladas ou recicláveis como: polietileno reciclado pós-consumidor, polietileno reciclado pós-indústria, polietileno triturado ou uma mistura destes; polipropileno reciclado pós-consumidor, polipropileno reciclado pós-indústria ou uma mistura destes; polietileno linear de baixa densidade, polietileno linear de baixa densidade reciclado pós-consumidor, polietileno linear de baixa densidade reciclado pós-indústria, polietileno de alta densidade, polietileno de alta densidade reciclado pós-consumidor, polietileno de alta densidade reciclado pós-indústria ou uma mistura destes, entre outros.

***"Adhesive Sheet Article"* – US7947366 (depósito em 24/05/2011)**

A patente descreve uma fita adesiva para fins médicos que consiste em uma camada de adesivo sensível a pressão do tipo hot-melt contendo pelo menos duas tiras lineares sensíveis à

pressão cruzadas para formar um padrão em rede. Consiste de um copolímero de pelo menos um metacrilato monoetileno insaturado com um grupo alquila de pelo menos 4 carbonos e pelo menos um monômero monoetilênico insaturado para reforço.

***"Vehicular glass adhesive and method of adhering said glass"* – US8729168 (depósito em 20/05/2014)**

Esta invenção consiste em uma composição adesiva contendo: uma base pré-polimérica poliéter funcional isocianato com peso molecular médio entre 10000 e 80000 g/mol; um negro de fumo com um número de absorção de óleo de pelo menos 80 e no máximo 400 centímetros cúbicos de dibutil-ftalato por 100 gramas de negro de fumo; silício reativo em uma quantidade entre 0,001% e 10% por peso da composição adesiva; e um ou mais catalisadores para a reação do isocianato com grupos hidroxila. O adesivo é útil para ligar vidros em veículos e prédios.

***"Pressure-sensitive adhesives and process for preparing them"* – US8969479 (depósito em 03/03/2015)**

A patente descreve o processo de preparação um adesivo sensível à pressão tipo hot-melt. O adesivo está preferencialmente presente como um sistema aquoso (adesivos de emulsão ou dispersão) e/ou adesivos sensíveis à pressão que podem ser processados sem solvente (hot-melt). O adesivo sensível à pressão desta invenção se destaca pelas boas propriedades. A invenção comporta a formulação da composição do adesivo sensível à pressão, bem como a preparação, processamento, e uso em outros produtos adesivos.

***"High performance adhesive compositions"* ─ US8518208 (depósito em: 27/08/2013)**

Nesta patente se descreve a invenção de um adesivo termo consolidante consistindo de uma mistura de partículas nano core-shell com tamanhos entre 10 e 100nm; uma sulfona poliéter amino-terminada; pelo menos uma resina epóxi multifuncional; um bisfenol; um catalisador para reação bisfenol-epóxi. Também seria parte da composição do adesivo um agente curador que permita a cura total do adesivo em temperaturas acima de 400°F.

***"Composition of eco-friendly hot melt adhesive"* – US8426507 (depósito em 23/04/2013)**

Nesta patente descreve-se um adesivo do tipo Hot Melt ecologicamente correto. A invenção consiste de uma resina à base de polipropileno carbonato e uma resina de terpeno.

Essa composição do adesivo Hot Melt tem excelente adesão tanto em superfícies polares quanto não polares.

***"Thermoplastic resin composition comprising a mixture of slip agents and a mono-or co-extruded, laminated or non-laminated film"* – US9029447 (depósito em 12/05/2015)**

O propósito desta invenção é sugerir uma composição de agentes anti-deslizantes para uso em resinas termoplásticas, principalmente poliolefinas. Mais especificamente, a invenção compreende uma composição de aditivos com pelo menos uma amida primária e uma amida secundária. Filmes com estas composições alcançam Coeficientes de Fricção menores que 0,35.

***"Structural adhesives containing maleimide terminated polyimides"* – US8362120 (depósito em 29/01/2013)**

Descreve a composição de um Adesivo Estrutural contendo: um monômero polimerizável contendo tetrahidrofurfuril metaacrilato; e uma poliimida terminada em maleimida. A poliimida terminada em maleimida fornece aprimoramento da estabilidade, força e resistência do adesivo.

Apêndice D SINOPSE DAS PRINCIPAIS PATENTES DEPOSITADAS

***"Structural Adhesives"* – US20150299537 (data de depósito: 22/10/2015)**

A patente descreve um processo de ligação contendo a aplicação de um adesivo estrutural ativado por calor a um substrato a uma temperatura menor que a temperatura de cura do adesivo. O adesivo estrutural é sólido e seco a temperatura ambiente. Esse adesivo estrutural consiste em uma resina fenoxidada; um modificador de impacto feito de um polímero Core Shell ou uma borracha modificada; um agente de cura; e um aduto epóxi/elastômero.

***"Room-Temperature Curable Epoxy Structural Adhesive Composition and Preparation Method Thereof"* – US20120029115 (data de depósito: 02/02/2012)**

A patente trata da composição de um adesivo estrutural do tipo epóxi curável a temperatura ambiente e o método de preparação do adesivo. Ele é composto pelo componente A e o componente B, sendo o componente A uma resina epóxi, um modificador de resistência a impacto, um agente de acoplamento silano, um agente tixotrópico e um agente colorante. O composto B consiste de uma poliamida, uma amina poliéter, um revestimento e um acelerador de cura. Em adição, a patente contempla o método de preparação do adesivo acima.

***"Printed Foamed Film Packaging"* – US20140377512 (data de depósito: 25/12/2014)**

Descreve o método de construção de uma embalagem com indícios de qualidade aceitável presentes em uma superfície impressa. O método consiste em fornecer pelo menos uma camada de filme espumoso fina, contendo: uma base sustentável entre 10 e 100%; um calibrador entre 10 e 250 mícrons; redução entre 5 e 50% da densidade quando comparado a um filme sem espuma. A segunda porção da embalagem é a impressão dos indícios na superfície impressa por aplicação de tinta.

***"Water-Based Adhesives"* – US20140329102 (data de depósito: 06/11/2014)**

A patente descreve um adesivo que consistem em: um látex polimérico; um penetrador selecionado do grupo composto por: terpenos, limonenos, polilimonenos, carvonas, alfa-pinenos, citral, dipentenos, 1,8-cineol, eucaliptol, citronelol, geraniol, citroneleno, terpinen-4-ol, borneol, cânfora, guaiúle, e combinações destes; além de um preenchimento reforçante. O adesivo deve ter um conteúdo sólido de 35-65% e o pH entre 9 e 12.

***"Method for Increasing the Adhesive Power of a Pressure-Sensitive Adhesive Layer Having an Upper and a Lower Surface"* – US20140154425 (data de depósito: 05/06/2014)**

A patente descreve um método de aumentar a força de ligação de um adesivo sensível à pressão. O método consiste em submeter o adesivo em pelo menos uma das superfícies a um método físico, sendo esse método selecionado dentre o grupo: descarga corona, descarga de barreira dielétrica, pré-tratamento com chamas ou tratamento com gás de plasma.

***"Extendable Self-Supporting Material Composites and Manufacture Thereof"* – US20130196120 (data de depósito: 01/08/2013)**

Reivindica um compósito com comprimento axial e largura longitudinal, contendo: um filme de poliéster de revestimento com duas camadas; um filme de poliéster retrátil ativado por calor contendo duas camadas; um adesivo laminado posicionado entre a segunda camada do filme de revestimento e a primeira camada do filme retrátil.

***"Toughened Expandable Epoxy Resins for Stiffening and Energy Dissipation in Automotive Cavities"* – US20100028651 (data de depósito: 04/02/2010)**

Descreve adesivos estruturais expandidos e mais resistentes para painéis veiculares e estruturas da carroceria. O adesivo estrutural reforçado contém uma resina epóxi, uma borracha, um elastômero, um agente curador e um agente de expansão. O adesivo estrutural expandido aumenta a quantidade de energia absorvida pelo painel ou carroceria durante um impacto.

***"Hot-Melt Adhesive Composition Having Low Viscosity"* – US20150126656 (data de depósito: 07/05/2015)**

Descreve uma composição de adesivo Hot Melt com baixa viscosidade, capaz de ser usada facilmente em baixas temperaturas com a adição de agente de diminuição da viscosidade. O adesivo Hot Melt com baixa viscosidade contém um policarbonato alifático obtido por copolimerização de dióxido de carbono e um ou mais compostos epoxidados para baixar a viscosidade e manter a força adesiva.

***"Durable High Performance Adhesive-Bonded Allergen Barrier Laminates and Process for Making Same"* – US20110033686 (data de depósito: 10/02/2011)**

Descreve um laminado útil como barreira alergênica e o processo para fazê-lo. O laminado é composto por: uma camada de tecido entrelaçado com uma contagem de fios entre

180 e 400; uma barreira contra alergênicos consistindo de fibras com diâmetro médio entre 100 e 450 nanômetros; um tecido de malha; e a adesão entre as camadas é feita por pelo menos um adesivo.

***"Adhesive Tape and Masker"* – US20140308482 (data de depósito: 16/10/2014)**

Esta invenção se trata de uma fita adesiva com textura muito próxima de fita de papel. Tem alta resistência a água; não é suscetível a rasgos quando é removida; e é facilmente cortada à mão. Esta fita adesiva é caracterizada por: uma base termoplástica, uma resina sintética e um agente de ligação no lado oposto.