



# **PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DE ENERGIAS RENOVÁVEIS COM UTILIZAÇÃO DE SOFTWARES PARA GERAÇÃO DE MAPAS DO CONHECIMENTO**

David Eduardo Galdino Pimenta Bueno  
Shimenne Coelho Costa  
Simone Regina Albuquerque da Cruz

## **Projeto de Final de Curso**

**Orientadora**

**Prof<sup>a</sup>. Suzana Borschiver, D.Sc.**

**Fevereiro de 2008**

# **PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DE ENERGIAS RENOVÁVEIS COM UTILIZAÇÃO DE SOFTWARES PARA GERAÇÃO DE MAPAS DO CONHECIMENTO**

***David Eduardo Galdino Pimenta Bueno  
Shimenne Coelho Costa  
Simone Regina Albuquerque da Cruz***

Projeto de Final de Curso submetido ao Corpo Docente da Escola de Química como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenheiros Químicos.

Aprovado por:

---

Prof. Mario Sergio O. Castro, (EQ/UFRJ).

---

Carlos Augusto de Souza (Chemtech)

---

Patrícia Carneiro dos Santos (Chemtech)

Orientadora:

---

Prof<sup>ª</sup>. Suzana Borschiver, D.Sc.

Rio de Janeiro, RJ - Brasil.

Fevereiro de 2008

### **Ficha Catalográfica**

Bueno, David E. G. Pimenta;  
Costa, Shimenne Coelho;  
Cruz, Simone Regina A. da.

Prospecção tecnológica de energias renováveis com utilização de softwares para a geração de mapas do conhecimento / David Eduardo Galdino Pimenta Bueno, Shimenne Coelho Costa, Simone Regina Albuquerque da Cruz. Rio de Janeiro: UFRJ/EQ, 2008.

xxii, 250 p.; il.

Projeto Final de Curso - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, 2008.

Orientadora: Suzana Borschiver.

1. Energia Renovável. 2. Prospecção. 3. Patentes. 4. Monografia (Graduação - UFRJ/EQ). 5. Suzana Borschiver. I – Prospecção tecnológica de energias renováveis com utilização de softwares para a geração de mapas do conhecimento.

***"Agradeço a Deus, a minha família, ao Felipe que ajudou bastante, e a todos que contribuíram para a realização deste projeto."***

David Eduardo G. P. Bueno

***"Agradeço primeiramente a Deus, que me deu sabedoria nos momentos difíceis, aos meus pais, pela orientação e apoio, aos meus irmãos e aos amigos que contribuíram bastante."***

Shimenne Coelho Costa

***"Dedico este projeto final ao meu companheiro Guto, à minha família e a todos os amigos que me apoiaram durante a realização deste projeto."***

Simone Regina A. da Cruz

***"A mente que se abre a uma nova idéia jamais  
voltará ao seu tamanho original."***  
Albert Einstein

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos aos nossos pais, avós, tios, companheiros e amigos que nos deram apoio durante todo o período da graduação e na elaboração deste projeto.

Agradecemos à nossa professora orientadora Suzana Borschiver, pelo carinho e dedicação ao nos orientar neste trabalho, mesmo quando o tempo estava contra nós.

Agradecemos aos participantes de nossa Banca Avaliadora por terem aceitado nosso convite e nos honrado com suas presenças.

Agradecemos aos professores, funcionários e todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a nossa formação profissional, da qual temos tanto orgulho.



Resumo do Projeto Final apresentado à Escola de Química/UFRJ como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenharia Química.

# **PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DE ENERGIAS RENOVÁVEIS COM UTILIZAÇÃO DE SOFTWARES PARA GERAÇÃO DE MAPAS DO CONHECIMENTO**

David Eduardo Galdino Pimenta Bueno  
Shimenne Coelho Costa  
Simone Regina Albuquerque da Cruz

Fevereiro, 2008

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Suzana Borschiver, D.Sc.

Nos dias de hoje, os recursos energéticos não-renováveis são cada vez mais escassos, e questões ambientais tais como o aquecimento global, agravado pela contínua queima de combustíveis, tomam proporções preocupantes. Desta forma torna-se necessária a pesquisa e produção de energia por fontes renováveis e mais limpas. O objetivo deste trabalho é realizar um monitoramento das energias alternativas que vêm sendo desenvolvidas e pesquisadas, através da análise das patentes publicadas que possuem relação com diferentes tipos de energias renováveis.

As energias a pesquisar são: biodiesel; etanol; células combustíveis; energia eólica; energia solar; energia hídrica e energia geotérmica.

Para a prospecção tecnológica destas energias, foram utilizados softwares específicos, que realizam representações gráficas dos resultados obtidos, gerando mapas do conhecimento.

Diversas conclusões podem ser retiradas desta pesquisa, tais como o avançado nível tecnológico dos Estados Unidos sobre todas as energias estudadas, o grande interesse das empresas automobilísticas nas células combustíveis e o potencial do Brasil para a produção de biodiesel e etanol.

Também foi realizado um Estudo de Caso com o intuito de contemplar situações reais de aplicações das energias estudadas.

# ÍNDICE GERAL

ÍNDICE GERAL	10
ÍNDICE DE FIGURAS	13
ÍNDICE DE GRÁFICOS	17
ÍNDICE DE TABELAS	21
1. INTRODUÇÃO	22
1.1. Biocombustíveis: Biodiesel e Etanol	25
1.1.1. Biodiesel	25
1.1.2. Etanol	27
1.1.3. Processo de produção de etanol e biodiesel	29
1.1.4. Benefícios ambientais com o uso dos biocombustíveis	31
1.1.5. Biocombustíveis no Brasil e no mundo	32
1.2. Células combustíveis	39
1.2.1. O funcionamento de uma célula combustível do tipo PEM	39
1.2.2. Tipos de células combustíveis	40
1.2.3. Células combustíveis no Brasil e em outros países	41
1.3. Energia Eólica	43
1.3.1. Componentes de um sistema eólico	45
1.3.2. Energia eólica no Brasil e no mundo	46
1.4. Energia Geotérmica	49
1.4.1. Funcionamento do sistema de coleta de energia	50
1.4.2. Energia geotérmica no Brasil e no mundo	50
1.5. Energia Hídrica	52
1.5.1. Vantagens e desvantagens da energia hídrica	53
1.5.2. Energia hídrica no Brasil e no mundo	53
1.6. Energia Solar	55
1.6.1. Energia solar fototérmica	55
1.6.2. Energia solar fotovoltaica	56
1.6.3. Sistemas híbridos	57
1.6.4. Funcionamento de uma célula fotovoltaica	57
1.6.5. Energia solar no Brasil e no mundo	59
2. PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA	60
2.1. Introdução	60
2.2. Patentes: Além de Tudo, Fontes de Informação	62
2.2.1. Estrutura de Uma Patente	63
2.3. Manipulação das Informações Coletadas na Prospecção: Mineração de Dados	64
2.4. Resultados da Prospecção Tecnológica em Energias Renováveis - Biodiesel	66
2.4.1. Metodologia	66
2.4.2. Evolução de Depósito das Patentes	66
2.4.3. Países Depositantes	67
2.4.4. Tipos de Depositantes	67
2.4.5. Assunto da Patente	70
2.5. Resultados da Prospecção Tecnológica em Energias Renováveis – Etanol	76
2.5.1. Metodologia	76

2.5.2.	Evolução de Depósito das Patentes	76
2.5.3.	Países Depositantes	76
2.5.4.	Tipos de Depositantes	77
2.5.5.	Assunto da Patente	79
2.6.	Resultados da Prospecção Tecnológica em Energias Renováveis – Células Combustíveis	85
2.6.1.	Metodologia	85
2.6.2.	Evolução de Depósito das Patentes	85
2.6.3.	Países Depositantes	86
2.6.4.	Tipos de Depositantes	86
2.6.5.	Assunto da Patente	89
2.7.	Resultados da Prospecção Tecnológica em Energias Renováveis – Energia Eólica	98
2.7.1.	Metodologia	98
2.7.2.	Evolução de Depósito das Patentes	98
2.7.3.	Países Depositantes	99
2.7.4.	Tipos de Depositantes	99
2.7.5.	Assunto da Patente	102
2.8.	Resultados da Prospecção Tecnológica em Energias Renováveis – Energia Geotérmica	110
2.8.1.	Metodologia	110
2.8.2.	Evolução de Depósito das Patentes	110
2.8.3.	Países Depositantes	110
2.8.4.	Tipos de Depositantes	111
2.8.5.	Assunto da Patente	113
2.9.	Resultados da Prospecção Tecnológica em Energias Renováveis – Energia Hídrica	118
2.9.1.	Metodologia	118
2.9.2.	Evolução de Depósito das Patentes	118
2.9.3.	Países Depositantes	118
2.9.4.	Tipos de Depositantes	119
2.9.5.	Assunto da Patente	122
2.10.	Resultados da Prospecção Tecnológica em Energias Renováveis – Energia Solar	127
2.10.1.	Metodologia	127
2.10.2.	Evolução de Depósito das Patentes	127
2.10.3.	Países Depositantes	127
2.10.4.	Tipos de Depositantes	128
2.10.5.	Assunto da Patente	131
3.	UTILIZAÇÃO DE SOFTWARES PARA GERAÇÃO DE MAPAS DO CONHECIMENTO	137
3.1.	Introdução	137
3.2.	Pajek	138
3.2.1.	Citações	139
3.2.2.	O Programa Pajek	140
3.2.3.	Resultados Pajek	143
3.3.	Decision Tree	168
3.3.1.	O Software Decision Tree	168

3.3.2. Resultados	171
3.4. Treemap	201
3.4.1. O Software Treemap	201
3.4.2. Resultados	204
4. ESTUDO DE CASO	225
4.1. Um grande histórico em energias renováveis	225
4.2. Um ônibus híbrido nos Jogos Pan-Americanos	226
4.3. Cenpes, uma nova visão de instalação	229
4.4. Posto-Escola, uma nova visão de posto de combustível	232
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES	239
5.1. Análise Nacional: a Melhor Alternativa para o Brasil	242
5.2. Prospecção Tecnológica, Uma Ferramenta Para o Conhecimento	245
5.3. Sugestão de Estudos Futuros	246
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	248

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 – Biodiesel de girassol. Fonte: GONÇALVES, 2005.	26
Figura 1.2 – Plantação de cana-de-açúcar. Fonte:GONÇALVES, 2005.	28
Figura 1.3 – Processo de transesterificação. Fonte: COSTA & OLIVEIRA, 2006.	30
Figura 1.4 – Capacidade brasileira de Biodiesel. Fonte: ANP, 2007 (Elaboração Própria).	33
Figura 1.5 – Padrões do biodiesel. Fonte: COSTA & OLIVEIRA, 2006 (Elaboração Própria).	35
Figura 1.6 – Produção mundial de etanol. Fonte: Biodieselbr.com, 2007.	36
Figura 1.7 – Produção e custo do etanol no Brasil. Fonte: Biodieselbr.com, 2007.	37
Figura 1.8 – Esquema de uma célula combustível. Fonte: SANTOS & SANTOS, 2007.	40
Figura 1.9 – Parque de turbinas. Fonte: CASTRO, 2005.	44
Figura 1.10 – Gêiseres em ação. Fonte: GUERRINI, 2001.	49
Figura 1.11 – Hidrelétrica. Fonte: Portal Planeta Orgânico, 2008.	52
Figura 1.12 – Corte transversal de uma célula folovoltáica. Fonte: CEPEL, 2007.	58
Figura 2.1 – O Processo do Entendimento . Fonte: REZENDE, 2003.	64
Figura 3.1 – Vértices e Arcos. Fonte: POZ, 2006.	139
Figura 3.2 – Área de Trabalho do Pajek	140
Figura 3.3 – Relacionamento Entre Patente e Citações	141
Figura 3.4 – Representação de Rede de Citações no Pajek.	142
Figura 3.5 – Atribuição de Vetores aos Vértices	143
Figura 3.6 – Vértices e Arcos da Rede de Referências das Patentes Sobre Biodiesel. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com auxílio do Software Pajek).	154
Figura 3.7 – Vértices Agrupados da Rede de Referências das Patentes Sobre Biodiesel. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com auxílio do Software Pajek).	155
Figura 3.8 – Vértices e Arcos da Rede de Referências das Patentes Sobre Etanol. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com auxílio do Software Pajek).	156
Figura 3.9 – Vértices Agrupados da Rede de Referências das Patentes Sobre Etanol. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com auxílio do Software Pajek).	157
Figura 3.10 – Vértices e Arcos da Rede de Referências das Patentes Sobre Células Combustíveis. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com auxílio do Software Pajek).	158
Figura 3.11 – Vértices Agrupados da Rede de Referências das Patentes Sobre Células Combustíveis. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com auxílio do Software Pajek).	159
Figura 3.12 – Vértices e Arcos da Rede de Referências das Patentes Sobre Energia Eólica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com auxílio do Software Pajek).	160

Figura 3.13 – Vértices Agrupados da Rede de Referências das Patentes Sobre Energia Eólica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com auxílio do Software Pajek).	161
Figura 3.14 – Vértices e Arcos da Rede de Referências das Patentes Sobre Energia Geotérmica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com auxílio do Software Pajek).	162
Figura 3.15 – Vértices Agrupados da Rede de Referências das Patentes Sobre Energia Geotérmica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com auxílio do Software Pajek).	163
Figura 3.16 – Vértices e Arcos da Rede de Referências das Patentes Sobre Energia Hídrica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com auxílio do Software Pajek).	164
Figura 3.17 – Vértices Agrupados da Rede de Referências das Patentes Sobre Energia Hídrica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com auxílio do Software Pajek).	165
Figura 3.18 – Vértices e Arcos da Rede de Referências das Patentes Sobre Energia Solar. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com auxílio do Software Pajek).	166
Figura 3.19 – Vértices Agrupados da Rede de Referências das Patentes Sobre Energia Solar. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com auxílio do Software Pajek).	167
Figura 3.20 – Esquemático de Uma Árvore de Decisão	168
Figura 3.21 – Área de Trabalho do Decision Tree	169
Figura 3.22 – Árvore de Decisão de Escolha de Produtos	170
Figura 3.23 – Ramo Vermelho da Árvore Ano x Tipo de Depositante	173
Figura 3.24 – Árvore Ano x Tipo de Depositante para o Biodiesel. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Decision Tree).	187
Figura 3.25 – Árvore País x Assunto x Divisões do Assunto para o Biodiesel. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Decision Tree).	188
Figura 3.26 – Árvore Ano x Tipo de Depositante para o Etanol. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Decision Tree).	189
Figura 3.27 – Árvore País x Assunto x Divisões do Assunto para o Etanol. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Decision Tree).	190
Figura 3.28 – Árvore Ano x Tipo de Depositante para as Células Combustíveis. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Decision Tree).	191
Figura 3.29 – Árvore País x Assunto x Divisões do Assunto para as Células Combustíveis. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Decision Tree).	192
Figura 3.30 – Árvore Ano x Tipo de Depositante para a Energia Eólica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Decision Tree).	193
Figura 3.31 – Árvore País x Assunto x Divisões do Assunto para a Energia Eólica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Decision Tree).	194
Figura 3.32 – Árvore Ano x Tipo de Depositante para a Energia Geotérmica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Decision Tree).	195
Figura 3.33 – Árvore País x Assunto x Divisões do Assunto para Energia Geotérmica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Decision Tree).	196

Figura 3.34 – Árvore Ano x Tipo de Depositante para a Energia Hídrica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Decision Tree).	197
Figura 3.35 – Árvore País x Assunto x Divisões do Assunto para a Energia Hídrica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Decision Tree).	198
Figura 3.36 – Árvore Ano x Tipo de Depositante para a Energia Solar. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Decision Tree).	199
Figura 3.37 – Árvore País x Assunto x Divisões do Assunto para a Energia Solar. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Decision Tree).	200
Figura 3.38 – Representação Hierárquica de Atributos Através de Cores e Tamanhos	201
Figura 3.39 – O Programa Treemap	202
Figura 3.40 – Escolha do Produto de Acordo com o Sexo do Consumidor	203
Figura 3.41 – Escolha do Produto de Acordo com o Nível de Renda do Consumidor	203
Figura 3.42 – País x Área de Atuação das Empresas x Assunto da Patente para o Biodiesel. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Treemap).	211
Figura 3.43 – Assunto x Área de Atuação das Empresas para o Biodiesel. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Treemap).	212
Figura 3.44 – País x Área de Atuação das Empresas x Assunto da Patente para o Etanol. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Treemap).	213
Figura 3.45 – Assunto x Área de Atuação das Empresas para o Etanol. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Treemap).	214
Figura 3.46 – País x Área de Atuação das Empresas x Assunto da Patente para as Células Combustíveis. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Treemap).	215
Figura 3.47 – Assunto x Área de Atuação das Empresas para as Células Combustíveis. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Treemap).	216
Figura 3.48 – País x Área de Atuação das Empresas x Assunto da Patente para a Energia Eólica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Treemap).	217
Figura 3.49 – Assunto x Área de Atuação das Empresas para a Energia Eólica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Treemap).	218
Figura 3.50 – País x Área de Atuação das Empresas x Assunto da Patente para a Energia Geotérmica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Treemap).	219
Figura 3.51 – Assunto x Área de Atuação das Empresas para a Energia Geotérmica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Treemap).	220
Figura 3.52 – País x Área de Atuação das Empresas x Assunto da Patente para a Energia Hídrica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Treemap).	221
Figura 3.53 – Assunto x Área de Atuação das Empresas para a Energia Hídrica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Treemap).	222

Figura 3.54 – País x Área de Atuação das Empresas x Assunto da Patente para a Energia Solar. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Treemap).	223
Figura 3.55 – Assunto x Área de Atuação das Empresas para a Energia Solar. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Treemap).	224
Figura 4.1 – Ônibus híbrido. Fonte: PETROBRÁS, 2007.	227
Figura 4.2 – Projeto novo Cenpes. Fonte: SUPERINTERESSANTE, 2007.	231
Figura 4.3 – Posto-Escola CEFET, Maracanã. Fonte: PORTAL BR, 2008.	235
Figura 4.4 – Adalberto Costa (à esquerda) com funcionários do Posto-Escola Macaé.	235
Figura 4.5 – Aerogeradores do Posto-Escola Macaé.	236
Figura 4.6 – Painel fotovoltaico do Posto-Escola Macaé.	236
Figura 4.7 – Módulo de conversão de energia.	237
Figura 4.8 – Detalhe do Posto-Escola Macaé.	237
Figura 4.9 – Posto-Escola Macaé.	238
Figura 5.1 – Países Depositantes de Patentes Sobre as Energias Estudadas. Fonte: USPTO (Elaboração Própria com o Auxílio do Software Treemap).	247



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1 – Evolução do Depósito de Patentes Relacionadas ao Biodiesel. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	66
Gráfico 2.2 – Países Depositantes de Patentes Relacionadas ao Biodiesel. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	67
Gráfico 2.3 – Tipos de Depositantes de Patentes Relacionadas ao Biodiesel. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	68
Gráfico 2.4 – Ramo de Atuação da Empresas Depositantes de Patentes Relacionadas ao Biodiesel. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	69
Gráfico 2.5 – Assunto das Patentes Relacionadas ao Biodiesel. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	71
Gráfico 2.6 – Patentes Relacionadas a Processo. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	72
Gráfico 2.7 – Patentes Relacionadas às Aplicações do Biodiesel. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	73
Gráfico 2.8 – Patentes Relacionadas às Características do Biodiesel. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	74
Gráfico 2.9 – Patentes Relacionadas a Produtos Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	74
Gráfico 2.10 – Evolução do Depósito de Patentes Relacionadas ao Etanol. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	76
Gráfico 2.11 – Países Depositantes de Patentes Relacionadas ao Etanol. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	77
Gráfico 2.12 – Tipos de Depositantes de Patentes Relacionadas ao Etanol. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	78
Gráfico 2.13 – Ramo de Atuação da Empresas Depositantes de Patentes Relacionadas ao Etanol. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	78
Gráfico 2.14 – Assunto das Patentes Relacionadas ao Etanol. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	80
Gráfico 2.15 – Patentes Relacionadas a Processo. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	81
Gráfico 2.16 – Patentes Relacionadas às Matérias-Primas para Produção do Etanol. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	82
Gráfico 2.17 – Patentes Relacionadas às Características do Etanol. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	83
Gráfico 2.18 – Patentes Relacionadas à Aplicações Para o Etanol. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	83
Gráfico 2.19 – Evolução do Depósito de Patentes Relacionadas às Células Combustíveis. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	85
Gráfico 2.20 – Países Depositantes de Patentes Relacionadas às Células Combustíveis. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	86
Gráfico 2.21 – Tipos de Depositantes de Patentes Relacionadas às Células Combustíveis. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	87
Gráfico 2.22 – Ramo de Atuação da Empresas Depositantes de Patentes Sobre Células Combustíveis. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	88

Gráfico 2.23 – Assunto das Patentes Relacionadas às Células Combustíveis. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	90
Gráfico 2.24 – Patentes Relacionadas a Processo. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	91
Gráfico 2.25 – Patentes Relacionadas à Descrição do Sistema. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	92
Gráfico 2.26 – Patentes Relacionadas aos Componentes do Sistema. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	93
Gráfico 2.27 – Patentes Relacionadas aos Sistemas Mistos. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	94
Gráfico 2.28 – Patentes Sobre Sistemas/Produtos Relacionados. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	95
Gráfico 2.29 – Patentes Relacionadas às Aplicações da Energia das Células Combustíveis. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	96
Gráfico 2.30 – Patentes Sobre Combustível/Catalisador para Obtenção de Hidrogênio. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	97
Gráfico 2.31 – Evolução do Depósito de Patentes Relacionadas à Energia Eólica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	98
Gráfico 2.32 – Países Depositantes de Patentes Relacionadas à Energia Eólica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	99
Gráfico 2.33 – Tipos de Depositantes de Patentes Relacionadas à Energia Eólica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	100
Gráfico 2.34 – Ramo de Atuação da Empresas Depositantes de Patentes Sobre Energia Eólica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	101
Gráfico 2.35 – Assunto das Patentes Relacionadas à Energia Eólica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	102
Gráfico 2.36 – Patentes Relacionadas a Processo. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	103
Gráfico 2.37 – Patentes Relacionadas ao Sistema Eólico. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	104
Gráfico 2.38 – Patentes Relacionadas aos Componentes do Sistema. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	105
Gráfico 2.39 – Patentes Relacionadas a Processos Inovadores. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	107
Gráfico 2.40 – Patentes Relacionadas a Sistemas Híbridos. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	108
Gráfico 2.41 – Patentes Sobre Sistemas/Produtos Relacionados. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	109
Gráfico 2.42 – Patentes Relacionadas às Aplicações da Energia Eólica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	109
Gráfico 2.43 – Evolução do Depósito de Patentes Relacionadas à Energia Geotérmica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	110
Gráfico 2.44 – Países Depositantes de Patentes Relacionadas à Energia Geotérmica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	111
Gráfico 2.45 – Tipos de Depositantes de Patentes Relacionadas à Energia Geotérmica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	112
Gráfico 2.46 – Ramo de Atuação da Empresas Depositantes de Patentes Sobre Energia Geotérmica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	113

Gráfico 2.47 – Assunto das Patentes Relacionadas à Energia Geotérmica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	114
Gráfico 2.48 – Patentes Relacionadas a Processo. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	115
Gráfico 2.49 – Patentes Sobre Sistemas/Produtos Relacionados. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	116
Gráfico 2.50 – Patentes Relacionadas às Aplicações da Energia Geotérmica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	116
Gráfico 2.51 – Evolução do Depósito de Patentes Relacionadas à Energia Hídrica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	118
Gráfico 2.52 – Países Depositantes de Patentes Relacionadas à Energia Hídrica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	119
Gráfico 2.53 – Tipos de Depositantes de Patentes Relacionadas à Energia Hídrica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	120
Gráfico 2.54 – Ramo de Atuação da Empresas Depositantes de Patentes Sobre Energia Hídrica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	121
Gráfico 2.55 – Assunto das Patentes Relacionadas à Energia Hídrica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	122
Gráfico 2.56 – Patentes Relacionadas a Processo. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	123
Gráfico 2.57 – Patentes Sobre Sistema/Produto Relacionado. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	125
Gráfico 2.58 – Patentes Sobre Segurança e Meio-Ambiente. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	126
Gráfico 2.59 – Patentes Relacionadas às Aplicações da Energia Hídrica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	126
Gráfico 2.60 – Evolução do Depósito de Patentes Relacionadas à Energia Solar. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	127
Gráfico 2.61 – Países Depositantes de Patentes Relacionadas à Energia Eólica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	128
Gráfico 2.62 – Tipos de Depositantes de Patentes Relacionadas à Energia Solar. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	129
Gráfico 2.63 – Ramo de Atuação da Empresas Depositantes de Patentes Sobre Energia Solar. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	130
Gráfico 2.64 – Assunto das Patentes Relacionadas à Energia Solar. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	131
Gráfico 2.65 – Patentes Relacionadas a Processo. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	132
Gráfico 2.66 – Patentes Relacionadas a Sistemas Híbridos com Energia Solar. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	133
Gráfico 2.67 – Patentes Relacionadas aos Componentes do Sistema. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	134
Gráfico 2.68 – Patentes Sobre Sistemas/Produtos Relacionados. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	135
Gráfico 2.69 – Patentes Relacionadas às Aplicações da Energia Solar. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	136

Gráfico 3.1 – Evolução Temporal x Tipo de Depositante para o Biodiesel. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	173
Gráfico 3.2 – Evolução Temporal x Tipo de Depositante para o Etanol. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	175
Gráfico 3.3 – Evolução Temporal x Tipo de Depositante para as Células Combustíveis. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	177
Gráfico 3.4 – Evolução Temporal x Tipo de Depositante para a Energia Eólica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	179
Gráfico 3.5 – Evolução Temporal x Tipo de Depositante para a Energia Geotérmica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	181
Gráfico 3.6 – Evolução Temporal x Tipo de Depositante para a Energia Hídrica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	183
Gráfico 3.7 – Evolução Temporal x Tipo de Depositante para a Energia Solar. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).	185

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Principais Empresas Depositantes de Patentes Relacionadas ao Biodiesel	70
Tabela 2.2 – Principais Empresas Depositantes de Patentes Relacionadas ao Etanol	79
Tabela 2.3 – Principais Empresas Depositantes de Patentes Relacionadas às Células Combustíveis	89
Tabela 2.4 – Principais Empresas Depositantes de Patentes Relacionadas à Energia Eólica	101
Tabela 2.5 – Principais Empresas Depositantes de Patentes Relacionadas à Energia Hídrica	121
Tabela 2.6 – Principais Empresas Depositantes de Patentes Relacionadas à Energia Solar	130
Tabela 3.1 – Relacionamento Entre Patente e Citações	142
Tabela 3.2 – Principais Patentes Referenciadas Sobre o Biodiesel	145
Tabela 3.3 – Principais Patentes Referenciadas Sobre o Etanol	146
Tabela 3.4 – Principais Patentes Referenciadas Sobre as Células Combustíveis	147
Tabela 3.5 – Principais Patentes Referenciadas Sobre a Energia Eólica	148
Tabela 3.6 – Principais Patentes Referenciadas Sobre a Energia Geotérmica	149
Tabela 3.7 – Principais Patentes Referenciadas Sobre a Energia Hídrica	151
Tabela 3.8 – Principais Patentes Referenciadas Sobre a Energia Solar	152
Tabela 3.9 – Exemplo - Escolha de Produtos	169



## 1. INTRODUÇÃO

Energia é essencial à vida. Seres vivos necessitam de energia, provida pelo meio ambiente, para convertê-la em algo que possa utilizar para sobreviver. A energia mais importante para os seres vivos é a luz solar e, mais importante ainda é o ato da conversão biológica primária que diz respeito à conversão da luz solar pelas plantas e fitoplânctons em biomassa por fotossíntese. O ciclo da vida na Terra, incluindo os seres humanos, repousa sobre este fundamento.

Mas o homem se esqueceu deste conceito básico e, após o descobrimento dos combustíveis fósseis, resultado de um processo muito lento de decomposição de plantas e animais a milhões de anos e que podem ser encontrados no subsolo, em vários lugares do planeta, começou uma exploração desenfreada em nome do desenvolvimento industrial. Mas o que era uma descoberta promissora começa a mostrar seus efeitos colaterais.

Os países industrializados consomem de 6 a 10 vezes mais energia por habitante que o resto do mundo e começam a se mostrar cada vez mais dependentes uns dos outros. A Europa Ocidental, por exemplo, depende completamente da Europa Oriental e do Norte da África para se abastecer de gás natural. O Japão se mostra dependente do carvão que vem do Sudeste da Ásia, da Austrália e do Oriente Médio.

Por falar em Oriente Médio, não se pode esquecer das guerras devido às disputas por petróleo. Nem o Brasil ficou livre, se vendo em maus lençóis devido à dependência do gás natural boliviano.

Neste momento de crise, a humanidade se pergunta se haverá vida quando os combustíveis fósseis, que não são renováveis, se esgotarem, já que o único tipo de desenvolvimento econômico que se conhece é intensivo em energia. À medida que se desenvolvem, os habitantes dos países em desenvolvimento terão de passar do atual consumo insignificante de energia – 0,75 TEP (tonelada de equivalente de petróleo por pessoa/ano) – a algo entre 2 e 3 TEPs, o que não é exagerado, pois os desenvolvidos têm índice de 4,5 TEP pessoa/ano. Isso significa que, em 2050, quando a população dos mais pobres for de 9 bilhões de habitantes, o consumo mundial de energia terá passado de menos de 9 bilhões de TEP para a cifra colossal de 25 bilhões a 30 bilhões. Esse futuro, aliás, já começou, pois é, em grande parte, a pressão da China e, em grau



menor, a da Índia que estão alterando o perfil da demanda energética (RICUPERO, 2004).

Observa-se o esgotamento progressivo das reservas mundiais de petróleo, pois elas crescem a taxa inferior ao crescimento do consumo. A British Petroleum, em seu estudo Revisão, Estatística de Energia Mundial de 2004, afirma que as reservas mundiais de petróleo durariam em torno de 41 anos, as de gás natural, 67 anos, e as reservas brasileiras de petróleo, 18 anos (OLIVEIRA & RAMALHO, 2006). Certamente, a escassez do petróleo é um empecilho para o desenvolvimento do Brasil e é imperativo que se busquem soluções alternativas para a sustentabilidade brasileira.

Nesta atual conjuntura, a emissão de gases poluentes pela queima dos combustíveis fósseis, principalmente carvão, gás natural e petróleo, e a possibilidade de escassez do petróleo tornam necessária a procura de novas fontes de energia, limpas e renováveis. Os estudos estão sendo direcionados nos mais variados mecanismos de produção. Os biocombustíveis, as hidrelétricas, as usinas nucleares, o uso do hidrogênio, da energia eólica, da energia solar, da força das marés ou ainda o calor do interior da terra são importantes pontos de estudo para que seja garantido um futuro sustentável (BELINI, 2006).

Hoje a busca por energia que substituirá o carvão e o petróleo foi acelerada além de todos os conflitos sociais, também pelo aquecimento do planeta. Portanto, as atuais mudanças climáticas são reflexos da atual estrutura sócio-econômica de produção e consumo.

Diante deste quadro, discussões e acordos internacionais sobre os mecanismos de redução das emissões de gases de efeito estufa tornam-se cada vez mais freqüentes, e muitos destes acordos baseiam-se na ampliação das fontes renováveis de energia (BELINI, 2006).

Dentre estes acordos, destaca o Protocolo de Kyoto. Tal documento nasceu a partir da Conferência de Kyoto, realizada no Japão entre 1º a 12 de dezembro de 1997. O protocolo cria leis e dita metas de redução e combate ao aquecimento global. Países previamente selecionados terão que reduzir, entre 2008 e 2012, o equivalente a 5,2% das emissões mundiais de gases responsáveis pelo aquecimento global. As metas previstas estabelecem 8% para a União Européia, 7% para os Estados Unidos e 6%



para o Japão, por serem esses os maiores emissores de gases de efeito estufa (BELINI, 2006).

Nesta busca por fontes alternativas o Brasil apresenta grande diferencial em relação a outros países, pois a sua imensa biodiversidade, permite a geração de energia por vários meios, incluindo as fontes de energia renováveis como a hidrelétrica e também a busca pelo desenvolvimento de fontes alternativas como a utilização da biomassa, para produção de combustíveis renováveis, como o álcool, o biodiesel, e, mais recentemente, o H-bio (PACHECO, 2006). E é nesse contexto que está inserido o presente trabalho que tem como objetivo analisar as energias alternativas mais adequadas a nível mundial bem como nacional através de utilização de mapas de conhecimento.

Para este intento realizou-se um levantamento de patentes do portal de patentes United States Patent and Trademark Office (USPTO) relacionados às seguintes energias alternativas: Biodiesel, Etanol, Energia Eólica, Solar, Hídrica, Geotérmica e Células Combustíveis. Após esse levantamento, as informações são reunidas formando um imenso banco de dados. Tais dados incluem histórico de inclusão de patentes ao longo do tempo, países depositantes, tipos de depositantes, empresas depositantes, assuntos específicos de cada patente, os quais são divididos em sub-grupos, e país de origem.

Num segundo momento, são utilizados três softwares, Pajek, Decision Tree e Treemap, para o levantamento dos mapas de conhecimento.

O uso do Pajek visa investigar as patentes mais referenciadas e as que possuem maior importância e influência sobre cada energia renovável pesquisada. A utilização do Decision Tree visa reunir todas as informações reunidas e verificar como estas informações se organizam em uma árvore de decisão. Por fim, o uso do Treemap visa, bem como o Decision Tree, cruzar informações coletadas individualmente.

Ao final, é mostrado um estudo de caso, onde a companhia de energia PETROBRÁS é citada como um exemplo brasileiro e mundial de utilização de energias renováveis visando à economia e preservação do ambiente.

A seguir são mostradas algumas informações encontradas na literatura a respeito das sete energias que servem de objeto de estudo deste trabalho.





## 1.1. Biocombustíveis: Biodiesel e Etanol

Define-se biocombustíveis como sendo uma energia renovável produzida a partir da cana-de-açúcar, plantas oleaginosas, biomassa florestal e resíduos agropecuários. Os biocombustíveis se apresentam como alternativa mais barata e eficiente no combate ao efeito estufa.

Apesar de sua eficiência no combate ao efeito estufa, órgãos como o Greenpeace questionam as supostas propriedades ambientais dos biocombustíveis. O Greenpeace também prevê que a expansão das áreas de cultivo da soja e do milho para produzir os combustíveis alternativos poderá provocar "destruição em massa" das florestas.

Apesar dessa visão, os biocombustíveis são apontados como novo conceito de uso de combustível como fim energético sem causar danos à natureza. Esse conceito vem sendo pregado amplamente principalmente pelo Brasil que aparece na conjuntura mundial como detentor de larga experiência no assunto.

Como dois grandes exemplos de biocombustíveis, podem-se ressaltar o etanol e o biodiesel.

### 1.1.1. Biodiesel

Biodiesel é um combustível biodegradável derivado de fontes renováveis, que pode ser obtido por diferentes rotas químicas, tais como: craqueamento, esterificação ou transesterificação, utilizando como matérias-primas principais gorduras animais, óleos vegetais ou óleos e gorduras recicladas de frituras. Quimicamente, o biodiesel é definido como um éster mono-alcílico de ácidos graxos de cadeia longa, com características físico-químicas semelhantes ao óleo diesel de petróleo (também chamado de petrodiesel ou óleo mineral) (ANP, 2003).

O biodiesel é indicado para aplicações similares às do diesel obtido derivado do petróleo. Também é responsável pela maior parte do suprimento mundial de caminhões e ônibus. O combustível "verde", como é chamado, é renovável e apresenta características químicas suficientes para ser utilizado massivamente nos próximos anos, alcançando números nunca antes imaginados (SANT`ANNA, 2003).



Figura 1.1 – Biodiesel de girassol. Fonte: GONÇALVES, 2005.

A idéia de aproveitar óleos vegetais para alimentar veículos não é nova. Rudolf Diesel, o pai do motor a diesel, demonstrou em 1898 a máquina de ignição de compressão dele primeiro à Exibição do Mundo em Paris, usando óleo de amendoim, o primeiro biodiesel. Esses óleos vegetais foram usados em motores até 1920, quando ocorreram modificações para utilização de diesel nos mesmos. O baixo custo do petróleo até a década de 70, no entanto gerou desinteresse de qualquer projeto que envolvesse os óleos vegetais novamente. Atualmente, devido à alta do preço do petróleo e a problemas ambientais existentes devido a queima dos combustíveis fósseis, tais como o efeito estufa, a utilização desse tipo de combustível é novamente incentivada.

Tal qual o álcool utilizado para substituir a gasolina, o biodiesel provoca menos danos ao meio ambiente que o diesel proveniente do petróleo, uma vez que sua queima emite menor número de partículas poluentes. Não é preciso ressaltar que se trata de uma vantagem enorme, uma vez que o elevado grau de poluição dos grandes centros urbanos é um problema que incomoda os governos de todos os países do mundo, que tentam hoje minimizá-lo lançando mão de ações conjuntas acatadas em reuniões com a presença de seus respectivos representantes, e oficializadas em tratados e protocolos mundiais, como por exemplo, o Protocolo de Kyoto.

A possibilidade de ser usado como aditivo no diesel em diversas proporções é outra propriedade do biodiesel a ser ressaltada. E os automóveis para os quais essas misturas são destinadas não necessitam grandes alterações. O uso de misturas com a presença de até 20% do biodiesel obtido dentro de especificações apropriadas não exige qualquer alteração no projeto dos motores. Assim, o uso do éster não necessita de qualquer custo adicional para adequar as frotas que circulam no dia-a-dia.



Em contrapartida, para que o biodiesel se torne substituto completo do diesel derivado do petróleo, algumas de suas características químicas precisam ser adaptadas para atender as especificações propostas pelas montadoras. O problema é facilmente contornado com a realização de um intenso programa de testes e o surgimento de normas internacionais bastante rígidas (GONÇALVES, 2005).

Definidas as especificações, o fato do preço do biodiesel ainda ser pouco competitivo na maioria dos países em relação ao preço do diesel obtido do petróleo não impediu seu surgimento, principalmente nos países do primeiro mundo, devido às legislações que incentivam, aos tratados acordados, comentados anteriormente, ou, em situações particulares, a existência de leis que obrigam o uso crescente do combustível renovável.

Com o uso de energia resultante dos óleos vegetais, o perfil do mercado de energia se descentraliza, uma vez que as poucas multinacionais que possuem o controle da exploração, extração, refino e distribuição de energia no mundo, perdem seus poderes em vista que vários países têm ou podem ter acesso a essa nova tecnologia. Dessa forma, o biodiesel acaba sendo uma boa alternativa para que países pobres tornem-se capazes de crescer e produzir suas próprias demandas de combustível, ficando menos dependentes dos combustíveis fósseis e reduzindo a saída de divisas pela poupança feita na importação do petróleo bruto.

### 1.1.2. Etanol

Uma das energias renováveis mais utilizadas no Brasil atualmente é o etanol.

O álcool etílico, ou como comumente é chamado, etanol é o álcool mais corriqueiro no dia-a-dia do homem. Está presente em bebidas alcoólicas, é muito utilizado na limpeza doméstica bem como usado como combustível, sua utilização que é interesse desse trabalho. A temperatura ambiente se apresenta como um líquido incolor, volátil, extremamente inflamável e de odor característico.

O etanol é uma molécula composta por um etano ligado a um grupamento hidroxila. Pela possibilidade de fazer pontes de hidrogênio, é miscível em água e em outros compostos orgânico. Sua fórmula molecular é  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ .



Figura 1.2 – Plantação de cana-de-açúcar. Fonte:GONÇALVES, 2005.

O álcool pode ser obtido de diversas formas de biomassa, sendo a cana-de-açúcar a realidade econômica atual. Ele substitui parcialmente o petróleo. As primeiras experiências com a utilização do etanol em motores do ciclo Otto, também conhecido como ciclo de quatro tempos, datam do início do século XX. Em 1912, alguns veículos foram movimentados com etanol, em caráter experimental. Em 1931, o Governo Brasileiro autorizou a utilização do álcool em mistura à gasolina, em proporção entre 2% e 5%, respeitada a disponibilidade regional do produto. Em 1961 esse intervalo de mistura foi elevado para de 5% a 10%. Atualmente, a mistura oscila em torno de 24%.

Existem correntes que questionam o possível impacto ambiental decorrente do uso do etanol como combustível nos dias de hoje. Esse questionamento se dá pelos severos danos decorrentes do desmatamento que ocorre para se conseguir espaços para a monocultura da cana-de-açúcar, bem como pelo efeito nocivo da queima da palha, necessária para se preparar a cana para a produção de álcool. Tais danos, apesar da utilização do álcool ser ínfima se comparada aos derivados de petróleo, já se mostram bastantes expressivos e preocupantes. Se ocorresse o aumento considerável desta utilização, é provável que houvesse uma destruição em massa dos ecossistemas originais e a degradação do solo pela monocultura açucareira.

Por este motivo, investimentos portentosos estão sendo efetuados para viabilizar a produção de álcool a partir de celulose, sendo estimado que, em 2020, cerca de 30 bilhões de litros de álcool poderiam ser obtidos desta fonte, apenas nos EUA (OLIVEIRA & RAMALHO, 2006).

O estado de São Paulo destaca-se como maior produtor e consumidor de álcool.



### 1.1.3. Processo de produção de etanol e biodiesel

O processo de obtenção do etanol parte da fermentação, que pode ser realizada por diversos agentes fermentadores, como por exemplo, bactérias, leveduras, enzimas, através de genes recombinantes ou reações químicas em laboratório, dentre outras. Essa fermentação além de ser realizada por agentes diferentes, também pode ser conduzida a partir de matérias-primas distintas (cereais em geral, celulose, bambu e até mesmo lixo).

Após a fermentação é realizada uma fermentação para a concentração do etanol obtido. Esse processo, segundo as suas classes, pode ser dividido em até três partes distintas, conforme o tipo de produto que se procura obter. Assim, considerando separadamente cada tipo ou classe de álcool, as diversas fases de produção são as seguintes:

(i) Álcool Bruto: processo de destilação: cuja finalidade é extrair do mosto fermentado todo o álcool nele contido, junto com as suas impurezas voláteis, produzindo o "álcool fraco", "bruto" ou "flegma" - com graduação alcoólica de 52 a 94 °GL;

(ii) Álcool Retificado: processo de retificação que tem a função de eliminar do álcool fraco ou flegma todas as impurezas e concentrar o álcool assim purificado, chamado retificado ou hidratado, com graduação até 97 °GL;

(iii) Álcool Absoluto: processo de desidratação que por meio do terceiro agente chamado arrastador ou outro elemento apropriado, elimina do álcool retificado a parcela de água nele contida que não se consegue separar mais pelo fracionamento. Produz-se, assim, um álcool desidratado que também é chamado de absoluto ou anidro, apropriado para mistura com carburantes, tendo graduação mínima de 99,95 °GL.

O biodiesel por sua vez pode ser produzido por duas rotas tecnológicas: transesterificação e craqueamento catalítico.

O processo de transesterificação compreende um reator que realiza a reação química do óleo vegetal ou gordura animal com o etanol (rota etílica) ou com o metanol (rota metílica) na presença de um catalisador básico (hidróxido de sódio ou de potássio) ou ácido (ácido sulfúrico). O mais comumente utilizado é o NaOH pelo seu baixo custo e disponibilidade. Para remoção da glicerina, que aparece como



subproduto da produção de biodiesel, são necessários volumes de 10 a 15% de etanol ou metanol. A glicerina pode ser utilizada como matéria-prima na produção de tintas, adesivos, produtos farmacêuticos, têxteis, etc., aumentando a competitividade do produto. A transesterificação é o processo, atualmente, mais utilizado e mais viável comercialmente, para a produção de biodiesel no país, incluindo o biodiesel de mamona (COSTA & OLIVEIRA, 2006).

Por craqueamento, um reator promove a quebra das moléculas do óleo vegetal por aquecimento a altas temperaturas e um catalisador remove os compostos oxigenados corrosivos. O craqueamento térmico pode ser uma metodologia adequada à produção de biodiesel em pequenas localidades. No processo de craqueamento, há um gasto relativamente alto com energia térmica, uma vez que a quebra molecular ocorre a partir dos 350°C, e a produção é de pequena escala. Entretanto, a tecnologia se mostra mais adequada para pequenas localidades. O biodiesel produzido pelo craqueamento é quimicamente equivalente ao diesel obtido do petróleo, mas sem enxofre. O craqueamento térmico ainda está sendo estudado como um processo alternativo (COSTA & OLIVEIRA, 2006).

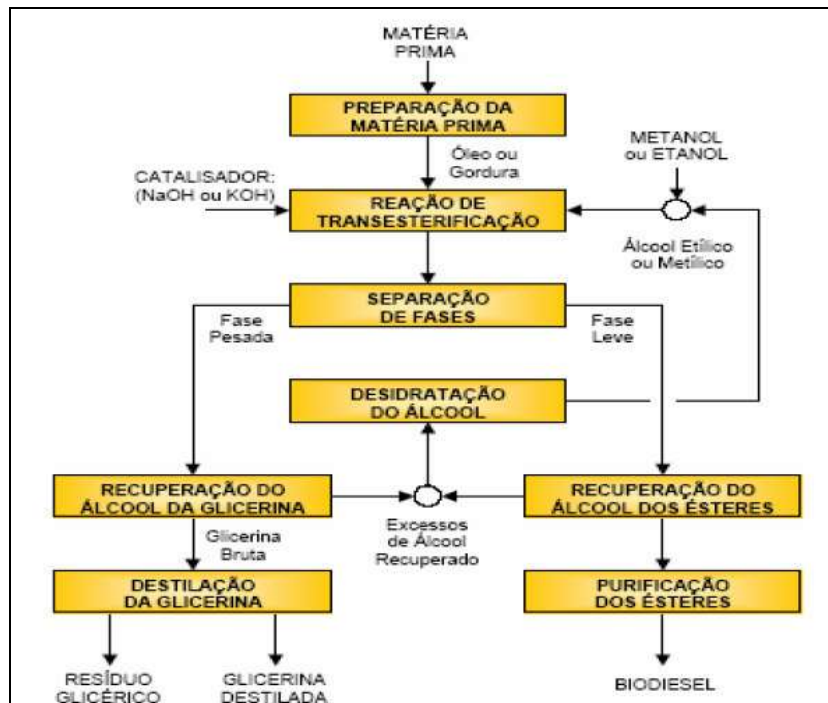


Figura 1.3 – Processo de transesterificação. Fonte: COSTA & OLIVEIRA, 2006.



#### 1.1.4. Benefícios ambientais com o uso dos biocombustíveis

O consumo de combustíveis fósseis derivados do petróleo tem um significativo impacto na qualidade do meio ambiente. A poluição do ar, provavelmente, o mais visível impacto da queima dos derivados de petróleo, as mudanças climáticas, os derramamentos de óleo e a geração de resíduos tóxicos são resultados do uso e da produção desses combustíveis (SOUSA, 2006).

O biodiesel e o álcool possibilitam que se forme um ciclo fechado de carbono no qual o CO<sub>2</sub> é utilizado pela planta, que o absorve durante seu crescimento, e é posteriormente liberado quando o biodiesel ou o álcool, produzidos a partir da mesma planta, são queimados na combustão do motor. Uma pesquisa em parceria entre o Departamento de Energia e o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos mostra que o uso do biodiesel reduz em 78% as emissões de CO<sub>2</sub>. O benefício ambiental associado a utilização do álcool, por sua vez, é enorme. Aproximadamente mais de duas toneladas de CO<sub>2</sub> deixam de ser emitidas para cada tonelada de álcool combustível utilizado, sem considerar outras emissões, como os sulfatos.

Os benefícios ambientais podem, ainda, gerar vantagens econômicas para o país. O Brasil poderia enquadrar o biodiesel nos acordos estabelecidos no protocolo de Kyoto e nas diretrizes dos Mecanismos de Desenvolvimento Limpo – MDL. Países como Japão, Espanha, Itália e países do norte e leste europeu têm demonstrado interesse em produzir e importar biodiesel, especialmente, pela motivação ambiental. Na União Européia, a legislação de meio ambiente estabeleceu que, em 2005, 2% dos combustíveis consumidos deverão ser renováveis e, em 2010, 5% (Biodieselbr.com, 2007).

O biodiesel promove o desenvolvimento da agricultura nas zonas rurais mais desfavorecidas, criando empregos, evitando a desertificação e reduzindo o inchaço das grandes cidades além de reduzir as emissões de dióxido de carbono, que é o gás responsável pelo efeito estufa que está alterando o clima em escala mundial (GONÇALVES, 2005).

Além disso, o armazenamento do biodiesel é mais seguro, pois seu ponto de combustão é de 148,9 °C, enquanto que o do diesel é em torno de 51,7 °C. A sua exaustão é menos ofensiva. Seu uso resulta numa notável redução dos odores, o que é um benefício real em espaços confinados. Seu cheiro se assemelha um pouco com o cheiro de batata frita. Não foram noticiados casos de irritação aos olhos. Outra



vantagem é que como o biodiesel é oxigenado, ele apresenta uma combustão mais completa (texto próprio, baseado nas fontes listadas ao final).

Com relação ao álcool pode-se ressaltar que o ganho de escala proveniente da produção de etanol trouxe barateamento na produção de açúcar. Assim, este produto ganha competitividade em nível internacional. E a produção de álcool no Brasil é equivalente a uma redução de importação de 200 mil barris/dia de petróleo. Além disso, a indústria do álcool e do açúcar gera mais de 1 milhão de empregos no país.

No início do planejamento do Proálcool, que é um programa de substituição em larga escala dos derivados do petróleo, estimava-se que a capacidade do Brasil em produzir etanol estava em 16 bilhões de litros/ano. A produção nacional atual é de cerca de 10,4 bilhões de litros/ano. Então, tem-se uma expansão possível ainda de 60%. E é de se imaginar que é possível aumentar além desse patamar a produção de álcool.

Além desses atrativos, em algumas regiões brasileiras, o álcool chega a ser vendido com preços de 40% a 45% menores, por litro, em relação à gasolina. O motor a álcool tem um consumo maior por quilômetro rodado, entretanto como é comercializado até 30% mais barato que a gasolina, seu consumo ainda é vantajoso. (GONÇALVES, 2005).

Pode-se citar ainda a respeito do álcool que o seu custo operacional é menor que o e outros combustíveis, seu uso resulta em menos poluição e é produzido a partir da cana-de-açúcar, uma fonte renovável, ao contrário do petróleo, podendo ser obtido de muitos outros vegetais.

#### 1.1.5. Biocombustíveis no Brasil e no mundo

O Brasil apresenta condições invejáveis para se tornar um grande fornecedor mundial de biodiesel por se tratar do único país do mundo onde ainda existem grandes territórios agriculturáveis disponíveis (SANT`ANNA, 2003).





Hoje o Brasil apresenta a seguinte capacidade instalada de biodiesel:

Empresa	Local	Capacidade Autorizada (m³/dia)	*Capacidade Anual Estimada (10 <sup>3</sup> m³/ano)
ADM	Rondonópolis / MT	565,00	169,50
Agrosoja	Sorriso / MT	80,00	24,00
Agropalma	Bélem/PA	80,00	24,00
Araguassú	Sorriso / MT	100,00	30,00
Ambra	Varginha / MG	2,40	0,72
Bsbios	Passo Fundo / RS	345,00	103,50
Barracóol	Barra do Bugres/MT	166,70	50,00
Bertim	Lins / SP	333,00	99,90
BioCamp	Campo Verde / MT	154,00	46,20
Biopar	Rolândia / PR	120,00	36,00
Biocapital	Charqueada/SP	186,00	55,80
Binatural	Formosa/GO	30,00	9,00
Biolix	Rolândia/PR	30,00	9,00
Biopetrosul	Taubaté/SP	213,00	63,90
Brasil Ecodiesel	Florianópolis/PI	135,00	40,50
Brasil Ecodiesel	Crateús/CE	360,00	108,00
Brasil Ecodiesel	Porto Nacional / TO	360,00	108,00
Brasil Ecodiesel	São Luis / MA	360,00	108,00
Brasil Ecodiesel	Iraquara/BA	360,00	108,00
Brasil Ecodiesel	Rosário do Sul / RS	360,00	108,00
Caramuru	São Simão / GO	375,00	112,50
CLV	Colider / MT	75,00	22,50
COOAMI	Sorriso / MT	10,00	3,00
COOPERBIO	Lucas do Rio Verde / MT	10,00	3,00
Dhaymers	Taboão da Serra/SP	26,00	7,80
Fertiborn	Catanduva/SP	40,00	12,00
Frigol	Lençóis Paulistas / SP	40,00	12,00
Fusermann	Barbacena/MG	30,00	9,00
Granol	Anápolis/GO	333,30	100,00
Granol	Campinas/SP	133,00	39,90
IBR	Simões Filho/BA	65,00	19,50
Innovatti	Mairinque / SP	30,00	6,74(1)
KGB	Sinop/MT	5,00	1,50
NUTEC	Fortaleza/CE	2,40	0,72
Oleoplan	Veranópolis / RS	327,00	98,10
Ouro Verde	Rolim de Moura/RO	17,00	5,10
PonTe di Ferro	Taubaté/SP	90,00	27,00
PonTe di Ferro	Manguinhos/RJ	160,00	48,00
Renobras	DomAquino/MT	20,00	6,00
Soyminas	Cássia/MG	40,00	12,00
Usibio	Sinop / MT	20,00	6,00

Nota (1): Capacidade anual limitada de acordo com licença ambiental de operação  
**Data da última atualização: 12/09/2007**

Figura 1.4 – Capacidade brasileira de Biodiesel. Fonte: ANP, 2007 (Elaboração Própria).



Essa tendência pode ser verificada ao longo da história do país. Desde a década de 20, o Instituto Nacional de Tecnologia – INT já estudava e testava combustíveis alternativos e renováveis.

Recentemente, com a elevação dos preços do óleo diesel e o interesse do Governo Federal em reduzir sua importação, o biodiesel passou a ser visto com maior interesse. Em outubro de 2002, o Ministério da Ciência e Tecnologia lançou o Programa Brasileiro de Desenvolvimento Tecnológico do Biodiesel (PROBIODIESEL). Seus objetivos eram desenvolver as tecnologias de produção e o mercado de consumo de biocombustíveis e estabelecer uma rede brasileira de biodiesel que congregasse e harmonizasse as ações de especialistas e entidades responsáveis pelo desenvolvimento desse setor da economia. O PROBIODIESEL também visava desenvolver e homologar as especificações do novo combustível e atestar a viabilidade e a competitividade técnica, econômica, social e ambiental, a partir de testes de laboratório, bancada e campo (GONÇALVES, 2005).

Neste mesmo contexto, o Ministério de Minas e Energia criou o Programa Combustível Verde (Biodiesel) em 2003. Nesse programa foi estabelecida uma meta de aproximadamente 1,5 milhões de toneladas de biodiesel produzido, destinado tanto ao mercado interno quanto para a exportação. Seu objetivo é variar os tipos de combustíveis e diminuir a importação de diesel, criando emprego e renda na zona rural.

Tais programas ainda poderão ser reorganizados em virtude do relatório emitido em no início de 2004 pelo Grupo de Trabalho Interministerial (GTI Biodiesel) sob coordenação da Casa Civil, criado em meados de 2003, para a viabilidade da produção de biodiesel. Esse grupo teve como finalidade estudar, bem como o PROBIODIESEL, a viabilidade técnica, econômica, social e ambiental do biodiesel e propor ações para sua utilização no país.

Como resultado desse estudo, tem-se que os desafios tecnológicos e a inexistência de relatório, testes conclusivos e certificados relativos ao uso do biodiesel não devem representar empecilhos ao desenvolvimento imediato de ações que estimulem o seu uso, como as que vêm sendo tomadas então. Esses testes serão realizados a medida que é intensificado e difundido o uso do biodiesel.



Outra importante conclusão a qual chegou o GTI Biodiesel é a de que o Brasil não deve privilegiar rotas tecnológicas, matérias-primas e escalas de produção, diferentemente do que ocorre em outros países, principalmente os europeus. A produção e consumo de biodiesel podem ser um vetor de desenvolvimento que pode atender necessidades, objetivos e metas das mais variadas, adequadas com nossas diferentes realidades.

Atualmente, muitas pesquisas e testes, voltados à utilização de biodiesel, estão sendo realizados no país.

A Agência Nacional do Petróleo lançou, no começo do ano de 2003, uma proposta de especificação do biodiesel puro para ser utilizado misturado a até 20%, sendo a primeira especificação do gênero para biodiesel em vigor no país. Tal proposta foi baseada nas normas européias (DIN 14214) e americanas (ASTM D-6751), como mostra a tabela abaixo (COSTA & OLIVEIRA, 2006):

Propriedades	Unidade	Portaria ANP 310/01 (para diesel)	Resolucion 129/01 (Argentina)	ASTMD- 6751/02 (EUA)	EM 14214 2001 (Europa)	Provisória ANP(Brasil)
Ponto de fulgor	°C	38	100	130	101	100
Água e sedimentos	%vol.	0,05	0,05	0,05	500mg/Kg	0,05
Viscosidade a 40°C	mm <sup>2</sup> /s	2,5-5,5	3,5-5,5	1,9-6,0	3,5-5,5	2,5-5,5
Cinzas sulfatadas, max.	%(m/m)	0,02	-	0,02	0,02	0,02
Enxofre, max.	mg/kg	0,2	10	500	10	10
Corrosividade ao cobre (1 a 5)	-	1	-	3	1	1
Número de Cetano, min.	-	42	46	47	51	45
Resíduo de carbono, max.	%(m/m)	0,25	-	0,05	0,3	0,05
Índice de acidez, max.	MgKOH/g	-	0,5	0,8	0,5	0,8
Glicerina livre, max.	%(m/m)	-	0,02	0,02	0,02	0,02
Glicerina total, max.	%(m/m)	-	0,24	0,24	0,25	0,25
Massa específica a 20°C	Kg/m <sup>3</sup>	820-865	875-900 a 15°C	-	860-900 a 15°C	850-900
Fósforo, max.	%(m/m)	-	-	0,001	0,001	0,001
Destilação (90%), max.	°C	360 (85%)	-	360	-	360 (95%)
Metanol (ou Etanol, Brasil), max.	%(m/m)	-	-	-	0,2	0,1
Na + K, max.	mg/kg	-	-	-	5	10
Ca + Mg, max.	mg/kg	-	-	-	5	10
Índice de iodo, max.	-	-	-	-	120	Anotar
Monoglicerídeo, max.	%(m/m)	-	-	-	0,8	0,8
Diglicerídeo, max.	%(m/m)	-	-	-	0,2	0,2
Triglicerídeo, max.	%(m/m)	-	-	-	0,2	0,2
Estabilidade à oxidação a 110°C, min	h	-	-	a definir	6	Anotar

Figura 1.5 – Padrões do biodiesel. Fonte: COSTA & OLIVEIRA, 2006 (Elaboração Própria).

Por essas ações, o Brasil pode ser considerado o país que possui mais experiência como produtor de combustível renovável. Para confirmar este rótulo tem-se que a capacidade brasileira atual de produção de álcool etílico, em condições de substituir o metanol utilizado para produzir o éster no exterior, é da ordem de 16 bilhões de litros por ano (GONÇALVES, 2005).



Especificamente na produção e no uso do etanol como combustível, o Brasil é o mais avançado país, tecnologicamente falando, seguido de perto, nas Américas, pelos EUA e, em menor escala, pela Argentina bem como Quênia e Malawi, no continente africano, entre outros. A produção mundial de álcool aproxima-se dos 40 bilhões de litros, dos quais cerca de 25 bilhões de litros são utilizados para fins energéticos, aproximadamente.

No Brasil, o etanol é usado como combustível automotivo e desde 2005 também é usado para a aviação seja puro ou misturado à gasolina em uma proporção de até 25%.

Assim como no Brasil, o álcool é utilizado em mistura com gasolina nos EUA, União Européia, México, Índia, Argentina, Colômbia e, mais recentemente, no Japão. Entretanto, o uso exclusivo de álcool como combustível está concentrado unicamente no Brasil (OLIVEIRA & RAMALHO, 2006). A figura a seguir compara a produção de etanol em diferentes países.

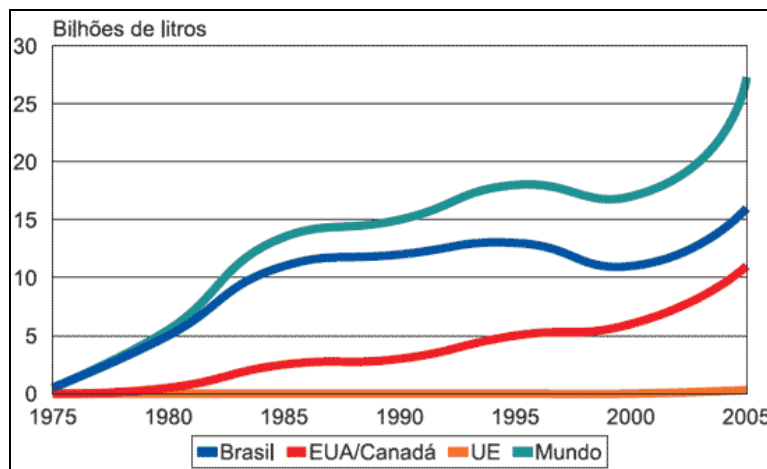


Figura 1.6 – Produção mundial de etanol. Fonte: Biodieselbr.com, 2007.

Em seguida, é observado como o ganho de escala, a prática empresarial e as inovações tecnológicas tornaram o álcool competitivo com a gasolina.

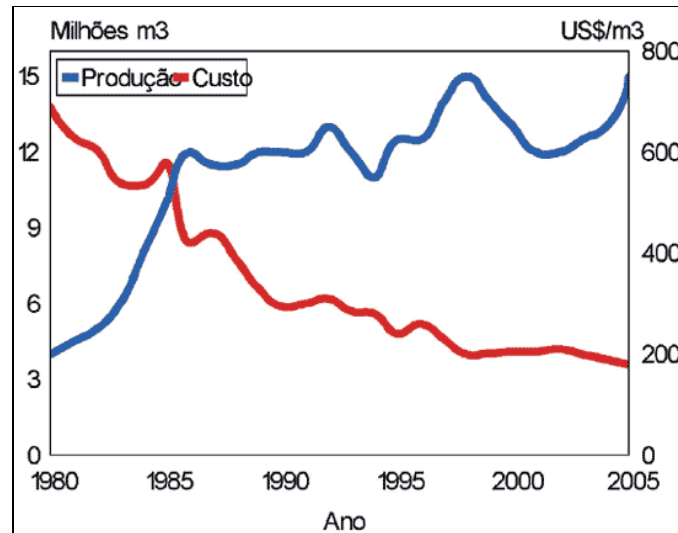


Figura 1.7 – Produção e custo do etanol no Brasil. Fonte: Biodieselbr.com, 2007.

Pode-se, assim como para o biodiesel, analisar a história do uso do etanol em nosso território nacional.

Em 1979, sob influência do segundo choque do petróleo, o governo decidiu incentivar a fabricação de automóveis a etanol. A sociedade respondeu de forma rápida e positiva. Entre 1983 e 1988, esses automóveis representaram, em média, mais de 90% dos veículos novos comercializados.

Em 1986 se inicia uma transformação nesse cenário. Ocorre uma queda do preço do petróleo de maneira repentina no mercado internacional. Seu preço varia então de uma média superior a US\$ 27,00/barril, registrado no ano de 1985, para menos de US\$ 14,00/barril, em 1986. Para manter os preços do etanol atrativos para o consumidor teria que ser realizado uma sobretaxação no combustível fóssil, provendo recursos para subsidiar o combustível renovável. Os impostos que incidiam sobre a gasolina também eram utilizados para subsidiar o gás de cozinha e o óleo diesel, indispensável numa matriz de transporte em que mais de 65% das cargas eram movimentadas por caminhões.

Após a crise, quando as vendas do carro a álcool já davam sinais de recuperação (em 1992 e 1993 os veículos a álcool representaram uma média superior a 25% do total), nasce um novo padrão tecnológico que surge e coloca o carro a álcool definitivamente em segundo plano: os motores de até 1000 cilindradas. Como a relação de preços não era favorável ao álcool, a indústria automotiva concentrou os esforços de pesquisa numa geração de veículos a gasolina mais econômicos. Desse



modo, em 1996 essa nova geração de veículos já representava 75% das vendas, enquanto a participação dos veículos a álcool despencou para menos de 1% (Biodieselbr.com, 2007).

Paralelamente a todo esse processo, ao tempo em que o setor sucroalcooleiro acumulava ganhos de produtividade, as cotações do petróleo reassumiram trajetória ascendente (flutuando na casa dos US\$ 25,00/barril entre 2000 e 2002). Com esses preços mais elevados e uma maior carga tributária sobre o combustível fóssil, o álcool recuperou a sua atratividade, especialmente nas bombas das regiões produtoras. Isso motivou a indústria automotiva a investir no desenvolvimento de um novo padrão tecnológico, o “flex-fuel”. Esse novo padrão tecnológico entroniza o consumidor, que passa a decidir, soberanamente, sobre qual combustível deve abastecer seu carro, com base em considerações econômicas, ambientais e de desempenho do veículo (OLIVEIRA & RAMALHO, 2006).

Atualmente, a indústria sucroalcooleira se encontra otimista, devido a uma série de fatores favoráveis. A economia brasileira começa uma fase de transformação, onde ocorre seu renovo, refletindo no crescimento da demanda por açúcar e etanol, e o mercado externo se mostra mais atraente e promissor.

Com base em diversas projeções, estima-se que, nos próximos 5 anos, a demanda interna por cana-de-açúcar salte de 240 milhões de toneladas (70 milhões de toneladas de cana para açúcar e 170 milhões para álcool), para algo em torno de 334 milhões de toneladas (84 milhões para açúcar e o restante para álcool). Apesar de amplamente satisfatório para o setor privado, o problema é preocupante para o Governo, especialmente porque, além da necessidade de incremento de, praticamente, 100 milhões de toneladas na produção para atender o mercado doméstico, a demanda externa também é crescente (OLIVEIRA & RAMALHO, 2006).

Internacionalmente, os contratos firmados entre a Petrobras e as companhias petrolíferas da Venezuela e da Nigéria, somados às expectativas quanto ao mercado japonês e à consolidação dos investimentos no reprocessamento no Caribe (exportações para o mercado americano utilizando a cota destinada aos países daquela região), podem representar um incremento de quatro a cinco bilhões de litros de álcool nas exportações (Biodieselbr.com, 2007).



## 1.2. Células combustíveis

Células combustíveis são uma tecnologia que utiliza o hidrogênio e o oxigênio para gerar eletricidade com alta eficiência, e também vapor d'água quente resultante do processo químico na célula a combustível. A importância da célula está na sua alta eficiência e na ausência de emissão de poluentes quando se utiliza o hidrogênio puro, além de ser silenciosa (NETO, 2007).

O seu principal combustível, o hidrogênio, pode ser obtido a partir de diversas fontes renováveis e também a partir de recursos fósseis (eletrólise da água, gás natural, propano, metanol, ou outros derivados do petróleo como qualquer hidrocarboneto.), mas com muito menor impacto ambiental. Será em breve uma solução para a geração de energia no próprio local de consumo, desde uma indústria, residência, centros comerciais, além de sua utilização em automóveis, aviões, motos, ônibus e equipamentos portáteis, tal como o telefone celular e os laptops (NETO, 2007). De uma maneira geral, espera-se que as células combustíveis substituam o petróleo como uma fonte de energia dentro de 50 a 100 anos. Elas têm inúmeras aplicações comerciais e sociais.

O químico galês William Grove foi o primeiro a propor o desenvolvimento de células combustíveis, em 1839. Estudando a eletrólise da água, isto é, o processo de decompô-la em hidrogênio e oxigênio moleculares, ele concluiu que deveria haver um modo de reverter o processo e combinar os dois elementos. Por meio de experimentos, Grove e outros lançaram os alicerces da criação de fontes de energia eficientes como células combustíveis. A idéia é aproveitar a atração química entre o oxigênio e o hidrogênio para produzir eletricidade. Gerar eletricidade usando os dois elementos mais abundantes na Terra poderia fornecer energia à humanidade por todo o próximo milênio (BLANKS, 2004).

### 1.2.1. O funcionamento de uma célula combustível do tipo PEM

Uma célula combustível do tipo PEM é constituída por dois eletrodos. Entre eles existe um eletrólito. A função do eletrólito é de atuar como um meio que permite aos íons ( $H^+$ ,  $OH^-$ ,  $O^{2-}$ ,  $CO_3^{2-}$ , entre outros) passarem de um lado para o outro atravessando o eletrólito. Externamente é realizada uma ligação elétrica entre os dois eletrodos (ânodo e cátodo) onde é ligado o receptor (a carga). Podem ser encontrados catalisadores envolvendo os eletrodos visando aperfeiçoar a célula.



Os elétrons (e-) são conduzidos através do ânodo, contornando o eletrólito até atingirem o circuito externo, onde acendem o receptor (por exemplo, uma lâmpada ou um motor elétrico), e retornam para o terminal positivo, o cátodo. O fluxo de elétrons é a corrente elétrica (NETO, 2007).

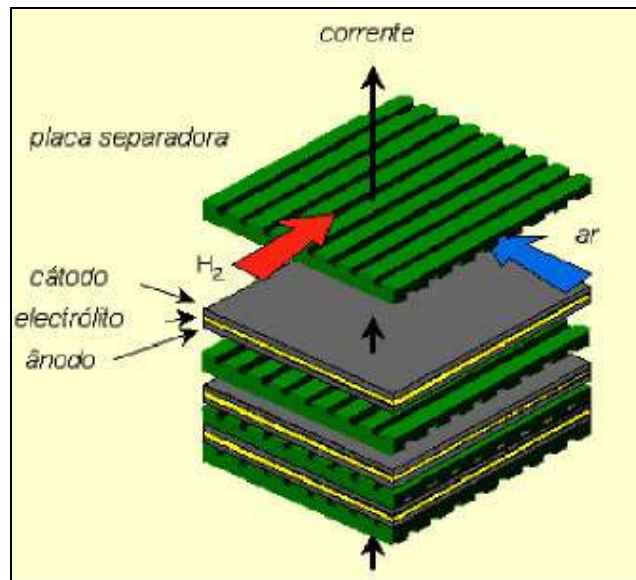


Figura 1.8 – Esquema de uma célula combustível. Fonte: SANTOS & SANTOS, 2007.

Uma pilha combustível é constituída por uma associação em série de células de combustíveis, uma vez que cada célula individual produz apenas uma tensão aproximada de 0,8 V. Consegue-se assim, formar uma pilha combustível onde se tem a tensão de saída pretendida para uma determinada aplicação prática aonde a tensão individual de cada uma das células vem multiplicada pelo número de células presentes. Caso se pretenda elevar o valor da corrente que uma pilha de células combustíveis pode fornecer, deve-se ligar as mesmas em paralelo (SANTOS & SANTOS, 2007).

### 1.2.2. Tipos de células combustíveis

Além do tipo PEM, definida anteriormente, existem, pelo menos, quatro outros tipos de células combustíveis, cada uma com vantagens e desvantagens particulares: (i) Alcalina: aplicação principal no espaço. Opera entre 60 e 90°C; (ii) Ácido Fosfórico: usada em aplicações de energia estacionária. Opera entre 160 e 220°C; (iii) Carbonato fundido: energia estacionária, a mais promissora tecnologia futura de energia. Opera em 620 e 660°C; (iv) Óxido sólido: geração de energia. Pode funcionar nas mais altas temperaturas operando de 800 a 1.000°C (BLANKS, 2004).





As duas primeiras (alcalina e ácido fosfórico), bem como a do tipo PEM, tem como vantagens o rendimento elevado, o baixo índice de emissões, o arranque rápido (especialmente as PEM) e o potencial para redução significativa do custo resultante de produção em larga escala. Como desvantagens têm o potencial de cogeração limitado, o processamento de combustível relativamente complexo, o fato de serem muito mais sensíveis ao CO, requerem catalisadores de metais nobres e o custo elevado (a Ácido Fosfórico principalmente).

As células de carbonato fundido e de óxido sólido apresentam as seguintes vantagens: rendimento muito elevado, emissões reduzidas, processamento de combustível mais simples, não existe a necessidade de utilizar catalisadores de metais nobres, não são danificadas pelo CO e têm potências mais elevadas. Como desvantagens: o mercado limitado inicialmente à produção de eletricidade (o que reduz o potencial para a redução do custo) e a complexidade quando utilizadas em sistemas híbridos (SANTOS & SANTOS, 2007).

### 1.2.3. Células combustíveis no Brasil e em outros países

Em 2006, os paulistanos que trafegam de ônibus do bairro de São Mateus para o bairro da Jabaquara começaram a ter a oportunidade de andar em um dos primeiros veículos do mundo movidos a célula combustíveis. O projeto está sendo gerenciado pela Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo (EMTU) e conta com a colaboração de parceiros de peso na empreitada, entre eles o Ministério de Minas e Energia e o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD).

Estas são algumas das principais experiências realizadas no Brasil para desenvolver as células combustíveis. As pesquisas não acontecem só no Brasil. A idéia tem merecido especial atenção das comunidades científica e empresarial de todo o mundo. São várias os estudos realizados nos quatro cantos do planeta para aprimorar essa técnica que ao longo do século deve ganhar destaque na matriz energética mundial.

As células podem ser utilizadas tanto em veículos quanto em instalações estacionárias. O uso em veículos será rotineiro dentro de alguns anos, em especial na Europa, onde a opinião pública é muito crítica quando o assunto é combate à poluição. Estima-se que no ano de 2020, cerca de 5% da frota de automóveis e ônibus que



circulam no velho continente – aproximadamente 9 milhões de veículos - devem ser movidos a partir das células a combustível.

Nos Estados Unidos também não é diferente. Segundo seu departamento de energia, se o país utilizasse, em 10% da sua frota, veículos movidos por células a combustível, a economia em petróleo seria de 800.000 barris por dia. Esta quantia equivale a 13% das importações de petróleo deste país em 2003 (NETO, 2007).



### 1.3. Energia Eólica

No passado, mais precisamente no início do segundo milênio, o vento, a água e a lenha figuravam como os responsáveis pela produção de calor e serviam de força motriz. Com o passar dos anos, isto mudou. Em épocas mais recentes, o carvão, o petróleo, e o gás natural substituíram estas fontes tradicionais, principalmente nos países que foram se industrializando.

Nos dias de hoje, com a preocupação com o meio ambiente, a energia provinda do vento, ou energia eólica, volta a figurar como um dos personagens principais da matriz de energias renováveis.

A energia eólica é hoje em dia vista como uma das mais promissoras fontes renováveis de energia, caracterizada por uma tecnologia madura baseada principalmente na Europa e nos EUA. As turbinas eólicas, isoladas ou em pequenos grupos de quatro ou cinco, e, cada vez mais, em parques eólicos com quarenta e cinquenta unidades, são já um elemento habitual da paisagem de muitos países europeus, nomeadamente a Alemanha, Dinamarca, Holanda e, mais recentemente, o Reino Unido e a Espanha. Nos EUA, a energia eólica desenvolveu-se principalmente na Califórnia (Altamont, Tehachapi e San Gorgonio) com a instalação massiva de parques eólicos<sup>1</sup> nos anos 80 (CASTRO, 2005).

A energia eólica era utilizada há anos sob a forma de moinhos de vento. Pode ser canalizada por modernas turbinas eólicas ou pelo tradicional cata-vento. Os especialistas explicam que no Brasil há ventos favoráveis para a ampliação dos instrumentos eólicos (Portal Planeta Orgânico, 2008).

Pode se afirmar que a energia eólica provém da radiação solar uma vez que os ventos são gerados pelo aquecimento não uniforme da superfície terrestre. Uma estimativa da energia total disponível dos ventos ao redor do planeta pode ser feita a partir da hipótese de que, aproximadamente, 2% da energia solar absorvida pela Terra é convertida em energia cinética dos ventos. Este percentual, embora pareça pequeno, representa centena de vezes a potência anual instalada nas centrais elétricas do mundo (CEPEL, 2007).

Essa energia cinética, resultante do deslocamento das massas de ar, pode ser transformada em energia mecânica ou elétrica. Apesar disto, para a produção de



energia elétrica em grande escala, só são interessantes regiões que tenham ventos com velocidade média de 6 m/seg ou superior (Portal Planeta Orgânico, 2008).

A primeira experiência com energia eólica se iniciou em 1973 nos Estados Unidos, entretanto só foi mostrar os primeiros resultados em 1975. O sistema utilizado era formado pela primeira turbina eólica da era moderna, que tinha um rotor de duas pás com 38 metros de diâmetro e 100 kW de potência. A experiência de operação acumulada com esta turbina, e com outras quatro instaladas entre 1977 e 1980, permitiu concluir acerca da viabilidade da sua exploração. Em 1981, também nos Estados Unidos, foram desenvolvidas turbinas de grandes dimensões, com 91 metros de diâmetro e 2,5 MW de potência, incorporando os mais recentes progressos tecnológicos. A esta altura formavam-se os primeiros consórcios entre empresas americanas e européias, nomeadamente suecas e alemãs, em programas de investigação e desenvolvimento de turbinas de grande potência. As primeiras turbinas eólicas comerciais foram instaladas no início dos anos 80, tanto na Europa (principalmente na Dinamarca e Holanda) como nos EUA (em particular na Califórnia), tendo tipicamente entre 10 a 20 metros de diâmetro e potências de 50 a 100 kW. No início dos anos 90 o tamanho standard das turbinas era da ordem de 300 kW e actualmente (2003) já se situa na gama de 1 a 2 MW (CASTRO, 2005).



Figura 1.9 – Parque de turbinas. Fonte: CASTRO, 2005.



### 1.3.1. Componentes de um sistema eólico

Um sistema eólico é formado por diversas partes, cada uma com uma função distintita, mas juntas, de forma harmoniosa devem resultar em um maior rendimento final. Esse sistema então é formado pelos seguintes componentes: vento (depende da região onde se está instalando o sistema); rotor (transforma a energia cinética do vento em energia mecânica de rotação); transmissão e caixa multiplicadora (transmitem a energia mecânica entregue pelo eixo do rotor até a carga, semelhantes a um automóvel); gerador elétrico (converte da energia mecânica em energia elétrica); mecanismo de controle (orienta o rotor, controla a velocidade, a carga, entre outras); torre (sustenta e posiciona o rotor na altura conveniente); sistema de armazenamento (armazena a energia para produção de energia firme a partir de uma fonte intermitente); transformador (realiza o acoplamento elétrico entre o aerogerador e a rede elétrica); acessórios (componentes periféricos).

De todos esses componentes, o rotor é sem dúvida a parte mais importante, pois é o responsável pela transformação da energia cinética eólica em energia mecânica de rotação. Por este motivo, a configuração do rotor influenciará diretamente no rendimento global do sistema.

O projeto das pás do rotor, no qual a forma da pá e o ângulo de ataque em relação à direção do vento têm uma influência determinante, foi influenciado pelo conhecimento da tecnologia das asas dos aviões, que apresentam um funcionamento semelhante (CASTRO, 2005).

Os rotores podem ser de eixo horizontal ou eixo vertical. Os rotores de eixo horizontal são os mais comuns e grande parte da experiência mundial está voltada para a sua utilização. São movidos por forças aerodinâmicas chamadas de forças de sustentação (lift) e forças de arrasto (drag). Por sua vez, os rotores de eixo vertical têm a vantagem de não necessitarem de mecanismos de acompanhamento para variações da direção do vento, o que reduz a complexidade do projeto e os esforços devidos as forças de Coriolis. Os rotores de eixo vertical também podem ser movidos por forças de sustentação (lift) e por forças de arrasto (drag) (CEPEL,2007).



### 1.3.2. Energia eólica no Brasil e no mundo

O Brasil possui jazidas de vento que figuram entre as melhores do mundo. O território nacional apresenta ventos bem comportados, enquanto que Estados Unidos e Europa apresentam em suas jazidas ciclones e turbulências.

No Nordeste do país existe um verdadeiro tesouro com relação a vento. É a região do planeta com melhor complementaridade eólica-hídrica. Os meses de junho, julho e agosto, quando ocorrem as melhores vazões do Rio São Francisco, coincide com a época em que o volume de ventos é abundante na região.

Um dos estados que abrigam as condições mais adequadas para o desenvolvimento da energia eólica é o Ceará. Sobre seus 573 quilômetros de litoral varrem os chamados ventos "bem educados", assim classificados porque têm duas características apontadas como vantagens competitivas na produção de energia eólica: velocidade e direção constantes. O estado foi o primeiro a instalar usinas de geração de energia a partir dos ventos em escala comercial, no anos 90. A produção atual de 17,4 MW de seus três parques eólicos (Mucuripe, Taíba e Prainha) vai saltar para 500,53 MW até 2008 quando deverão ser concluídas outras 14 usinas. Pernambuco ainda não tem uma grande central eólica como o Ceará, mas é no estado que está fincada uma torre histórica: a primeira turbina em funcionamento no país está na cidade de Olinda. Ela tem capacidade para gerar 250 quilowatts, o suficiente para iluminar todos os monumentos históricos da cidade, vizinha a Recife. Outra turbina funciona em Fernando de Noronha e responde por 10% do total da energia gerada na área (MELO & FRANÇA, 2007). Existem ainda parques no Pará, Paraná e Minas Gerais.

Pelo mundo é possível identificar diversos países se utilizando de energia eólica. A Alemanha foi o primeiro país a instalar o primeiro parque eólico offshore em 2001. Este parque é o primeiro no mundo a se encontrar fora de uma zona de 12 milhas marítimas, no meio do mar do norte, a 45 quilômetros da Ilha Burken e a 30 metros de profundidade. Esse empreendimento foi realizado pela empresa Prokon Nord com 12 usinas eólicas podendo ser expandida para 196, tornando-se um dos maiores potenciais de energia renovável da Europa. A Alemanha produziu em 2001 o equivalente a 6916 MW de energia eólica, estando assim em destaque na produção de energia do mundo, seguida pelos Estados Unidos, Espanha, Dinamarca e Índia. Entretanto, entre os países que se encontram no chamado "grupo de desenvolvimento", a Índia tem desenvolvido intenso programa de fontes renováveis,



com números superiores a 750 MW de capacidade instalada de energia eólica; 400 mil sistemas fotovoltaicos; e 2,4 milhões de biodigestores. Dinamarca também está investindo em energia eólica. Isto é decorrente da longa tradição da utilização do vento como forma de energia. O país é responsável por cinco empresas que supriram 60% de toda a demanda mundial de turbinas nos últimos dez anos. Os maiores compradores são Alemanha (26%), Espanha (12%), e Inglaterra (10%). Contabilizando todas as vendas, o país vendeu o equivalente a 968 MW. Em 1997 o país conseguiu um recorde anual com a instalação de 533 novas turbinas no seu território que foi possível a geração de 300 MW. Isto contribuiu para um total de 4850 turbinas de vento, que equivale a 7% de toda a energia consumida pela Dinamarca. O governo dinamarquês espera que a produção total de energia gerada pelo vento alcance 2500 MW em 2005, dentre as quais 750 serão de instalações continentais. Nos Estados Unidos a energia eólica é muito difundida, a exemplo de Dakota do Norte, que sozinha, produz energia para suprir 36% da eletricidade de 48 estados. Outros projetos em andamento nos EUA poderão diminuir drasticamente o custo do kWh, hoje variando entre 0,39 centavos de dólar (em algumas usinas nos Texas) a 0,50 centavos ou mais (no Pacífico Noroeste). Atualmente a energia eólica é responsável por apenas 1% de toda a energia produzida no país. Dados projetados pelo departamento de energia americano confirmam um aumento de 600% na utilização de energia eólica para os próximos 15 anos, podendo chegar a 10% da energia consumida no país, o mesmo que a parcela produzida pela energia hidrelétrica. Portugal está obrigado, pela legislação da Comunidade Européia, a assegurar que, até 2010, 39% da eletricidade consumida no país tenha origem em fontes de energias renováveis. O país, até o final do primeiro trimestre de 2005, instalou 5790 megawatts (MW) de capacidade de produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis, a um percentual superior a 10%. Esse percentual foi possível, pois a potência eólica do país alcançou, em março de 2005, 682 MW, totalizando 76 parques e 546 torres. Porém, mais de 80% da potência instalada situa-se em parques com menos de 25 MW. Os distritos com maior potência instalada são Vila Real, Braga e Viseu (135; 106 e 98 - MW). Destes percentuais, apenas 91 MW foram produzidos por meio da energia hídrica. Segundo o relatório "Renováveis - Estatísticas Rápidas Março de 2005", a produção de eletricidade a partir de fontes renováveis está concentrada no Norte, principalmente nos distritos de Bragança, Viana do Castelo e Vila Real (992 MW, 763 MW, 572 MW). Mas as metas previstas para 2010, primeiro período do Protocolo de Kyoto, são de chegar a 39% de



fontes de energias renováveis, o que significa uma capacidade instalada para o ano de 2005-2006 de 9680 MW (BELINI, 2006).

Existem, atualmente, mais de 30.000 turbinas eólicas de grande porte em operação no mundo, com capacidade instalada da ordem de 13.500 MW. No âmbito do Comitê Internacional de Mudanças Climáticas, está sendo projetada a instalação de 30.000 MW, por volta do ano 2030, podendo, tal projeção, ser estendida em função da perspectiva de venda dos "Certificados de Carbono" (BELINI, 2006).





#### 1.4. Energia Geotérmica

A energia geotérmica existe desde que o nosso planeta foi criado. Geo significa terra e térmica está ligada à quantidade de calor. Abaixo da crosta terrestre existe uma rocha líquida, o magma. A crosta terrestre flutua nesse magma, que por vezes atinge a superfície através de um vulcão ou de uma fenda (COSTA, 2007).

Os vulcões, as fontes termais e os gêisers são manifestações conhecidas desta fonte de energia. O calor da terra pode ser aproveitado para usos diretos, como o aquecimento de edifícios e estufas ou para a produção de eletricidade em centrais geotérmicas (COSTA, 2007).

É uma fonte de energia ainda muito pouco utilizada para geração de eletricidade, pois existem muitas dificuldades para sua implantação e seu rendimento é considerado baixo. Esta energia, diferente das outras, não é renovável e geralmente causa impactos ambientais consideráveis. Suas fontes tem vida útil de exploração consideradas baixas.



Figura 1.10 – Gêiseres em ação. Fonte: GUERRINI, 2001.

Registros mostram que o início da utilização da energia geotérmica data de 10000 anos atrás, quando os antepassados norte-americanos utilizavam fontes termais para cozinhar seus alimentos. Tais fontes termais também foram utilizadas para o controle da temperatura ambiente no inverno.

Registros oficiais mostram que na Itália, mais precisamente na região de Toscana, em 1904, foi realizada a primeira tentativa de se utilizar fontes geotérmicas para a geração de energia. Entretanto, essa primeira tentativa foi frustrada, pois o sistema desenvolvido foi destruído devido a presença de substâncias químicas contidas no vapor. Essa primeira tentativa visava a extração de ácido bórico. Em 1913, uma



estação de 250 kW foi produzida com sucesso e por volta da Segunda Guerra Mundial 100 MW estavam sendo produzidos, mas a usina foi destruída na Guerra.

Em 1970, um campo de gêiseres na Califórnia estava produzindo 500 MW de eletricidade. A exploração desse campo foi dramática, pois em 1960 somente 12 MW eram produzidos e em 1963 somente 25 MW. México, Japão, Filipinas, Quênia e Islândia também têm expandido a produção de eletricidade por meio geotérmico. Na Nova Zelândia o campo de gases de Wairakei, na Ilha do Norte, foi desenvolvido por volta de 1950. Em 1964, 192 MW estavam sendo produzidos, mas hoje em dia este campo está acabando (GUERRINI, 2001).

#### 1.4.1. Funcionamento do sistema de coleta de energia

Os reservatórios subterrâneos de água se aquecem ou até mesmo fervem no momento em que entram em contato com o magma. Em algumas regiões, a água quente sobe até a superfície, formando pequenos lagos. Essa água é então utilizada para aquecer prédios, casas, piscinas no inverno. A temperatura pode atingir até 200 °C ou mais.

Em alguns lugares do planeta, a quantidade de vapor e água quente possibilita produzir energia elétrica. Para esse fim, abrem-se buracos fundos no chão até chegar aos reservatórios de água e vapor, que são drenados até a superfície por meio de tubos e canos apropriados. Através desses tubos o vapor é conduzido até a central elétrica geotérmica. Tal como uma central elétrica normal, o vapor faz girar as lâminas da turbina como uma ventoinha. A energia mecânica da turbina é transformada em energia elétrica através de um gerador. A diferença dessas centrais elétricas é que não é necessário queimar um combustível para produzir eletricidade. Após passar pela turbina, o vapor é conduzido para um tanque onde será resfriado. A água que se forma será novamente canalizada para o reservatório onde será naturalmente aquecida pelas rochas quentes (COSTA, 2007).

#### 1.4.2. Energia geotérmica no Brasil e no mundo

No Brasil não existe ainda nenhuma usina de energia geotérmica, mas existem estudos e os investimentos para o setor começam a surgir. A empresa israelense Ormat Technologies, Inc e a paulista Ponte Di Ferro firmaram contrato para estudar a viabilidade e a relação custo-benefício para a exploração de energia geotérmica. O investimento apenas para a fase inicial do estudo, segundo avaliação das empresas, é



calculado em US\$ 150 milhões. Inicialmente, o trabalho é direcionado aos poços de água quente que abastecem a cidade de Mossoró, no Rio Grande do Norte (DAINESE, 2005).

Nos Estados Unidos da América há usinas deste tipo na Califórnia e em Nevada. Em El Salvador, 30% da energia elétrica consumida provêm da energia geotérmica (GUERRINI, 2001). A Islândia, na Europa, satisfaz 72% de suas necessidades nessa área com produção geotérmica e hidrelétrica. Essa proporção se reduz na média mundial a 13%, e na Europa a 7% (VEAL, 2007). Países como a Nova Zelândia, Israel, México, Japão, Filipinas e Quênia também se utilizam desta tecnologia.



### 1.5. Energia Hídrica

Energia hídrica é a energia cinética das massas de água dos rios, que fluem de altitudes elevadas para os mares. Quando chove nas colinas e montanhas a água concentra-se em rios, ribeiras e correntes que se deslocam para o mar. A energia é produzida por meio do aproveitamento do potencial hidráulico existente nos rios, utilizando desníveis naturais, como quedas de água, ou artificiais, produzidos pelo desvio do curso original do rio (NOIA, 2007).

A energia da água em movimento, como também é conhecida, é a milhares de anos utilizada para os mais diversos fins. No século XX, a produção de energia hídrica foi principalmente efetuada através da construção de barragens de grande ou média capacidade. Nestas constitui-se um "depósito" de água interrompendo pontualmente o fluxo de água nos rios. Ao restabelecer o fluxo de água, através de uma queda de nível, acionam-se turbinas produzindo eletricidade. Mais recentemente a energia cinética da água tem sido aproveitada através da aplicação do que se designa por mini ou micro hídricas que consistem na construção de pequenos açudes ou barragens que desviam uma parte do caudal do rio para lhe devolver em um local desnivelado (onde são instaladas as turbinas), produzindo assim eletricidade que é depois distribuída (VIDEIRA et all, 2004).



Figura 1.11 – Hidrelétrica. Fonte: Portal Planeta Orgânico, 2008.

Pode-se afirmar que a energia hídrica tem a energia solar como fonte de renovação. O ciclo dá-se através da evaporação da água dos rios, lagos, mares e oceanos, pela radiação solar directa e pelos ventos. O vapor d'água mistura-se com o ar atmosférico e sobe até formar as nuvens. Boa parte dessas nuvens é transportada pelos ventos até regiões de maior altitude. Através da chuva, a água é devolvida ao solo, passando a alimentar os rios nos seus fluxos descendentes (NOIA, 2007).



### 1.5.1. Vantagens e desvantagens da energia hídrica

Por muito tempo a energia hídrica foi considerada uma fonte limpa de energia. No entanto, ela acarreta uma série de conseqüências sócio-ambientais em função do alagamento de grandes áreas. Construir uma barragem pode implicar em remover cidades inteiras, desalojar pessoas, capturar animais, acabar com florestas e sítios históricos, que ficarão submersos. Após os impactos iniciais, a energia seria limpa, mas a decomposição da biomassa inundada emite gás metano e polui a água com o excesso de matéria orgânica, em algumas usinas. O desmatamento antecipado da área a ser inundada pode evitar esses tipos de impactos. Além disso, a construção de uma barragem é mais cara que algumas energias e muito demorada. Muitas vezes o curso natural do rio é alterado em função das áreas a serem alagadas, causando interferência nos ciclos naturais, reprodução e dispersão de peixes e outros animais aquáticos. Atualmente, o impacto da construção de usinas tem sido cada vez mais fiscalizado por organizações não governamentais, associações de populações desalojadas e pela sociedade como um todo. Como conseqüência, muitos projetos de usinas estão atrasados por falta de licenciamento ambiental (Portal Ambiente Brasil, 2008).

### 1.5.2. Energia hídrica no Brasil e no mundo

De acordo com o perfil longitudinal, pode-se encontrar rios brasileiros com características predominantes de planície e de planalto. Como representantes exemplares dos rios de planície tem-se o Amazonas, o Paraguai e na baixada maranhense, o Parnaíba. Todos esses rios são navegáveis em longas extensões, ainda que este recurso não esteja sendo plenamente explorado. Outros grandes rios são conhecidos pela declividade dos terrenos que drenam e enquadram-se entre os rios de planalto. Esses rios têm um perfil importante na avaliação do potencial hidrelétrico. Destacam-se, nesses, o rio Paraná e seus principais afluentes, Parnaíba, Grande, Tietê, Paranapanema e Iguacú, com desnível das cabeceiras até o pé da barragem de Itaipu; o Tocantins e seu afluente Araguaia, que desce das cabeceiras à foz; o rio Uruguai e seus afluentes de curso perene, com desnível até Paulo Afonso. O rio Amazonas tem a mais vasta bacia hidrográfica do planeta, com cerca de 6.315.000 km<sup>2</sup>, a maior parte do território brasileiro (3.984.000 km<sup>2</sup>, da ordem de 63,1%). O Amazonas e todos os seus afluentes têm uma vazão média anual calculada em 250 mil m<sup>3</sup>/s, para um potencial hidrelétrico da ordem de 54.117.217 kW/ano. Comparativamente, o rio



Paraná, cuja vazão em Itaipu, é 1,8 vezes menor em potencial do Amazonas. A maior parte da capacidade hidrelétrica brasileira foi inventariada, somando-se a energia hidrelétrica que já vem sendo gerada à que se espera obter nos empreendimentos em construção e à que poderiam gerar os aproveitamentos estudados no projeto básico. Cálculos precisos permitem referenciar o montante estimado dos demais recursos hídricos ainda não prospectados com maior rigor (Portal Ambiente Brasil, 2008).

O Brasil tem hoje 79 hidrelétricas em funcionamento ou em construção. Entretanto, com o iminente racionamento de energia no Brasil, o governo teve que modificar algumas regras em relação aos empreendimentos hidroelétricos para que não ocorram prejuízos maiores à sociedade.

Na Europa é possível citar alguns países que se utilizam ou se utilizaram desta energia, como é o caso da Noruega. No início do século XX, a energia hídrica facilitou a constituição de uma indústria com utilização intensiva de energia, com empresas como a Norsk Hydro que produzia fertilizantes artificiais. No seguimento da II Guerra Mundial, as indústrias com utilização intensiva de energia, tais como a produção de alumínio e as indústrias electroquímicas e electro-metalúrgicas, expandiram-se amplamente na Noruega como parte da reconstrução da Europa. As fases mais intensivas no desenvolvimento da indústria da energia hídrica ocorreram de 1910 a 1925 e entre 1960 e 1985. Hoje, entre as novas formas de energia renovável que se encontram em desenvolvimento na Noruega contam-se a energia das ondas, a energia eólica, as bombas de calor e as novas formas de bioenergia, tais como tipos diferentes de biomassa para produção de calor, e biocombustíveis (bioetanol e biodiesel).

Atualmente, em Portugal cerca de 30% da eletricidade consumida no País tem origem hídrica, sendo que o potencial de aproveitamento de energia hídrica está distribuído por todo o território nacional, com maior concentração no Norte e Centro do país (NOIA, 2007). Na Ilha das Flores, existe uma Central Hidroelétrica, situada na Ribeira de Além da Fazenda de Santa Cruz das Flores, concluída em 1966, sob o impulso francês e por orientação do Dr. António de Freitas Pimentel, e, em Outubro desse ano, a primeira e única central da ilha permitiu a iluminação de Santa Cruz e Ponta Delgada. Neste momento, a Ilha das Flores é de todas as ilhas açorianas a que registra uma taxa de utilização de energias renováveis mais elevada, produzindo 52% de energia não poluente (NOIA, 2007).



## 1.6. Energia Solar

O Sol, tanto como fonte de calor quanto de luz, é nos dias de hoje uma das fontes energéticas mais promissoras para se enfrentar os desafios do novo milênio. O aproveitamento de suas energias, em matéria de tempo, tem escalas infinitas. E quando se fala em energia, deve-se lembrar que o Sol é responsável pela origem de praticamente todas as outras fontes de energia. Portanto, pode-se concluir que as fontes de energia são, em última instância, provenientes da energia solar.

As fontes orgânicas (petróleo, carvão e gás natural) surgiram a partir de resíduos de plantas e animais, que quando vivos, obtiveram do Sol a fonte de sua sobrevivência e desenvolvimento. A partir da energia solar é possível obter a evaporação, o que resulta no ciclo das águas, possibilitando represamento e conseqüentemente gerando energia elétrica através da energia hídrica. A radiação solar também induz a circulação atmosférica em larga escala, causando os ventos. Sem falar nos biocombustíveis.

Por ser praticamente inesgotável, sistemas de captação de energia solar são amplamente utilizados no mundo inteiro. No Brasil, a quantidade de sol abundante durante quase todo o ano estimula o uso deste recurso. Algumas formas de utilização da energia solar são apresentadas a seguir.

### 1.6.1. Energia solar fototérmica

A energia solar determinada como fototérmica é utilizada quando se existe o interesse na quantidade de energia que um dado corpo consegue absorver, sob a forma de calor, partindo da radiação solar incidente no mesmo. A utilização dessa forma de energia implica saber captá-la e armazená-la. Os equipamentos mais difundidos com o objetivo específico de se utilizar a energia solar fototérmica são os coletores solares (CEPEL, 2007).

Podem-se denominar os coletores solares como aquecedores de fluidos (líquidos ou gasosos), sendo classificados em coletores concentradores e coletores planos em função da existência ou não de dispositivos de concentração da radiação solar. O fluido utilizado, quando aquecido, é confinado em reservatórios isolados, evitando a troca térmica, até o momento de sua utilização, podendo ser, por exemplo, água quente destinada a banhos, ar quente destinado à secagem de grãos, gases para acionamento de turbinas entre outros.



Nos dias de hoje, os coletores solares planos são amplamente utilizados em casas, hospitais, hotéis, devido a sua fácil utilização e na redução do consumo de energia elétrica.

Também é possível encontrar sua utilização nas indústrias, permitindo o aquecimento de gases para o acionamento de compressores e turbinas, indispensáveis para a maioria dos processos industriais.

#### 1.6.2. Energia solar fotovoltaica

A energia solar fotovoltaica é obtida através da conversão direta da luz em eletricidade, também conhecido como efeito fotovoltaico. Esse efeito é conhecido desde 1839, quando Edmond Becquerel verificou uma diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semicondutor quando exposto a luz. Essa diferença aparece entre os extremos de uma estrutura de material semicondutor, produzida pela absorção da luz. A célula fotovoltaica é a unidade fundamental do processo de conversão.

Em 1876 foi criado e montado o primeiro sistema de captação de energia solar fotovoltaica como resultado de estudos das estruturas sólidas. Entretanto, apenas em 1956 deu-se início a produção industrial seguindo o desenvolvimento da microeletrônica (CEPEL, 2007).

Primeiramente, o desenvolvimento desta tecnologia partiu das empresas do setor de telecomunicações, utilizando-os como fontes de energia para sistemas instalados em regiões de difícil acesso. Em seguida, o desenvolvimento desta tecnologia foi impulsionada pela corrida espacial. A célula solar é o meio mais viável, apresentando um menor custo e um menor peso, para suprir energia necessária para longos períodos no espaço. Outro uso espacial que incentivou esse desenvolvimento foi a necessidade de obtenção de energia para os satélites.

Em 1973, a crise energética de 1973 renovou e ampliou o interesse em aplicações terrestres. Porém, para tornar economicamente viável essa forma de conversão de energia, seria necessário, naquele momento, reduzir em até 100 vezes o custo de produção das células solares em relação ao daquelas células usadas em explorações espaciais. As primeiras células foram produzidas com o custo de US\$600/W para o programa espacial. Com a ampliação dos mercados e várias empresas voltadas para a produção de células fotovoltaicas, o preço tem reduzido ao





longo dos anos podendo ser encontrado hoje, para grandes escalas, o custo médio de US\$ 8,00/W (CEPEL, 2007).

As características das empresas envolvidas também se modificou. As empresas americanas petrolíferas visando diversificar seus investimentos, incorporaram em sua produção energética a utilização de radiação solar.

O processo de fabricação de células fotovoltaicas atingiu 60 MW em meados de 1993, apresentando o silício como um dos materiais mais utilizados. O silício é o segundo elemento mais abundante no planeta, sendo encontrado sob diversas formas, sejam elas silício monocristalino, policristalino ou amorfo. Entretanto, a busca por outros materiais é grande e restringe-se a área de filmes finos, onde a forma mais abundante do silício é a amorfa. Essas células necessitam de uma quantidade inferior de energia em sua produção, além de utilizarem também menos material quando comparadas as que apresentam estruturas cristalinas. Em outras palavras, células de filme fino possuem uma maior eficiência energética.

#### 1.6.3. Sistemas híbridos

Sistemas híbridos são aqueles que, desconectado da rede convencional, apresenta várias fontes de geração de energia como, por exemplo: turbinas eólicas, geração diesel, módulos fotovoltaicos entre outras. A utilização de várias formas de geração de energia elétrica torna-se complexo na necessidade de otimização do uso das energias. É necessário um controle de todas as fontes para que haja máxima eficiência na entrega da energia para o usuário (CEPEL, 2007).

Esses sistemas são utilizados quando existe a necessidade de abastecimento de um número grande de usuários de energia elétrica, isto é, sistemas de médio e grande porte. Como esse sistema opera com cargas de corrente contínua, ele apresenta um inversor. Devido a sua complexidade, sua forma de otimização se apresenta de maneira particular para cada caso.

#### 1.6.4. Funcionamento de uma célula fotovoltaica

O efeito fotovoltaico, citado anteriormente, ocorre em materiais semicondutores. Esses materiais apresentam bandas de energia onde é permitida a presença de elétrons (banda de valência) e de outra onde totalmente "vazia" (banda de condução). O silício realiza esse papel. Ao adicionarem-se átomos com cinco



elétrons de ligação, como o fósforo, haverá um elétron em excesso que não poderá ser emparelhado e que ficará "sobrando", fracamente ligado a seu átomo de origem.

Quando uma pequena quantidade de energia térmica é aplicada a esse sistema, o elétron que estava "sobrando" migra para a banda de condução. Diz-se assim, que o fósforo é um dopante doador de elétrons e denomina-se dopante n.

Se ao invés desse processo, fossem introduzidos átomos de três elétrons de ligação, como o boro, ocorreria uma falta de um elétron para se ligar aos átomos de silício. Esta falta de elétron é denominada lacuna. Quando uma pequena quantidade de energia incide, um elétron de um sítio vizinho pode passar a esta posição, fazendo com que o buraco se desloque. Diz-se, portanto, que o boro é um aceitador de elétrons ou um dopante p.

Quando em uma placa de silício forem introduzidos átomos de boro em uma metade e de fósforo na outra, será formado o que se chama junção pn. Os elétrons livres do lado n passam ao lado p onde são capturados. Esse processo resulta em um acúmulo de elétrons no lado p, tornando-o negativamente carregado. Estas cargas aprisionadas dão origem a um campo elétrico permanente que dificulta a passagem de mais elétrons do lado n para o lado p alcançando então um equilíbrio

Se energia solar, sob a forma de fótons, atinge a junção pn em uma região onde o campo elétrico é diferente de zero, as cargas são aceleradas, gerando assim, uma corrente através da junção. Dessa forma, esse deslocamento de cargas dá origem a uma diferença de potencial ao qual é chamado efeito fotovoltaico. Se as duas extremidades da placa de silício forem conectadas por um fio, haverá uma circulação de elétrons. Esta é a base do funcionamento das células fotovoltaicas (CEPEL, 2007).

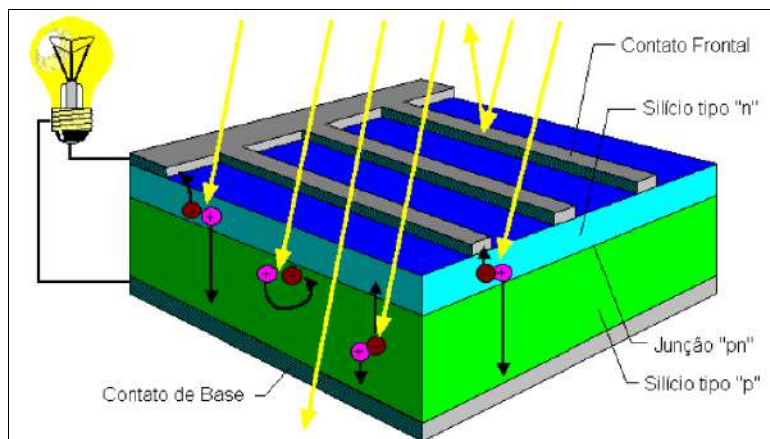


Figura 1.12 – Corte transversal de uma célula fotovoltaica. Fonte: CEPEL, 2007.



#### 1.6.5. Energia solar no Brasil e no mundo

No Brasil essa tecnologia é amplamente empregada. Existem diversos projetos em nível governamental e privado. Mas a seguir, no estudo de caso, será visto o caso particular da PETROBRÁS que utiliza esta tecnologia de maneira intensiva em algumas de suas instalações. Alguns outros sistemas instalados no Brasil podem ser aqui citados.

No município de Capim Grosso, Bahia, um sistema de bombeamento fotovoltaico foi instalado em um açude da região. Esse sistema é formado por 16 painéis, produzidos pela Siemens e uma bomba centrífuga. Devido a problemas de alagamento, o sistema foi montado em uma balsa flutuante ancorada. Outros dez sistemas como esses se encontram em fase de construção. Também já foram instalados 492 sistemas fotovoltaicos no Ceará. Em Maceió, Alagoas, existe telefones públicos alimentados por células fotovoltaicas.

Como exemplo de sistema híbrido pode citar o do Pará. Foi instalado na região o primeiro Sistema Híbrido Solar-Eólico-Diesel do Brasil. Foram feitas medições de velocidade do vento e de irradiação solar na região e, no período de maio de 1994 até abril de 1995, foi registrada a média anual de velocidade do vento em 6,6m/s e a média diária de radiação solar de 5,3kWh/m<sup>2</sup> (CEPEL, 2007).

Na Europa, Portugal se destaca como um dos países que possui o maior índice de irradiação solar da região (cerca de três mil horas por ano). Entretanto, sua capacidade instalada não vai além dos 231 mil metros quadrados de painéis solares. Em contrapartida, países como a Espanha, onde a radiação é menor, esse valor duplica (409 mil metros quadrados), o mesmo acontece com Grécia (2995 painéis solares) e a Alemanha, aonde o número de instalações chega a 3805. O país acaba de inaugurar a maior estação de energia solar do mundo, que começou a funcionar em novembro de 2004. A Bavarian Solarpark, perto de Munique, tem 57.600 painéis e poderá iluminar uma cidade de 40 mil habitantes. O projeto custou 60 milhões de dólares e foi desenvolvido pela americana Power Light, num consórcio com o gigante Siemens. Com esse projeto o país se aproxima do Japão, hoje o maior aproveitador de energia solar do planeta (BELINI, 2006).



## 2. PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA

### 2.1. Introdução

Prospecção tecnológica é o termo aplicado aos estudos que têm por finalidade antecipar e entender as potencialidades, evolução, características e efeitos das mudanças tecnológicas, particularmente a sua invenção, inovação, adoção e uso. Em outras palavras, a prospecção tecnológica consiste em um estudo conduzido de determinada(s) tecnologia(s) para que sejam obtidas informações sobre eventos futuros de tal forma que as decisões de hoje sejam mais solidamente baseadas no conhecimento tácito e explícito disponível. O significado da expressão abrange desde análises de curto prazo, focadas em setores específicos, até as análises de longo prazo. Em suma, a prospecção é o processo que se ocupa de examinar de maneira sistemática o futuro da tecnologia com o objetivo de gerar benefícios econômicos, tecnológicos e sociais (COELHO, 2003).

A prospecção tecnológica surgiu nos anos 50 em razão da competição na área de tecnologia militar, já que a necessidade de estar tecnologicamente à frente do inimigo e os longos ciclos de desenvolvimento tecnológico levaram os governos da época a buscar formas de antecipar as tecnologias que seriam necessárias no futuro para prosseguimento dos projetos em andamento. Isso permitia planejar e priorizar ações de P&D para que a tecnologia estivesse desenvolvida no momento necessário (FARIA, 2001).

Nos anos 90, os governos deram lugar às empresas como principais competidores tecnológicos. A prospecção foi transformada em ferramenta para uso no planejamento de longo prazo, e desde então cada vez mais empresas a utilizam para fortalecer sua capacidade competitiva. Em muitos países, as atividades foram apoiadas pelo governo, particularmente os ministérios ligados à pesquisa.

A crescente disseminação da prospecção tecnológica como ferramenta tática das empresas pode ser explicada pela constante mutabilidade da tecnologia, a globalização, e a competição econômica. Todos estes fatores tornam a inovação tecnológica necessária para a sobrevivência e sucesso da empresa, e, para que as decisões de inovação sejam tomadas de maneira segura, é preciso que as opções estratégicas sejam estritamente selecionadas, o que obriga a empresa a realizar um estudo completo e objetivo sobre as escolhas tecnológicas a seguir (COELHO, 2003).



Em suma, realizar um estudo prospectivo, é, de certa forma, prever o futuro, porém esta previsão deve ser embasada em dados confiáveis e em uma metodologia muito bem estabelecida. As informações não estão prontas em um determinado local. Elas precisam ser exploradas, organizadas e estruturadas de acordo com o conhecimento que se deseja obter. Quando os critérios de busca, exploração, seleção e organização de informações são estipulados, eis a realização de uma prospecção.

A abordagem de prospecção tecnológica denominada Foresight é hoje um dos principais mecanismos para estabelecer prioridades de pesquisa e desenvolvimento. Por meio da comunicação e cooperação entre pesquisadores, usuários e financiadores, a abordagem procura articular a busca por “visões do futuro”, privilegiando conhecer o entorno e estabelecer uma comunicação mais efetiva entre os atores envolvidos nos processos que influenciam o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, levando ao fortalecimento e ampliação das redes técnico-econômicas de que participam.

Foresight é um processo pelo qual pode-se chegar a um entendimento mais completo das forças que moldam o futuro a longo-prazo e que devem ser levadas em consideração na formulação de políticas, planejamento e tomadas de decisão. Foresight inclui meios qualitativos e quantitativos para monitorar pistas e indicadores das tendências de desenvolvimento e seu desenrolar. Foresight, é portanto, próximo a planejamento. Mas não é planejamento, é apenas uma etapa no planejamento.”(COATES, 1985).



## 2.2. Patentes: Além de Tudo, Fontes de Informação

Dentre as fontes de informação mais consistentes para serem exploradas, estão as publicações científicas e tecnológicas, a internet e os documentos de patente. A pesquisa em publicações científicas e tecnológicas é extremamente útil, pois detecta os movimentos científicos capazes de gerar futuras tecnologias de produção, mas são limitadas pela dificuldade de pesquisa, uma vez que a maioria das publicações não é indexada em bases de dados eletrônicas. A internet tem a propriedade de fornecer informações up-to-date mas está limitada pela barreira da língua e pela relativamente baixa cobertura dos mecanismos de busca, resultando em grande dificuldade de elaboração de estratégias de prospecção e análise das informações. Os documentos de patente, por sua vez, são os que apresentam as melhores condições de pesquisa, pois, na sua quase totalidade, apresentam-se indexados em bases de dados eletrônicas e possuem, além de grande uniformidade de registros de dados bibliográficos e de informações tecnológicas, uma sistematização de classificação dos assuntos suficientemente específica para permitir a elaboração de estratégias precisas de coleta de dados (ANTUNES et al, 2000).

A patente é a proteção da criação intelectual por excelência. Todo objeto inventado pelo intelecto humano, que seja inédito e desconhecido do público, caracterizado como resultado de um esforço mental e uma atividade inventiva, com possibilidade de ser produzido em escala industrial, pode ser registrado como patente, outorgando ao seu inventor direito de exploração exclusiva no mercado, durante um determinado período (SCUDELER, 2006).

Os principais objetivos das patentes são (MACHADO & FIM, 2004):

- Possibilitar o seu uso no benefício geral da humanidade, através da divulgação das inovações tecnológicas geradas pelas invenções;
- Recompensar o inventor de uma novidade técnica, que tenha necessariamente uma aplicação industrial, através da concessão pelo estado do direito de exclusividade para a exploração dessa invenção por um prazo determinado, desde que esta seja explorada dentro do próprio estado, ou seja, a patente dá ao seu detentor o direito de excluir outras pessoas de todos os atos relativos à invenção, impedindo a fabricação, uso, importação e venda do produto ou processo patenteado sem a sua devida autorização.



As principais características das patentes são (MACHADO & FIM, 2004):

- A invenção, para qual se pede a patente, deve atender ao requisito de novidade absoluta, isto é, não pode ser já conhecida em nenhum outro lugar do mundo. Como esse critério é muito difícil de ser aferido, concede-se um período de 12 meses anteriores ao pedido, no qual o inventor pode divulgar o invento;
- A patente deve representar uma invenção e ter uma aplicação industrial;
- A patente será concedida a quem fizer o pedido primeiro (depósito de patente), independente da data de invenção. Na maioria dos países presume-se que o depositante do pedido é o real detentor dos direitos solicitados, seja ou não seu inventor;
- Não são patenteáveis criações intelectuais, tais como teorias científicas, métodos matemáticos, programas de computadores de criações estéticas e nem o que for contrário à segurança e à saúde pública, bem como os seres vivos e os materiais biológicos como são encontrados na natureza.

### 2.2.1. Estrutura de Uma Patente

De forma geral, uma patente apresenta os seguintes itens:

- Título;
- Número;
- Data;
- Resumo;
- Inventores;
- Depositante;
- Referências;
- Reivindicações;
- Descrição do Estado da Arte.

Tais itens são objetos de análise e posteriormente agrupados para que seja possível a análise geral de um universo de patentes. Desta forma, é possível saber o



país depositante de cada patente pela análise do campo “depositante”, a evolução temporal das patentes pelo item “data” de cada patente, entre outros.

### 2.3. Manipulação das Informações Coletadas na Prospecção: Mineração de Dados

Uma vez que, pela prospecção tecnológica, foi reunido o grupo de patentes de interesse, chega a hora de organizar os dados obtidos. A organização sistematizada das informações dá origem a um banco, onde cada dado, de cada patente, está presente. Muitas vezes, para que tais dados façam sentido e explicitem um significado, constatação ou refutação, é necessário um prévio trabalho de mineração dos dados.

O foco central de mineração de dados é o de como transformar dados armazenados em conhecimento, expresso em termos de formalismos de representação, tal como regras e relações entre dados. Existe conhecimento que pode ser extraído diretamente de dados sem o uso de qualquer técnica, entretanto, existe também muito conhecimento que está de certa forma “embutido” na base de dados, na forma de relações existentes entre itens, que para ser extraído, é necessário o desenvolvimento de técnicas especiais (REZENDE, 2003).

Tais técnicas, independentemente da metodologia utilizada, visam um único objetivo: a transformação gradual do dado em informação e esta última em conhecimento, seguindo-se o processo esquematizado na Figura a seguir.

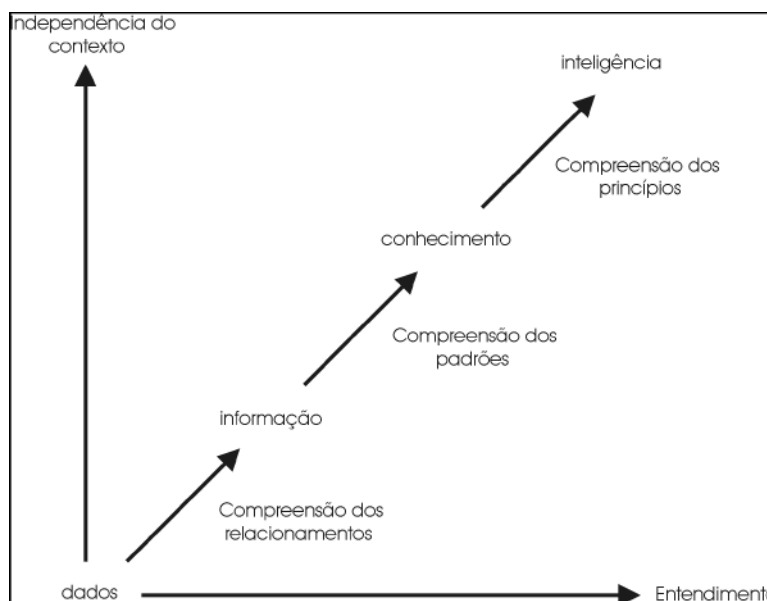


Figura 2.1 – O Processo do Entendimento . Fonte: REZENDE, 2003.





O dado é um elemento puro, quantificável sobre um determinado evento. São fatos, números, texto, etc. Por si só, não oferece embasamento para o entendimento da situação.

A informação é o dado analisado e contextualizado. Envolve a interpretação de um conjunto de dados, ou seja, a informação é constituída por padrões, associações ou relações que todos aqueles dados acumulados podem proporcionar.

Enquanto que a informação é descritiva, o conhecimento é utilizado fundamentalmente para fornecer uma base de previsão e/ou descrição de uma realidade com um determinado grau de certeza (REZENDE, 2003).



## 2.4. Resultados da Prospecção Tecnológica em Energias Renováveis - Biodiesel

### 2.4.1. Metodologia

Foram pesquisadas na Base de Dados do USPTO (United States Patent and Trademark Office), patentes relacionadas ao biodiesel registradas no período de 1990 a 2007.

Para a pesquisa, foram utilizadas como palavras-chaves "biodiesel" ou "biofuel", nos campos de pesquisa "Título" ou "Resumo". Desta forma, foram obtidas 33 patentes, das quais foram selecionadas, após análise para verificar se o documento trata de fato sobre o biodiesel, 32 patentes.

Os resultados da pesquisa serão explicitados e discutidos a seguir.

### 2.4.2. Evolução de Depósito das Patentes

O gráfico mostra a evolução temporal dos depósitos de patentes sobre biodiesel.

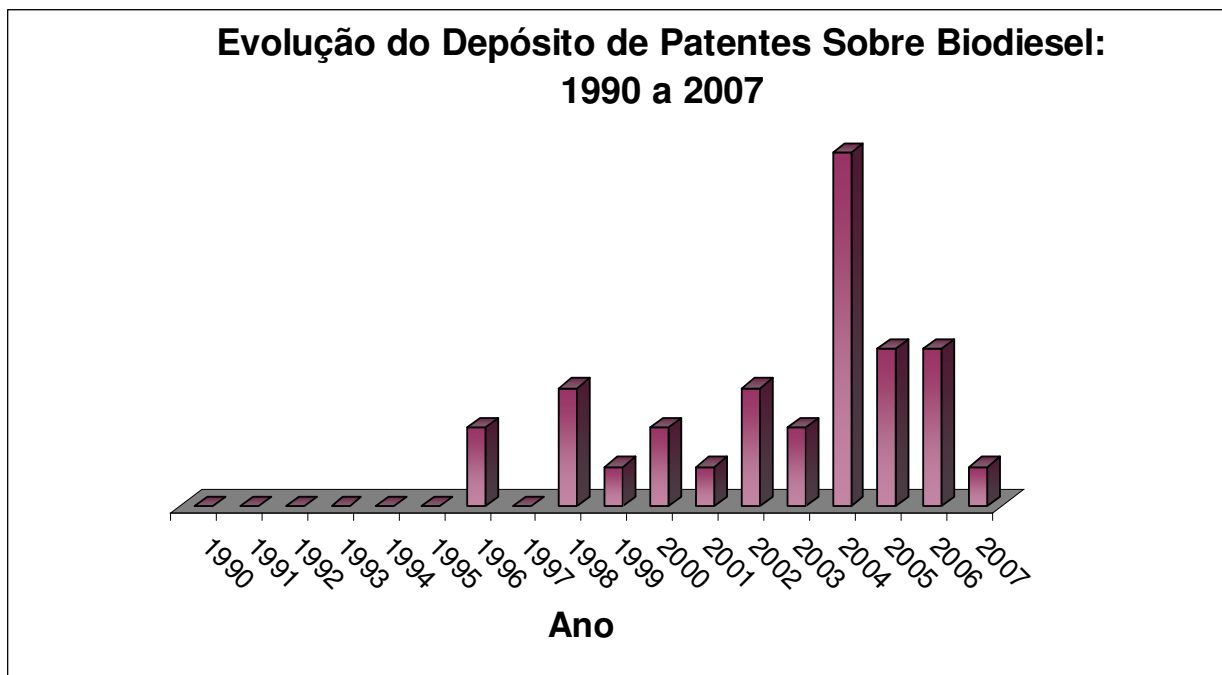


Gráfico 2.1 – Evolução do Depósito de Patentes Relacionadas ao Biodiesel. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

Com o gráfico, pode-se notar que se trata de uma tecnologia recente, já que as primeiras patentes sobre o assunto são da década passada. Percebe-se também que a



pesquisa e o conseqüente depósito de patentes se intensificaram nos três últimos anos, o que confirma o interesse mundial em energias renováveis.

### 2.4.3. Países Depositantes

A seguir o gráfico ilustra o panorama de depósito das patentes de biodiesel segundo o país de proveniência da patente.

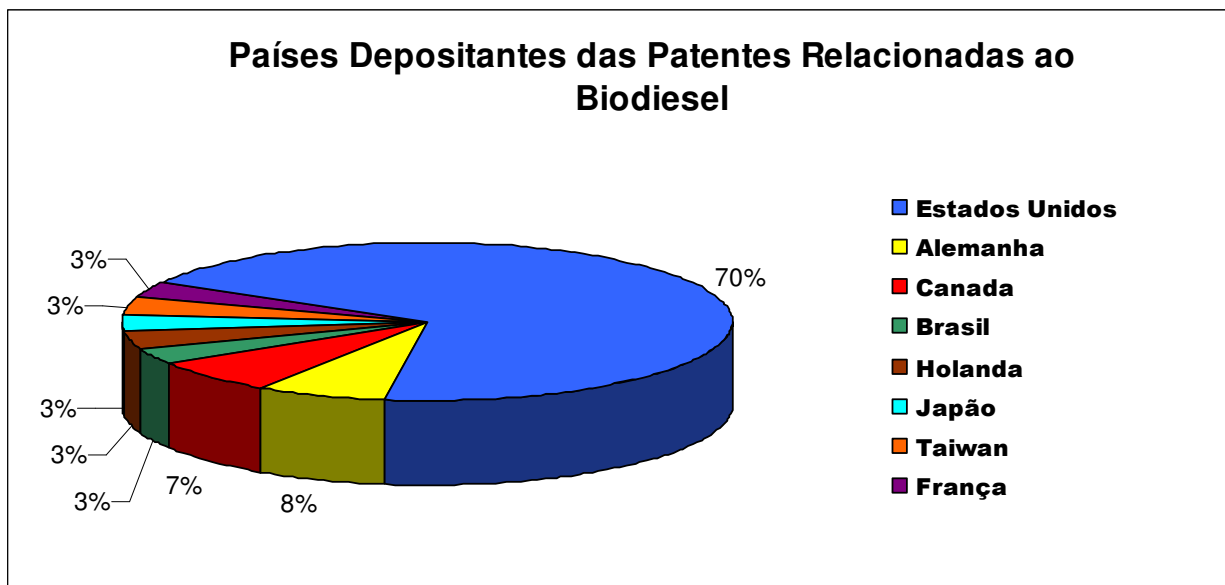


Gráfico 2.2 – Países Depositantes de Patentes Relacionadas ao Biodiesel. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

Vê-se que a maioria dos depósitos são provenientes dos Estados Unidos, com 70% das patentes. Com uma contribuição bem mais tímida, a Alemanha vêm em segundo lugar, com 8%, logo seguida do Canadá, com 7%. Estes resultados podem ser justificados pelo fato de tais países estarem entre os mais desenvolvidos tecnologicamente do mundo. Outro fato a ser ressaltado é que estes são países onde a preocupação com as questões ambientais e principalmente com a oferta de energia é bastante elevada.

Verifica-se também a presença do Brasil no gráfico, tendo depositado o mesmo número de patentes que a Holanda, o Japão, Taiwan e França.

### 2.4.4. Tipos de Depositantes

A análise do depositante da patente também foi realizada. Desta forma, os tipos de depositantes foram classificados em:



- Empresa: empresas de capital privado e/ou capital público, bem como aquelas de economia mista;
- Instituição de Pesquisa/Universidade: universidades ou centros de pesquisa públicos e/ou privados;
- Governo: quando o depositante é um órgão do governo que representa os interesses do país como um todo;
- Pessoas Físicas: depositantes de patentes que, mesmo com o apoio de alguma instituição não estão vinculados diretamente a esta; ou que depositam a patente por conta própria, sem o apoio de qualquer universidade, empresa ou governo.

Os resultados são exibidos no gráfico:

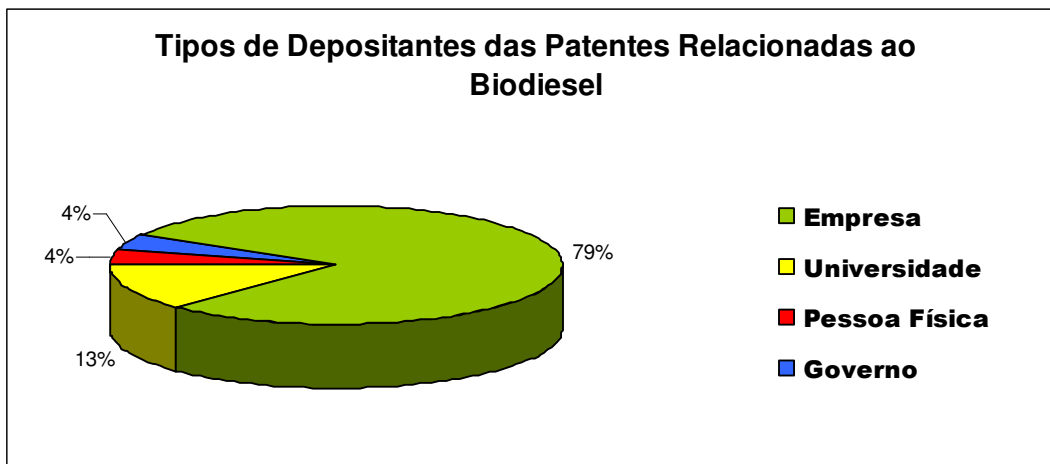


Gráfico 2.3 – Tipos de Depositantes de Patentes Relacionadas ao Biodiesel. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

Como pode ser visualizado, a grande maioria das patentes (79%) foi depositada por empresas, explicitando o fato de muitas empresas relacionadas ao biodiesel estarem investindo em pesquisas tecnológicas, o que se configura como um indicativo da potencialidade de lucro na produção desta energia renovável. Os depósitos realizados pelas universidades e pelo governo são indícios do interesse decorrente da produção do biodiesel para a população como um todo.

#### 2.4.4.1 – Análise das Empresas Depositantes:

O depósito de patentes por parte das empresas é de fato muito maior que o restante dos depósitos. Assim, torna-se interessante averiguar quais são as áreas de



atuação destas empresas, e quais dentre elas mais investe nesta tecnologia, o que mostra o gráfico seguinte.

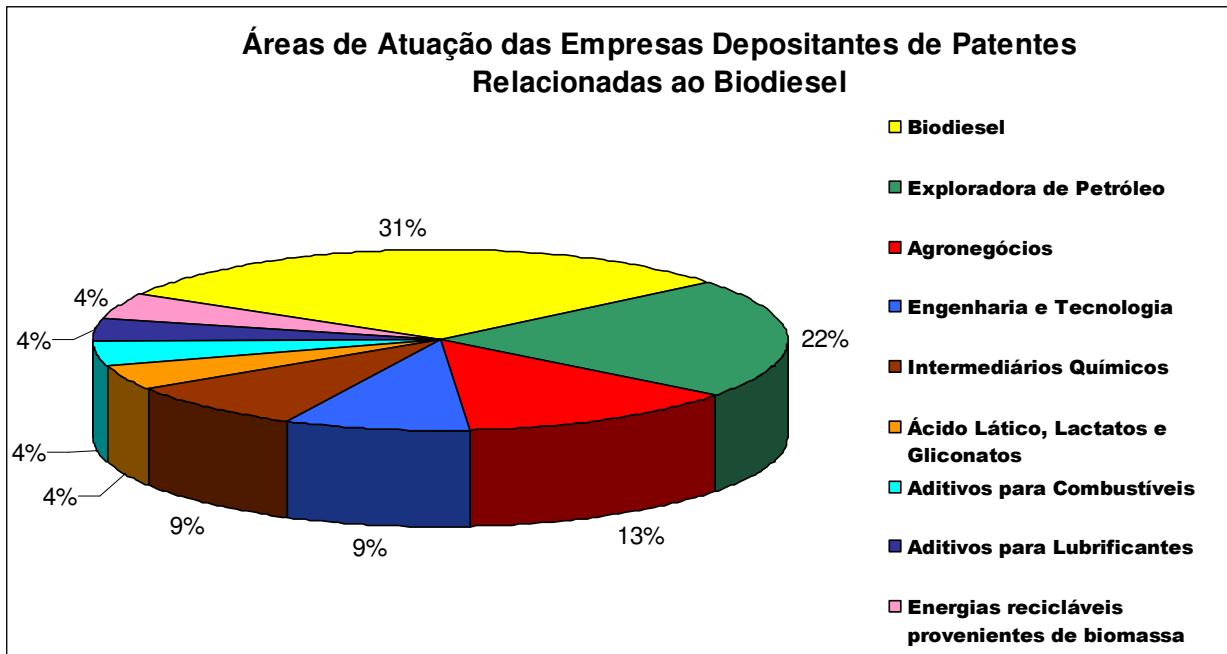


Gráfico 2.4 – Ramo de Atuação das Empresas Depositantes de Patentes Relacionadas ao Biodiesel. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

A maioria das patentes depositadas por empresas atuantes na produção de biodiesel não deixa dúvidas que o mesmo já se configura, no contexto atual, como uma tecnologia comprovadamente lucrativa e com grande potencial de crescimento.

Devido à natureza da matéria-prima do biodiesel, empresas do ramo de agronegócios naturalmente possuem interesse na tecnologia, uma vez que, aumentada à produção desta energia, proporcionalmente será aumentada a demanda de soja, girassol, amendoim, milho e todos os outros insumos com os quais existe a probabilidade de ser obtido o biodiesel.

A seguir a tabela exhibe discriminadamente as principais empresas depositantes e seus ramos de atuação.



Tabela 2.1 – Principais Empresas Depositantes de Patentes Relacionadas ao Biodiesel

Empresa	Ramo de Atuação	Patentes (%)
Marathon Ashland Petroleum LLC	Exploradora de Petróleo	9%
Best Biofuels LLC c/o Smithfield Foods, Inc.	Biodiesel	6%
Biox Corporation	Biodiesel	6%
Renessen LLC	Agronegócios	6%
Stepan Company	Intermediários Químicos	6%

Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

É interessante perceber que a empresa com mais depósitos de patentes relacionadas ao biodiesel é uma exploradora de petróleo. Este fato é um importante indicativo de que a tendência de substituição de energias fósseis pelas energias renováveis já é uma realidade.

#### 2.4.5. Assunto da Patente

Sem dúvida, a investigação dos assuntos que uma patente relacionada ao biodiesel trata é muito importante. Desta forma, é possível analisar quais são as áreas de pesquisa mais desenvolvidas, os diversos meios alternativos de produção e utilização, por exemplo.

As patentes estudadas foram agrupadas em grupos de acordo com os assuntos a que fazem menção. É importante frisar que, muitas vezes, uma mesma patente pode tratar de mais de um assunto, desta maneira, ela pode estar presente em mais de um grupo de assunto. Os grupos relacionados são:

- Características do Biodiesel: patentes que tratam de características específicas do biodiesel;
- Aplicação: patentes que relatam possíveis aplicações para o biodiesel;
- Processo: patentes que descrevem o processo de produção do biodiesel, em completo ou apenas uma ou algumas etapas pertencentes ao mesmo;



- Produto: patentes que tratam de produtos de alguma forma relacionado ao biodiesel;
- Tratamento: patentes que descrevem técnicas de tratamento de emissões gasosas provenientes da produção ou consumo do biodiesel.

O gráfico a seguir mostra a divisão das patentes em assuntos que as mesmas abordam:

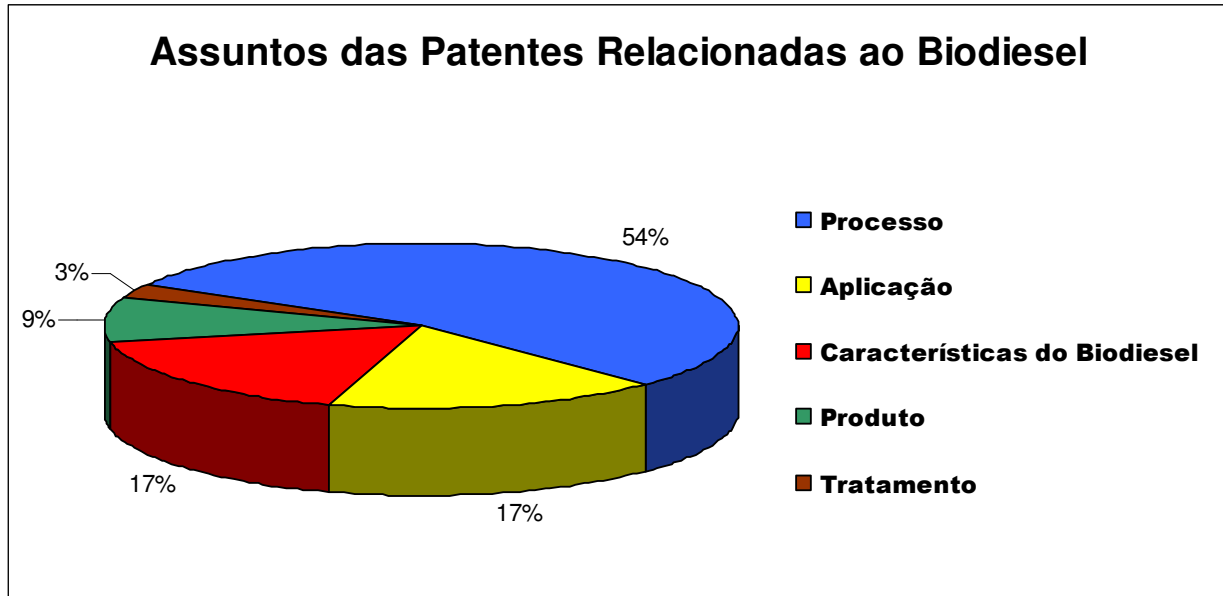


Gráfico 2.5 – Assunto das Patentes Relacionadas ao Biodiesel. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

#### 2.4.5.1 – Grupo Processo:

O grupo de patentes relacionadas a processo foram divididos em outros subgrupos. São eles:

- Catálise Básica: o processo de produção que é abordado na patente adota a catálise básica, utilizando portanto NaOH, KOH, por exemplo;
- Catálise Ácida: o processo de produção que é abordado na patente adota a catálise ácida, utilizando portanto HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, por exemplo;
- Catálise Enzimática: o processo descrito na patente recomenda a catálise através de enzimas;
- Ácida/Básica: o processo descreve tanto o uso de catalisadores básicos quanto ácidos.



O gráfico seguinte mostra a classificação das patentes relacionadas a processo dentro de seus subgrupos.

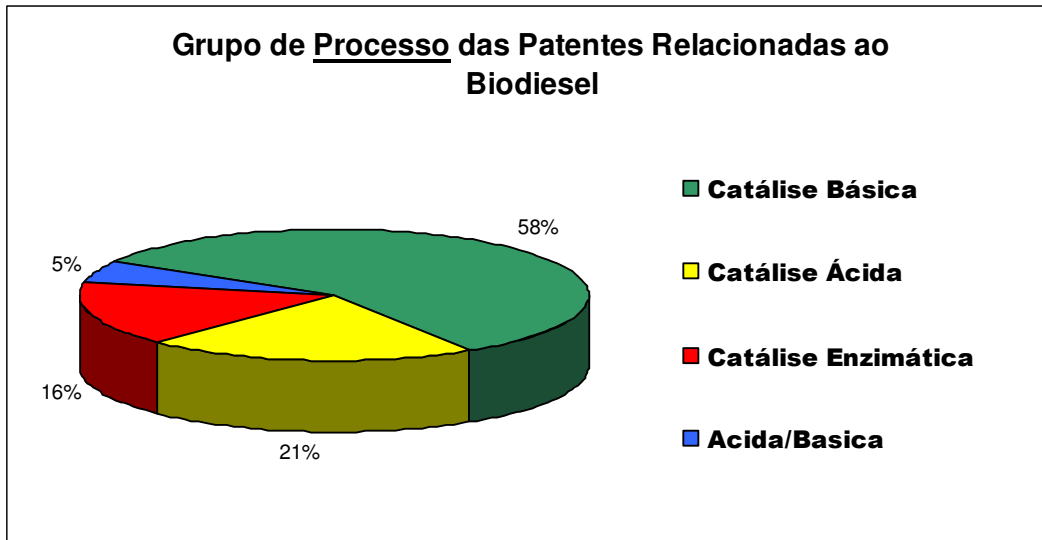


Gráfico 2.6 – Patentes Relacionadas a Processo. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

Verifica-se assim que a maioria dos processos se utilizam da catálise básica, que de fato, possui custo menor que outras catálises e ainda assim é bastante eficiente.

#### 2.4.5.2 – Grupo Aplicação:

Por sua vez, este grupo foi dividido nos seguintes subgrupos:

- Misturas Combustíveis: quando a composição em questão é um combustível, resultados de qualquer mistura onde o biodiesel está presente;
- Asfalto: quando a composição na verdade é uma mistura asfáltica que contém o biodiesel.

O Gráfico 2.7 verifica a proporcionalidade dos subgrupos.



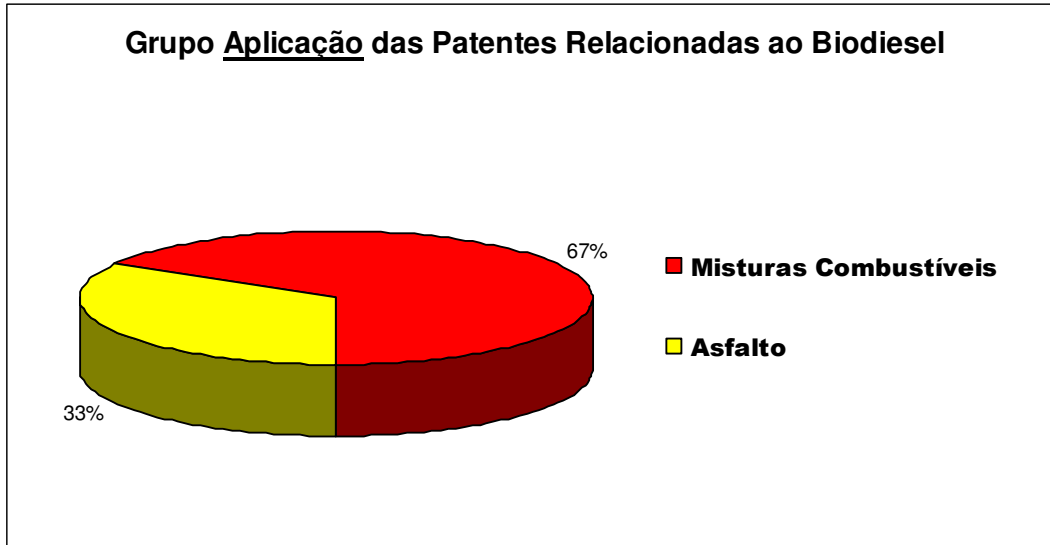


Gráfico 2.7 – Patentes Relacionadas às Aplicações do Biodiesel. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

Esta classificação leva a uma informação interessante: um terço das patentes que tratam das aplicações falam de um uso não tão conhecido do biodiesel – o asfalto. Desta forma, verifica-se um uso alternativo para o biodiesel, além o de fornecer energia, puro ou em misturas combustíveis.

#### 2.4.5.3 – Grupo Características do Biodiesel:

As patentes que tratam deste assunto foram divididas em:

- **Matéria-prima:** quando a patente trata mais detalhadamente da matéria-prima (mais precisamente o vegetal) do biodiesel;
- **Biodiesel Com Viscosidade Reduzida:** quando a patente trata de métodos para obtenção de biodiesel com menor viscosidade, e conseqüente, melhores condições de uso.

Os resultados são exibidos no próximo gráfico.

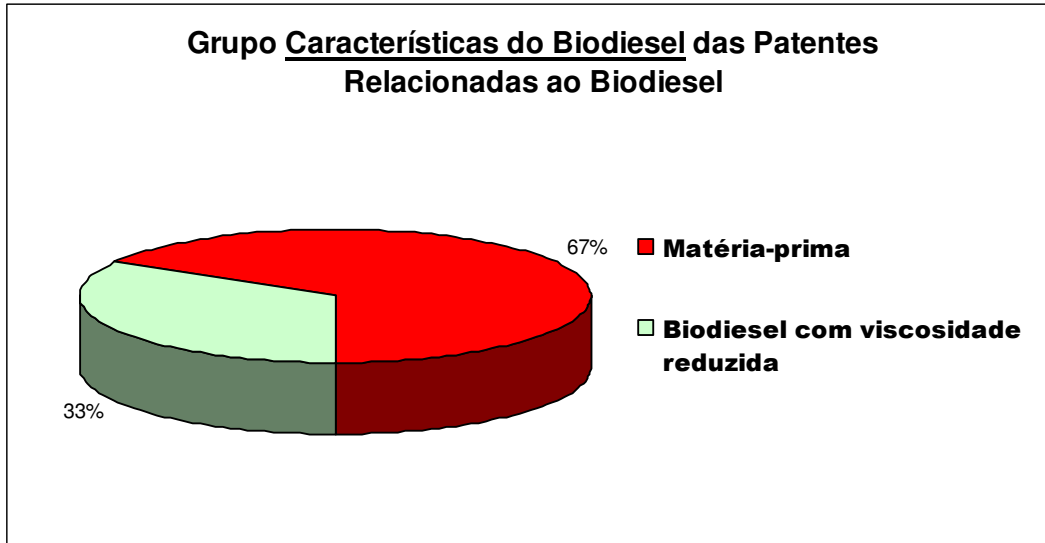


Gráfico 2.8 – Patentes Relacionadas às Características do Biodiesel. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

Dentre as matérias-primas citadas nas patentes para a fabricação de biodiesel estão o óleo de soja, de milho, de colza, de amendoim e de girassol.

#### 2.4.5.4 – Grupo Produto:

Este grupo foi subdividido em:

- Biodiesel como Produto: quando a patente fala de um uso mais específico do biodiesel e discorre sobre a sua utilização para este fim;
- Aditivos para o Biodiesel: quando a patente descreve o uso e/ou produção de um aditivo para o biodiesel para melhorar alguma de suas características.

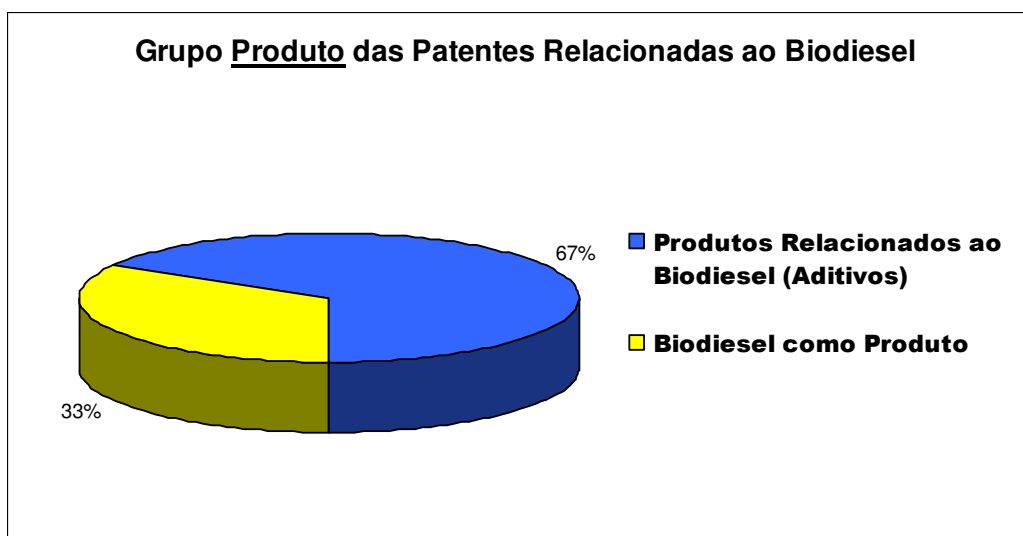


Gráfico 2.9 – Patentes Relacionadas a Produtos Fonte: USPTO (Elaboração Própria).



#### 2.4.5.5 – Grupo Tratamento:

Este grupo é representado apenas por uma patente que trata de um método para redução da emissão de NOx durante a queima de biodiesel. Este assunto é bastante pertinente, uma vez que o biodiesel possui muitas vantagens ambientais com relação a emissão de gases, porém sua queima emite mais compostos NOx que os outros combustíveis.



## 2.5. Resultados da Prospecção Tecnológica em Energias Renováveis – Etanol

### 2.5.1. Metodologia

Foram pesquisadas na Base de Dados do USPTO patentes relacionadas etanol utilizando como palavra-chave “ethanol”, nos campos de pesquisa “Título” e “Resumo”. Desta forma, foram obtidas 451 patentes, das quais foram selecionadas, após verificar quais delas tratavam de fato do etanol como fonte de energia, 75 patentes.

Os resultados da pesquisa serão explicitados e discutidos a seguir.

### 2.5.2. Evolução de Depósito das Patentes

O gráfico mostra a evolução temporal dos depósitos de patentes sobre o etanol.

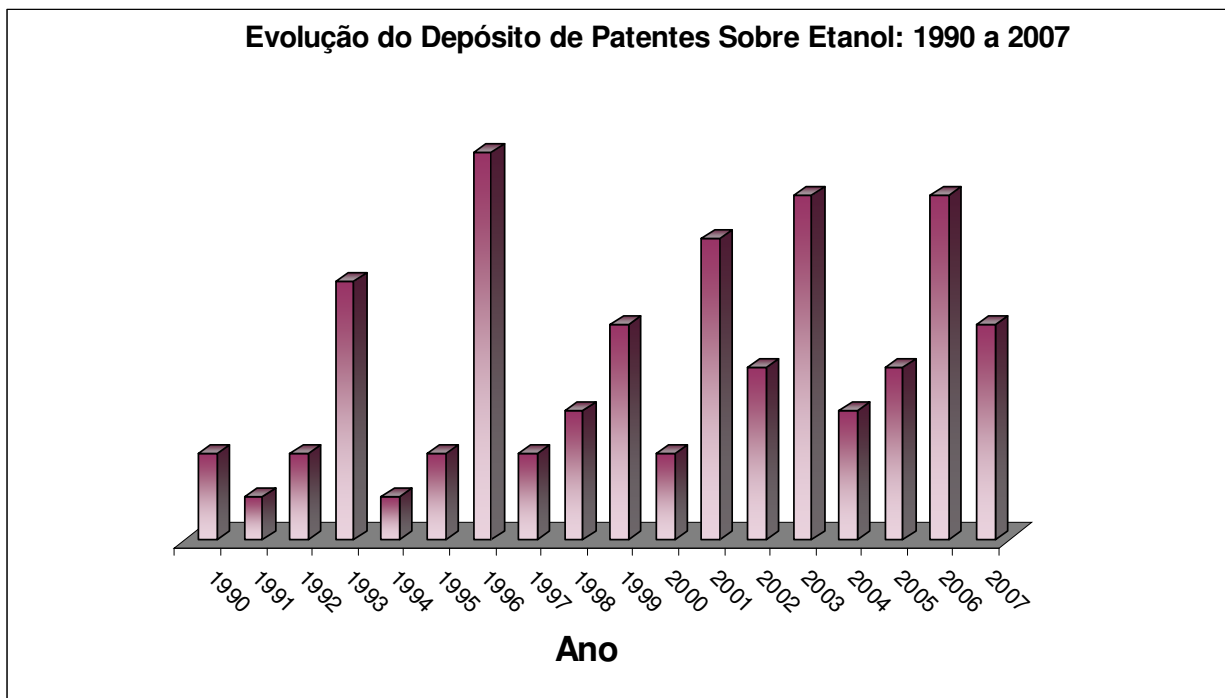


Gráfico 2.10 – Evolução do Depósito de Patentes Relacionadas ao Etanol. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

O gráfico mostra que os depósitos não são constantes, aumento e diminuindo em período aleatórios. Ainda assim, pode-se verificar que a tecnologia não foi posta de lado com a descoberta e desenvolvimento de outras alternativas.

### 2.5.3. Países Depositantes

A seguir o gráfico mostra que países depositaram patentes relacionada ao etanol.

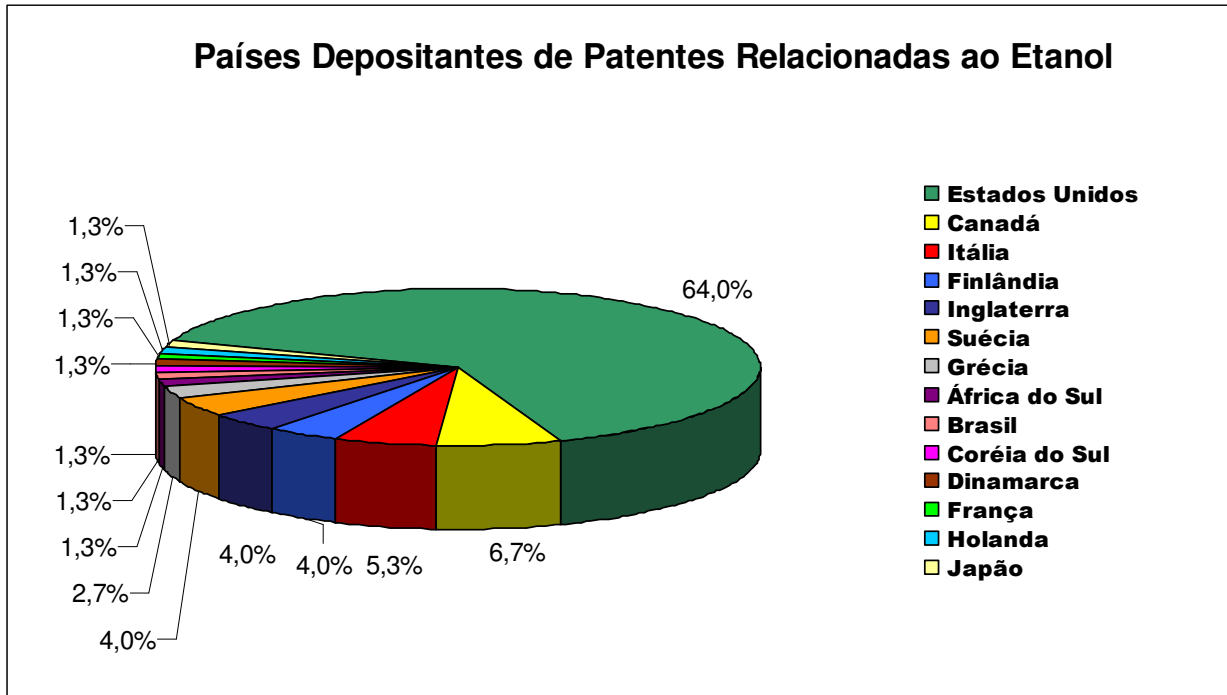


Gráfico 2.11 – Países Depositantes de Patentes Relacionadas ao Etanol. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

Como em todas as outras energias, os Estados Unidos depositam a maioria das patentes. A diversidade de países é relativamente grande em relação à outras energias, inclusive ao biodiesel. Vale ressaltar a tímida participação do Brasil no universo de patentes sobre etanol.

#### 2.5.4. Tipos de Depositantes

Os tipos de depositantes foram classificados em:

- Empresa;
- Instituição de Pesquisa/Universidade;
- Governo;
- Pessoas Físicas;

Os resultados são exibidos no gráfico:

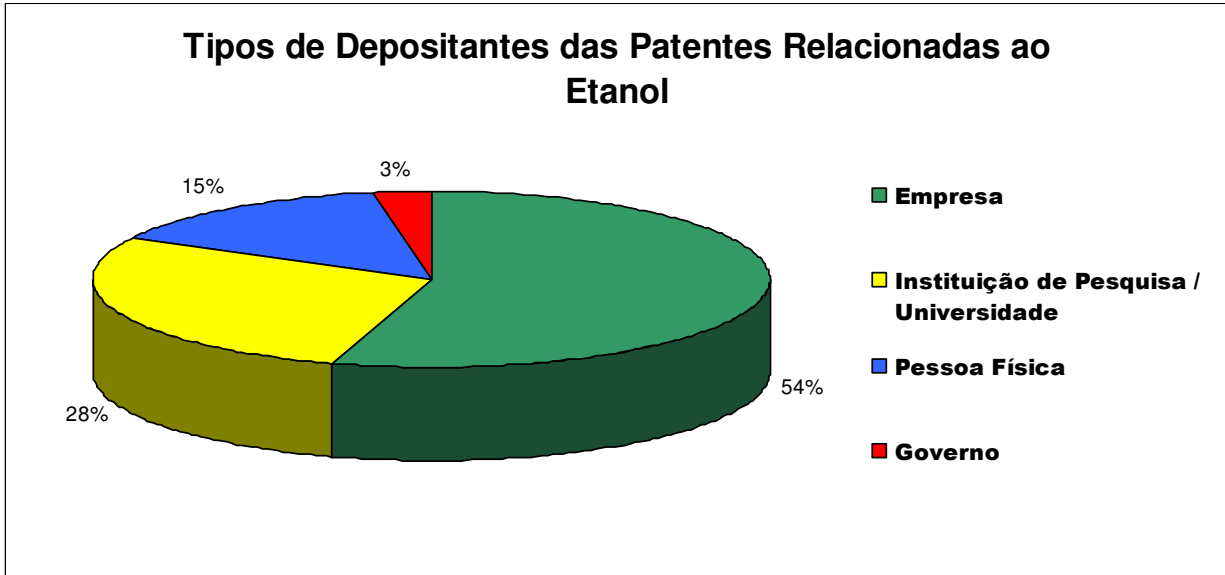


Gráfico 2.12 – Tipos de Depositantes de Patentes Relacionadas ao Etanol. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

O gráfico mostra que a maioria das patentes foi depositada por empresas, explicitando a lucratividade e viabilidade da produção de etanol.

#### 2.5.4.1 – Análise das Empresas Depositantes:

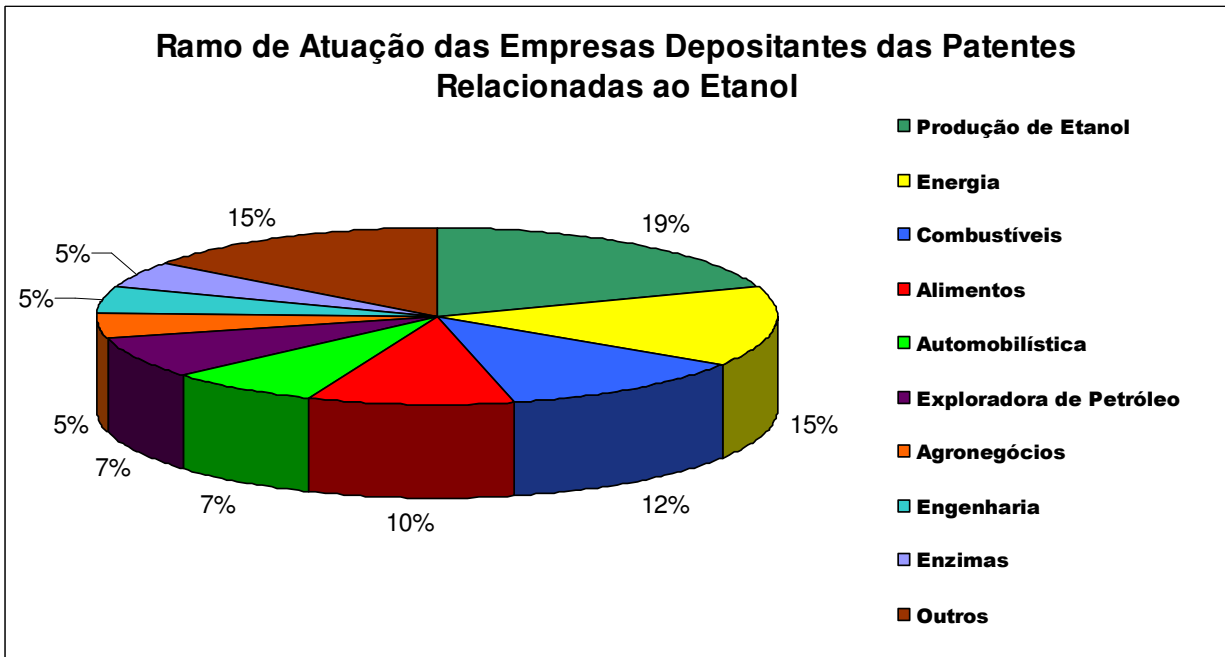


Gráfico 2.13 – Ramo de Atuação da Empresas Depositantes de Patentes Relacionadas ao Etanol. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).



O item “Outros” engloba ramos de atuação com menor participação, como consultoria e eletrônicos.

A seguir a tabela exhibe as principais empresas depositantes de patentes sobre o etanol.

Tabela 2.2 – Principais Empresas Depositantes de Patentes Relacionadas ao Etanol

Empresa	Ramo de Atuação	Patentes (%)
Chevron U.S.A. Inc.	Combustíveis	5%
Zea Chem, Inc.	Produção de Etanol	4%
ExxonMobil Chemical Patents Inc.	Exploradora de Petróleo	4%

Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

Verifica-se que empresas especialistas em combustíveis realizam depósitos sobre uma energia renovável, assim como ocorre com o biodiesel.

#### 2.5.5. Assunto da Patente

Os grupos relacionados a processo são:

Processo: patentes que descrevem o processo de produção do etanol com um todo;

- **Matéria-Prima:** patentes que sugerem o uso de uma matéria específica para a produção de etanol;
- **Sistema/Produto Relacionado:** patentes que tratam de processos ou dispositivos complementares ao processo de produção do etanol, a fim de garantir maior eficiência ou segurança ou relacionados ao melhoramento do produto depois de originado;
- **Aplicação:** patentes que descrevem sobre possíveis aplicações do etanol.

O gráfico a seguir mostra a divisão das patentes em assuntos que as mesmas abordam:

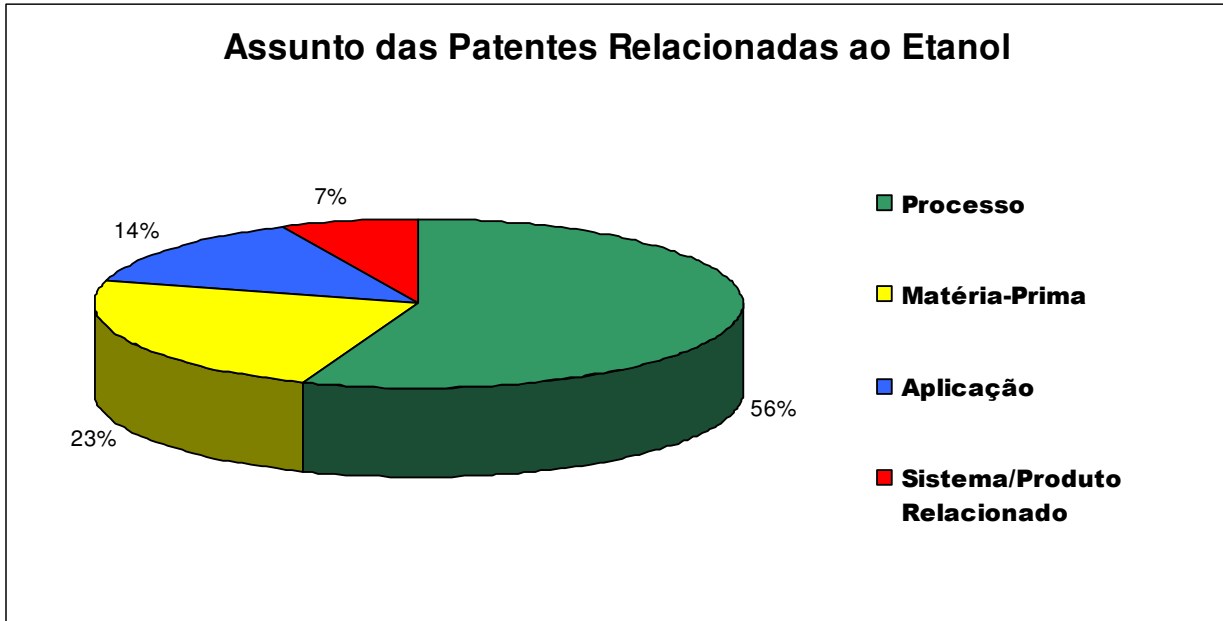


Gráfico 2.14 – Assunto das Patentes Relacionadas ao Etanol. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

A maioria das patentes trata do processo de obtenção, o que é um indicativo da grande diversidade de operação e das muitas variáveis do sistema.

#### 2.5.5.1 – Grupo Processo:

O grupo de patentes relacionadas a processo foram divididos em outros subgrupos de acordo com a maneira que o etanol é produzido:

- Enzima: a patente descreve um processo onde o etanol é obtido através da fermentação realizada por enzimas;
- Leveduras: a patente descreve um processo onde o etanol é obtido através da fermentação realizada por leveduras;
- Bactérias: a patente descreve um processo onde o etanol é obtido através da fermentação realizada por bactérias;
- Genes Recombinantes: a patente descreve um processo onde o etanol é obtido através da fermentação realizada por algum microorganismo “hospedeiro” de genes recombinantes;
- Reações Químicas: a produção de etanol não é realizada por fermentação, mas sim através de reações químicas numa rota pré-estabelecida.

O gráfico seguinte mostra a classificação das patentes sobre processo.



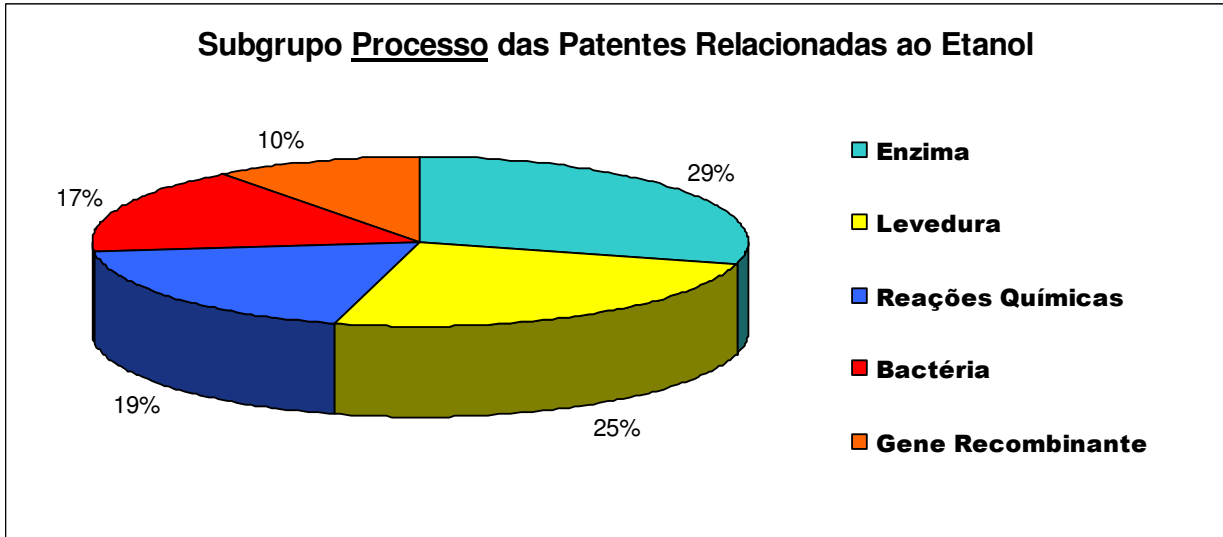


Gráfico 2.15 – Patentes Relacionadas a Processo. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

Com este gráfico verifica-se uma certa uniformidade nos processos de obtenção do etanol de acordo com a classificação estabelecida, mas que a fermentação por microorganismos é muito mais comum do que a obtenção por reações químicas.

Vale ressaltar também a presença já significativa da engenharia genética na produção de etanol.

#### 2.5.5.2 – Grupo Matéria-Prima:

Este grupo é dividido de acordo com a matéria-prima utilizada na produção de etanol, exclusivamente quando este é obtido pela fermentação. A matéria-prima é o elemento “digerido” pelo microorganismo durante a fermentação alcoólica. O gráfico a seguir mostra as matérias-primas mais utilizadas.

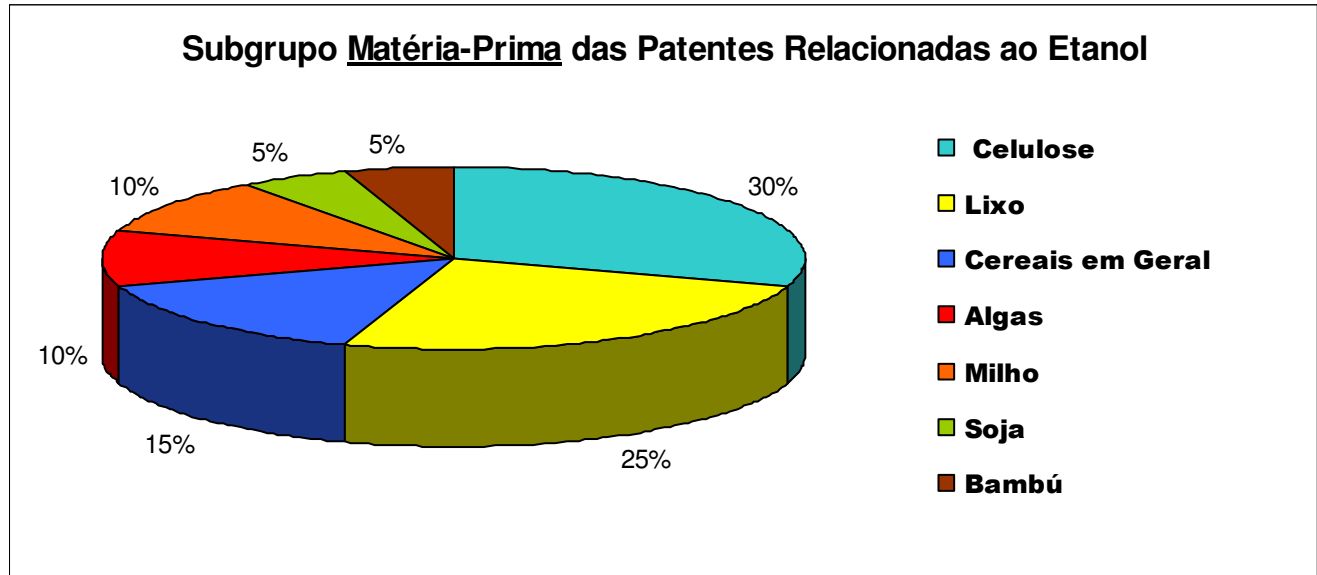


Gráfico 2.16 – Patentes Relacionadas às Matérias-Primas para Produção do Etanol.  
Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

É muito interessante verificar que 25% das patentes que mencionam a matéria-prima para a produção de etanol falem sobre o uso do lixo. Isso significa, além de diminuição do custo do etanol como energia, uma ótima alternativa de conservação do meio-ambiente.

#### 2.5.5.3 – Grupo Sistema/Produto Relacionado:

As patentes que tratam deste assunto foram divididas em:

- Eliminação de Água: quando a patente trata de mecanismos e procedimentos de eliminação de da água, pois ela se configura como contaminante do etanol que será usado como combustível;
- Medição da Concentração de Etanol: dispositivo que mede a concentração do etanol em misturas combustíveis;
- Redução da Pressão de Vapor: maneira de controlar a pressão durante o processo de obtenção de etanol;
- Separação de Misturas Alcoólicas: procedimentos para separar o etanol de outros fluidos, líquidos ou gasosos, para sua utilização/reutilização.

Os resultados para este grupo são exibidos no próximo gráfico.

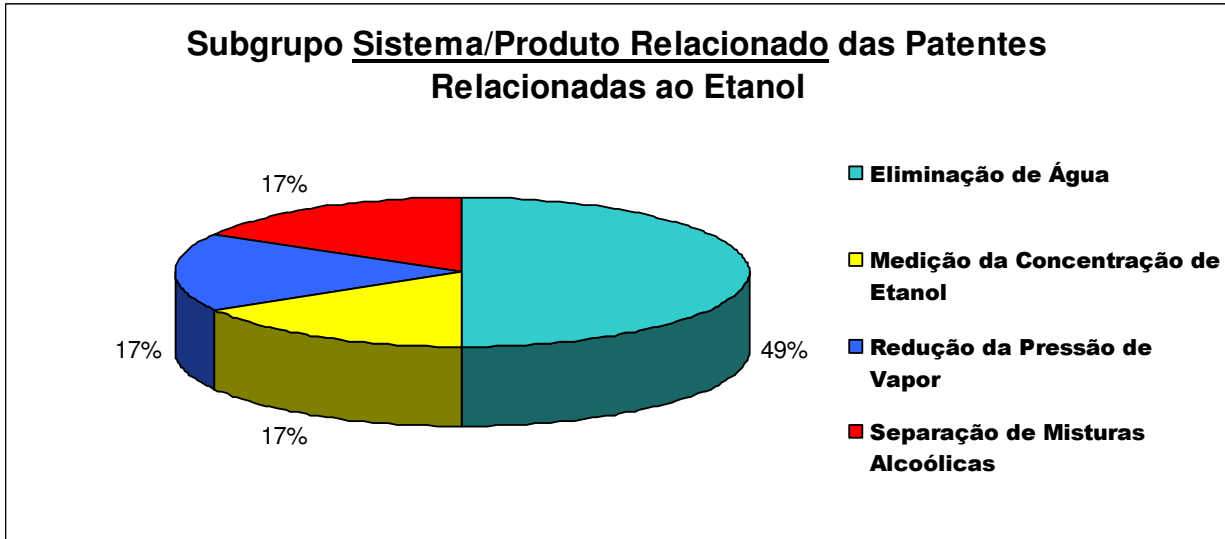


Gráfico 2.17 – Patentes Relacionadas às Características do Etanol. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

A grande participação das patentes que falam de mecanismos de eliminação de água demonstram que isto é um grande problema na utilização do etanol.

#### 2.5.5.4 – Grupo Aplicação:

Este grupo foi subdividido nas possíveis aplicações do etanol encontradas nas patentes analisadas. O gráfico a seguir mostra os resultados.

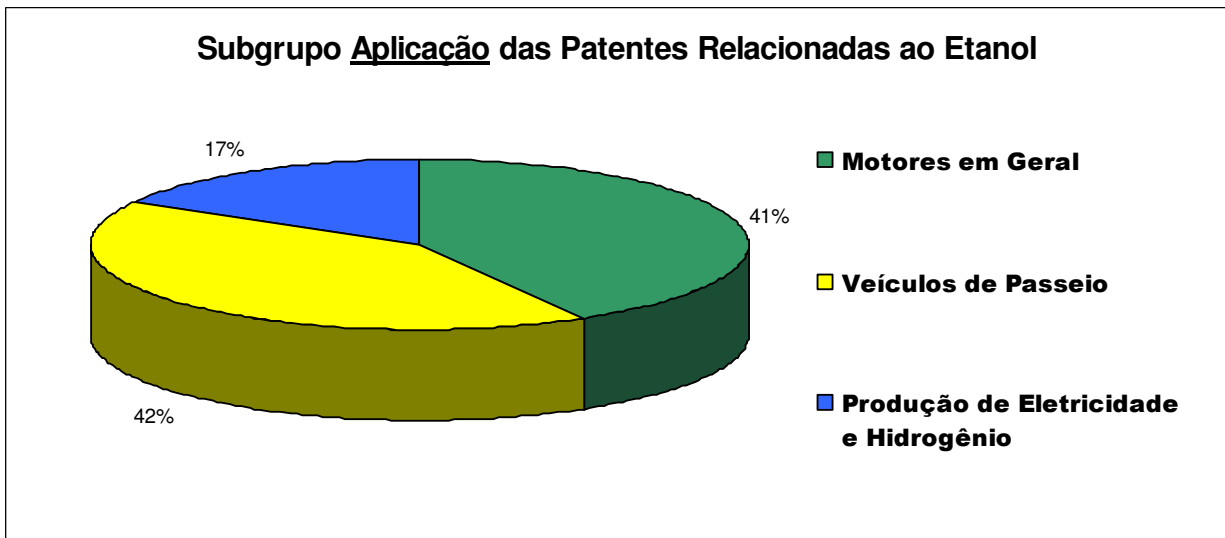


Gráfico 2.18 – Patentes Relacionadas às Aplicações Para o Etanol. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

Como esperado, uma aplicação muito importante do etanol é como combustível de veículos. O interessante deste gráfico é verificar a aplicação do etanol para a



geração de eletricidade. A produção de hidrogênio também é um potencial gerador de energia, uma vez que o hidrogênio é o combustível das células combustíveis.



## 2.6. Resultados da Prospecção Tecnológica em Energias Renováveis – Células Combustíveis

### 2.6.1. Metodologia

Também no USPTO, foi utilizada a palavra-chave “fuel cells” nos campos de pesquisa “Título” e “Resumo”. Desta forma, foram obtidas 255 patentes, das quais foram selecionadas, 235 patentes que se adequavam ao período a ser investigado.

### 2.6.2. Evolução de Depósito das Patentes

O gráfico mostra a evolução temporal dos depósitos de patentes relacionadas às células combustíveis.

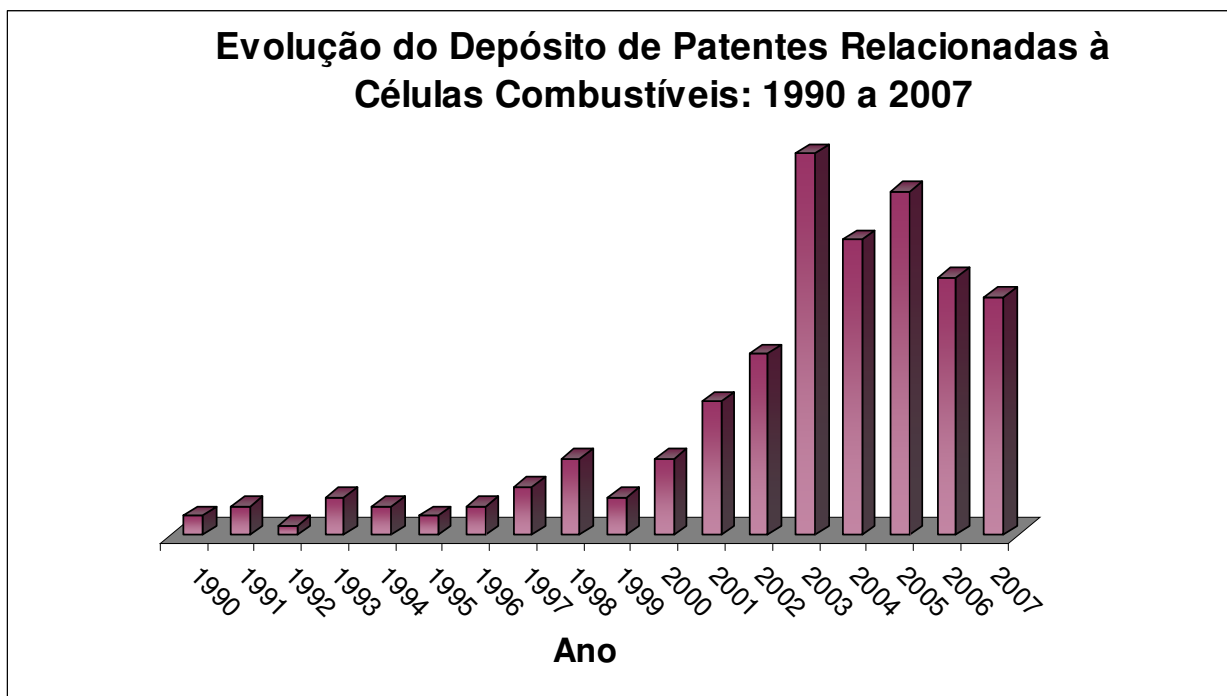


Gráfico 2.19 – Evolução do Depósito de Patentes Relacionadas às Células Combustíveis. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

Pelo gráfico, é possível notar que trata-se de uma tecnologia bem recente, que vem adquirindo maior destaque nos últimos anos. Até o início do milênio os depósitos de patentes sobre células combustíveis era bastante tímido, porém houve um grande avanço e desde então as patentes que tratam deste tema possuem número significativo.



### 2.6.3. Países Depositantes

A seguir o gráfico que mostra que países depositaram, a partir de 1990, patentes que tratam de assuntos relacionados às células combustíveis.

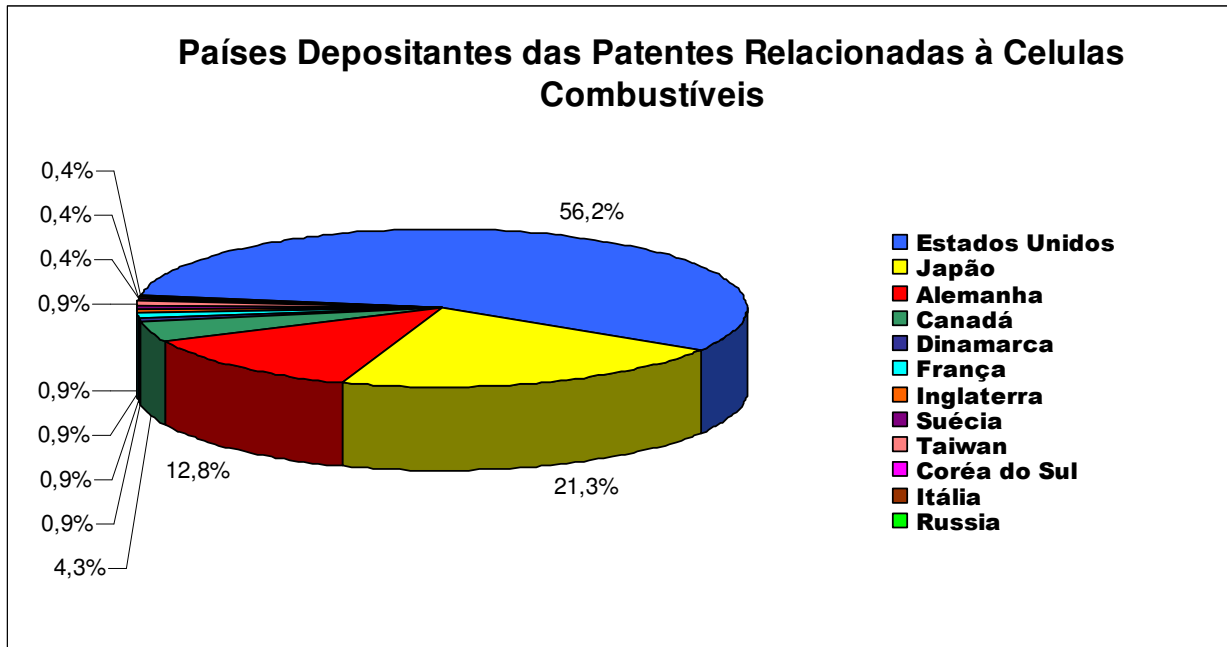


Gráfico 2.20 – Países Depositantes de Patentes Relacionadas às Células Combustíveis.  
Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

O gráfico mostra que há uma grande diversidade de países, sobretudo europeus, que demonstram interesse sobre esta tecnologia, porém a maioria absoluta de depósitos fica com os Estados Unidos.

### 2.6.4. Tipos de Depositantes

Os tipos de depositantes possíveis são:

- Empresa;
- Instituição de Pesquisa / Universidade;
- Pessoa Física;
- Governo.

Desta forma, obtiveram-se os seguintes resultados:

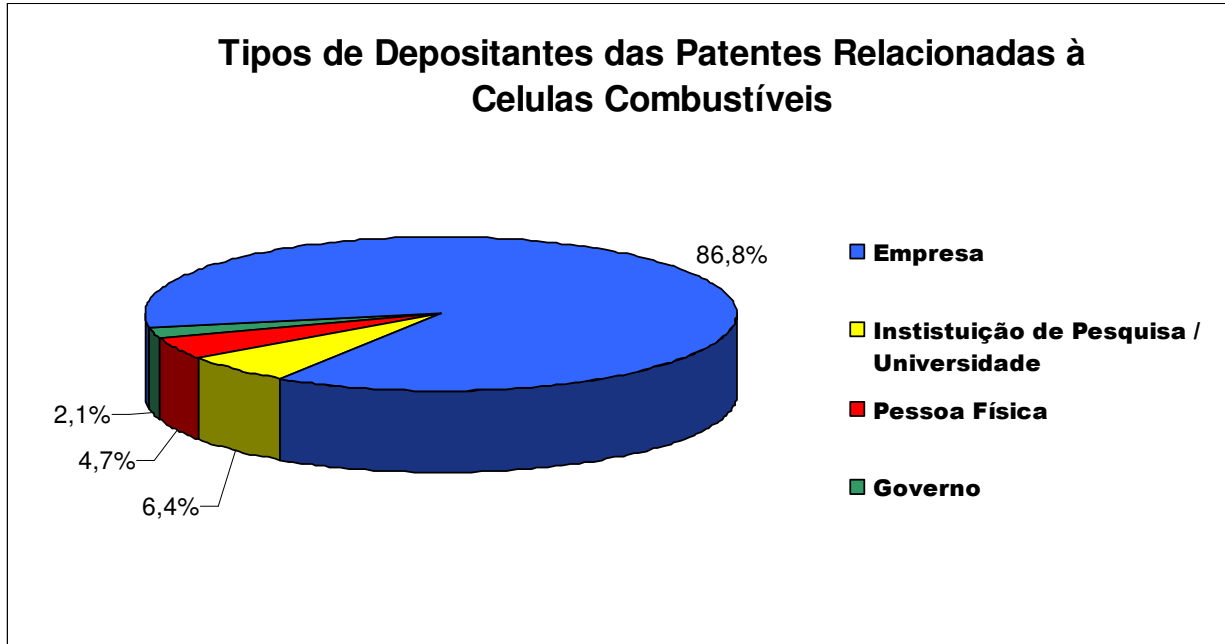


Gráfico 2.21 – Tipos de Depositantes de Patentes Relacionadas às Células Combustíveis. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

Verifica-se que a imensa maioria das patentes foram depositadas por empresas, o que é um forte indicativo da lucratividade deste tipo de energia.

#### 2.6.4.1 – Análise do Ramo de Atuação das Empresas Depositantes:

O gráfico a seguir mostra a diversidade das áreas de atuação das empresas depositantes de patentes relacionadas às células combustíveis.

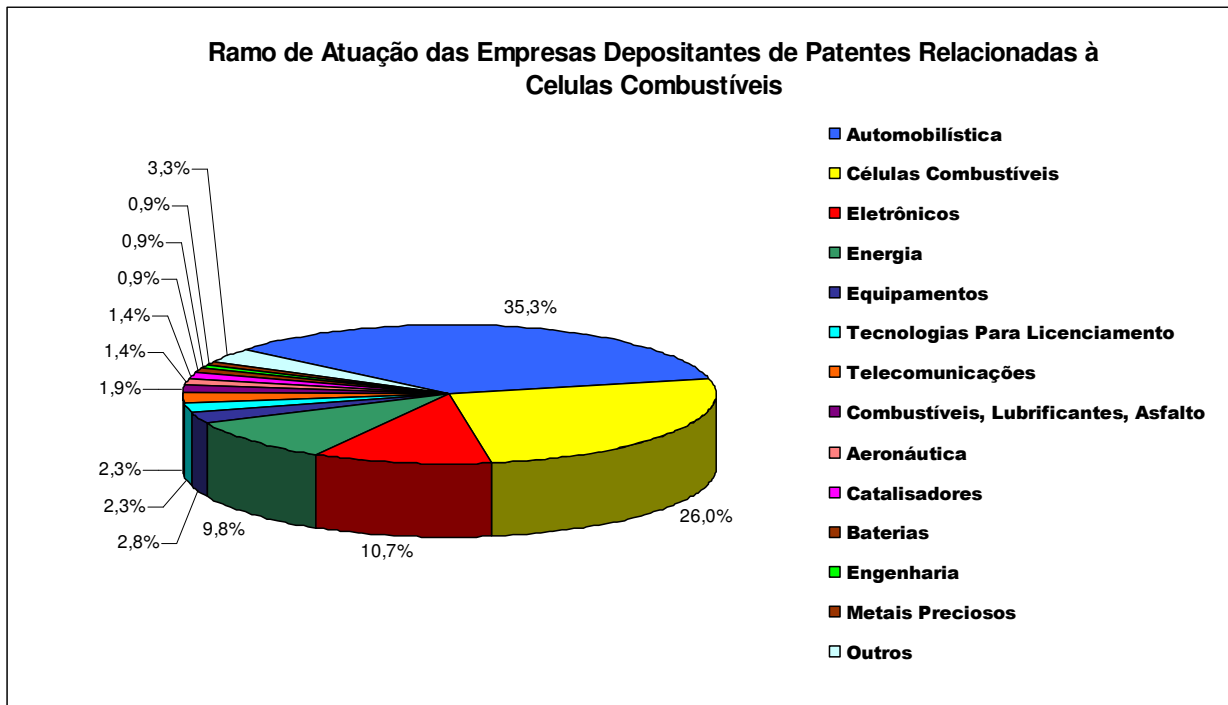


Gráfico 2.22 – Ramo de Atuação da Empresas Depositantes de Patentes Sobre Células Combustíveis. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

A indústria automobilística tem a maior participação nos depósitos de patentes, o que explicita o fato de as células combustíveis possuírem uma real e eficiente aplicação nesta área. Arrisca-se a previsão de que automóveis movidos à células combustíveis podem ser algo corriqueiro dentro de alguns anos. A participação de empresas do ramo de produtos eletrônicos mostram que outros produtos, tais como televisões, computadores e eletrodomésticos com energia provenientes de células combustíveis também poderá vir a ser realidade.

A seguir a tabela exhibe discriminadamente as principais empresas depositantes e seus ramos de atuação.





Tabela 2.3 – Principais Empresas Depositantes de Patentes Relacionadas às Células Combustíveis

Empresa	Ramo de Atuação	Patentes (%)
General Motors Corporation	Automobilística	9%
Ballard Power Systems Inc.	Células Combustíveis	6%
Honda Motor Co., Ltd.	Automobilística	5%
UTC Power Corporation	Células Combustíveis	4%
Daimler-Benz Aktiengesellschaft	Automobilística	3%
Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha	Automobilística	3%

Fonte: USPTO (Elaboração Própria)

A última tabela confirma o interesse das indústrias automobilísticas na obtenção de energia através de células combustíveis para o funcionamento de veículos.

#### 2.6.5. Assunto da Patente

Para a classificação das patentes relacionadas à células combustíveis, foi adotado o seguinte critério de classificação:

- Processo: patentes que tratam do processo de obtenção de energia através de células combustíveis como um todo, independente do tipo de sistema utilizado;
- Sistemas/Produtos Relacionados: patentes que tratam de sistemas e/ou produtos participantes do processo de obtenção de energia pelas células combustíveis, porém não estão diretamente ligados à tecnologia e sua presença tem como objetivo aumentar de alguma forma a eficiência ou tempo útil;
- Aplicação: patentes que falam sobre um possível uso da energia proveniente das células combustíveis;
- Combustível/Catalisador para Obtenção de Hidrogênio: patentes que tratam especificamente do tipo de matéria prima ou de catalisador que será utilizado na etapa de produção de hidrogênio, que funciona como o combustível das células.



O gráfico a seguir mostra a divisão das patentes em assuntos que as mesmas abordam:

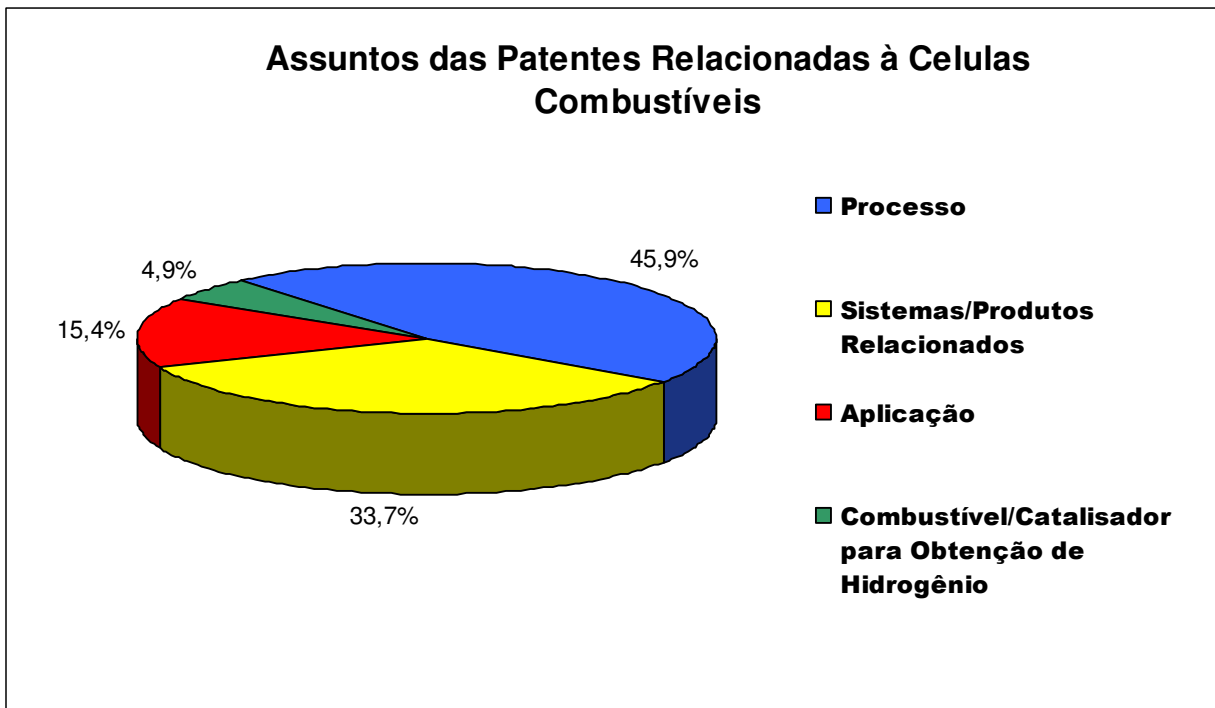


Gráfico 2.23 – Assunto das Patentes Relacionadas às Células Combustíveis. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

A grande participação de patentes que tratam do processo se configura como um indicativo da grande complexidade e variedade de modos de se obter energia através desta tecnologia.

#### 2.6.5.1 – Grupo Processo:

O grupo de patentes relacionadas a processo foi dividido em outros subgrupos. São eles:

- Descrição do Sistema: quando a patente trata da descrição de um completo sistema de obtenção de energia através das células;
- Componentes do Sistema: quando a patente trata de apenas um ou poucos componentes do sistema para obtenção de energia;
- Sistemas Mistos: a patente em questão trata da descrição de um sistema de obtenção de energia que engloba dois tipos de células combustíveis ou que trata de um processo onde as células combustíveis coexistem com outro tipo de obtenção de energia.



O gráfico seguinte mostra a classificação das patentes que tratam do processo de obtenção de energia através das células combustíveis.

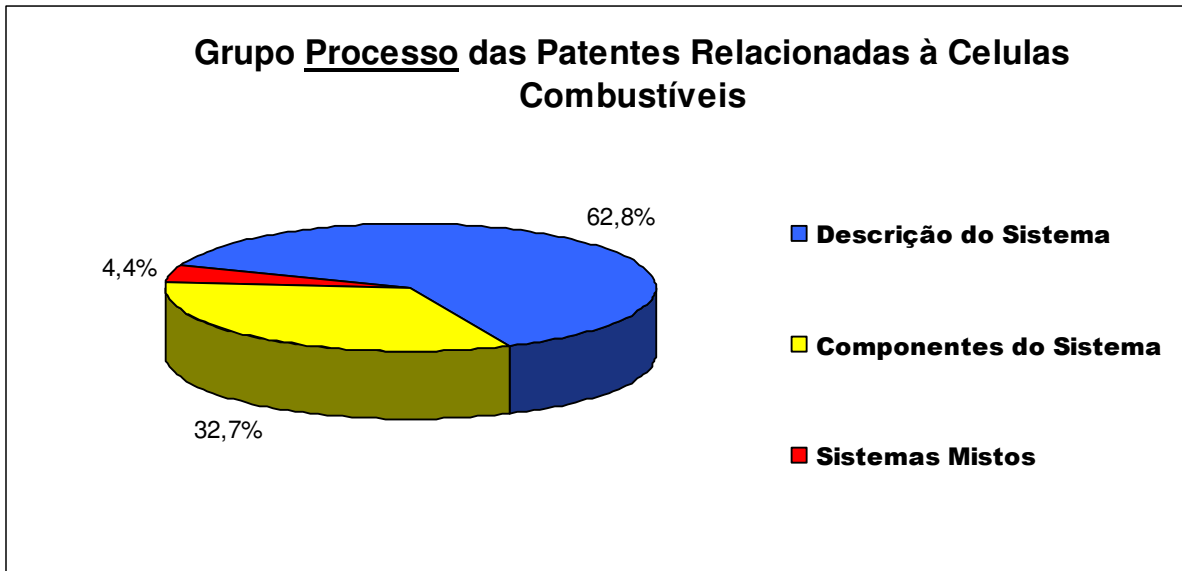


Gráfico 2.24 – Patentes Relacionadas a Processo. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

Devido à complexidade dos temas deste grupo, os itens do mesmo foram subdivididos em classes menores, para que fosse obtida uma análise mais aprofundada de cada um deles.

#### 2.6.5.2 – Divisões do Subgrupo Descrição do Sistema:

As células combustíveis podem ser classificadas em três tipos, de acordo com o sua temperatura de funcionamento, o que acaba determinando de certa forma os eletrólitos, eletrodos, dimensões e conseqüentemente as aplicações deste tipo de célula. Desta maneira, o subgrupo “Descrição do Sistema” foi subdividido de acordo com o tipo de célula que descreve. São eles:

- Altas Temperaturas: quando a patente trata da descrição de um sistema de obtenção de energia através das células que operam a temperaturas superiores a 600°C;
- Baixas Temperaturas: quando a patente trata da descrição de um sistema de obtenção de energia através das células que operam a temperaturas inferiores a 250°C;



- Sistema Híbrido ou Flexível: quando a patente trata de uma célula que opera entre 250 e 600°C ou quando, com pequenas modificações, o sistema pode ser utilizado em qualquer temperatura.

A seguir o gráfico com as divisões deste subgrupo.

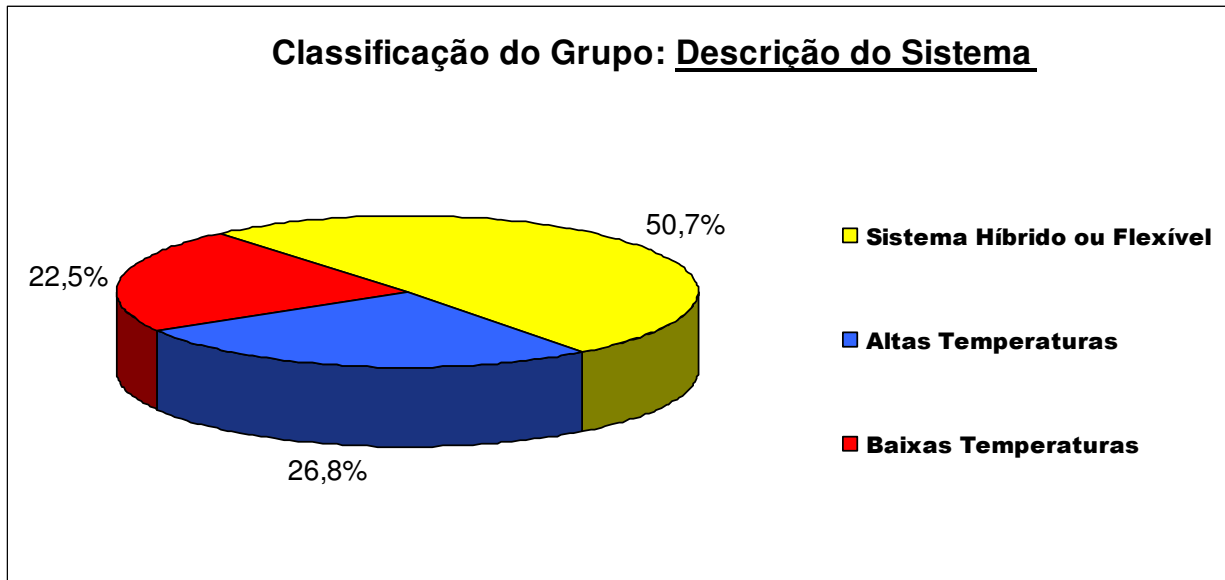


Gráfico 2.25 – Patentes Relacionadas à Descrição do Sistema. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

#### 2.6.5.3 – Divisões do Subgrupo Componentes do Sistema:

As divisões deste grupo estão diretamente relacionadas aos itens que compõem uma célula combustível. São eles:

- Injetores de Ar/Oxigênio: é sistema responsável pela injeção do oxidante na célula, para que haja de fato a conversão de energia química em energia elétrica;
- Eletrólito: assim como em uma pilha comum, o eletrólito é o item que permite a migração dos íons de um eletrodo para o outro;
- Eletrodo: responsável pela conversão do hidrogênio e do oxigênio em íons que produzirão a corrente elétrica;
- Conversor CC/CA: converte a energia produzida na célula de corrente contínua para corrente alternada.

Vale ressaltar que uma patente pode tratar de mais de um componente. Os resultados são exibidos no gráfico a seguir:

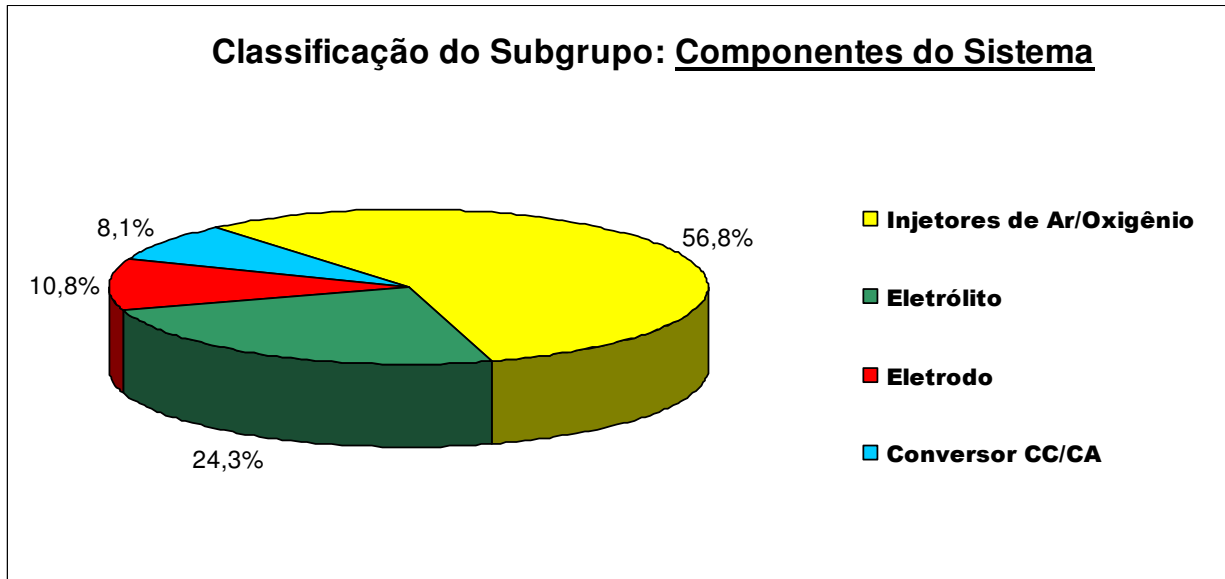


Gráfico 2.26 – Patentes Relacionadas aos Componentes do Sistema. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

#### 2.6.5.4 – Divisões do Subgrupo Sistemas Mistos:

- Células Combustíveis e Geração Termoelétrica: quando a patente trata de um sistema onde as duas tecnologias estão associadas. Um bom exemplo seria uma estação termoelétrica é suprida de energia elétrica proveniente de células combustíveis;
- Células Combustíveis e Turbina a Vapor: é representado pela patente que trata de um sistema onde uma turbina a vapor move um sistema de produção de hidrogênio que suprirá uma bateria de células combustíveis.

O gráfico a seguir mostra as patentes que tratam deste tema.

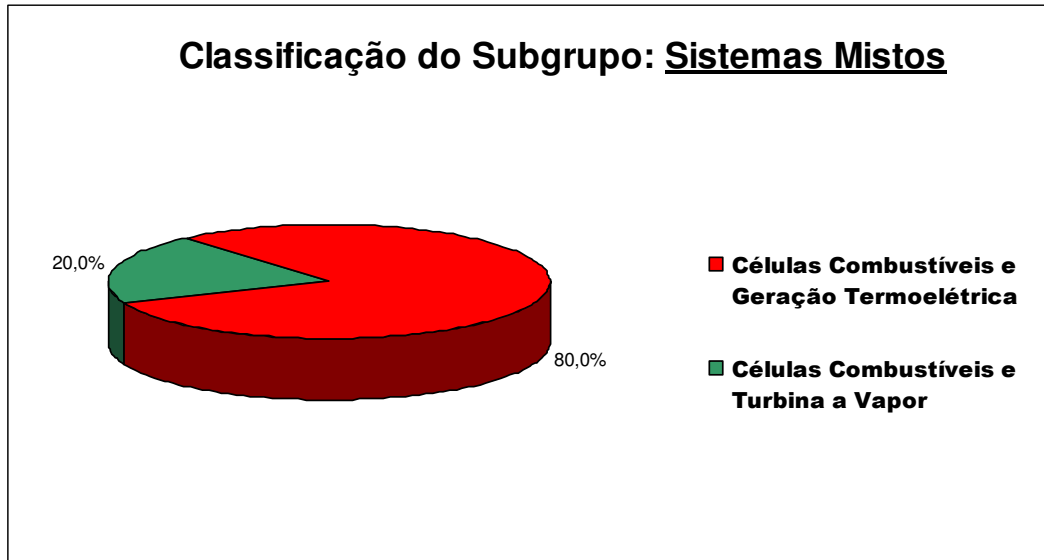


Gráfico 2.27 – Patentes Relacionadas aos Sistemas Mistos. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

#### 2.6.5.5 – Grupo Sistemas/Produtos Relacionados:

Por sua vez, este grupo foi dividido nas seguintes classes:

- Controle e Instrumentação: quando a patente trata de qualquer dispositivo de controle ou medição de um dado de processo (ex: temperatura e pressão do sistema) ou alguma característica do sistema ou matéria-prima (ex: contaminação da fonte de hidrogênio);
- Sistema de Refrigeração/Aquecimento: quando a patente aborda um mecanismo de ajuste da temperatura no interior da célula combustível;
- Sistema Para Obtenção de Hidrogênio: quando a patente fala sobre o sistema de obtenção do hidrogênio que irá suprir a célula combustível;
- Anticongelantes: patentes que tratam de sistemas ou produtos que impedirão o congelamento (nas regiões mais frias) do eletrólito quando a célula não estiver em uso;
- Armazenamento de Energia: mecanismos que permitirão a armazenagem da energia produzida na célula;
- Sistema Para Recuperação de Calor Liberado Pela Célula: juntamente com a eletricidade, as células combustíveis comumente liberam calor. As patentes deste grupo tratam de sistemas capazes de recuperar também este calor;



- Eliminador de Resíduos Combustíveis: tanto o oxigênio quanto o hidrogênio utilizados nas células podem ter resíduos que comprometerão, a curto ou médio prazo, a eficiência das células combustíveis. Para que isso não ocorra, certas patentes tratam de mecanismos para a eliminação destes resíduos.
- Dissociador Gas/Líquido: o oxigênio e o hidrogênio não convertidos e os eletrólitos líquidos de uma célula combustível misturam-se no interior da mesma e as patentes que tratam de mecanismos de dissociação desta mistura são classificadas neste grupo;
- Simuladores: construção ou desenvolvimentos de modelos, reais ou virtuais que permitirão o estudo sobre células combustíveis;
- Sistema de Humidificação: patentes que tratam de mecanismos para manter o eletrólito (quando este é uma membrana) sempre húmido e assim evitar sua destruição;
- Suportes: patentes que tratam de suportes que garantem maior eficiência das células combustíveis.

O Gráfico 2.28 verifica a proporcionalidade dos subgrupos anteriormente citados.

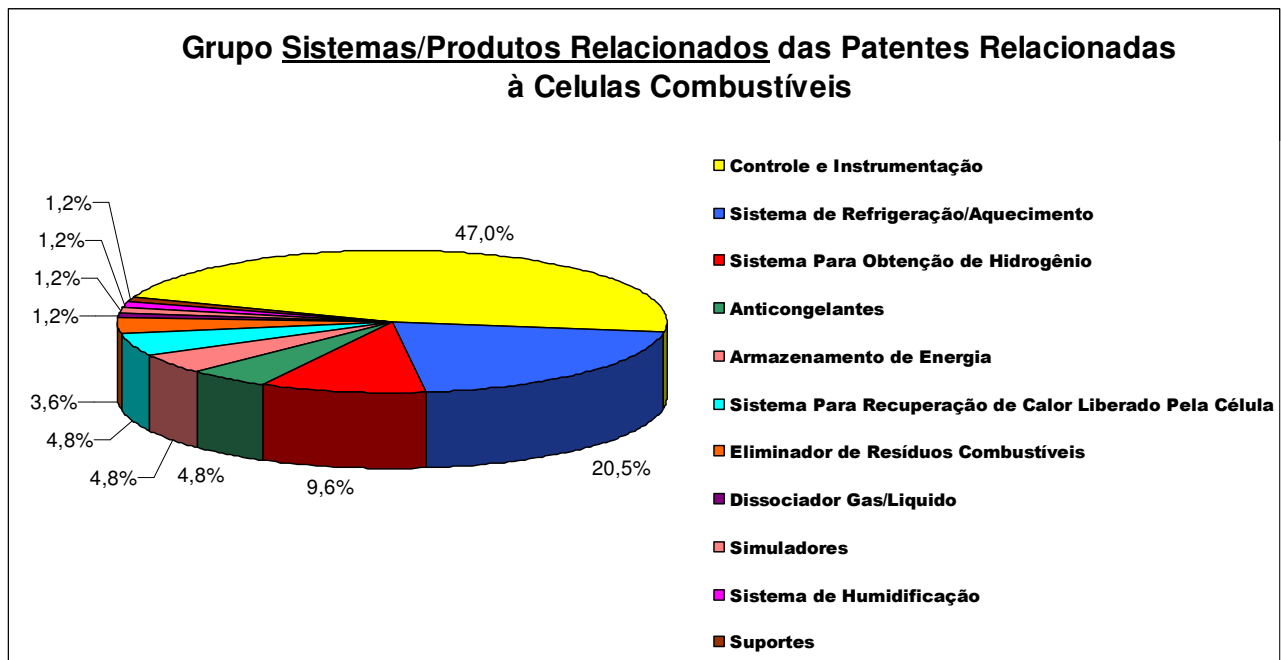


Gráfico 2.28 – Patentes Sobre Sistemas/Produtos Relacionados. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).



Verifica-se com este gráfico que o controle e a instrumentação do processo de obtenção de energia através das células combustíveis possui elevada importância, o que é um indicativo da complexidade do sistema.

#### 2.6.5.6 – Grupo Aplicação:

Este grupo trata dos possíveis usos da energia obtida através das células. O gráfico a seguir mostra a proporcionalidade das patentes sobre estas possíveis aplicações.

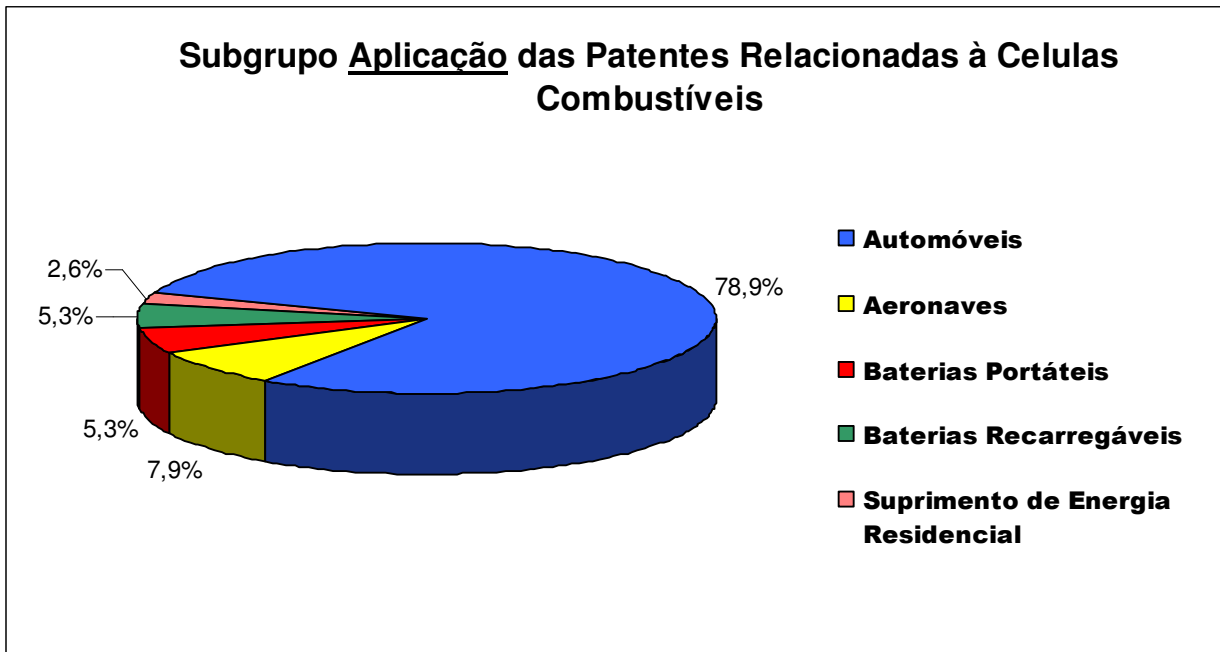


Gráfico 2.29 – Patentes Relacionadas às Aplicações da Energia das Células Combustíveis. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

Este gráfico ressalta a forte tendência da produção de automóveis movidos à energia de células combustíveis. Vale salientar também sobre o uso de células combustíveis em aeronaves, o que indica a enorme flexibilidade desta tecnologia.

#### 2.6.5.7 – Grupo Combustível/Catalisador para Obtenção de Hidrogênio:

Este grupo trata das possíveis matérias primas ou catalisadores para a obtenção de hidrogênio que servirá de combustível para a célula:



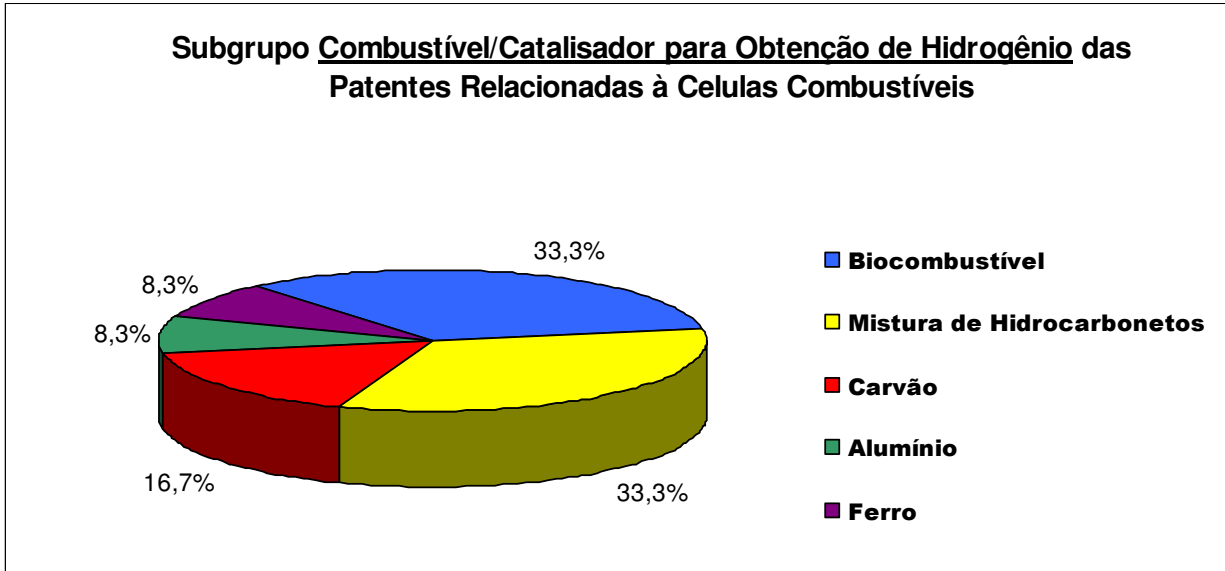


Gráfico 2.30 – Patentes Sobre Combustível/Catalisador para Obtenção de Hidrogênio.

Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

O gráfico mostra a que os biocombustíveis, até nesta tecnologia, vêm ganhando destaque, tomando o lugar de outros combustíveis não renováveis, como o carvão.



## 2.7. Resultados da Prospecção Tecnológica em Energias Renováveis – Energia Eólica

### 2.7.1. Metodologia

Na consulta à base de dados do USPTO, foi utilizada a palavra-chave “wind energy” nos campos de pesquisa “Título” e “Resumo”. Com estes parâmetros, foram obtidas 226 patentes, dentro do período de 1976 a 2007. Uma nova pesquisa foi realizada utilizando-se como palavra chave “aeolian energy” obtendo-se uma patente. Outras palavras-chaves como “eolic energy”, “aeolic energy” e “eolian energy” não retornaram resultados. Terminada a coleta de dados, foram selecionadas do universo de 227 patentes, 121 patentes, pertinentes ao período e ao tema da pesquisa. Os resultados serão mostrados a seguir.

### 2.7.2. Evolução de Depósito das Patentes

O gráfico a seguir exibe a evolução temporal dos depósitos de patentes sobre energia eólica.

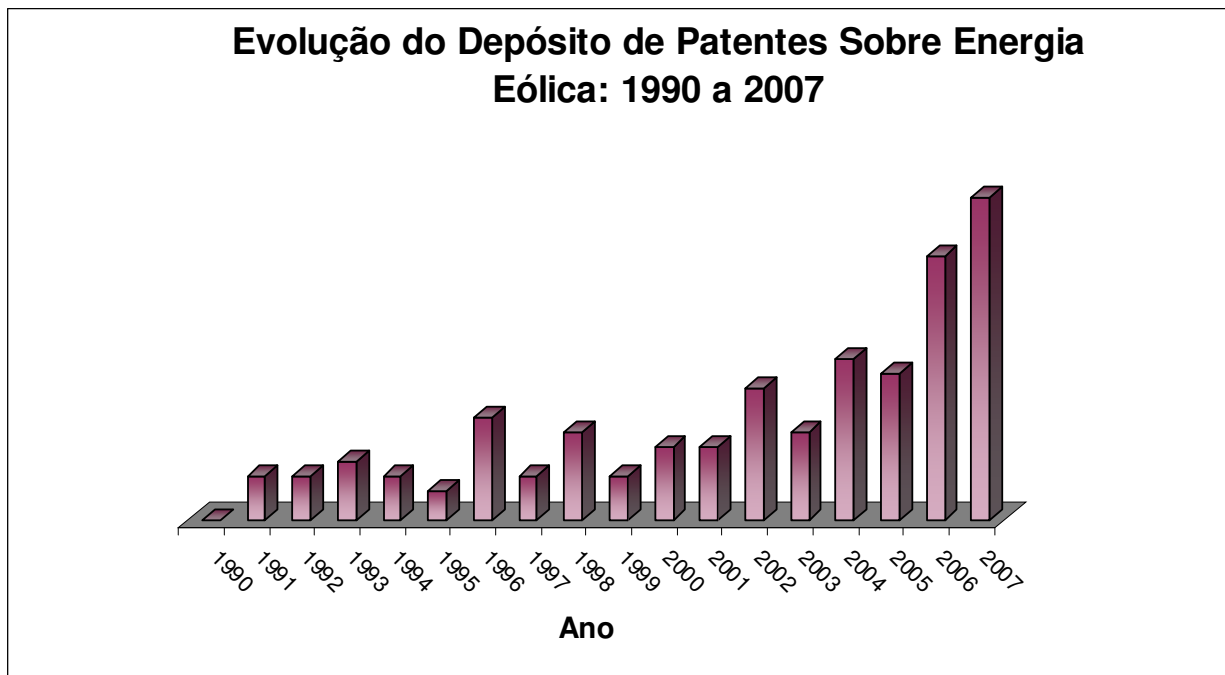


Gráfico 2.31 – Evolução do Depósito de Patentes Relacionadas à Energia Eólica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

É sabido que, esta não é uma tecnologia recente, pois há muito tempo a energia eólica é utilizada no mundo todo. É possível encontrar patentes de 1973. Ainda assim, vê-se que existe um grande aumento no depósito de patentes nos últimos anos,



o que configura um indicativo da crescente tendência de se buscar energias alternativas já estabelecidas, além da investigação de novas opções, como o caso do biodiesel e das células combustíveis.

### 2.7.3. Países Depositantes

O gráfico a seguir mostra os países depositantes de patentes que tratam de assuntos relacionados à energia eólica.

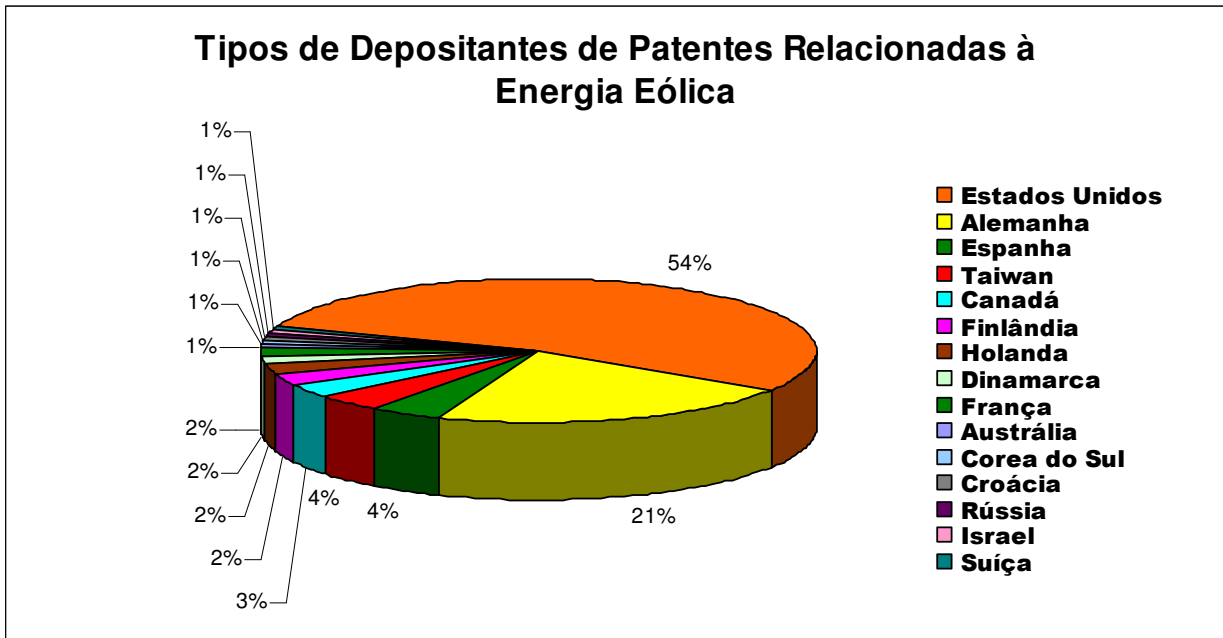


Gráfico 2.32 – Países Depositantes de Patentes Relacionadas à Energia Eólica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

Como é exibido no gráfico, muitos países já detêm a tecnologia de obtenção desta energia, até pelo fato da mesma já ser antiga o suficiente. A natureza desta energia também contribui para este fato, já que o vento está presente em todas as regiões do mundo, em maior ou menor grau. Ainda assim, como ocorre em todas as pesquisas, os Estados Unidos possuem a maioria dos depósitos de patentes.

### 2.7.4. Tipos de Depositantes

Mantendo-se o critério estabelecido, os tipos de depositantes possíveis são:

- Empresa;
- Instituição de Pesquisa / Universidade;
- Pessoa Física;



- Governo.

O gráfico a seguir demonstra os resultados:

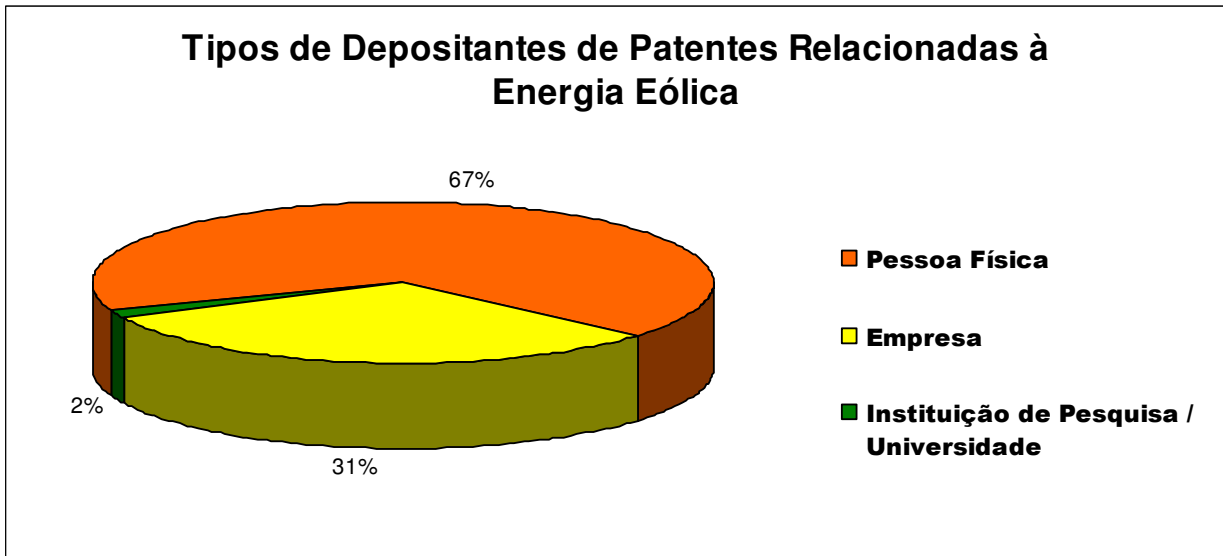


Gráfico 2.33 – Tipos de Depositantes de Patentes Relacionadas à Energia Eólica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

Por ser uma tecnologia menos complexa e mais antiga, portanto já estabelecida, não é de estranhar que a maioria das patentes seja depositada por pessoas físicas. A possibilidade de instalação em residências e as dimensões variáveis de uma estação eólica também podem encorajar este tipo de depósito. A participação tímida das universidades e centros de pesquisa podem ser um indicativo do domínio pleno da tecnologia, o que restringe o campo de pesquisas para inovações, que são as áreas de interesse destas instituições.

#### 2.7.4.1 – Análise do Ramo de Atuação das Empresas Depositantes:

O gráfico a seguir mostra em áreas em que atuam as empresas depositantes de patentes relacionadas à energia eólica.

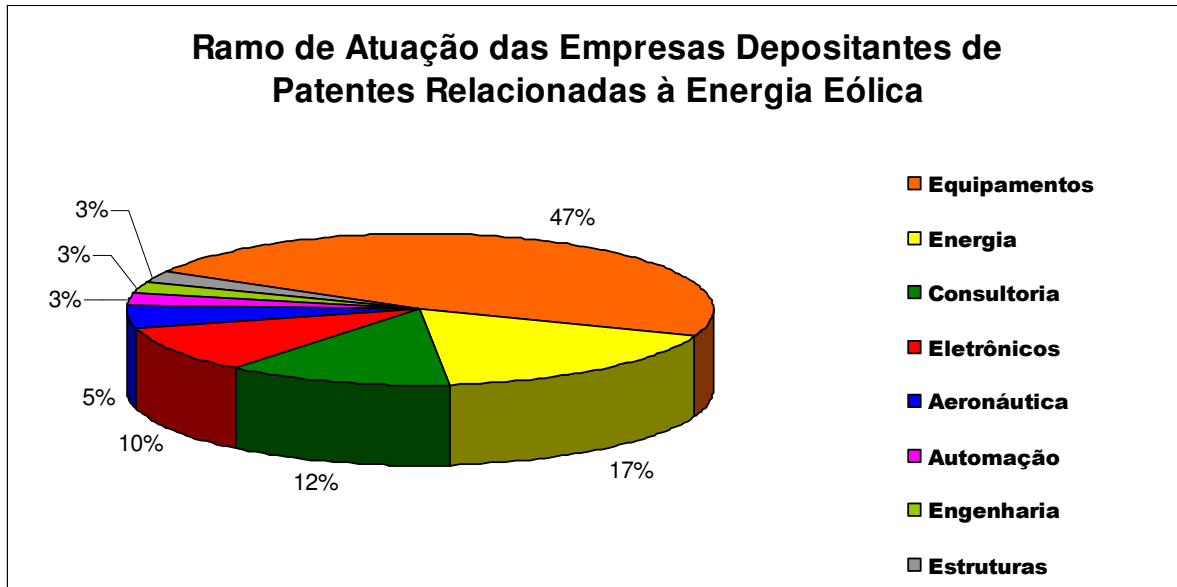


Gráfico 2.34 – Ramo de Atuação das Empresas Depositantes de Patentes Sobre Energia Eólica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

A maioria das patentes foi depositada por empresas fabricantes de equipamentos, dentre eles equipamentos para estações de energia eólica. Isto se deve ao fato de que a tecnologia deste tipo de energia está mais presente nos seus equipamentos, e não no processo em si, como ocorre com o biodiesel, por exemplo.

A seguir a tabela exhibe discriminadamente as principais empresas depositantes e seus ramos de atuação.

Tabela 2.4 – Principais Empresas Depositantes de Patentes Relacionadas à Energia Eólica

Empresa	Ramo de Atuação	Patentes (%)
Aerodyn Engineering GmbH	Equipamentos para Sistema de Energia Eólica	3%
General Electric Company	Eletrônicos	3%
Prime Energy Corporation	Equipamentos	2%
U.S. Windpower, Inc.	Energia	2%
WECS, Inc.	Consultoria	2%

Fonte: USPTO (Elaboração Própria)



Esta tabela não contradiz o último gráfico, já que, de fato, uma empresa fabricante de equipamentos é responsável por 3% das patentes sobre energia eólica. A presença da General Electric na tabela é um indicativo de que aparelhos eletrônicos movidos a energia eólica poderá a vir fazer parte do cotidiano em breve.

#### 2.7.5. Assunto da Patente

Foi adotado o seguinte critério de classificação dos assuntos para a energia eólica:

- Processo: patentes que tratam do processo ou dos equipamentos necessários para a obtenção de energia eólica;
- Sistemas/Produtos Relacionados: patentes que tratam de sistemas e/ou produtos participantes do processo de obtenção de energia eólica mas que funcionam apenas como "acessórios" do processo, e sua remoção não compromete o funcionamento do sistema de forma significativa;
- Aplicação: patentes que falam sobre possíveis usos da energia eólica.

O gráfico a seguir mostra a divisão das patentes em assuntos que as mesmas abordam:

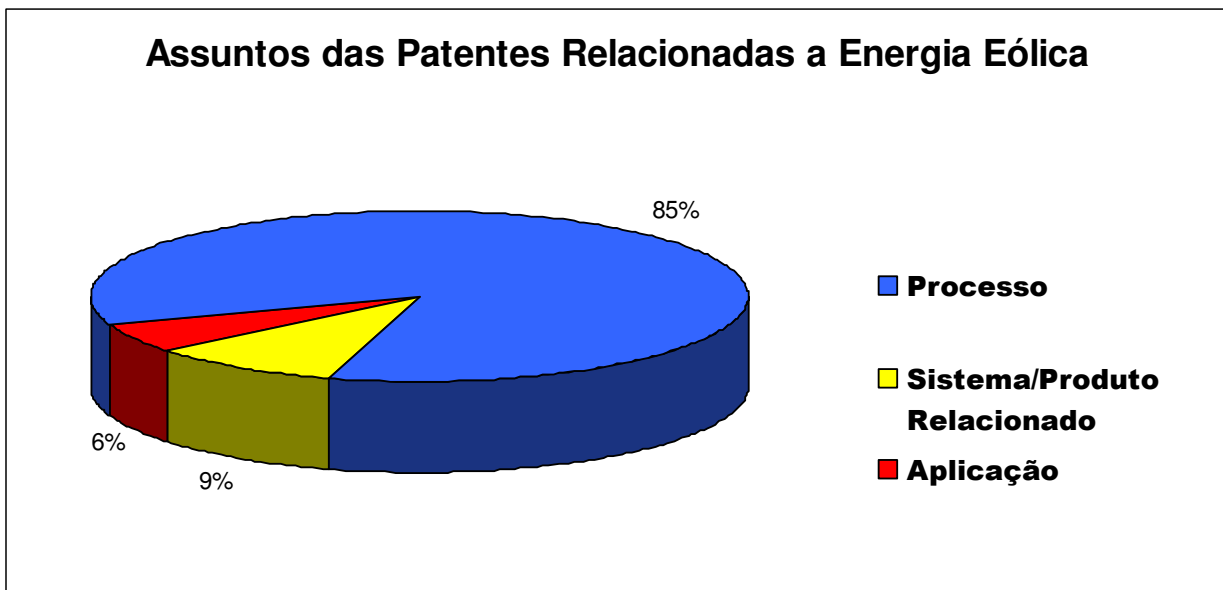


Gráfico 2.35 – Assunto das Patentes Relacionadas à Energia Eólica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

A grande maioria das patentes trata sobre o processo de obtenção de energia, o que, neste caso, indica que esta é uma tecnologia já estabelecida. A pequena



participação de patentes que tratam de patentes que falam sobre sistemas ou produtos relacionados ao processo é um indicativo que, não existem grandes necessidades de sistemas acessórios, o que pode ser uma grande vantagem, principalmente quando se trata de usos domiciliares. A minoria de patentes tratando das possíveis aplicações desta energia acusa a falta de flexibilidade da mesma, ou as inviabilidades ainda existentes para a sua utilização.

#### 2.7.5.1 – Grupo Processo:

O grupo de patentes relacionadas a processo foi dividido em outros subgrupos:

- Sistema Eólico: quando a patente trata da descrição do sistema de obtenção de energia eólica como um todo;
- Componentes do Sistema: quando a patente trata de apenas um ou poucos componentes do sistema para obtenção de energia;
- Processo Inovador: neste grupo estão as patentes que descrevem um processo de obtenção de energia significativamente diferente do convencional;
- Sistemas Híbridos: quando a patente trata de um processo que engloba um ou mais tipos de energia, juntamente com a energia eólica.

O gráfico seguinte mostra a proporção das patentes que estão dentro do grupo Processo.

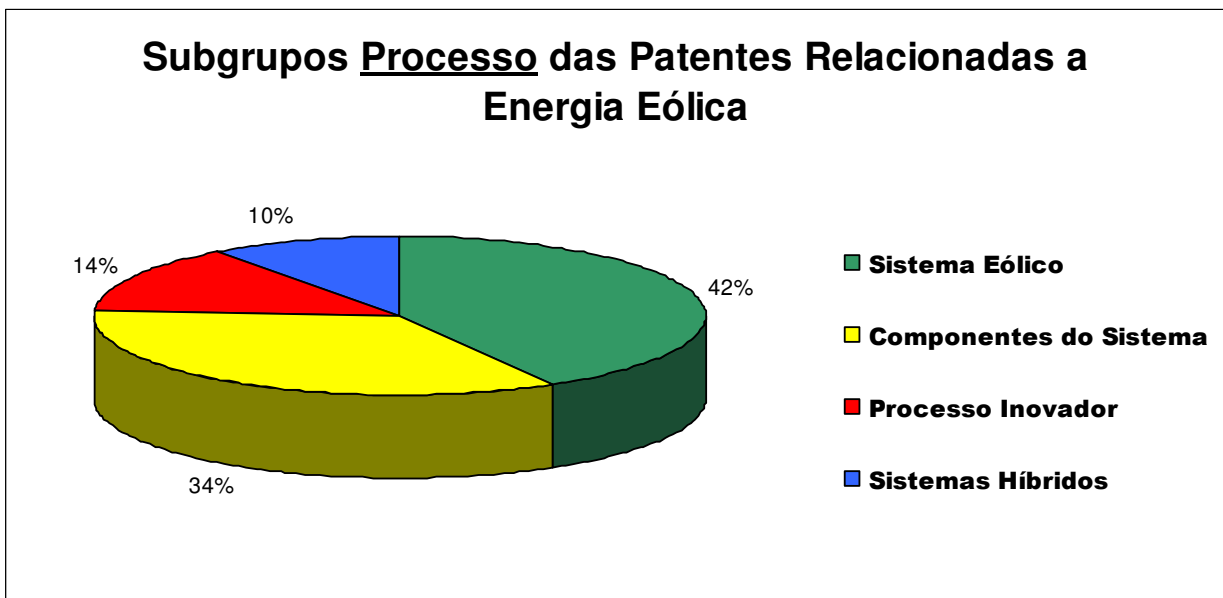


Gráfico 2.36 – Patentes Relacionadas a Processo. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).



Para um melhor entendimento de cada um destes subgrupos, cada um deles foi classificado em itens menores, como mostrado a seguir.

➤ Divisões do Subgrupo Sistema Eólico:

Este grupo foi classificado em duas classes:

- Transformação em Energia Mecânica: quando a patente descreve o processo de obtenção de energia dos ventos até a etapa que a mesma se torna energia mecânica utilizável. Não é de fato necessário que uma estação eólica converta a energia em elétrica, isto dependerá da aplicação de deve ser dada à mesma;
- Transformação em Energia Elétrica: a patente descreve o processo desde a captação do vento até sua conversão em energia elétrica.

A seguir o gráfico com as divisões deste subgrupo.

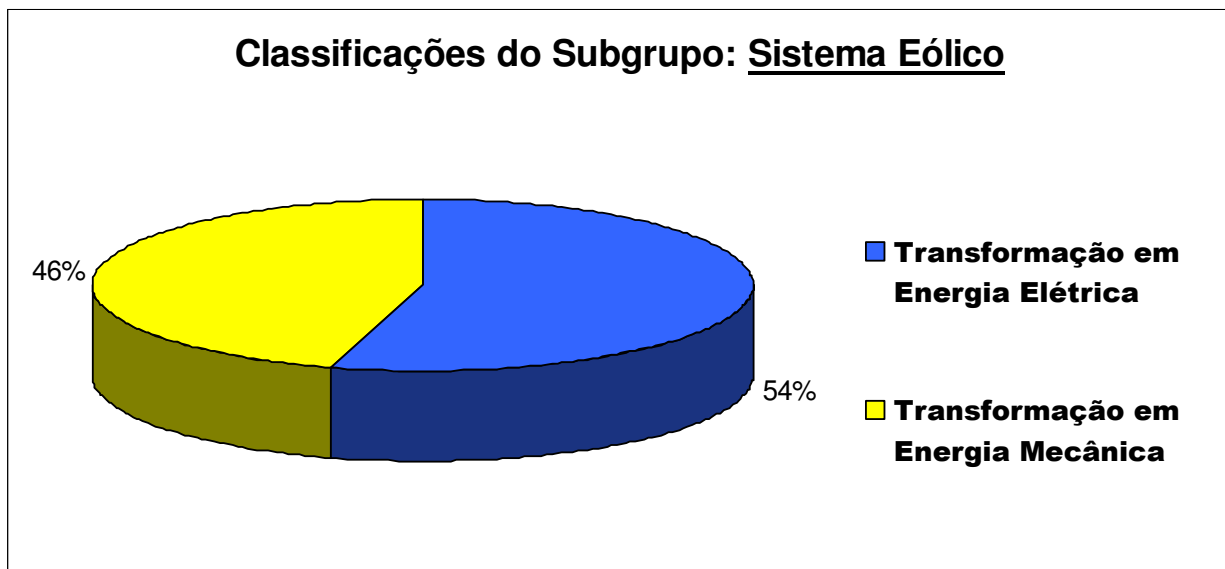


Gráfico 2.37 – Patentes Relacionadas ao Sistema Eólico. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

Sendo a proporção das duas classificações praticamente iguais, verifica-se que há interesse de obtenção de energia tanto elétrica quanto mecânica a partir dos ventos.

➤ Divisões do Subgrupo Componentes do Sistema:

As classificações deste grupo são as partes que compõem uma turbina eólica e a possível conversão em energia elétrica.





- Rotor: responsável em converter a energia dos ventos em energia mecânica (de rotação);
- Transmissão: transmite a energia mecânica convertida no rotor;
- Torre: sustenta a estrutura da turbina eólica;
- Nacele: é a estrutura onde o motor da turbina é montado;
- Aerofólio: controla a direção dos ventos para um melhor aproveitamento do mesmo;
- Gerador: responsável por converter a energia mecânica em elétrica;
- Sistema de Armazenamento: armazena a energia elétrica que não foi utilizada.

Uma patente pode tratar de mais de um componente. O gráfico a seguir mostra os resultados.

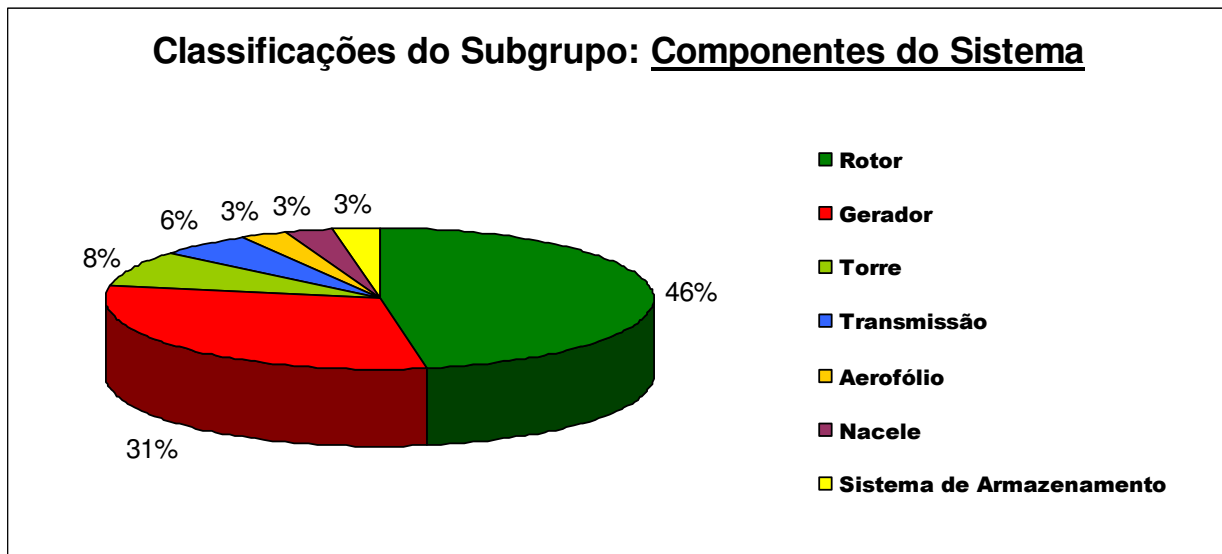


Gráfico 2.38 – Patentes Relacionadas aos Componentes do Sistema. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

Este gráfico mostra a importância do rotor em uma turbina eólica, além de indicar a possibilidade de diversidades nesta peça. O gráfico demonstra também que o gerador se configura em uma etapa importantíssima de obtenção de energia elétrica a partir dos ventos.

- Divisões do Subgrupo Processo Inovador:



Este grupo de patentes, apresenta uma significativa diferença do processo convencional, quase sempre com a substituição de algum componente do sistema. As classificações são listadas a seguir:

- Captação por Vela: uma vela substitui o rotor convencional;
- Sistemas em Alto-Mar: o processo de obtenção possui as modificações necessárias para a captação de ventos em alto-mar;
- Captação por Moinho: um moinho faz o papel do rotor;
- Uso do Vento Proveniente de Um Sistema de Ventilação: um processo de obtenção de energia eólica é acoplado ao sistema de ventilação e utiliza os ventos o provenientes deste sistema;
- Turbina de Velocidade Variável: modificações na turbina fazem com que a eficiência seja mantida para quaisquer velocidades de vento e demanda de energia;
- Tubina Flutuante: para uso em alto-mar;
- Sistemas em Helicópteros: a hélice de um helicóptero funciona como um rotor para um sistema de obtenção de energia acoplado a ele;
- Captação por "Pára-Quedas": um pára-quedas faz o papel de um rotor;
- Captação por Grades Cardioides: o rotor é substituído por uma estrutura alternativa.

O gráfico a seguir mostra as patentes que tratam de processos inovadores:



## Classificações do Subgrupo: Processo Inovador

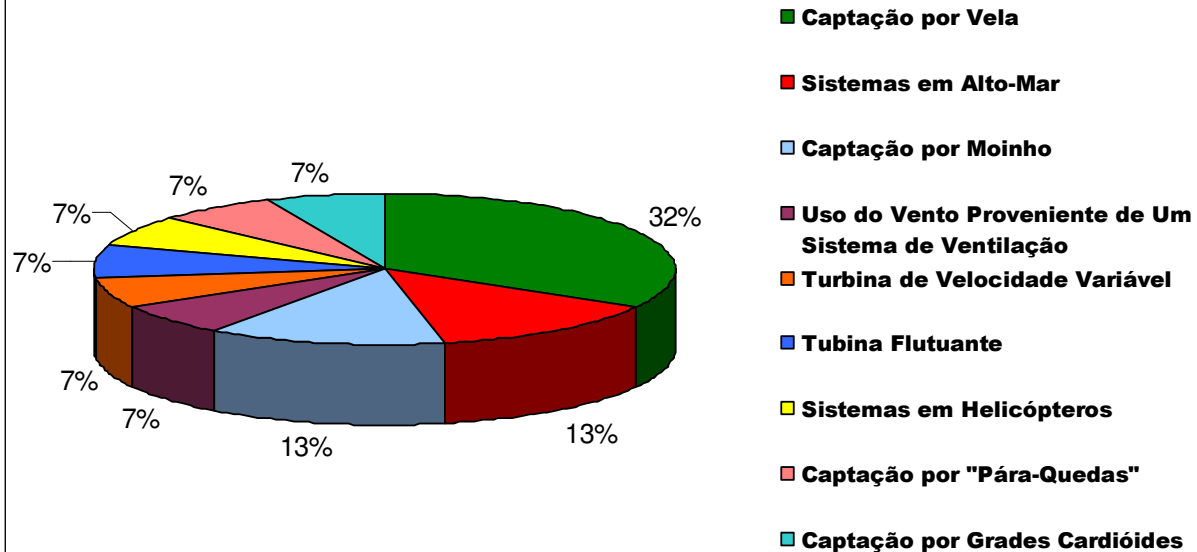


Gráfico 2.39 – Patentes Relacionadas a Processos Inovadores. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

➤ Divisões do Subgrupo Sistemas Híbridos:

As patentes deste subgrupo tratam de estações onde energia é obtida por mais de uma fonte, sendo que uma destas fontes são os ventos. O gráfico a seguir mostra a proporção dos sistemas híbridos de obtenção de energia pesquisados:



## Classificações do Subgrupo: Sistemas Híbridos

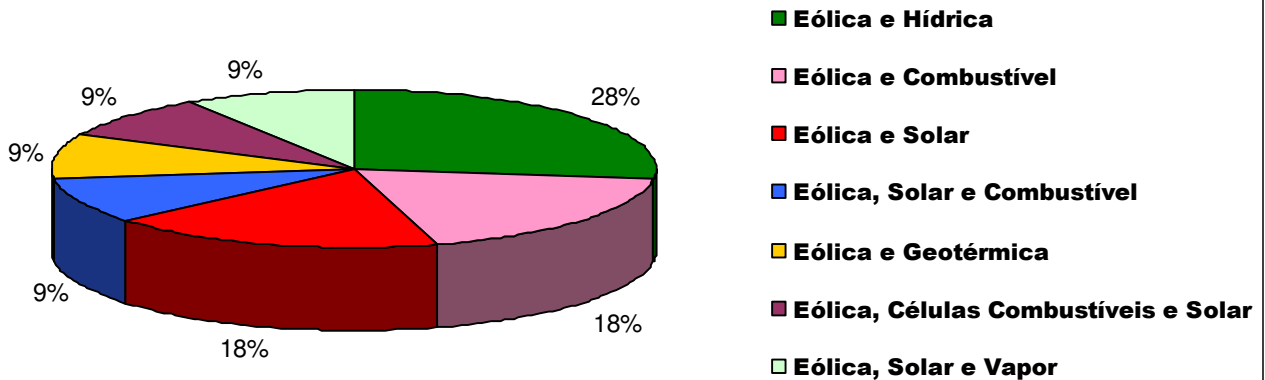


Gráfico 2.40 – Patentes Relacionadas a Sistemas Híbridos. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

Sendo os processos de obtenção de energia eólica e hídrica bastante semelhantes em diversos aspectos, não é surpresa a existência de patentes descrevendo estações mistas com estas duas energias, e este sistema híbrido configura-se a maioria no universo de patentes pesquisado.

### 2.7.5.2 – Grupo Sistemas/Produtos Relacionados:

Por sua vez, este grupo foi dividido nas seguintes classes:

- Controle e Instrumentação: quando a patente trata de qualquer dispositivo de controle ou medição de um dado de processo ou ainda controla o funcionamento do sistema conforme a necessidade;
- Sistema de Refrigeração: por se tratar de um sistema gerador de energia mecânica, é normal que energia térmica também seja gerada no processo, o que torna conveniente um sistema de refrigeração. As patentes que tratam sobre isso estão agrupadas nesta classe;
- Dispositivo Contra Vibrações: quando a patente trata de dispositivos de proteção contra as vibrações causadas pela turbina ou pelos próprios ventos na estação eólica.

O Gráfico 2.41 mostra as classes do grupo Sistemas/Produtos Relacionados



### Subgrupos Sistema/Produto Relacionado das Patentes Relacionadas a Energia Eólica

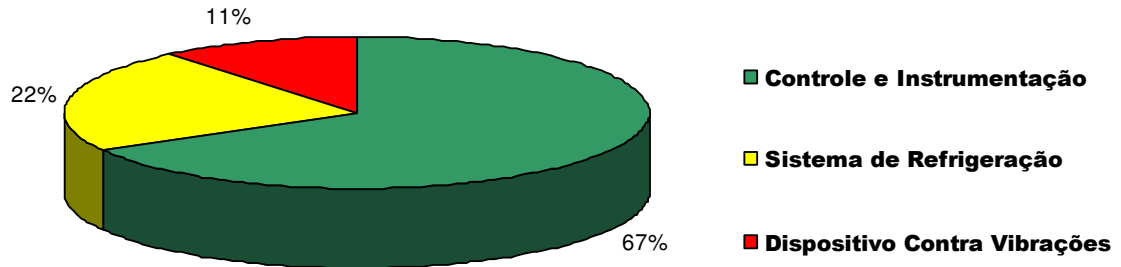


Gráfico 2.41 – Patentes Sobre Sistemas/Produtos Relacionados. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

Este gráfico mostra que, dentre os elementos deste grupo, o controle e a instrumentação do sistema ainda é o acessório mais importante.

#### 2.7.5.3 – Grupo Aplicação:

O gráfico a seguir mostra os possíveis usos da energia eólica.

### Subgrupos Aplicação das Patentes Relacionadas a Energia Eólica

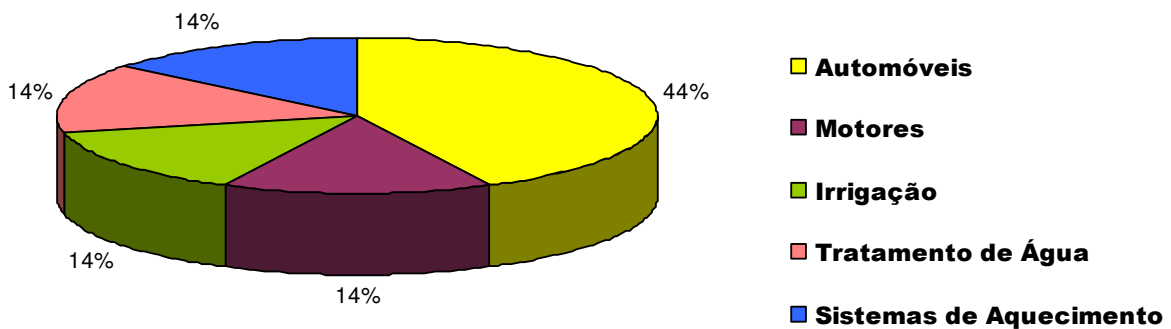


Gráfico 2.42 – Patentes Relacionadas às Aplicações da Energia Eólica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).



## 2.8. Resultados da Prospecção Tecnológica em Energias Renováveis – Energia Geotérmica

### 2.8.1. Metodologia

Foram realizadas duas pesquisas na base de dados do USPTO, uma com a palavra-chave "geothermal energy" nos campos "Título" ou "Resumo" e outra com a palavra "geothermic energy". Com estas duas buscas, foram obtidas 94 patentes, das quais foram selecionadas 29. Os resultados serão mostrados a seguir.

### 2.8.2. Evolução de Depósito das Patentes

O gráfico a seguir exibe a evolução no depósito de patentes sobre energia geotérmica a partir de 1990.

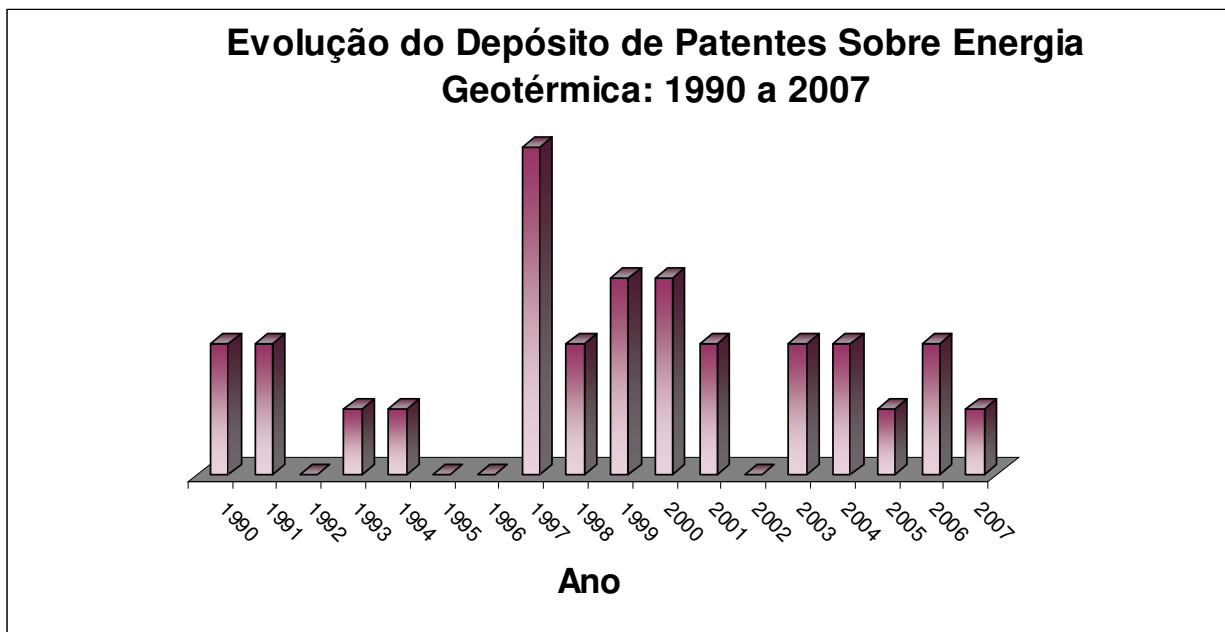


Gráfico 2.43 – Evolução do Depósito de Patentes Relacionadas à Energia Geotérmica.

Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

Ao contrário das outras energias, o depósito de patentes sobre energia geotérmica veio diminuindo ao longo dos anos, após um pico em 1997. Como se trata de um processo bastante difícil, com grandes impactos no meio ambiente e muito caro, é esperado que se busque a substituição desta energia por outras alternativas.

### 2.8.3. Países Depositantes

O gráfico a seguir mostra os países depositantes de patentes sobre energia geotérmica.

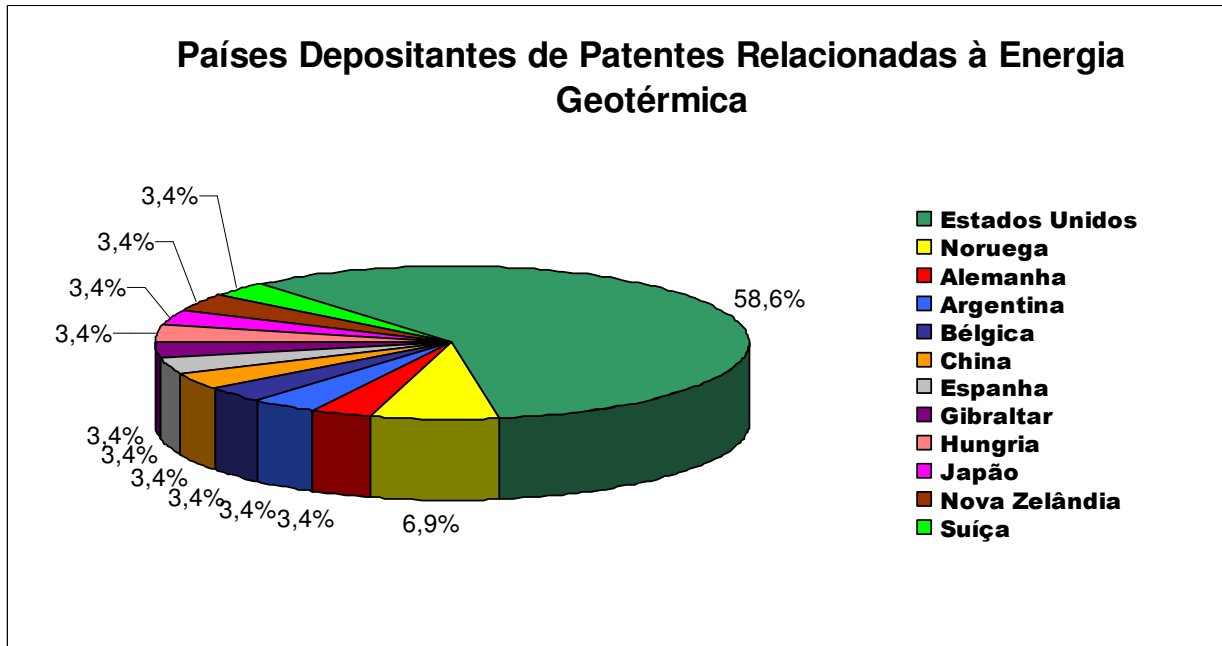


Gráfico 2.44 – Países Depositantes de Patentes Relacionadas à Energia Geotérmica.  
Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

Por ser uma tecnologia com custo elevado e alta complexidade, os países mais desenvolvidos são os que possuem maior interesse no processo. Apesar disso, o número de países é grande em comparação com outras energias. Como o esperado, a maioria das patentes foi depositada pelos Estados Unidos.

#### 2.8.4. Tipos de Depositantes

Mantendo-se o critério estabelecido, os tipos de depositantes são:

- Empresa;
- Instituição de Pesquisa / Universidade;
- Pessoa Física;
- Governo.

O gráfico a seguir mostra os resultados:

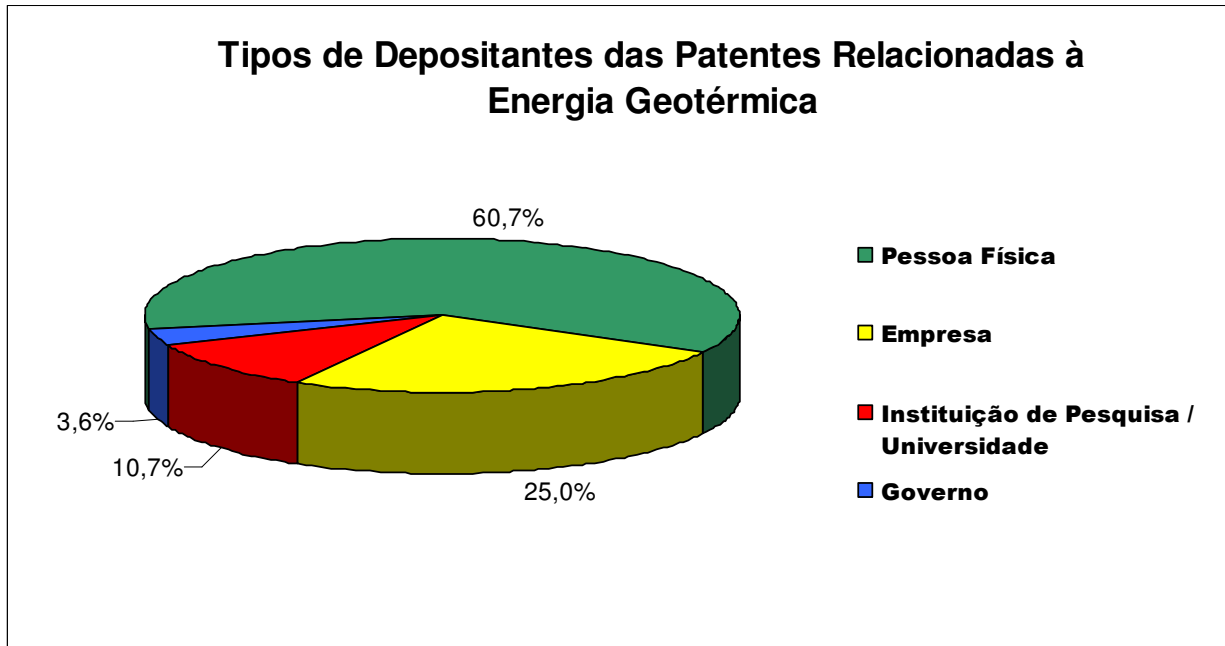


Gráfico 2.45 – Tipos de Depositantes de Patentes Relacionadas à Energia Geotérmica.  
Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

O menor número de depósitos por parte das empresas é um indicativo do desinteresse das mesmas por este tipo de processo, que é complicado e custoso. A participação de 10% das instituições de pesquisa e universidades, elevada em comparação com outras energias, mostra que ainda há campo para desenvolvimento e estudos pertinentes a este tipo de instituição.

#### 2.8.4.1 – Análise do Ramo de Atuação das Empresas Depositantes:

O gráfico a seguir mostra em áreas em que atuam as empresas depositantes de patentes relacionadas à energia geotérmica.



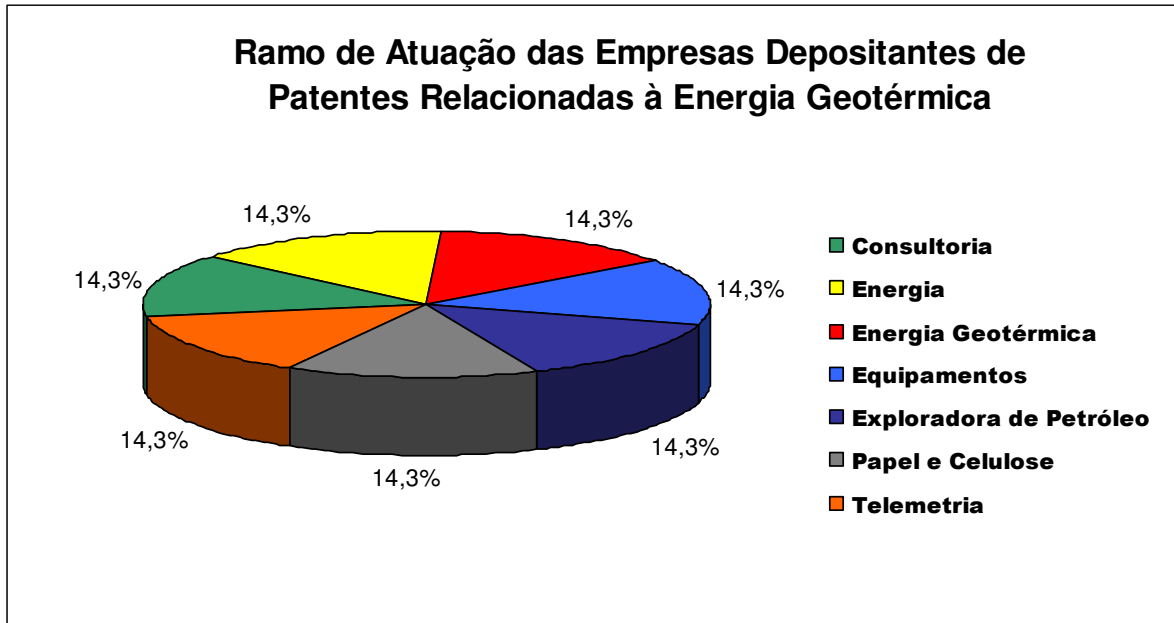


Gráfico 2.46 – Ramo de Atuação das Empresas Depositantes de Patentes Sobre Energia Geotérmica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

Apenas uma patente para cada área de atuação das empresas aparece no gráfico, o que confirma o possível desinteresse das mesmas, além de mostrar que não existe um ramo mais interessado do que os demais sobre esse tipo de energia.

#### 2.8.5. Assunto da Patente

As patentes relacionadas à energia geotérmica foram agrupadas, de acordo com o assunto que abordam, da seguinte forma:

- Processo: patentes que falam de uma ou mais etapas do processo de obtenção de energia geotérmica;
- Sistemas/Produtos Relacionados: patentes que tratam de sistemas e/ou produtos relacionados a algum dos integrantes do processo;
- Aplicação: patentes que falam sobre possíveis usos da energia geotérmica.

O gráfico a seguir mostra o resultado desta divisão:

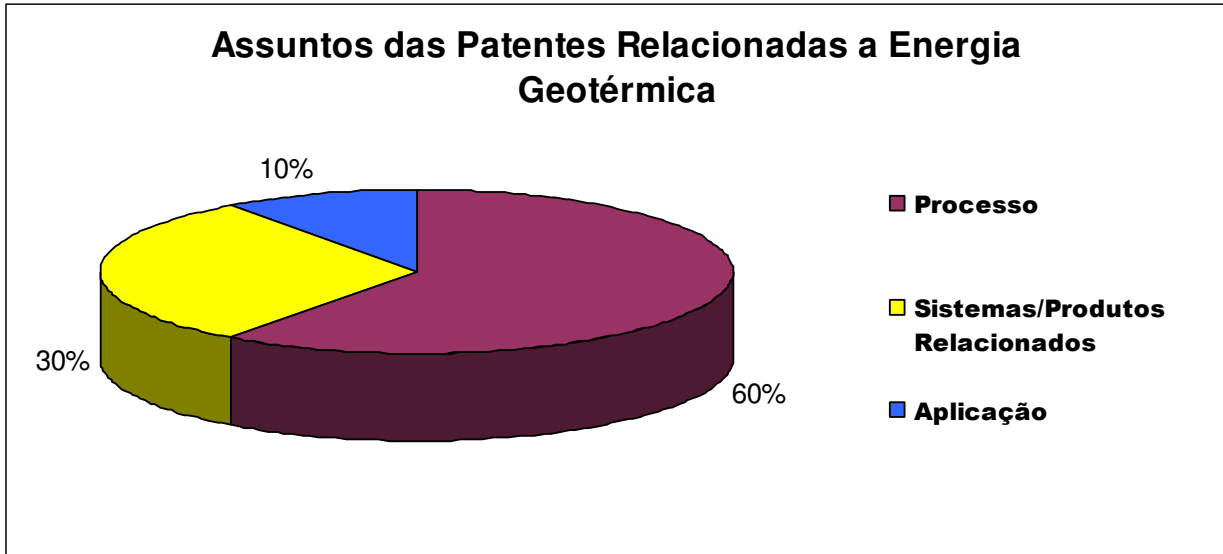


Gráfico 2.47 – Assunto das Patentes Relacionadas à Energia Geotérmica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

#### 2.8.5.1 – Grupo Processo:

O grupo de patentes relacionadas a processo foi dividido em subgrupos de acordo com a etapa do processo discutido. Uma mesma patente pode tratar de mais de uma etapa do processo.

- Injeção de Fluido: a patente descreve a etapa em que o fluido a ser aquecido é injetado no poço;
- Extração de Fluido: a patente descreve a etapa em que o fluido já aquecido é retirado do poço;
- Reutilização de Fluido: a patente trata de métodos para a reinjeção do fluido no processo de obtenção de energia geotérmica;
- Geração de Eletricidade: patentes que tratam sobre as etapas posteriores à extração de fluido aquecido do poço, para a obtenção de energia elétrica a partir dele;

O gráfico seguinte mostra as patentes que estão dentro do grupo Processo.

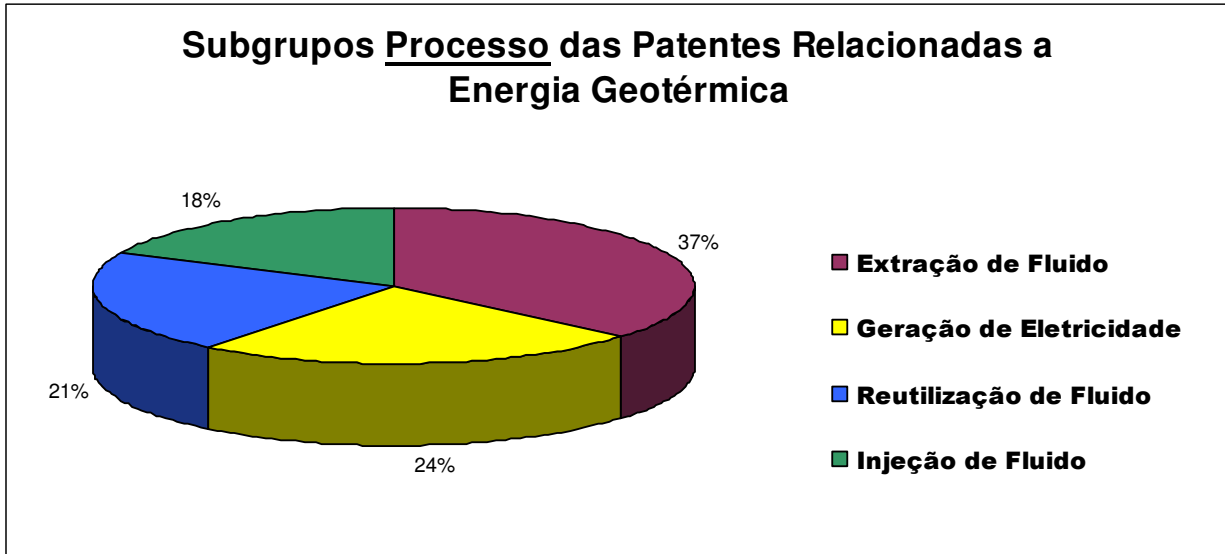


Gráfico 2.48 – Patentes Relacionadas a Processo. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

A proporcionalidade relativamente equilibrada de todas as etapas leva a crer numa uniformidade de complexidade e conhecimento entre elas.

#### 2.8.5.2 – Grupo Sistemas/Produtos Relacionados:

Por sua vez, este grupo foi dividido em classes de acordo com que integrante do processo estava relacionado:

- Ao Poço: quando a patente trata de um assunto relacionado a construção ou manutenção dos poços de injeção ou extração de fluido;
- Ao Fluido: patentes que tratam sobre assuntos, sistemas ou produtos relacionados ao fluido a ser aquecido no interior do poço;
- Ao Gerador: patentes que tratam de dispositivos a serem utilizados nos geradores de energia geotérmica, mas que não participam diretamente do processo.

O Gráfico 2.49 mostra as classes do grupo Sistemas/Produtos Relacionados

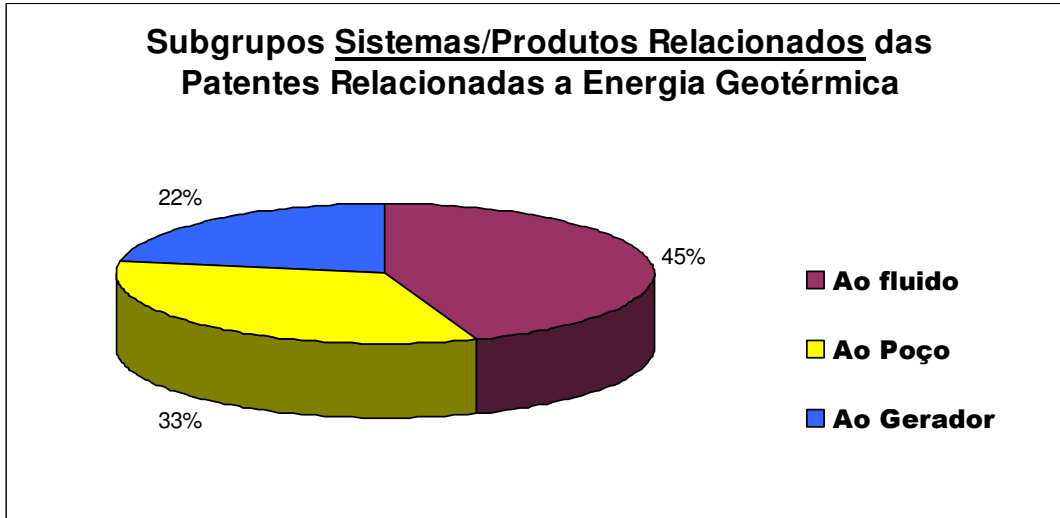


Gráfico 2.49 – Patentes Sobre Sistemas/Produtos Relacionados. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

As proporções não tão discrepantes confirmam a idéia de que todos os integrantes do sistema de obtenção de energia geotérmica possuem igual importância e são objetos de aperfeiçoamento e controle de suas variáveis.

#### 2.8.5.3 – Grupo Aplicação:

O gráfico a seguir mostra os possíveis aplicações da energia geotérmica.

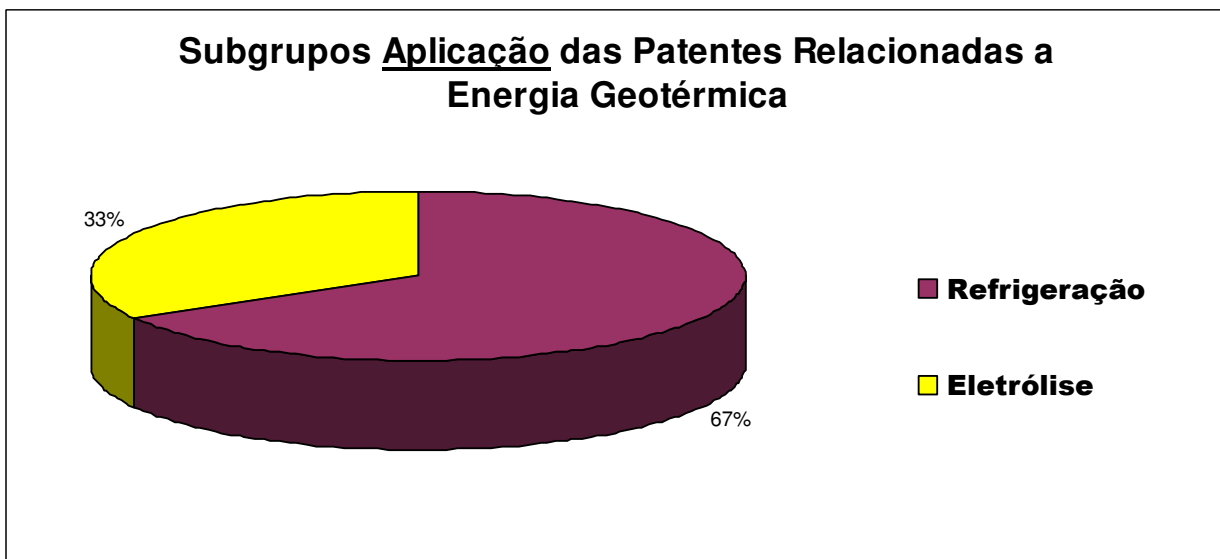


Gráfico 2.50 – Patentes Relacionadas às Aplicações da Energia Geotérmica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).



As poucas aplicações, sendo ambas para uso industrial, mostram que este tipo de energia não possui flexibilidade e é pouco utilizado como alternativa. Portanto, é pouco provável que o uso dessa energia aumente nos próximos anos.



## 2.9. Resultados da Prospecção Tecnológica em Energias Renováveis – Energia Hídrica

### 2.9.1. Metodologia

A pesquisa realizada na base de dados do USPTO, teve como palavra-chave "hydroelectric" nos campos "Título" ou "Resumo". Foram obtidas 168 patentes, das quais foram selecionadas 99. Os resultados são expostos a seguir.

### 2.9.2. Evolução de Depósito das Patentes

O gráfico a seguir exibe a evolução temporal do depósito de patentes sobre energia hídrica.

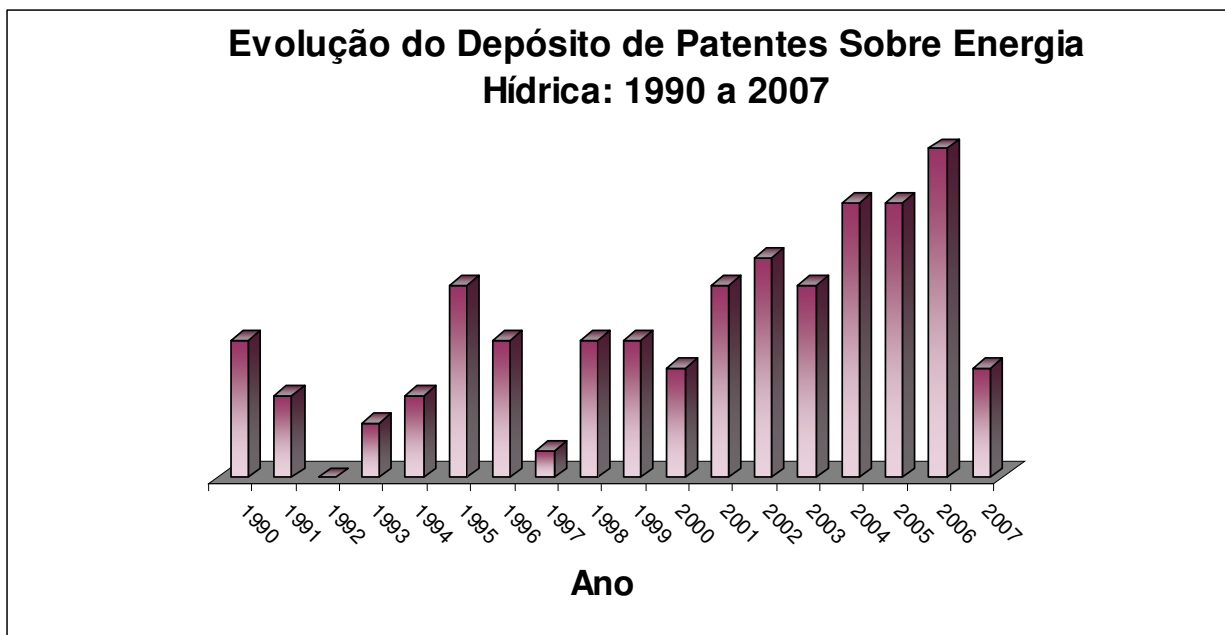


Gráfico 2.51 – Evolução do Depósito de Patentes Relacionadas à Energia Hídrica.  
Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

A energia hídrica é há anos amplamente em diversos países, como é o caso do Brasil. A tecnologia é bastante conhecida, mas ainda assim, com exceção de 2007, os depósitos sobre energia hídrica vêm aumentando nos últimos anos, acompanhando a tendência da maiorias das energias alternativas.

### 2.9.3. Países Depositantes

O gráfico a seguir mostra os países depositantes de patentes sobre energia hídrica.

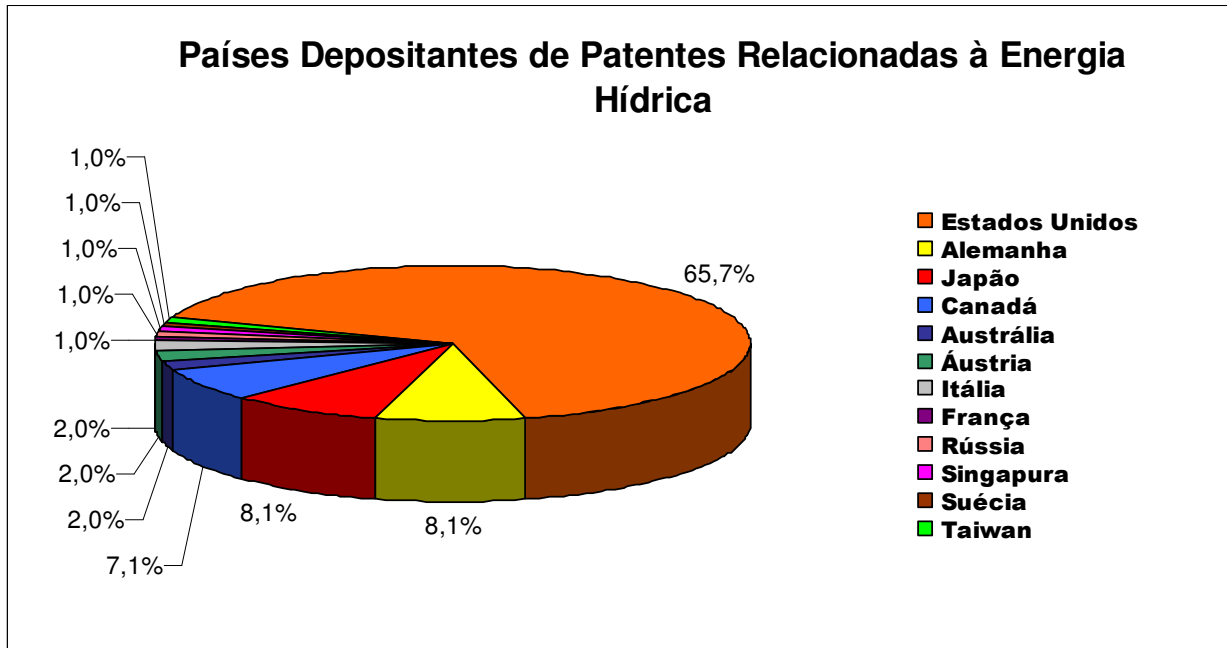


Gráfico 2.52 – Países Depositantes de Patentes Relacionadas à Energia Hídrica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

Como é uma tecnologia bastante difundida, a diversidade de países é esperada. Assim como as outras energias, os Estados Unidos é detentor da maioria das patentes.

#### 2.9.4. Tipos de Depositantes

Mantendo-se o critério estabelecido, os tipos de depositantes são:

- Empresa;
- Instituição de Pesquisa / Universidade;
- Pessoa Física;
- Governo.

O gráfico a seguir mostra os resultados:

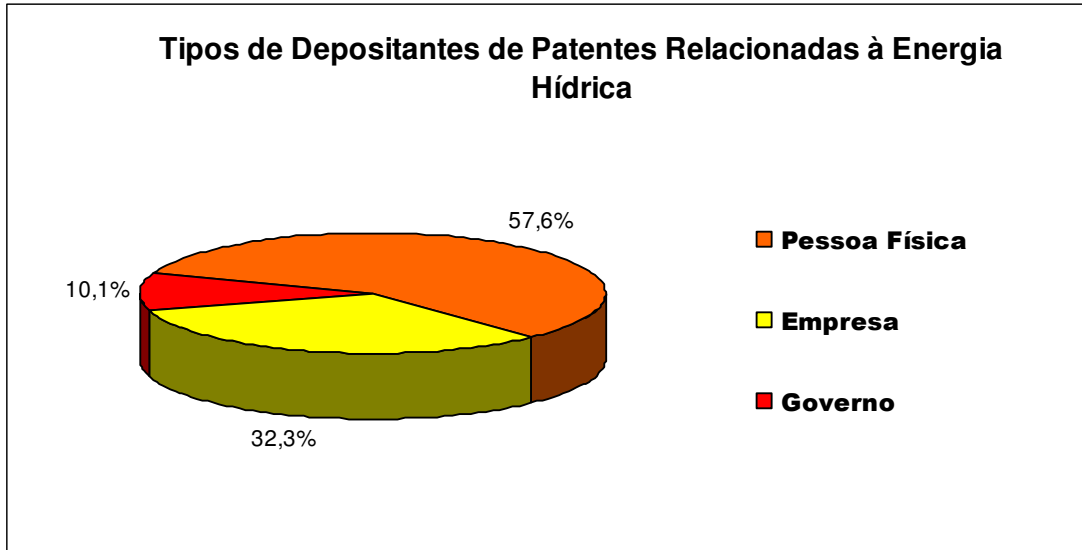


Gráfico 2.53 – Tipos de Depositantes de Patentes Relacionadas à Energia Hídrica.  
Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

O menor número de depósitos pelas empresas indica que este é um empreendimento com poucas chances de lucro, uma vez que o custo e outras dificuldades para a construção de barragens e de hidroelétricas não são incentivadores. Por sua natureza, o processo de obtenção de energia hídrica é restrito a poucas empresas. A elevada participação do governo, comparada a outras energias, é justificada pelo fato de muitos locais onde a distribuição de energia (hídrica) para a população ser estatal, como era o caso do Brasil há poucos anos atrás.

#### 2.9.4.1 – Análise do Ramo de Atuação das Empresas Depositantes:

O gráfico a seguir mostra em áreas em que atuam as empresas depositantes de patentes relacionadas à energia hídrica.



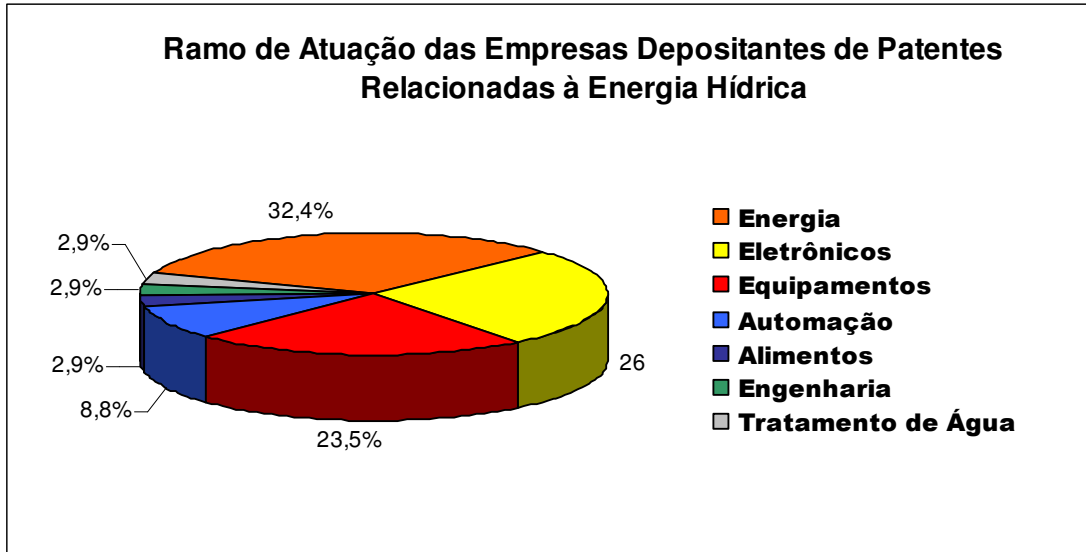


Gráfico 2.54 – Ramo de Atuação das Empresas Depositantes de Patentes Sobre Energia Hídrica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

As patentes sobre energia hídrica são predominantemente depositadas por empresas de energia, relacionadas a processos de obtenção de energia hídrica; eletrônicos, relacionadas a aplicações e sistemas relacionados à energia; e equipamentos, relacionadas aos equipamentos de uma hidroelétrica ou de aplicações industriais para a energia hídrica.

A seguir a tabela exhibe as principais empresas depositantes e seus ramos de atuação.

Tabela 2.5 – Principais Empresas Depositantes de Patentes Relacionadas à Energia Hídrica

Empresa	Ramo de Atuação	Patentes (%)
Hitachi, Ltd.	Eletrônicos	3%
Voith Hydro, Inc.	Energia Hídrica	3%
General Electric Co.	Eletrônicos	3%

Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

Esta tabela está de acordo com o exibido no gráfico anterior, já que as empresas líderes de depósito de patentes são do ramo de fabricação de produtos eletrônicos (relacionadas à aplicação da energia e dispositivos relacionados ao



processo) e do ramo de fornecimento de energia (relacionadas ao processo de obtenção).

### 2.9.5. Assunto da Patente

As patentes sobre energia hídrica foram divididas de acordo com o assunto que discutem da seguinte forma:

- Processo: quando a patente trata de uma ou mais etapas do processo concernente à obtenção de energia hídrica;
- Sistemas/Produtos Relacionados: patentes que tratam de sistemas e/ou produtos relacionados a um ou mais integrantes do processo;
- Segurança e Meio Ambiente: quanto a patente trata de um assunto relacionado ao combate ou prevenção de algum dano ao meio ambiente decorrente do processo de obtenção de energia hídrica;
- Aplicação: patentes que falam sobre possíveis usos da energia hídrica.

O gráfico a seguir mostra o resultado desta divisão:

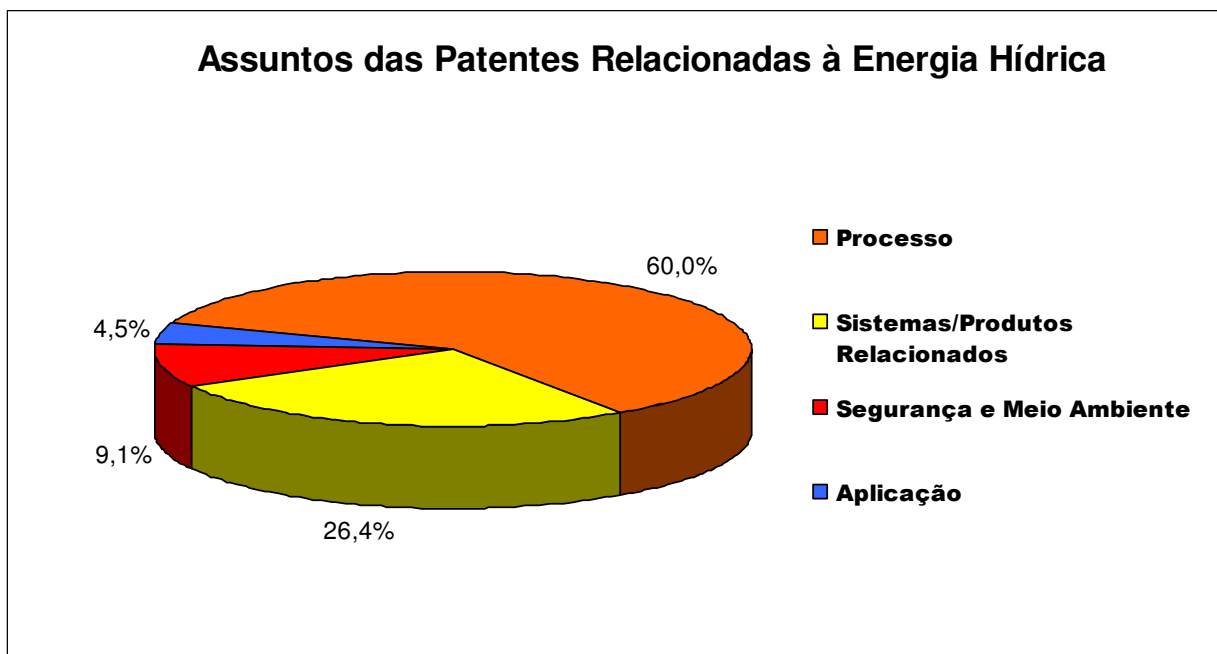


Gráfico 2.55 – Assunto das Patentes Relacionadas à Energia Hídrica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

#### 2.9.5.1 – Grupo Processo:



O grupo de patentes relacionadas a processo foi dividido em classes que descrevem as etapas do processo. Uma mesma patente pode tratar de mais de uma etapa do processo.

- Turbina: patentes que tratam sobre a turbina de uma hidroelétrica;
- Sistemas de Captação: patentes que tratam sobre os mecanismos de captação de água para a turbina;
- Gerador: parte do processo responsável pela conversão de energia mecânica em energia elétrica;
- Sistema de Restituição de Água: sistemas responsáveis por fazer a água utilizada retornar ao seu lugar de origem;
- Barragem: patentes que tratam da construção e manutenção das barragens das hidroelétricas;
- Sistemas Híbridos: sistemas em que duas fontes de energia coexistem. No caso das patentes sobre energia hídrica, o único sistema híbrido descrito é o hídrico com o eólico.

O gráfico seguinte mostra as patentes que estão dentro do grupo Processo.

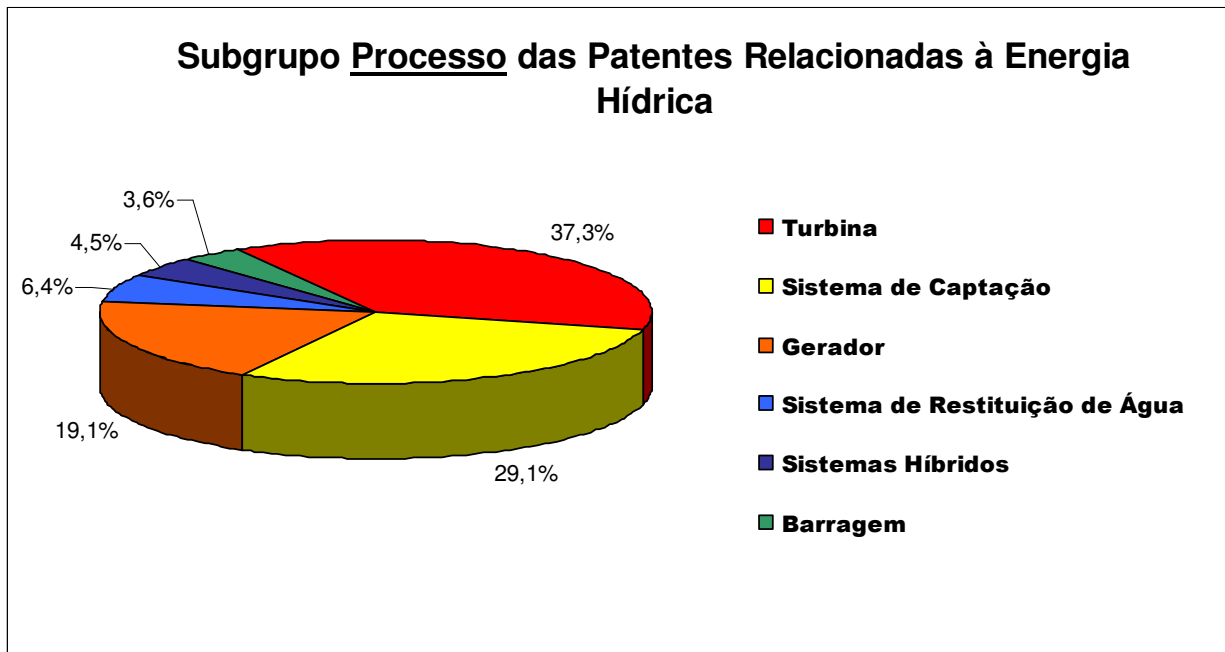


Gráfico 2.56 – Patentes Relacionadas a Processo. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).



O elevado número de depósitos sobre a turbina, o sistema de captação e o gerador mostra que estas etapas são as mais importantes do processo de obtenção de energia hídrica, e são elas que determinarão a eficiência do processo.

#### 2.9.5.2 – Grupo Sistema/Produto Relacionado:

Este grupo foi dividido nas seguintes classes:

- Controle e Instrumentação: sistemas para controle e medição das variáveis do processo;
- Aeração: mecanismos para conferirem à água uma maior quantidade de gases em solução;
- Tinta anti-corrosão: coberturas para os equipamentos submersos para que seja evitada a corrosão pela água;
- Calçados: é representado por uma única patente que propõe a concepção de um calçado que, com o caminhar do usuário, transfere energia potencial para a água dentro dele e esta água move uma turbina acoplada a um gerador, gerando energia elétrica;
- Filtração de Sólidos: mecanismos para separar qualquer sólido da água que passará na turbina e assim evitar que ela seja danificada;
- Isolamento: materiais ou mecanismos para isolar os componentes eletrizados;
- Simulador: software ou esquemas físicos que viabilizam o estudo relacionado às hidroelétricas.
- Transmissão de Energia Elétrica: processo no qual a energia elétrica produzida será distribuída.

O Gráfico 2.57 mostra as classes do grupo Sistema/Produto Relacionado.

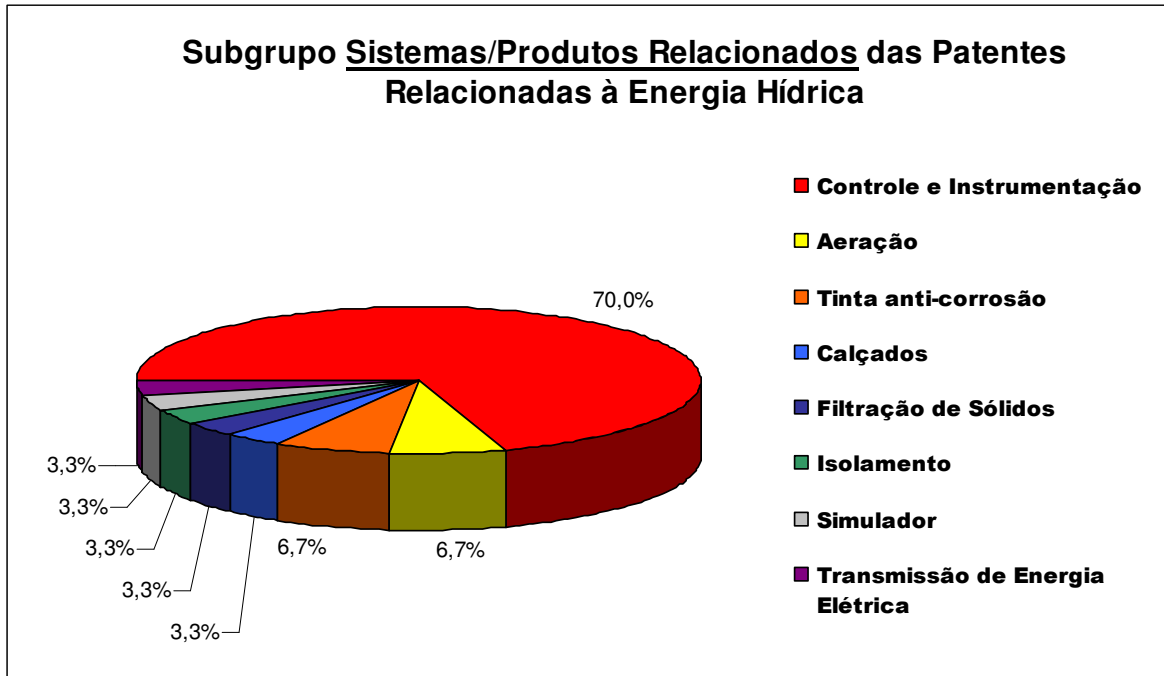


Gráfico 2.57 – Patentes Sobre Sistema/Produto Relacionado. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

Com o Gráfico 2.57 verifica-se que para o processo de obtenção de energia hídrica, o controle e a instrumentação do sistema é de fato muito importante.

#### 2.9.5.3 – Grupo Segurança e Meio-Ambiente:

Este grupo foi dividido nas seguintes classes:

- Conservação da Vida Aquática: medidas de prevenção de danos aos peixes presentes na fonte de água de uma usina;
- Tratamento de Água: procedimentos para tratar a água de eventuais contaminações adquiridas no processo de geração de energia antes de devolvê-la ao meio ambiente;
- Emissão de Gases: procedimentos para evitar a emissão de gases existentes em alguns equipamentos de uma usina.

O Gráfico 2.58 mostra as classes do grupo Segurança e Meio-Ambiente.



### Subgrupo Segurança e Meio Ambiente das Patentes Relacionadas à Energia Hídrica

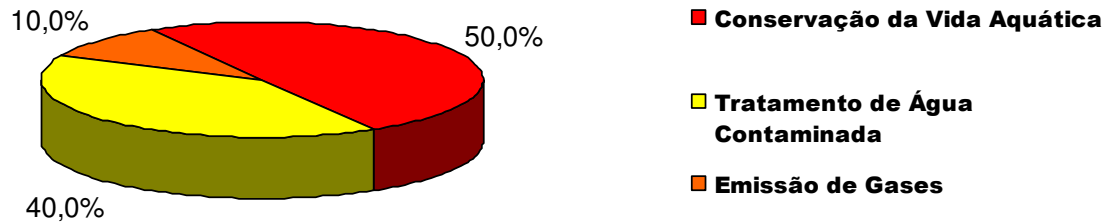


Gráfico 2.58 – Patentes Sobre Segurança e Meio-Ambiente. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

#### 2.9.5.3 – Grupo Aplicação:

O gráfico a seguir mostra os possíveis aplicações da energia hídrica.

### Subgrupo Aplicação das Patentes Relacionadas à Energia Hídrica

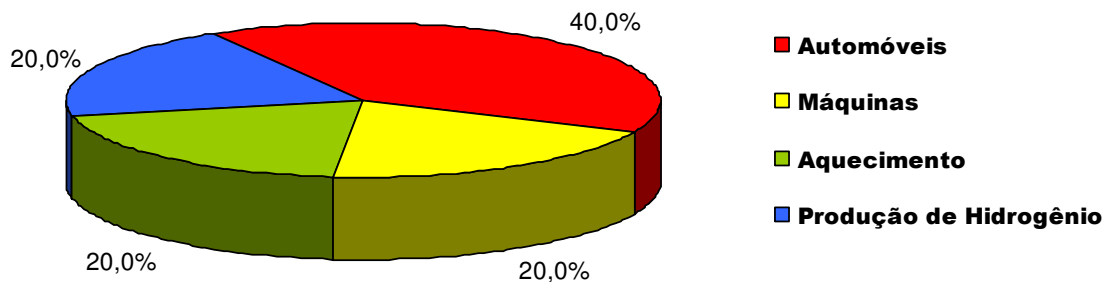


Gráfico 2.59 – Patentes Relacionadas às Aplicações da Energia Hídrica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

Como para outras energias, a pesquisa para o desenvolvimento de automóveis movidos à água são intensas, o que indica a preocupação de substituir a gasolina, proveniente do petróleo e portanto em decrescente disponibilidade no planeta.



## 2.10. Resultados da Prospecção Tecnológica em Energias Renováveis – Energia Solar

### 2.10.1. Metodologia

Na consulta à base de dados do USPTO, foi realizada a pesquisa utilizando-se a palavra-chave “solar energy” nos campos de pesquisa “Título” e “Resumo” e foram obtidas 829 patentes, dentro do período de 1976 a 2007. Foram selecionadas do universo de 227 patentes, 135 patentes, concernentes ao período e ao tema da pesquisa. Seguem os resultados.

### 2.10.2. Evolução de Depósito das Patentes

O gráfico a seguir exibe a evolução temporal dos depósitos de patentes sobre energia eólica.

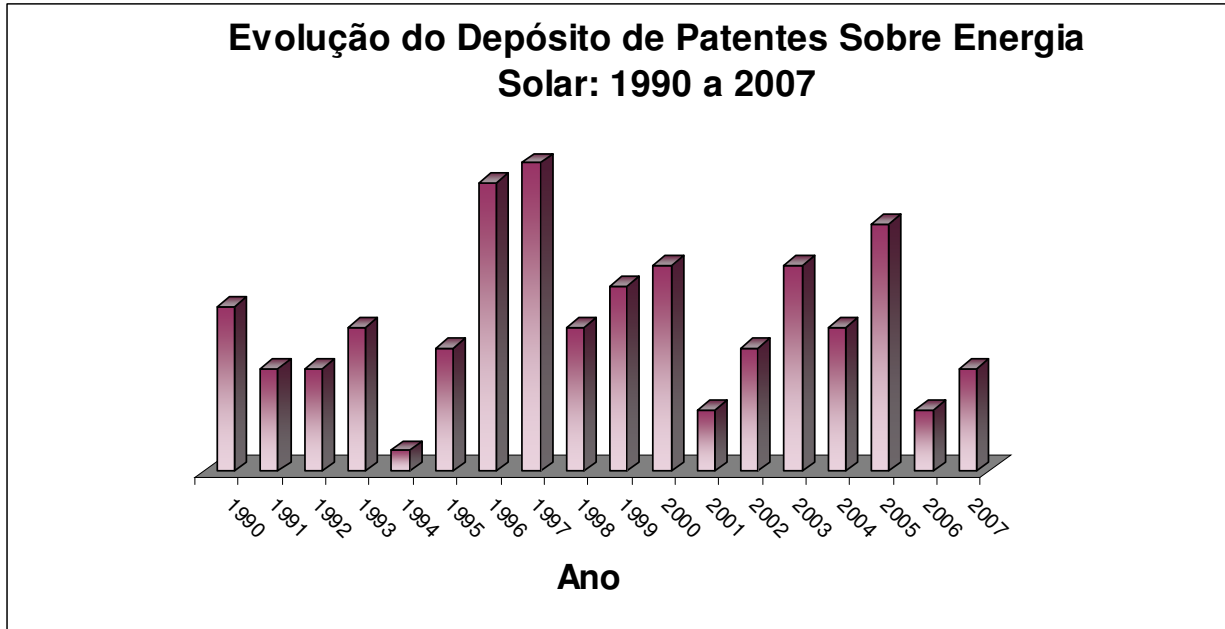


Gráfico 2.60 --: Evolução do Depósito de Patentes Relacionadas à Energia Solar. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

A energia solar, bem como a eólica, já vem sendo largamente estudada e utilizada há tempos, mas nestes últimos 17 anos o depósito de patentes relacionadas à esta energia manteve-se relativamente constante.

### 2.10.3. Países Depositantes

O gráfico a seguir mostra os países depositantes de patentes que tratam de assuntos relacionados à energia solar.

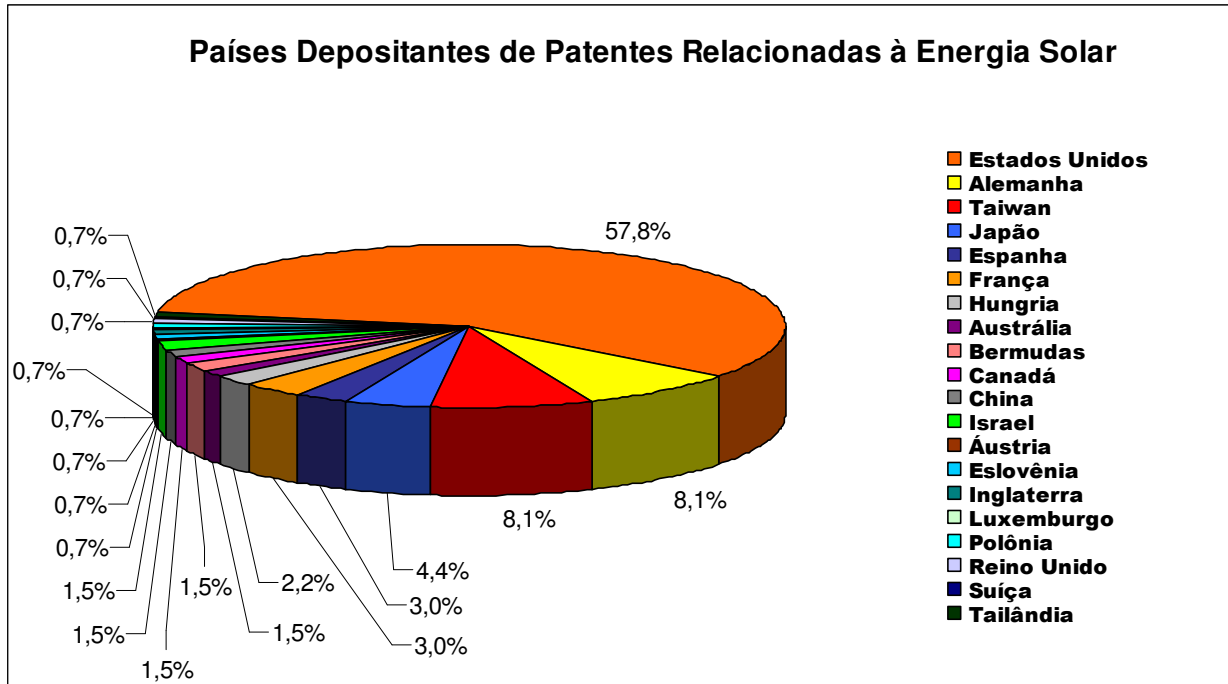


Gráfico 2.61 – Países Depositantes de Patentes Relacionadas à Energia Eólica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

Apesar da maioria dos depósitos ser dos Estados Unidos, como em todas as outras energias, a diversidade de países depositantes é maior que em qualquer outra energia.

#### 2.10.4. Tipos de Depositantes

Mantendo-se o critério estabelecido, os tipos de depositantes possíveis são:

- Empresa;
- Instituição de Pesquisa / Universidade;
- Pessoa Física;
- Governo.

O gráfico a seguir demonstra os resultados:



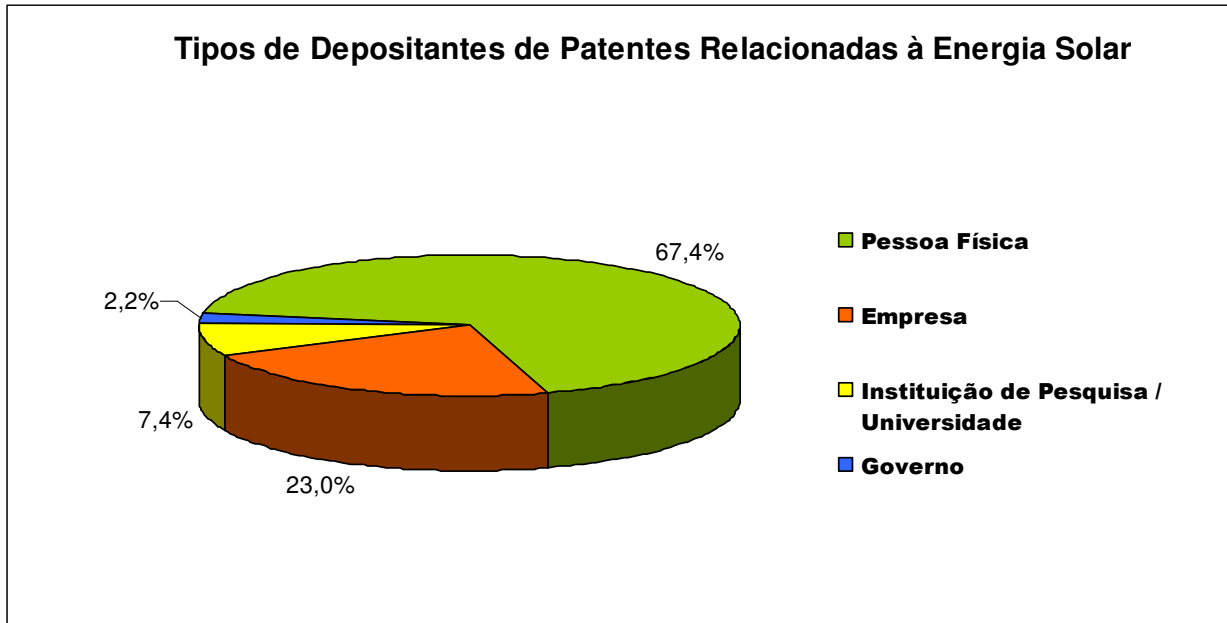


Gráfico 2.62 – Tipos de Depositantes de Patentes Relacionadas à Energia Solar. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

Assim como a energia eólica, a solar é uma tecnologia menos complexa, mais antiga, possui diversas aplicações, muitas dimensões e bastante disseminada, o que pode ser uma justificativa para o fato que a maioria das patentes seja depositada por pessoas físicas.

#### 2.10.4.1 – Análise do Ramo de Atuação das Empresas Depositantes:

O gráfico a seguir mostra em áreas em que atuam as empresas depositantes de patentes relacionadas à energia eólica.

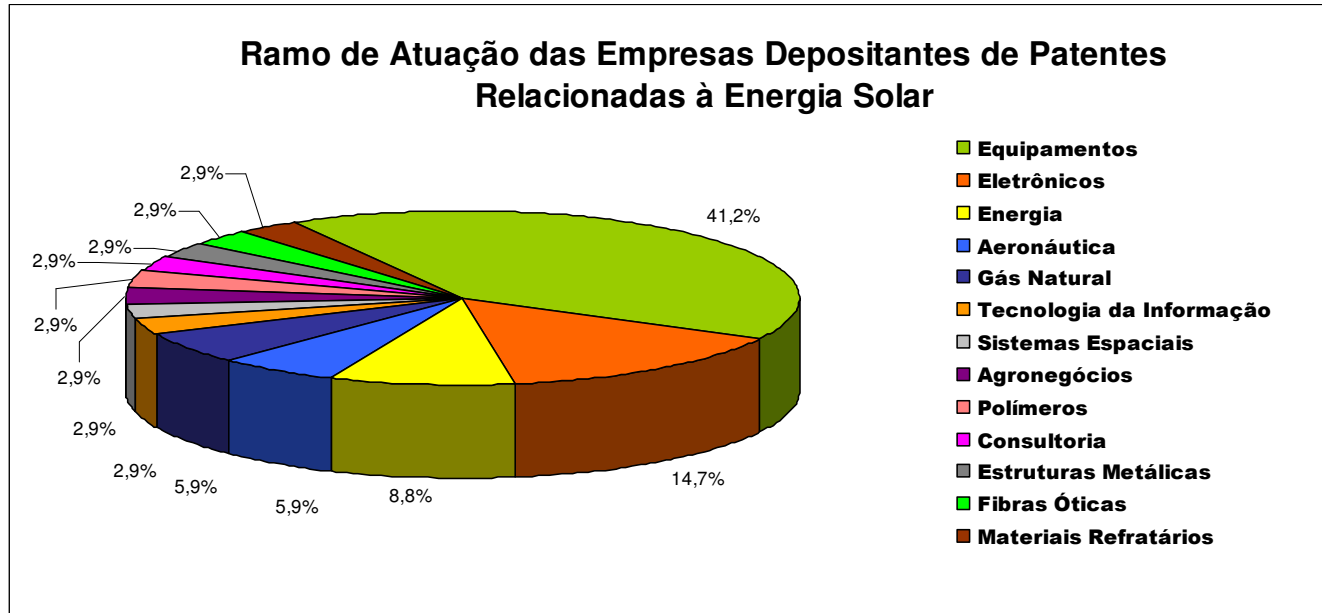


Gráfico 2.63 – Ramo de Atuação das Empresas Depositantes de Patentes Sobre Energia Solar. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

A maioria das patentes foi depositada por empresas fabricantes de equipamentos (também como a energia eólica), dentre eles equipamentos para estações de energia eólica, pois são nos equipamentos que a tecnologia está presente. As patentes depositadas por empresas fabricantes de eletrônicos devem ser sobre dispositivos de controle e aplicações da energia.

A tabela a seguir mostra as principais empresas depositantes e seus ramos de atuação.

Tabela 2.6 – Principais Empresas Depositantes de Patentes Relacionadas à Energia Solar

Empresa	Ramo de Atuação	Patentes (%)
K N Energy, Inc	Gás Natural	1%
Stirling Thermal Motors, Inc.	Equipamentos para Geração de Energia Solar	1%
United Solar Technologies, Inc.	Equipamentos para Geração de Energia Solar	1%

Fonte: USPTO (Elaboração Própria)



Ainda as maiores depositantes não depositaram nada além do que 1% do total das patentes. A K N Energy apresenta apenas duas patentes relacionadas à dessorção do solo, ou seja, a descontaminação do solo por gases usando energia solar. As outras empresas são fabricantes de equipamentos para sistemas de geração de energia solar.

#### 2.10.5. Assunto da Patente

Foi adotado o seguinte critério de classificação dos assuntos para a energia solar:

- Processo: patentes que tratam do processo de geração de energia com um todo;
- Componentes do Sistema: partes específicas do processo de geração de energia através do sol;
- Sistemas/Produtos Relacionados: patentes que tratam de dispositivos e/ou produtos participantes do processo de obtenção de energia solar para aumentarem a eficiência ou vida útil do sistema;
- Aplicação: patentes que falam sobre possíveis usos da energia solar.

O gráfico a seguir mostra a divisão das patentes em seus assuntos:

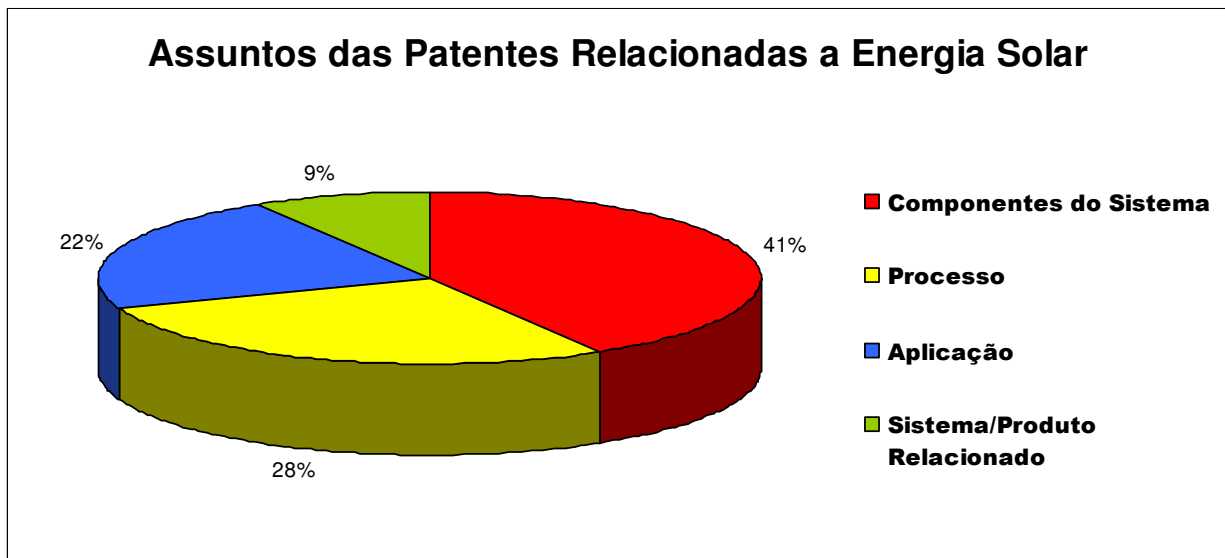


Gráfico 2.64 – Assunto das Patentes Relacionadas à Energia Solar. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

##### 2.10.5.1 – Grupo Processo:

O grupo de patentes relacionadas a processo foi dividido em outros subgrupos:



- Fototérmico: quando a patente trata da obtenção de energia térmica através da luz do sol;
- Fotovoltaico: quando a patente discute sobre a obtenção de energia elétrica através de energia solar por painéis fotovoltaicos;
- Fototérmico com Turbina ou Equivalente: patentes que falam de processos de geração de energia elétrica mas que utilizam a energia térmica obtida num sistema coletor de energia solar e esta energia térmica é utilizada numa turbina, bomba ou compressor que gerará energia elétrica;
- Híbrido: quando os processos fototérmico e fotovoltaico estão operando em conjunto ou quando a patente discute sobre um processo que une a produção de energia solar com outro tipo de energia.

O gráfico seguinte mostra a proporção das patentes que estão dentro do grupo Processo.

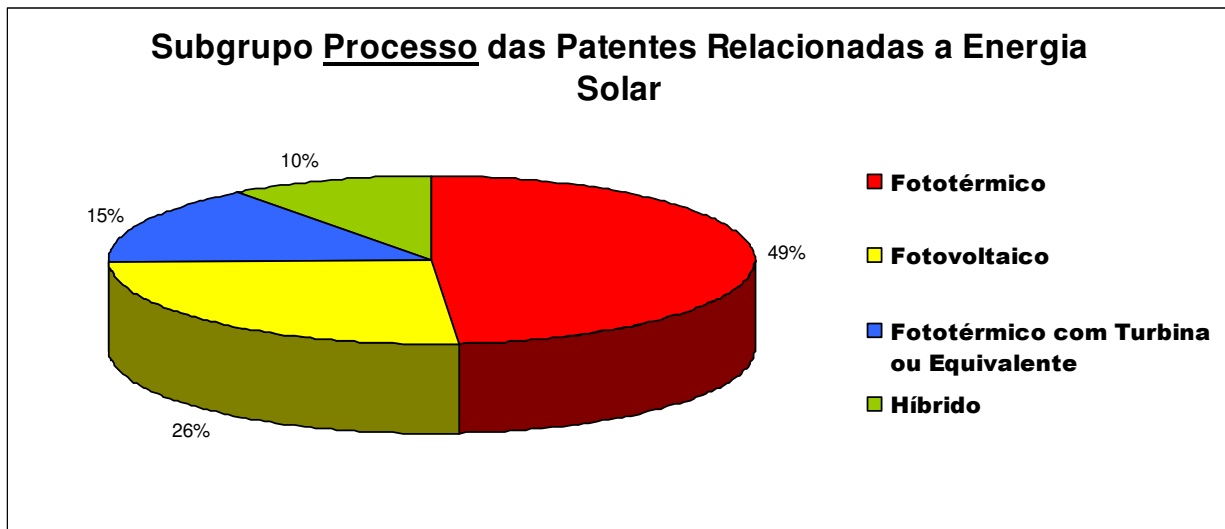


Gráfico 2.65 – Patentes Relacionadas a Processo. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

A maioria das patentes que tratam sobre o processo fototérmico demonstra que a energia térmica, utilizada principalmente para aquecimento ainda é muito importante, principalmente nas indústrias.

Para uma melhor descrição dos sistemas híbridos, este item foi classificado em itens menores:

- Solar, Hídrico e Eólico;
- Solar e Vapor;



- Solar e Combustível;
- Fototérmico e Fotovoltaico.

A seguir o gráfico com as divisões deste subgrupo.

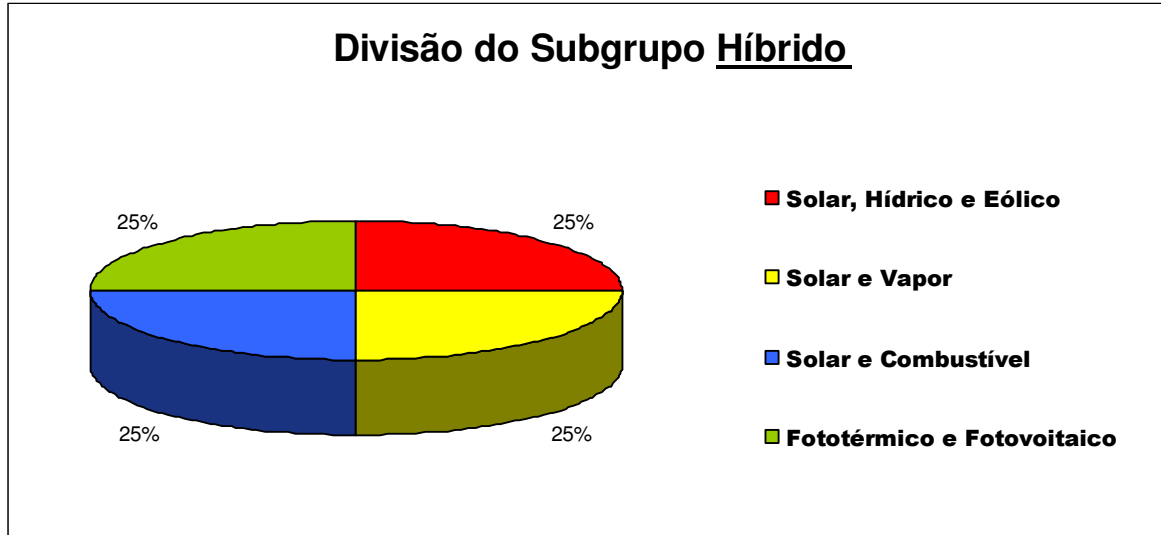


Gráfico 2.66 – Patentes Relacionadas a Sistemas Híbridos com Energia Solar. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

A proporção de todos os sistemas híbridos é idêntica, o que não permite identificar uma tendência de uso de uma delas.

#### 2.10.5.2 – Divisões do Subgrupo Componentes do Sistema:

As classificações deste grupo são as partes que compõem um sistema de geração de energia solar:

- Coletor: item responsável pela coleta de energia solar. São os painéis dos sistemas fototérmicos;
- Concentrador: fluido ou equivalente que absorve a energia térmica coletada pelo coletor e a concentra;
- Refletor: responsáveis pela direção da energia solar ao coletor e conseqüente maior aproveitamento da mesma;
- Conversor CC/CA: converte a energia elétrica de corrente contínua para corrente alternada;
- Armazenador de Energia: armazena a energia produzida no sistema;



- Controlador de Carga: controlam a carga e a descarga dos armazenadores de energia a fim de evitar danos aos mesmos.

Uma patente pode tratar de mais de um componente. O gráfico a seguir exibe os resultados.

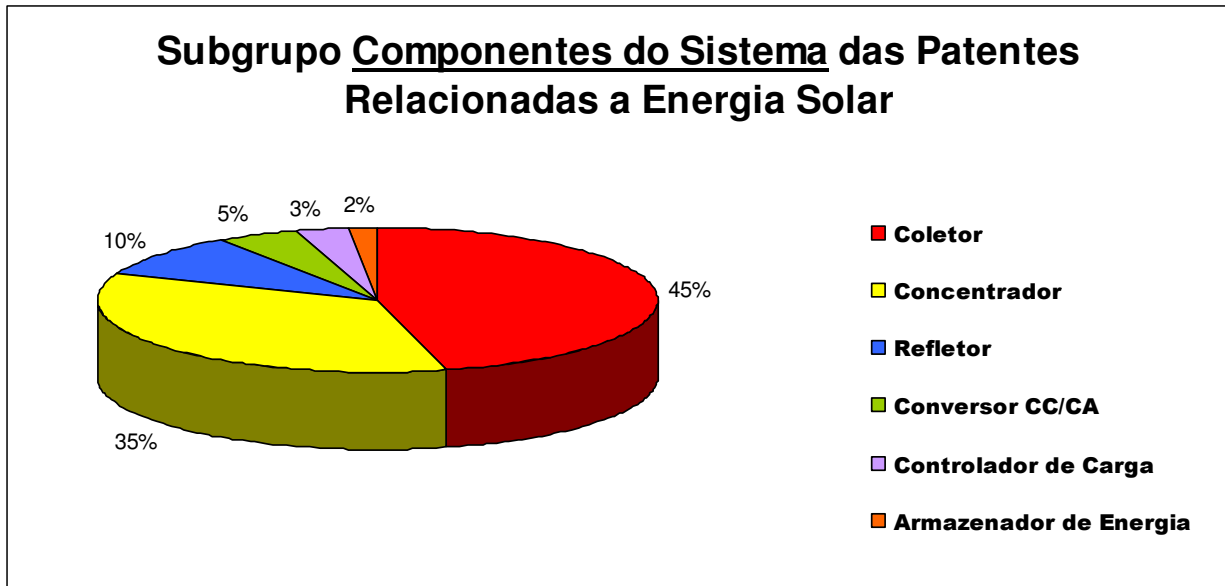


Gráfico 2.67 – Patentes Relacionadas aos Componentes do Sistema. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

Percebe-se pelo gráfico a importância do coletor e do concentrador, pois a eficiência de um sistema fototérmico está diretamente ligada à capacidade do mesmo coletar e conservar a energia vinda do sol.

#### 2.10.5.3 – Grupo Sistemas/Produtos Relacionados:

Este grupo foi dividido nas seguintes classes:

- Controle e Instrumentação: quando a patente trata de qualquer dispositivo de controle ou medição de um dado de processo ou ainda controla o funcionamento do sistema conforme a necessidade;
- Suportes: patentes que tratam dos suportes que sustentam algum componente do sistema. Possui uma considerável importância para a energia solar, uma vez que a posição do coletor está diretamente ligada à quantidade de luz coletada a cada hora do dia;



- Difusão: em alguns sistemas, principalmente naqueles com muitos coletores ou painéis agrupados, a difusão da luz solar torna-se importante, para garantir a boa distribuição do calor entre os coletores;
- Materiais Condutores: patentes que discutem os melhores materiais para os coletores e os concentradores, já que o poder de absorver calor destes matérias também se configuram importante fator de eficiência do sistema;
- Tratamento de Concentrador: principalmente quando o concentrador é um fluido, é importante o prévio tratamento do mesmo;
- Materiais Anti-Corrosão UV: patentes que discutem sobre matérias para evitar a corrosão causada por raios UV nos equipamentos de produção de energia solar.

O Gráfico 2.68 mostra as classes do grupo Sistemas/Produtos Relacionados à Energia Solar

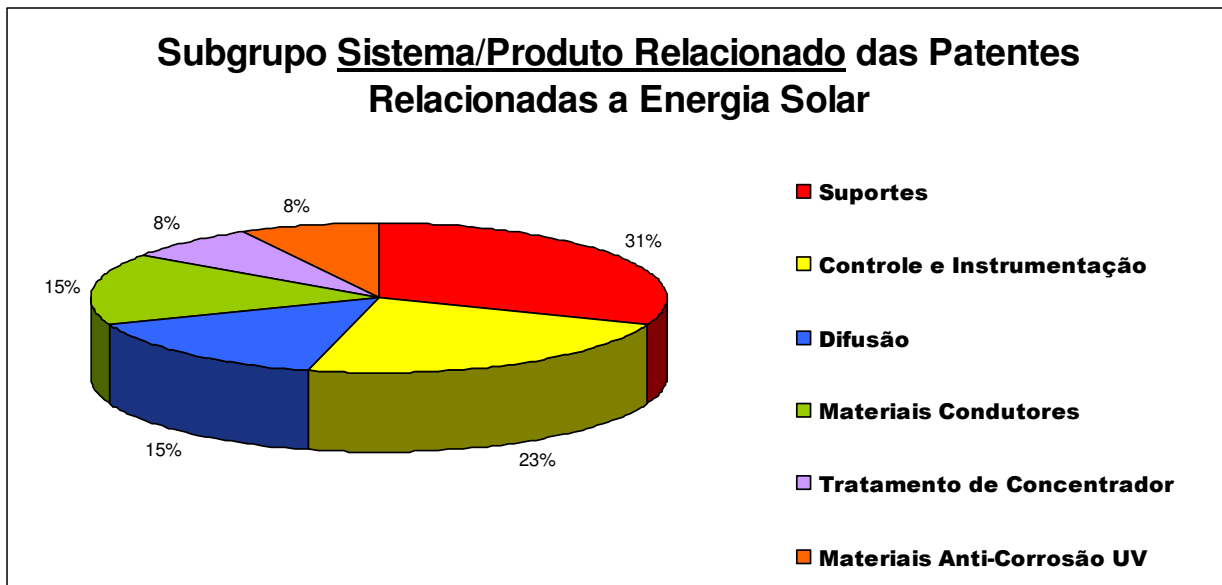


Gráfico 2.68 – Patentes Sobre Sistemas/Produtos Relacionados. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

#### 2.10.5.4 – Grupo Aplicação:

O gráfico a seguir mostra os possíveis usos da energia solar.



## Subgrupo Aplicação das Patentes Relacionadas a Energia Solar

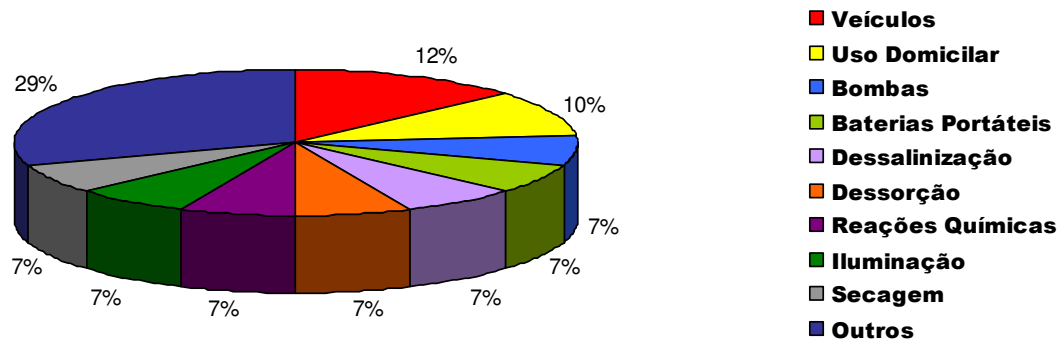


Gráfico 2.69 – Patentes Relacionadas às Aplicações da Energia Solar. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

Este gráfico é mais um que mostra a intensa pesquisa sobre automóveis movidos por outras energias em substituição à gasolina. O item "Outros" compreende uma série de aplicações com menos número de citações, tais como motores, produção de hidrogênio, brinquedos e eliminação de neve em telhados.





### **3. UTILIZAÇÃO DE SOFTWARES PARA GERAÇÃO DE MAPAS DO CONHECIMENTO**

#### **3.1. Introdução**

Em um cotidiano de constantes mudanças, em que quantidades colossais de informações são geradas em curtos intervalos de tempo, torna-se cada vez mais necessária a escolha e apresentação destas informações de maneira concisa e objetiva, para que, de uma forma efetiva, seja obtido o conhecimento desejado.

Desta forma, o uso de metodologias e ferramentas que possibilitem a seleção dos dados de modo ágil e confiável vem se tornando imperativo.

Assim, num trabalho de prospecção, a profunda investigação das informações dá origem a uma vasta coleção de dados. Para que esses dados possam gerar conhecimento, é essencial que eles sejam organizados de forma precisa e representados da melhor forma possível. Uma montanha de dados não fará sentido algum, e, portanto, não contribuirá para a obtenção de uma solução ou conhecimento, anulando todo o trabalho realizado para a coleta das informações.

Diante disso, tão importante quanto a geração de dados, a representação dos mesmos contribui para a conclusão de uma boa prospecção. A representação de dados ideal seria aquela que facilita a sua interpretação pelos usuários, e fornece meios que limitem a quantidade de informações que estes recebem, mantendo-os ao mesmo tempo "cientes" de todo o conjunto de dados (LUZZARDI, 2004).

Estas representações visuais do conhecimento podem se configurar como "mapas de conhecimento". O mapa representa alguns elementos da realidade que foram priorizados e transpostos para uma representação visual. Trata-se de uma interpretação da realidade, parametrizada com o objetivo de destacar os itens relacionados com o alvo da investigação (COSTA & KRUCKEN, 2004).

Os mapas de conhecimento permitem que quaisquer tipos de conhecimentos possam ser formalizados e tornados acessíveis. Aumentam a transparência e auxiliam a identificação de especialista ou de fontes do conhecimento (COSTA & KRUCKEN, 2004).



Logo, para a construção de mapas do conhecimento consistentes e objetivos, deve ser levado em consideração:

- a) mecanismos de interação necessários para manipular volumosos conjuntos de dados,
- b) implementação de algoritmos geométricos complexos,
- c) necessidade de interação com dados multi-dimensionais;
- d) criação de uma metáfora visual que represente fielmente o conjunto de informações.

É necessário ainda que, as técnicas de visualização sejam comparadas e avaliadas na tentativa de verificar sua eficiência e sua capacidade de exibir informações realmente relevantes, facilitando, desta forma, a compreensão, interpretação e análise do conjunto de informações (LUZZARDI, 2004).

Tendo em vista todos estes atributos, além da facilidade de manipulação e melhor adequação aos dados que serão demonstrados, foram escolhidos os seguintes softwares de representação de informações:

- Pajek;
- Decision Tree;
- Treemap.

A seguir, a descrição de cada um destes softwares, bem como a exibição dos dados obtidos na prospecção das energias através de cada um deles.

### **3.2. Pajek**

*Program for Analysis and Visualization of Large Networks*, o *Pajek* foi desenvolvido em 1996 na Universidade de Ljubljana, na Slovênia. Neste país, Pajek significa “aranha”, o que faz analogia ao modo como as informações são representadas neste software. Possui código-fonte em Pascal (BATAGELJ & MRVAR, 2007).

O *Pajek* é um programa computacional voltado à análise e visualização de grandes redes, que além de fornecer Graphos (desenhos que reproduzem as redes), permitindo



análise visual, gera uma série de indicadores da estrutura e complexidade das redes (PELAI, 2006).

Estas redes simbolizam as relações entre os elementos dentro um universo. Para representar tais relações, o Pajek utiliza *vértices* e *arcos*. Desta forma, os vértices são os elementos, que, dentro da rede, relacionam-se entre si. Estas relações são simbolizadas pelos arcos, como mostra a Figura 3.1.

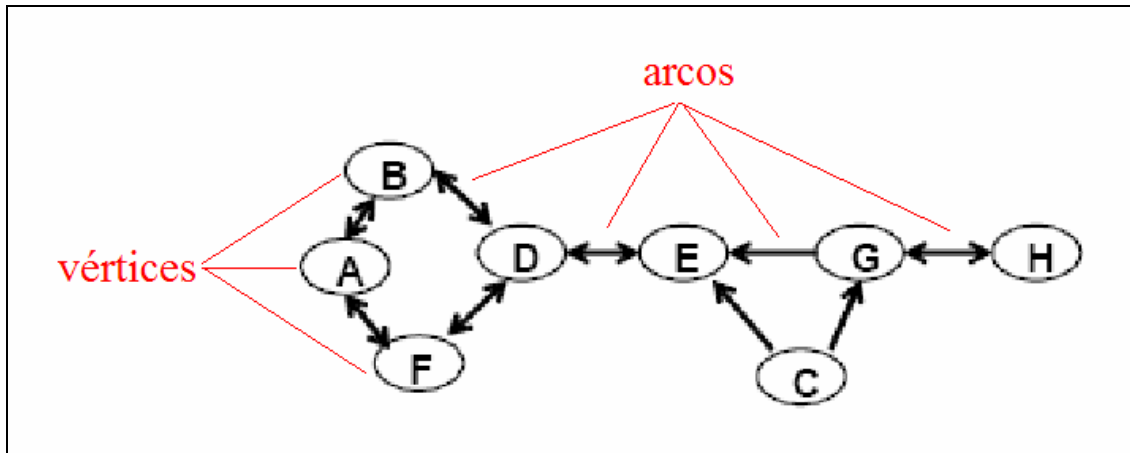


Figura 3.1 – Vértices e Arcos. Fonte: POZ, 2006.

O conjunto de vértices e arcos é que compõe a rede relacional, comumente chamada de rede social.

Neste trabalho, o Pajek foi utilizado para a representação de redes de citação.

### 3.2.1. Citações

A citação se configura como o meio mais comum pelo qual se atribuem crédito e reconhecimento na ciência. O artigo de periódico com a sua lista de referências bibliográficas é, e provavelmente assim permanecerá, o meio universalmente aceito pelo qual a instituição científica registra e divulga os resultados de suas investigações (BALANCIERI, 2004).

A indexação de citações está baseada na premissa de que uma citação bibliográfica é a expressão de uma relação entre dois documentos, aquele que cita e aquele que é citado (BALANCIERI, 2004).



As referências bibliográficas representam um vínculo com trabalhos anteriormente publicados, que o autor deseja dar destaque, reafirmar idéias e opiniões, ou também para discordar do que já foi afirmado (MAIA, 2006).

As patentes, na condição de documento com conteúdo tecnológico e científico, também contém citações. Uma patente pode citar livros, artigos científicos e outras patentes. Ao analisar as patentes citadas em uma outra patente, é possível traçar o fluxo de informação da tecnologia. Ao traçar este fluxo num universo de documentos relacionados a um assunto específico, é possível verificar que patentes são mais referenciadas, e, conseqüentemente, que patentes possuem maior significância sobre um determinado tema, uma vez que a citação de patentes pode servir como medidor da importância destas patentes sobre um tópico específico.

### 3.2.2. O Programa Pajek

A Figura 3.2 mostra a área de trabalho do programa:

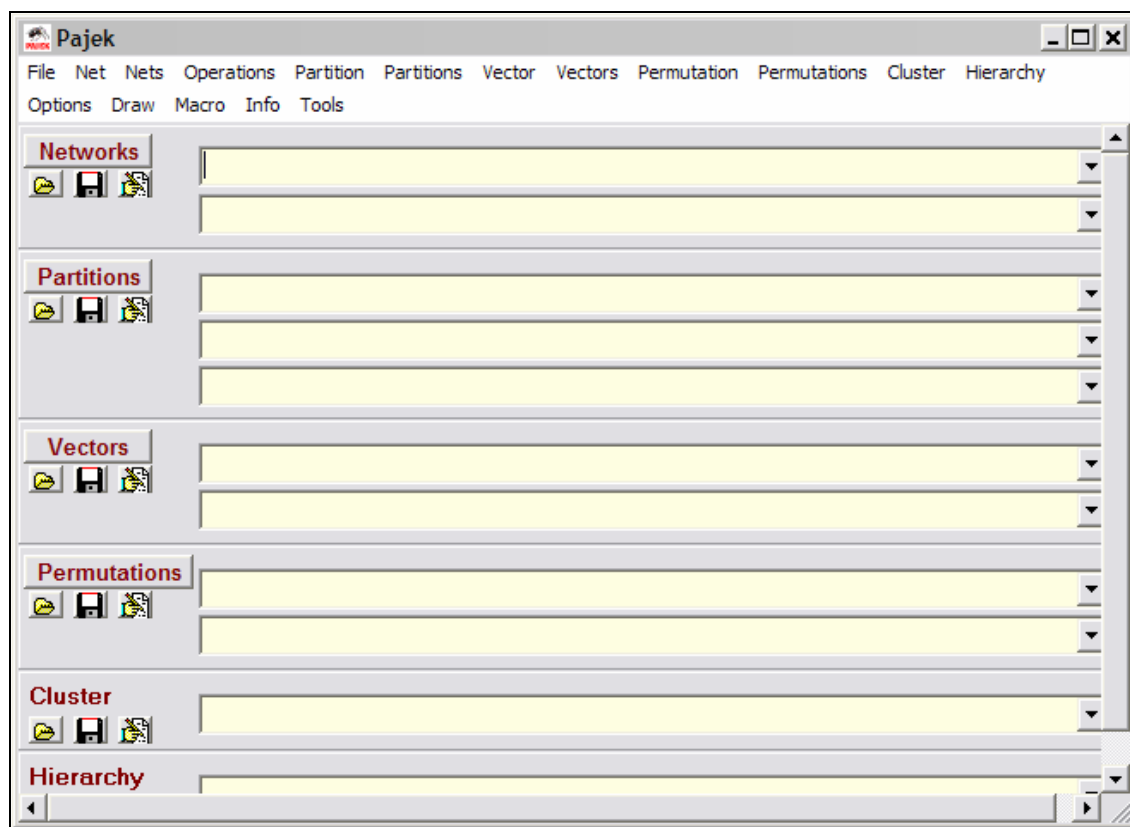


Figura 3.2 – Área de Trabalho do Pajek



Na área de trabalho do *Pajek*, é possível configurar e definir uma série de atributos para a rede. Os principais são:

- Partições: é possível separar os vértices em grupos de acordo com a sua classe;
- Permutação: reordenação dos vértices. Diz respeito à disposição dos mesmos na região de exibição, sem levar em consideração sua classe;
- Vetores: atribui valor numérico a um vértice de acordo com seus relacionamentos;
- Clusters: são subconjuntos de vértices, selecionados a partir de um critério especificado pelo usuário;
- Hierarquia: estabelece níveis e subníveis. Com a classificação hierárquica, é possível criar clusters dentro de um cluster maior.

Com estes recursos, é possível representar qualquer rede de relacionamento com o auxílio do *Pajek*.

Para a representação de uma rede de relacionamento no *Pajek*, é necessário carregar os dados a partir de um arquivo de extensão *.net*, que conterà todos os vértices da rede, bem como o modo como se relacionam entre si. No caso de citações de uma patente, o relacionamento segue o modelo demonstrado na figura seguinte:

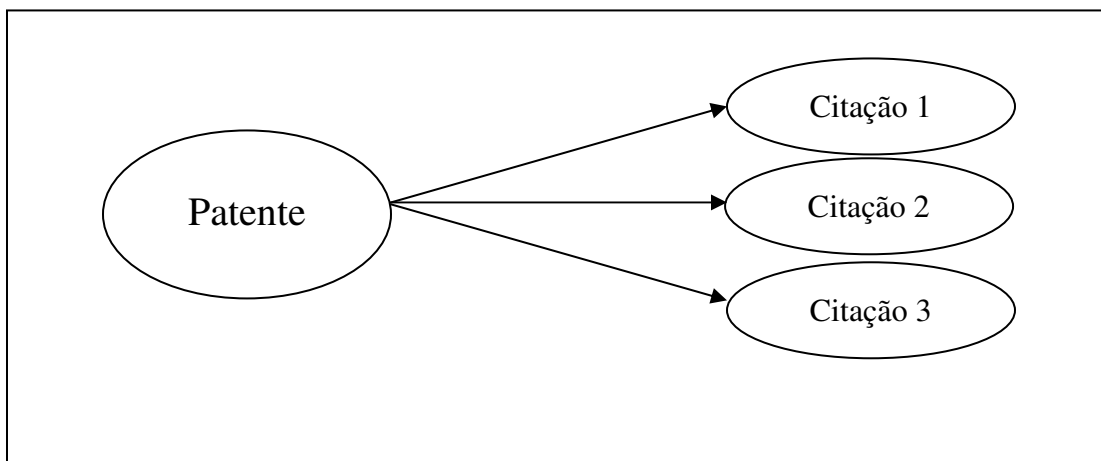


Figura 3.3 – Relacionamento Entre Patente e Citações

O arquivo *.net* que representa o relacionamento, deverá ter a seguinte estrutura:



Tabela 3.1 – Relacionamento Entre Patente e Citações

Patente	Citação 1
Patente	Citação 2
Patente	Citação 3

No arquivo, a primeira coluna representa o vértice de onde partem os arcos, e a segunda coluna representa os vértices para os quais os arcos se direcionam no relacionamento.

Ao representar esta rede no Pajek, é obtida a seguinte visualização:

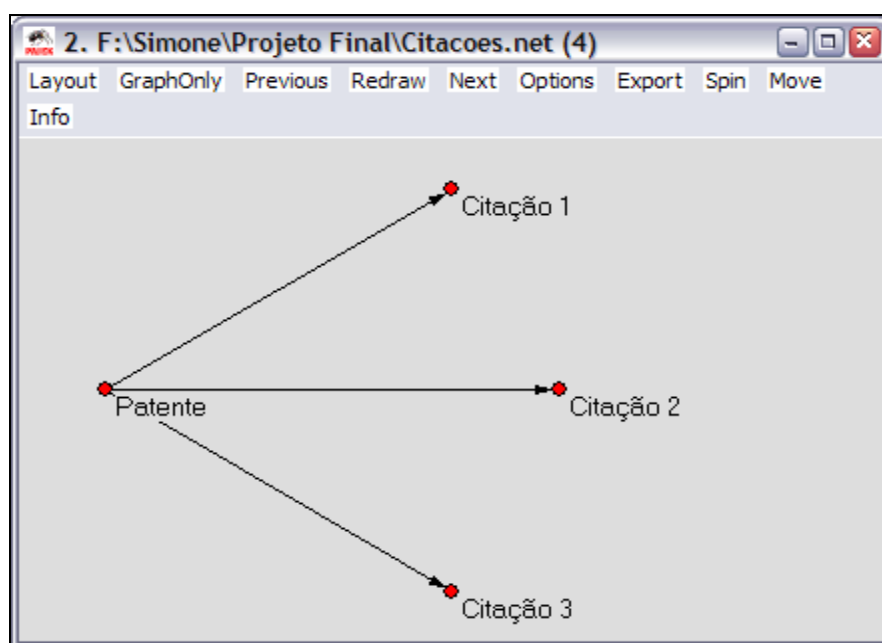


Figura 3.4 – Representação de Rede de Citações no Pajek.

É possível atribuir valores aos vértices. Desta forma, cada vértice passa a possuir um vetor de módulo variando com o número de relacionamentos.

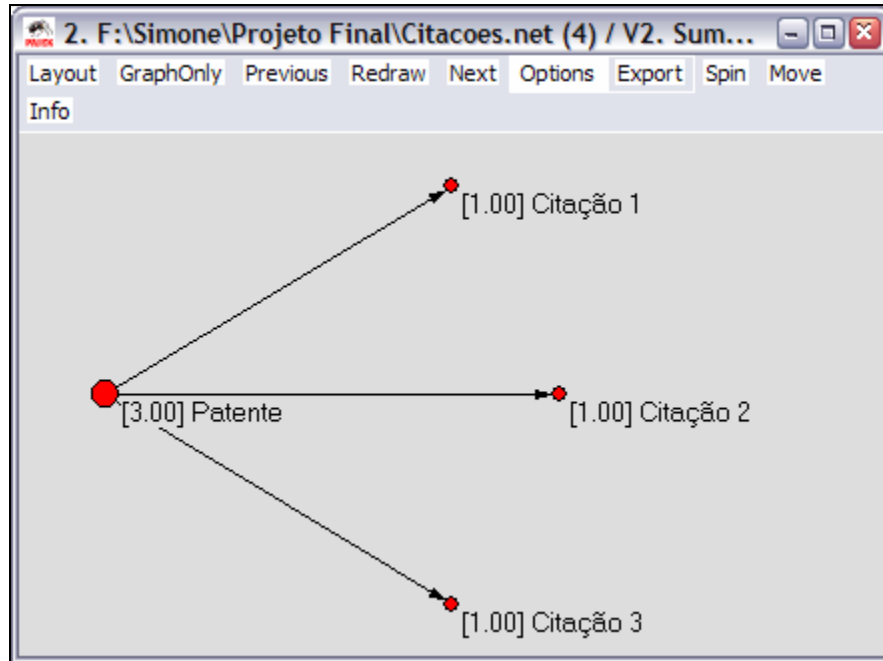


Figura 3.5 – Atribuição de Vetores aos Vértices

Com a Figura 3.5, verifica-se que o vértice "Patente" possui vetor relacionado de módulo três e tamanho maior que os outros vértices, pois possui relacionamento com três outros vértices.

Além dos citados, existem muitos outros recursos disponíveis para a configuração de redes no *Pajek*, possibilitando assim a extração de uma série de informações, o que faz do software uma importante ferramenta de confecção de mapas do conhecimento.

### 3.2.3. Resultados Pajek

Este estudo tem como finalidade investigar as patentes mais referenciadas para cada energia, e conseqüentemente as que possuem maior importância e influência sobre cada assunto.

Para a visualização dos resultados foi utilizado o software *Pajek*, que criou uma representação gráfica da rede de relacionamentos formada pelas patentes sobre as energias e as suas respectivas referências.

Para cada grupo de patentes, foram realizadas duas representações. A primeira, mostrando a rede com seus arcos e vértices, onde é possível visualizar os relacionamentos entre as patentes. Nesta representação, os vértices recebem cores e tamanhos diferentes, de acordo com o número de vezes que é referenciado pelas patentes sobre cada energia.



Desta forma é possível visualizar o panorama geral da rede de referências. O número de identificação da patente foi omitido para que fosse possível obter uma melhor visualização dos relacionamentos.

Na segunda representação, os arcos não são visualizados, apenas os vértices, também diferenciados por cor e tamanho. Quanto maior o círculo, maior o número de vezes que esta patente foi referenciada. Patentes com o mesmo número de referências possuem vértices com cores semelhantes. Além do tamanho e da cor, também é possível saber quantas vezes tal patente foi referenciada pelo número entre colchetes que surge ao lado de cada vértice. Nesta representação, as patentes são agrupadas de acordo com o número de vezes que foram referenciadas. Assim é possível selecionar as patentes com mais referências e analisá-las.

As representações de cada rede de referências estão exibidas no fim deste item, obedecendo a seguinte ordem:

Figura 3.6: Vértices e Arcos da Rede de Referências das Patentes Sobre Biodiesel.

Figura 3.7: Vértices Agrupados da Rede de Referências das Patentes Sobre Biodiesel.

Figura 3.8: Vértices e Arcos da Rede de Referências das Patentes Sobre Etanol.

Figura 3.9: Vértices Agrupados da Rede de Referências das Patentes Sobre Etanol.

Figura 3.10: Vértices e Arcos da Rede de Referências das Patentes Sobre Células Combustíveis.

Figura 3.11: Vértices Agrupados da Rede de Referências das Patentes Sobre Células Combustíveis.

Figura 3.12: Vértices e Arcos da Rede de Referências das Patentes Sobre Energia Eólica.

Figura 3.13: Vértices Agrupados da Rede de Referências das Patentes Sobre Energia Eólica.

Figura 3.14: Vértices e Arcos da Rede de Referências das Patentes Sobre Energia Geotérmica.

Figura 3.15: Vértices Agrupados da Rede de Referências das Patentes Sobre Energia Geotérmica.





Figura 3.16: Vértices e Arcos da Rede de Referências das Patentes Sobre Energia Hídrica.

Figura 3.17: Vértices Agrupados da Rede de Referências das Patentes Sobre Energia Hídrica.

Figura 3.18: Vértices e Arcos da Rede de Referências das Patentes Sobre Energia Solar.

Figura 3.19: Vértices Agrupados da Rede de Referências das Patentes Sobre Energia Solar.

### 3.2.3.1 – Rede de Referências Para o Biodiesel

Analisando as representações gráficas da rede de referências das patentes relacionadas ao biodiesel, foi possível construir a seguinte tabela:

Tabela 3.2 –Principais Patentes Referenciadas Sobre o Biodiesel

Patente	Número de Referências	Assunto da Patente	Ano	País
6015440	8	Biodiesel com Viscosidade Reduzida	2000	Estados Unidos
5525126	7	Produção de Éster	1996	Estados Unidos
5578090	7	Produção de Biodiesel e de Aditivos para o Biodiesel	1996	Estados Unidos
4695411	6	Produção de Éster	1987	França
5713965	5	Produção de Biodiesel	1998	Estados Unidos
6174501	5	Biodiesel com Viscosidade Reduzida	2001	Estados Unidos

Fonte: USPTO (Elaboração Própria)

É importante observar que, entre as patentes mais referenciadas, uma delas não trata do biodiesel em si, mas da produção de um éster qualquer. Desta forma, verifica-se que é possível uma patente servir de referência para outra sem tratar exatamente do mesmo assunto, mas que apresenta informações que poderão orientar as pesquisas necessárias para o registro do documento que referencia.



Através desta tabela, é possível supor que a viscosidade do biodiesel é uma característica bastante relevante, já que a patente mais referenciada trata deste tema.

Nas patentes mais referenciadas, os Estados Unidos também aparece como detentor da maioria das patentes.

### 3.2.3.2 – Rede de Referências Para o Etanol

Para a investigação das patentes mais referenciadas relacionadas ao etanol, foram analisadas as Figuras 3.8 e 3.9 e construída a seguinte tabela:

Tabela 3.3 – Principais Patentes Referenciadas Sobre o Etanol

Patente	Número de Referências	Assunto da Patente	Ano	País
5,182,199	8	Produção de Etanol por Bactérias	1993	Inglaterra
4,326,036	8	Produção de Etanol a Partir da Cana-de-Açúcar	1982	Inglaterra
4,287,303	7	Produção de Etanol por Leveduras	1981	Suécia
4,553,977	7	Processamento de Resíduos Sólidos	1985	Estados Unidos
4,752,579	7	Matéria-Prima: Milho	1988	Estados Unidos
5,231,017	7	Produção de Etanol por Leveduras	1993	Estados Unidos
4,009,075	7	Produção de Etanol a Partir da Celulose por Leveduras e Enzimas	1977	Estados Unidos



5,000,000	7	Produção de Etanol por Bactérias	1991	Estados Unidos
-----------	---	----------------------------------	------	----------------

Fonte: USPTO (Elaboração Própria)

A partir desta tabela verifica-se que não existe uma matéria-prima ou tipo de processo mais comum ou estudado para a produção de etanol. Um dado interessante é a presença da patente 4,553,997, que não trata da produção de etanol, mas de um método de processamento de resíduos sólidos urbanos. Este método mais tarde, foi descoberto como uma fonte de etanol, o que originou a patente que o referencia.

Como todas as patentes sobre energias renováveis, os Estados Unidos também aparecem como depositante da maioria das patentes mais referenciadas sobre o Etanol.

### 3.2.3.3 – Rede de Referências Para as Células Combustíveis

A análise das Figuras 3.10 e 3.11 dão origem a seguinte tabela:

Tabela 3.4 – Principais Patentes Referenciadas Sobre as Células Combustíveis

Patente	Número de Referências	Assunto da Patente	Ano	País
5,334,463	11	Células Combustíveis Híbridas	1994	Japão
6,007,931	10	Recuperação de Calor Liberado pelas Células Combustíveis	1999	Estados Unidos
5,798,186	8	Células Combustíveis que Operam Abaixo do Ponto de Fusão da Água	1998	Canadá
6,077,620	7	Recuperação de Calor Liberado pelas Células Combustíveis	2000	Estados Unidos
5,599,638	7	Eletrólito para Células Combustíveis	1997	Estados Unidos



5,364,711	7	Células Combustíveis Híbridas	1994	Japão
6,380,637	7	Uso de Células Combustíveis em Automóveis	2002	Estados Unidos

Fonte: USPTO (Elaboração Própria)

Através da análise desta tabela, verifica-se que a recuperação do calor gerado pelas células combustíveis é um item importante do processo. Além disso, o uso destas células em automóveis é bastante estudado.

Verifica-se também que esta tecnologia é de fato bem recente, e que as patentes de referência mais antigas dentre estas datam de 1994, e portanto estão dentro do universo de patentes investigado no capítulo anterior.

### 3.2.3.4 – Rede de Referências Para a Energia Eólica

As Figuras 3.12 e 3.13 dão origem a seguinte tabela:

Tabela 3.5 – Principais Patentes Referenciadas Sobre a Energia Eólica

Patente	Número de Referências	Assunto da Patente	Ano	País
3,883,750	8	Sistema para Geração de Energia Elétrica	1975	Estados Unidos
4,236,083	8	Moinho Substituindo Rotor em um Sistema Eólico	1980	Estados Unidos
4,140,433	7	Sistema para Geração de Energia Mecânica	1979	Estados Unidos
4,075,500	6	Sistema para Geração de Energia Elétrica	1978	Estados Unidos
4,447,738	6	Sistema para Geração de Energia Elétrica	1984	Estados Unidos
5,457,346	6	Moinho Substituindo Rotor em um Sistema Eólico	1995	Estados Unidos



Fonte: USPTO (Elaboração Própria)

Esta tabela mostra que, pela quantidade de referências, é mais interessante obter energia elétrica ou invés de energia mecânica através de sistemas eólicos. Mostra também que há mais de 20 anos existem estudos que visam substituir o rotor de uma turbina por um moinho de vento.

Pode ser verificado também que esta tecnologia é relativamente antiga, pois aparece como a mais referenciada uma patente de 1975.

### 3.2.3.5 – Rede de Referências Para a Energia Geotérmica

A tabela abaixo, elaborada a partir dos dados exibidos nas Figuras 3.14 e 3.15, lista as patentes mais referenciadas sobre energia geotérmica:

Tabela 3.6 – Principais Patentes Referenciadas Sobre a Energia Geotérmica

Patente	Número de Referências	Assunto da Patente	Ano	País
4,512,156	4	Descrição Geral do Processo	1985	Japão
3,858,397	3	Execução de Reações Químicas Endotérmicas no Interior de Cavernas	1975	Estados Unidos
4,844,162	3	Tratamento de Vapores Geotérmicos	1989	Estados Unidos
5,515,679	3	Descrição Geral do Processo	1996	Estados Unidos
4,372,386	3	Injeção de Fluido no Interior de Poços Geotérmicos	1983	Estados Unidos
4,002,729	3	Método para Decomposição Térmica	1977	Estados Unidos



Patente	Número de Referências	Assunto da Patente	Ano	País
da Água				
4,927,856	3	Obtenção de Hidrocarbonetos em Fontes Geotérmicas	1990	Estados Unidos
4,937,052	3	Reator Químico Subterrâneo	1990	Japão
5,255,740	3	Obtenção de Óleo Encontrado em Formações de Dolomita	1993	Estados Unidos
5,052,482	3	Reator Químico Subterrâneo	1991	Estados Unidos
5,202,194	3	Método para Prover Eletricidade a um Poço Geotérmico	1993	Estados Unidos
4,192,371	3	Uso de Energia Geotérmica para Suprir o Calor de Reações Químicas Endotérmicas	1980	França
4,085,795	3	Uso de Energia Geotérmica para Suprir o Calor de Reações Químicas Endotérmicas	1978	Estados Unidos

Fonte: USPTO (Elaboração Própria)

Esta tabela indica a uniformidade das referências entre as patentes, já que nenhuma das patentes foi referenciada mais de quatro vezes, e muitas patentes foram referenciadas apenas três vezes.

Quatro das patentes mais referenciadas tratam do uso do calor geotérmico para o suprimento de energia em reações químicas endotérmicas, um uso exclusivamente industrial porém muito importante para este tipo de energia.



### 3.2.3.6 – Rede de Referências Para a Energia Hídrica

Com a análise das Figuras 3.16 e 3.17, foi executada a tabela abaixo:

Tabela 3.7 – Principais Patentes Referenciadas Sobre a Energia Hídrica

Patente	Número de Referências	Assunto da Patente	Ano	País
4,163,904	8	Componente do Sistema: Turbina	1976	Estados Unidos
5,322,412	7	Componente do Sistema: Turbina	1994	Alemanha
4,206,608	7	Geração e Armazenamento de Energia Elétrica	1980	Estados Unidos
4,443,707	6	Descrição Geral do Sistema	1984	Estados Unidos
4,823,018	6	Controle e Instrumentação	1989	Japão
4,794,544	6	Controle e Instrumentação	1988	Estados Unidos
5,402,332	6	Componentes do Sistema: Turbina e Gerador	1995	Alemanha
4,683,718	6	Controle e Instrumentação	1987	Estados Unidos

Fonte: USPTO (Elaboração Própria)

Analisando-se a tabela, pode ser percebido que a turbina se configura como a parte mais importante do processo, pois três das patentes referenciadas tratam deste tema. Pode ser visto também que o controle e a instrumentação destes sistemas é também é objeto de estudo, provavelmente pelo número de variáveis no processo. Os depositantes das patentes mais referenciadas são os Estados Unidos, a Alemanha e o Japão. O Brasil, apesar de utilizar muito este tipo de energia não aparece como depositante de nenhuma das patentes.

### 3.2.3.7 – Rede de Referências Para a Energia Solar



As Figuras 3.18 e 3.19, deram origem a tabela abaixo:

Tabela 3.8 – Principais Patentes Referenciadas Sobre a Energia Solar

Patente	Número de Referências	Assunto da Patente	Ano	País
4,291,679	7	Componentes do Sistema: Coletor	1981	Estados Unidos
3,868,823	7	Componentes do Sistema: Concentrador	1975	Estados Unidos
4,309,984	6	Componentes do Sistema: Coletor	1982	Estados Unidos
2625930	6	Descrição Geral do Sistema	1953	Estados Unidos
4,579,106	6	Componentes do Sistema: Coletor	1986	Estados Unidos
4,602,613	6	Componentes do Sistema: Coletor e Concentrador	1986	Estados Unidos
4,587,951	5	Componentes do Sistema: Concentrador	1986	Estados Unidos
4,149,523	4	Componentes do Sistema: Coletor	1979	França
5,914,805	4	Material de Alta Refletância	1999	Estados Unidos

Fonte: USPTO (Elaboração Própria)

A maioria das patentes referenciadas tratam não do processo de obtenção de energia completo, mas apenas do coletor e do concentrador, o que indica que estes são os principais itens do processo fototérmico. Logo, verifica-se também que o processo fototérmico é mais referenciado que o fotovoltaico, provavelmente pela maior simplicidade e conseqüente viabilidade do primeiro.





Um dado interessante é que a patente 2625930 foi depositada em 1953, o que deixa claro a que a existência desta tecnologia é bem anterior à maioria das energias aqui estudadas.

Com exceção de apenas uma das patentes, todas foram depositadas pelos Estados Unidos.

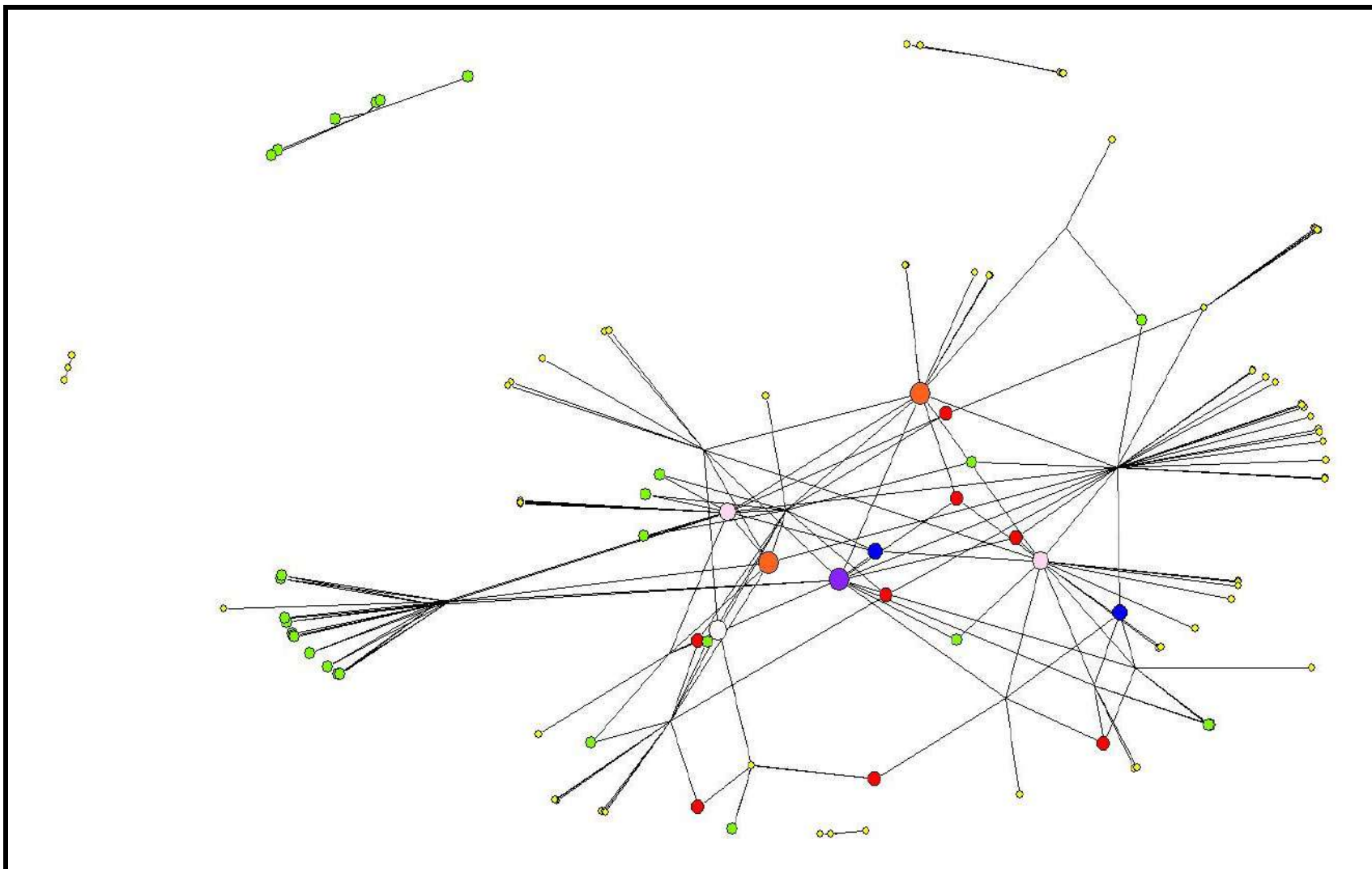


Figura 3.6 – Vértices e Arcos da Rede de Referências das Patentes Sobre Biodiesel. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com auxílio do Software Pajek).

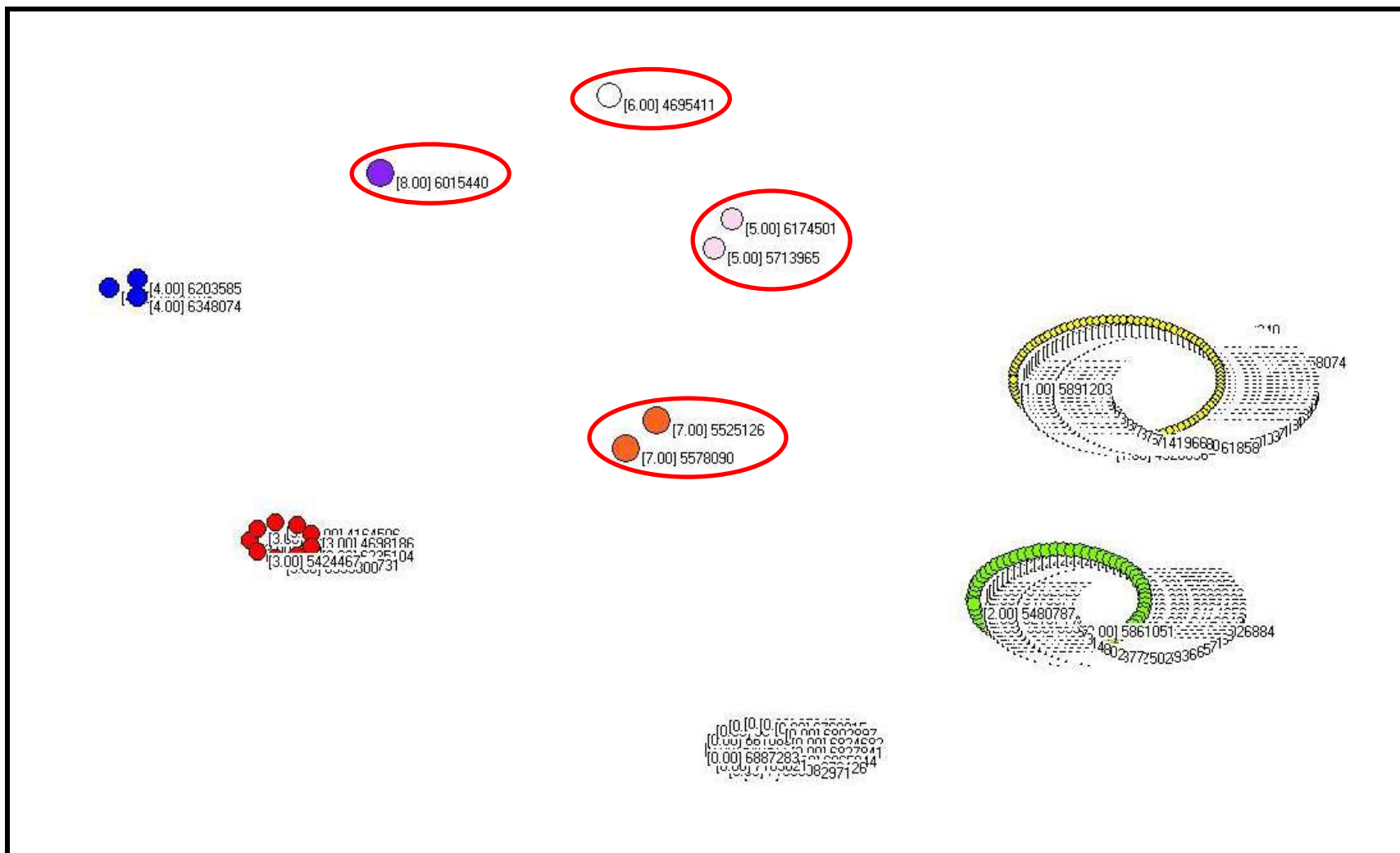


Figura 3.7 – Vértices Agrupados da Rede de Referências das Patentes Sobre Biodiesel. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com auxílio do Software Pajek).

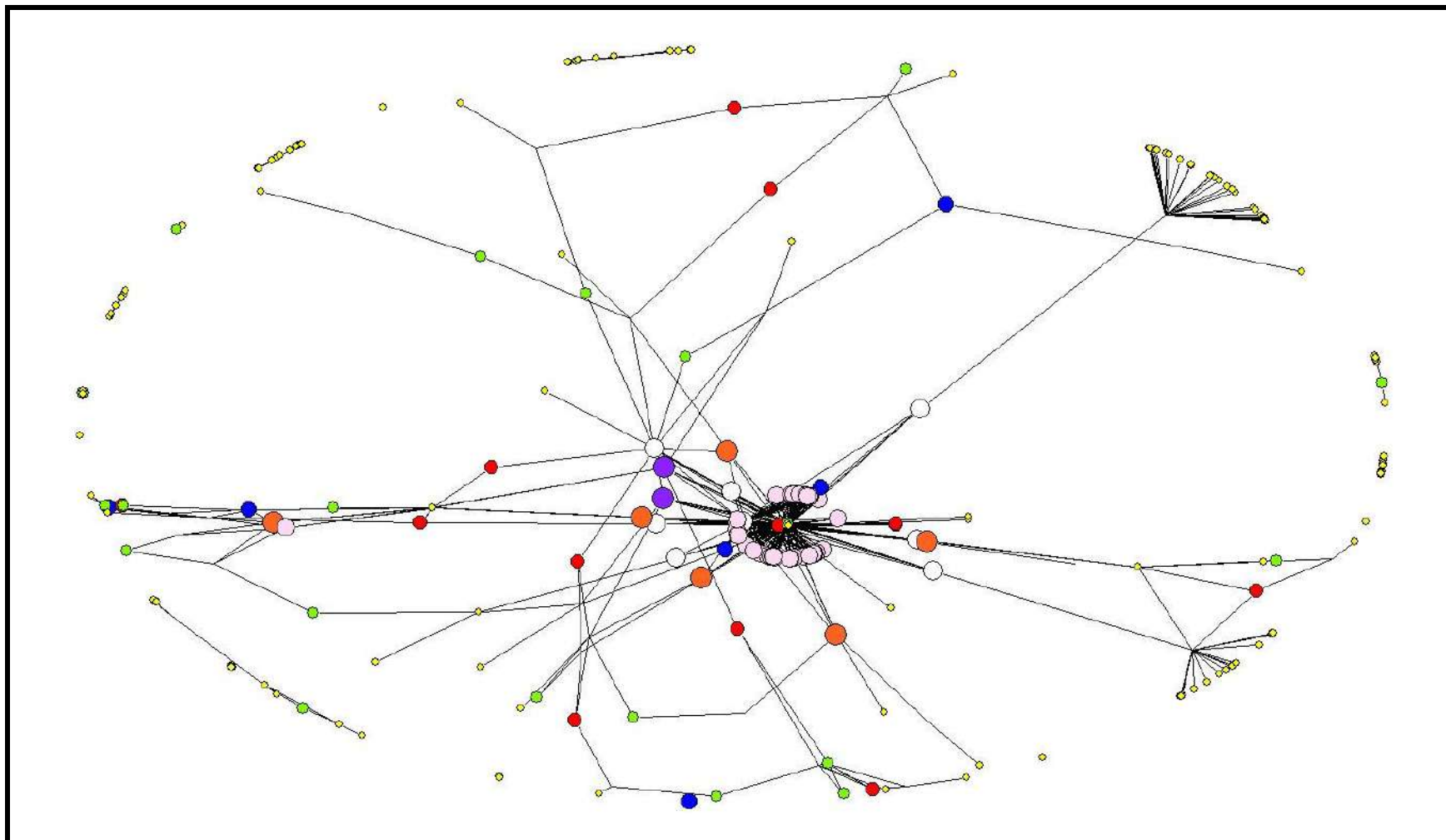


Figura 3.8 – Vértices e Arcos da Rede de Referências das Patentes Sobre Etanol. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com auxílio do Software Pajek).

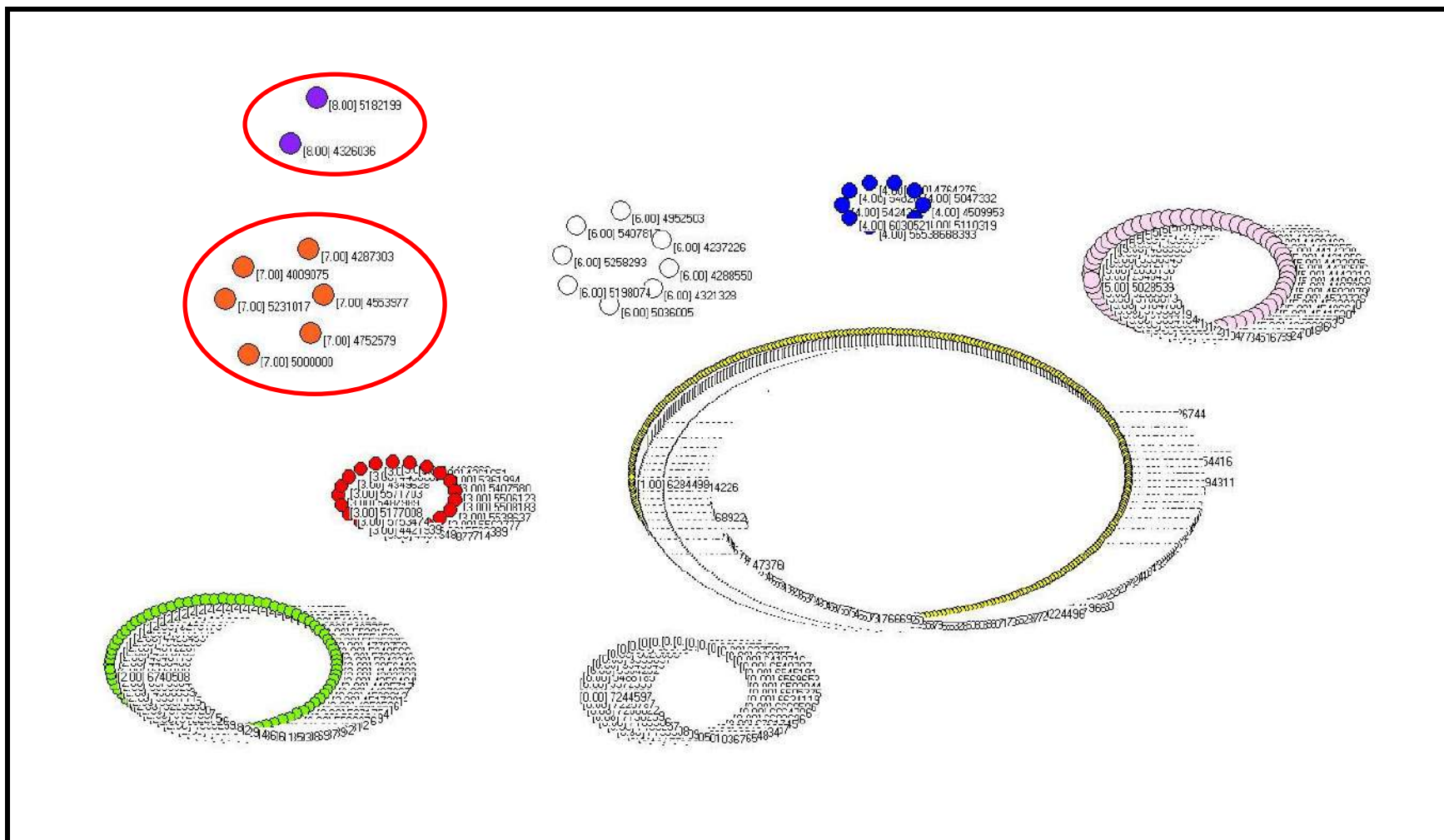


Figura 3.9 – Vértices Agrupados da Rede de Referências das Patentes Sobre Etanol. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com auxílio do Software Pajek).

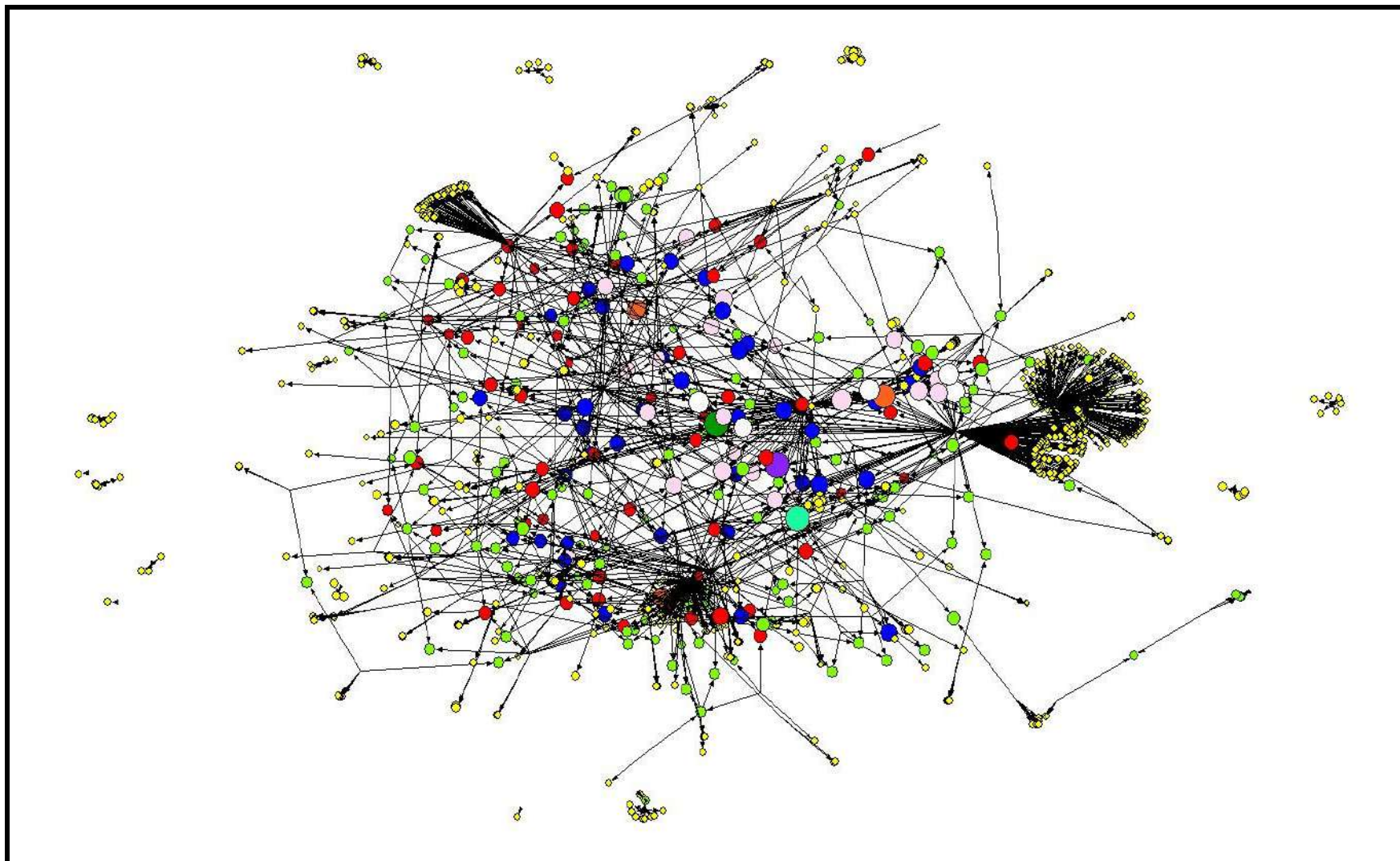


Figura 3.10 – Vértices e Arcos da Rede de Referências das Patentes Sobre Células Combustíveis. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com auxílio do Software Pajek).

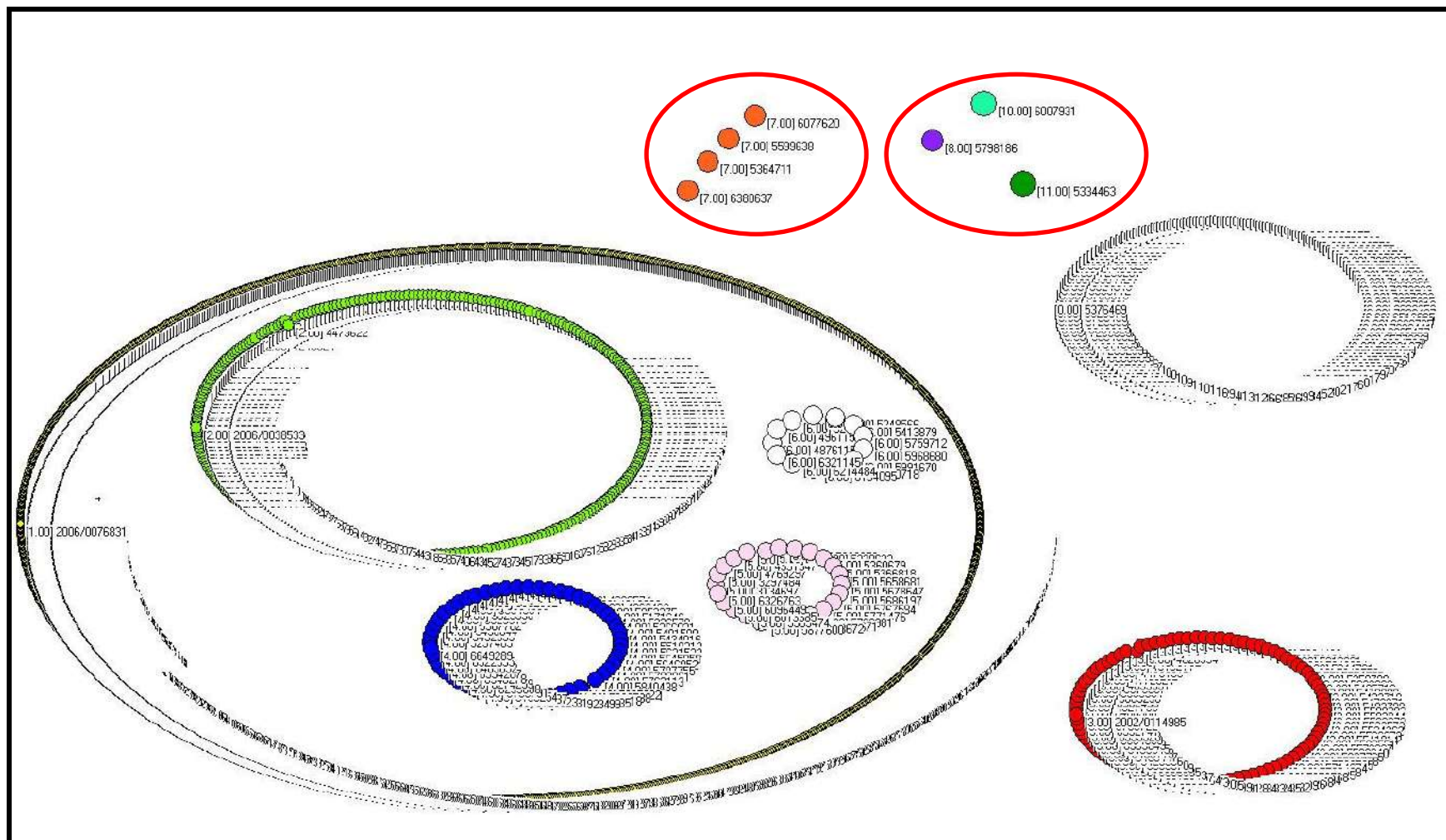


Figura 3.11 – Vértices Agrupados da Rede de Referências das Patentes Sobre Células Combustíveis. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com auxílio do Software Pajek).

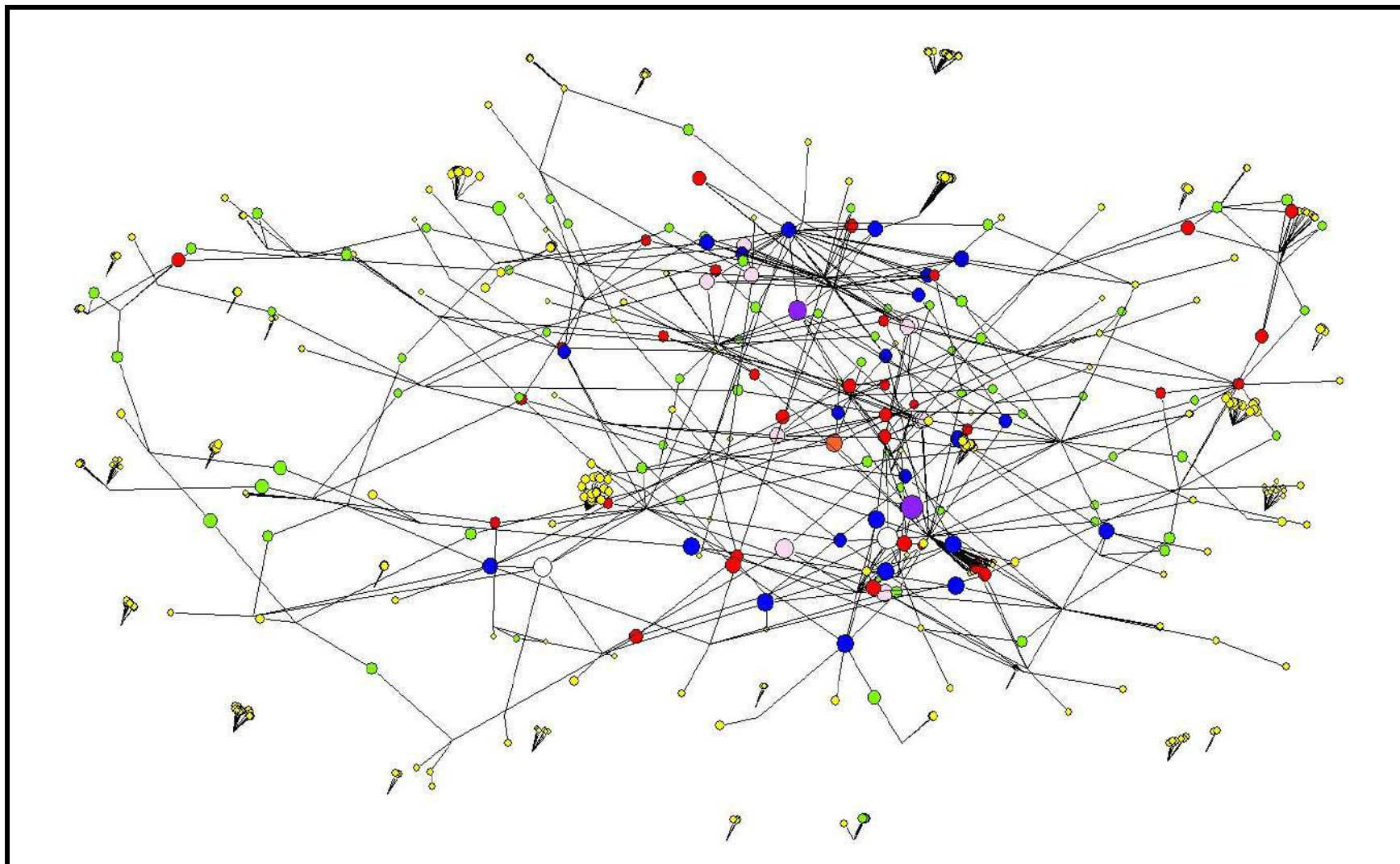


Figura 3.12 – Vértices e Arcos da Rede de Referências das Patentes Sobre Energia Eólica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com auxílio do Software Pajek).



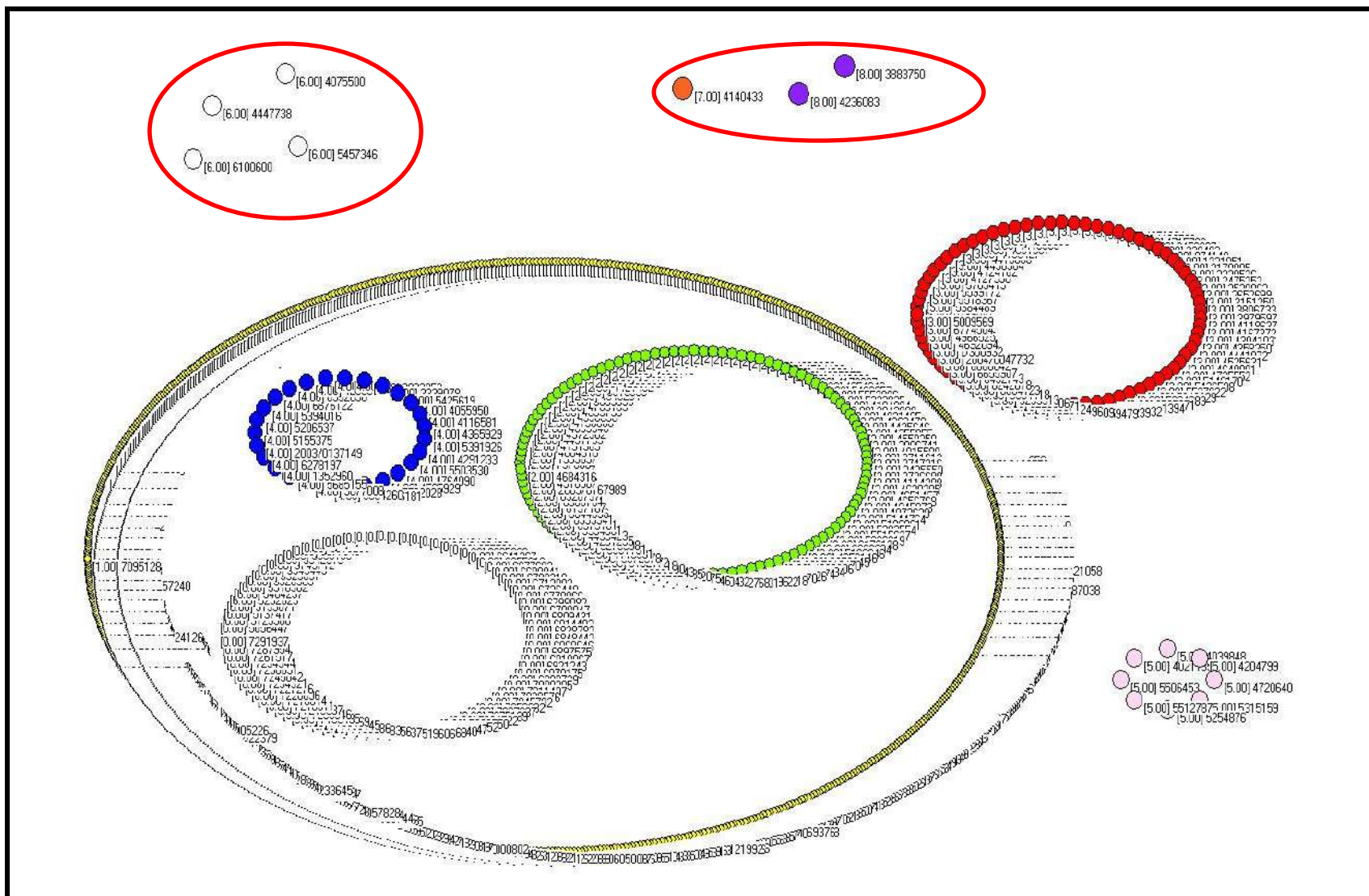


Figura 3.13 – Vértices Agrupados da Rede de Referências das Patentes Sobre Energia Eólica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com auxílio do Software Pajek).

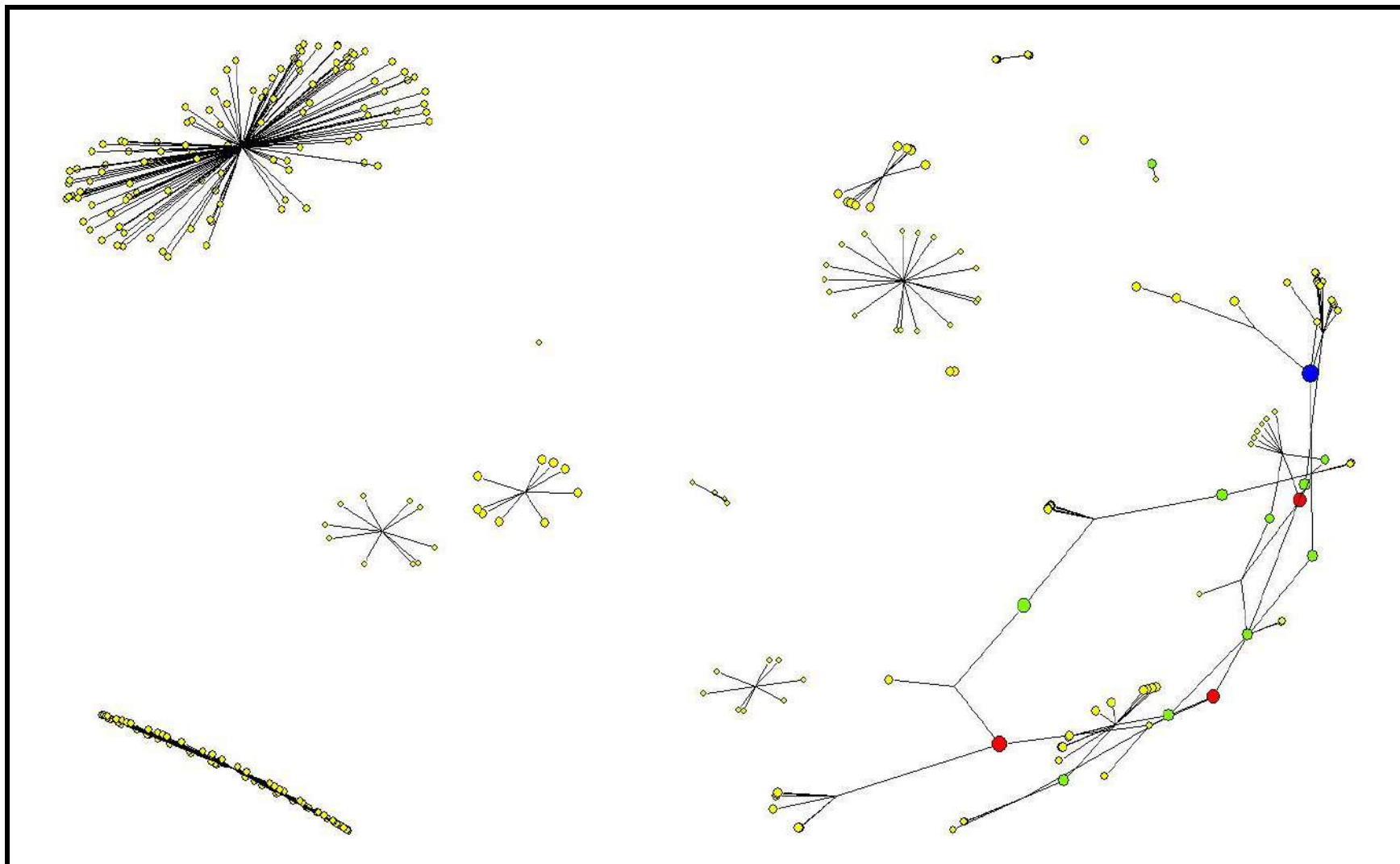


Figura 3.14 – Vértices e Arcos da Rede de Referências das Patentes Sobre Energia Geotérmica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com auxílio do Software Pajek).

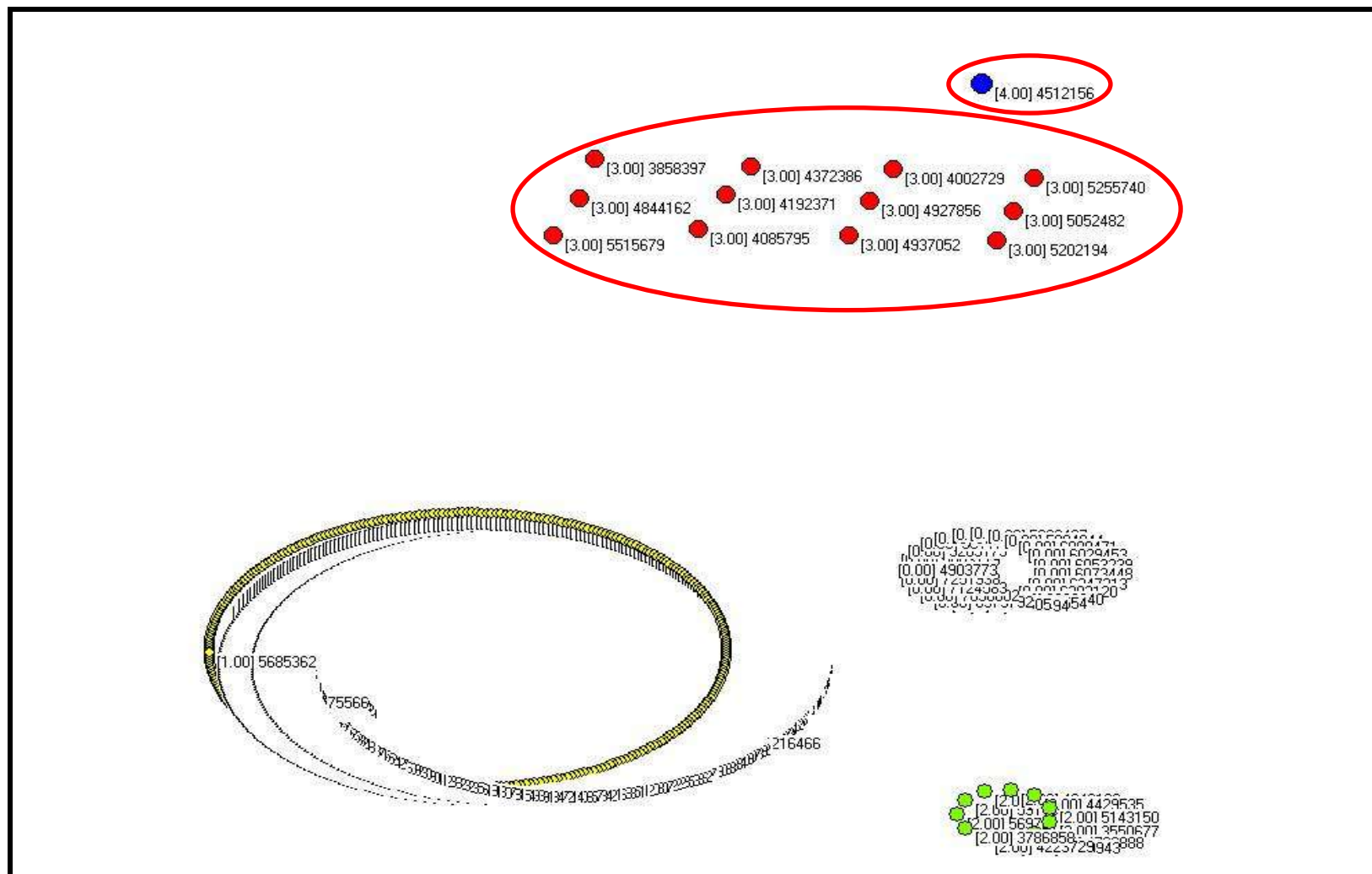


Figura 3.15 – Vértices Agrupados da Rede de Referências das Patentes Sobre Energia Geotérmica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com auxílio do Software Pajek).

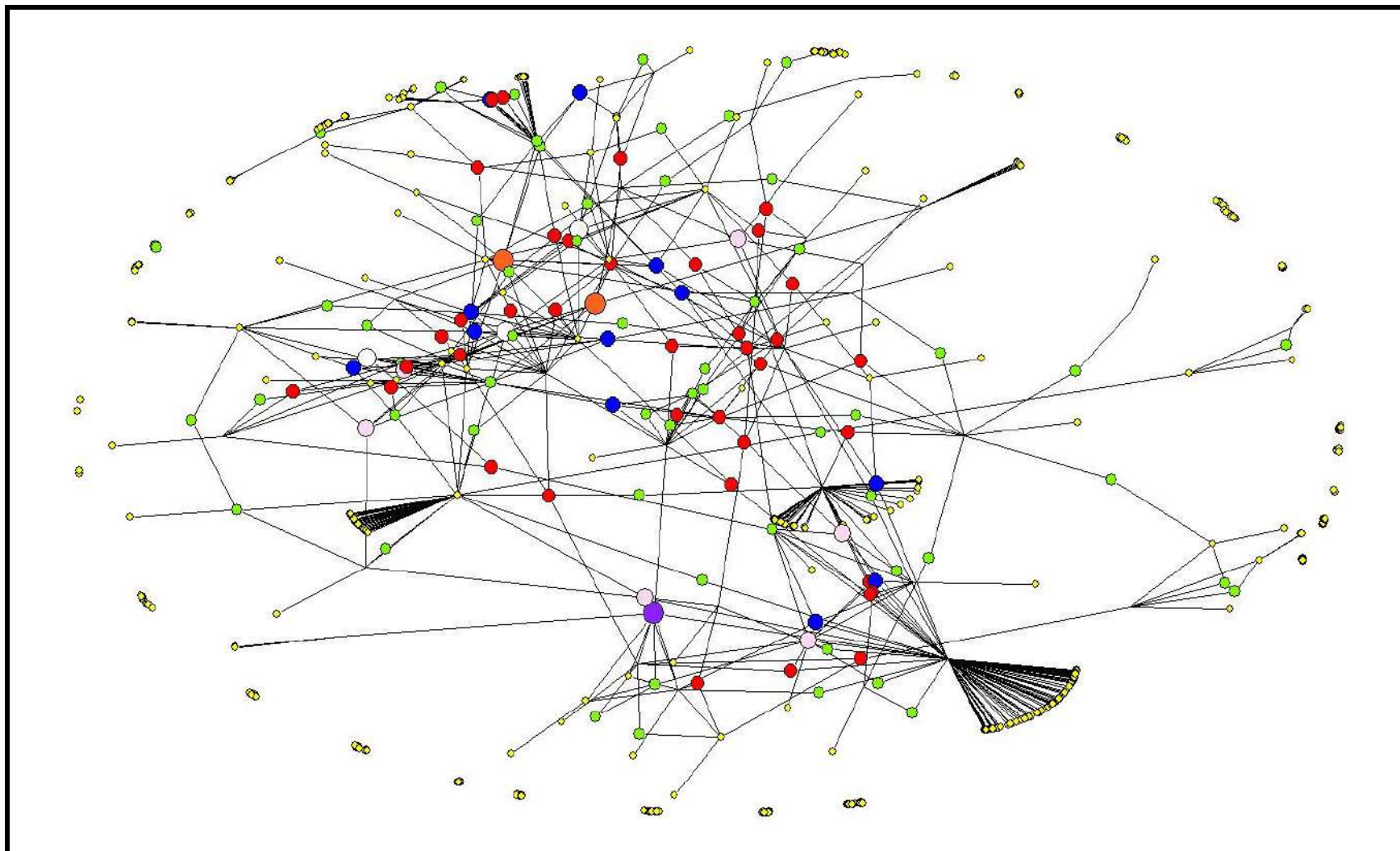


Figura 3.16 – Vértices e Arcos da Rede de Referências das Patentes Sobre Energia Hídrica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com auxílio do Software Pajek).

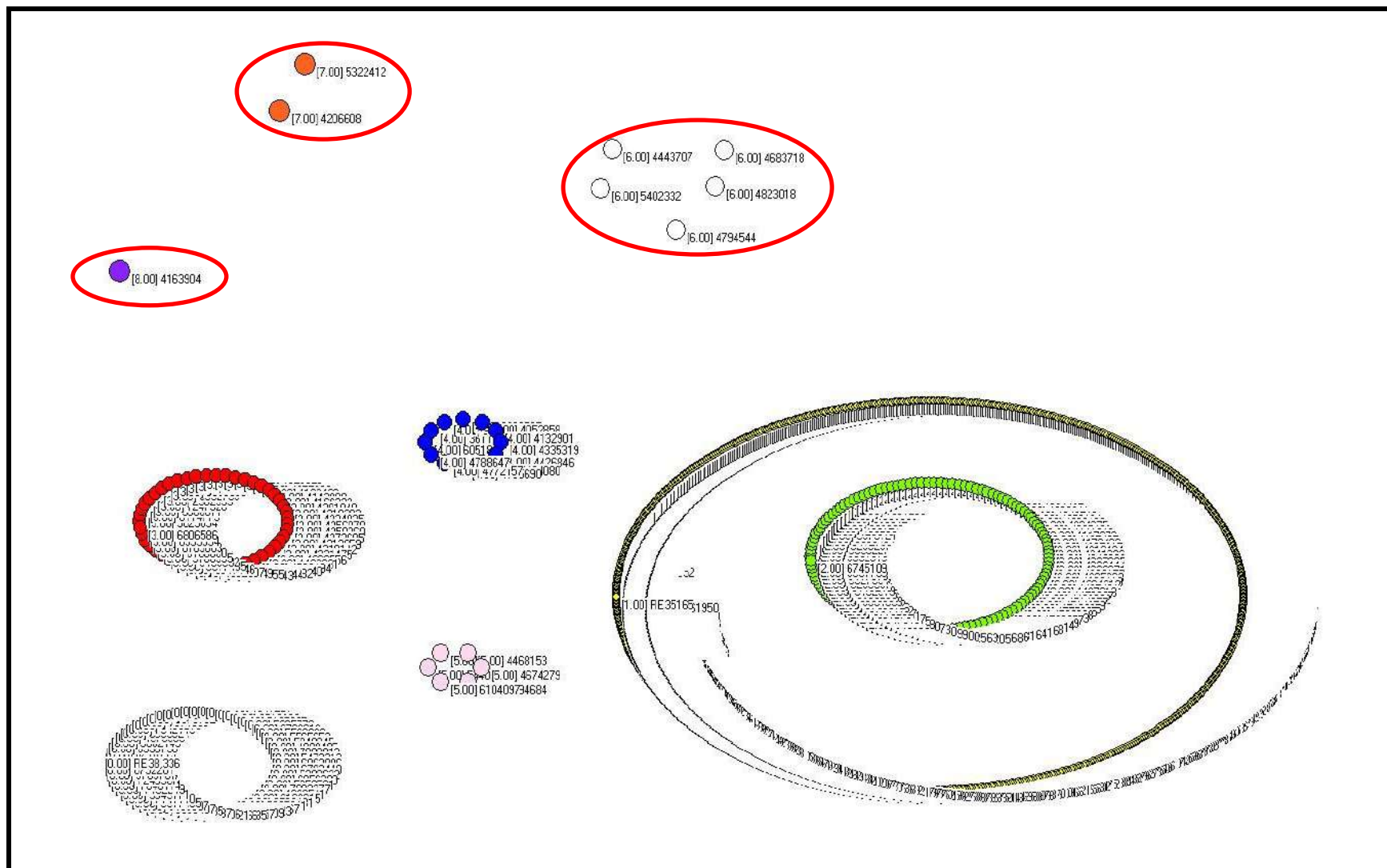


Figura 3.17 – Vértices Agrupados da Rede de Referências das Patentes Sobre Energia Hídrica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com auxílio do Software Pajek).

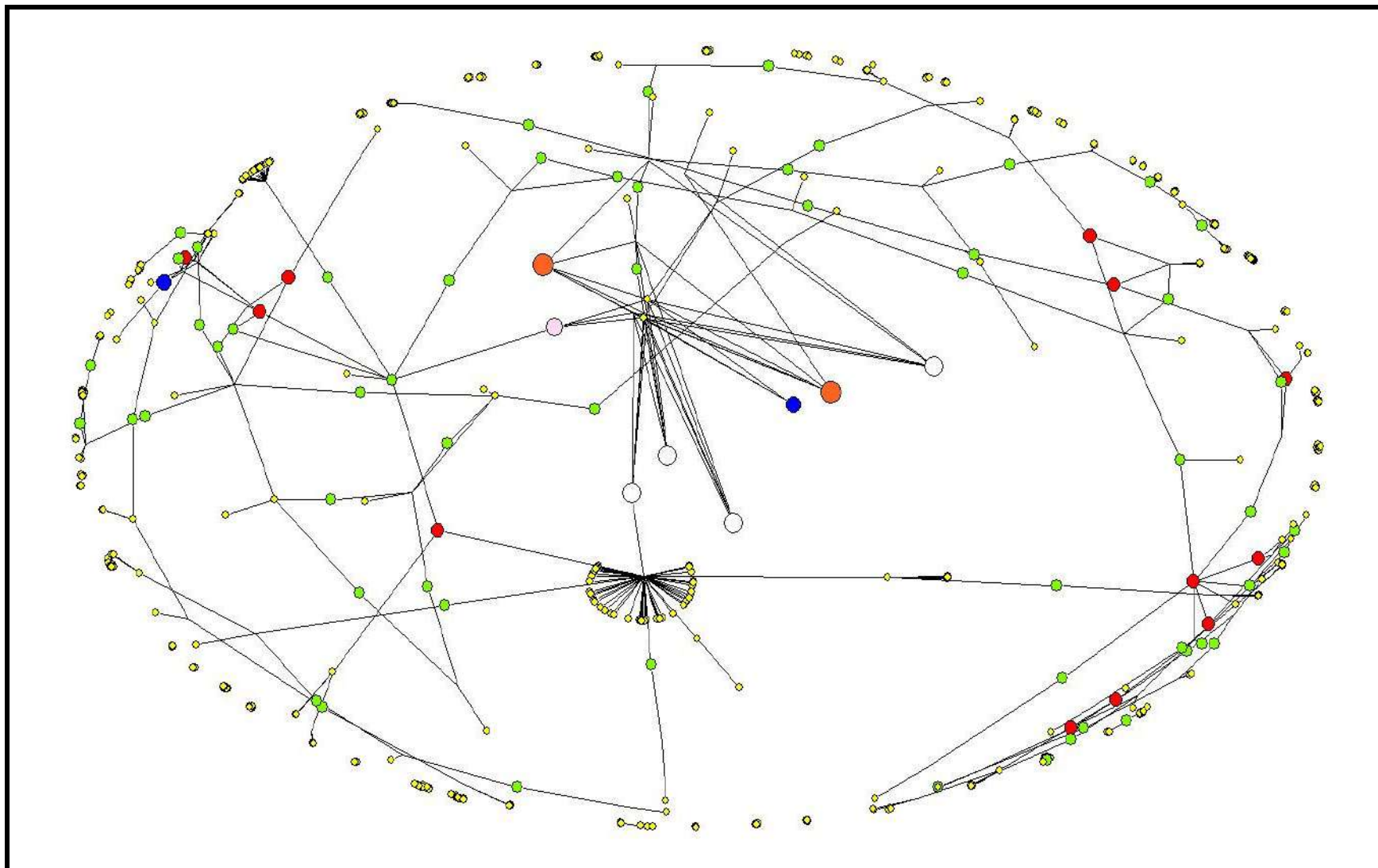


Figura 3.18 – Vértices e Arcos da Rede de Referências das Patentes Sobre Energia Solar. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com auxílio do Software Pajek).

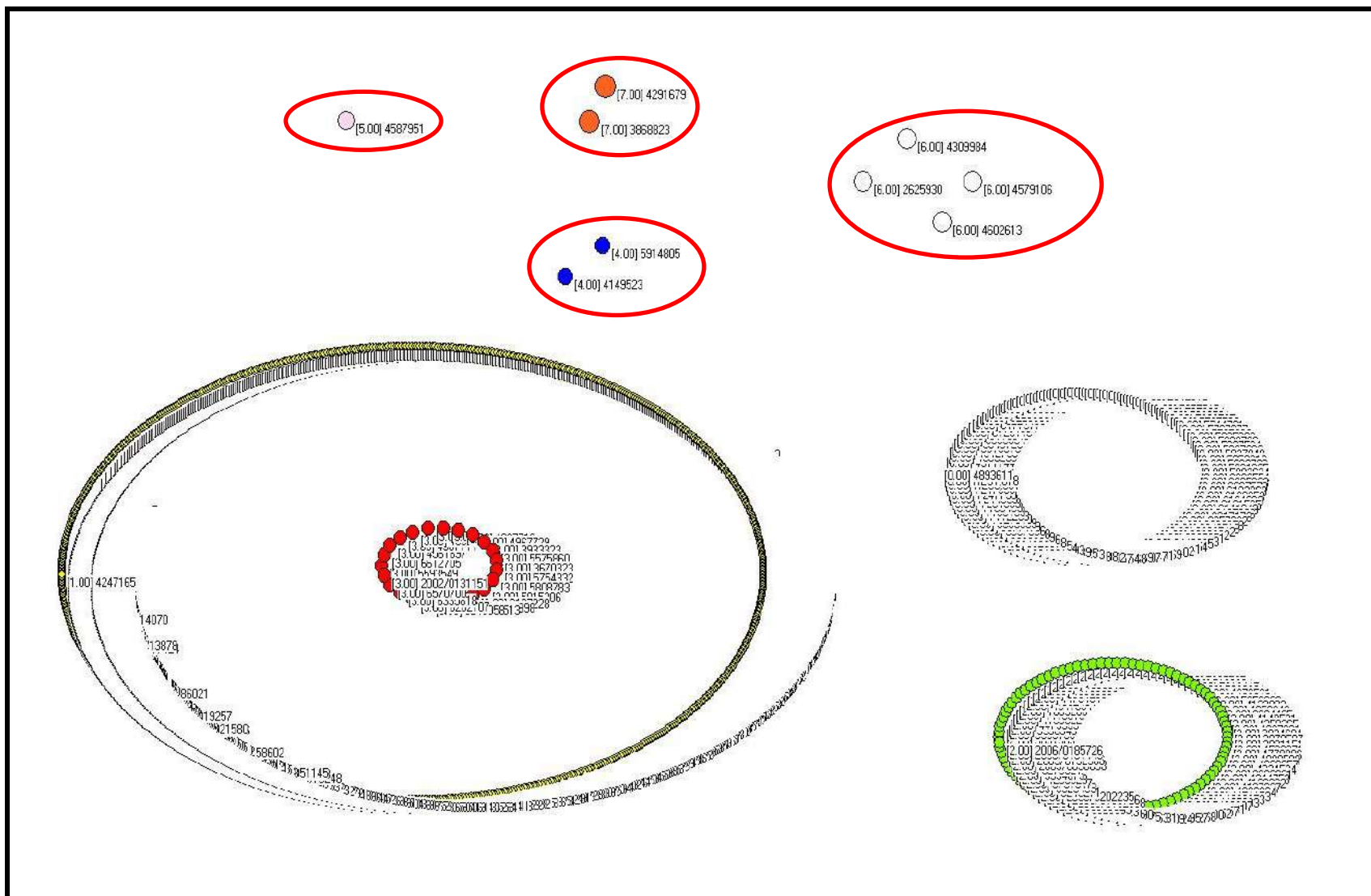


Figura 3.19 – Vértices Agrupados da Rede de Referências das Patentes Sobre Energia Solar. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com auxílio do Software Pajek).



### 3.3. Decision Tree

O *Decision Tree* é um software de visualização de dados baseado na hierarquia das árvores de decisão, desenvolvido em 1999, na Universidade de Columbia. Árvore de decisão é a classificação de um determinado conjunto de informações classificadas como nós e ligadas através de ramos. Possui este nome porque comumente é usada como ferramenta para tomadas de decisões, pois é através dela, podem ser agrupadas tais decisões a serem tomadas e suas possíveis conseqüências (riscos, custo, prejuízos), afim de escolher-se o melhor plano diante dos cenários analisados (SANTANA H. & RODRIGUES D, 2004). Isso não impede porém, que uma árvore de decisão seja utilizada para outros fins. Pela sua estrutura simples e de fácil compreensão, um gráfico em forma de árvore de decisão conduz a uma organização dos dados de maneira objetiva e possibilita uma visão bastante muito ampla sobre um conjunto de informações.

Uma árvore de decisão consiste em uma estrutura de dados em que um nó externo corresponde a uma classe ou um nó decisão que contém um teste sobre algum atributo. Para cada resultado deste teste serão gerados outros nós, repetindo o processo até isolamento de todas as classes.

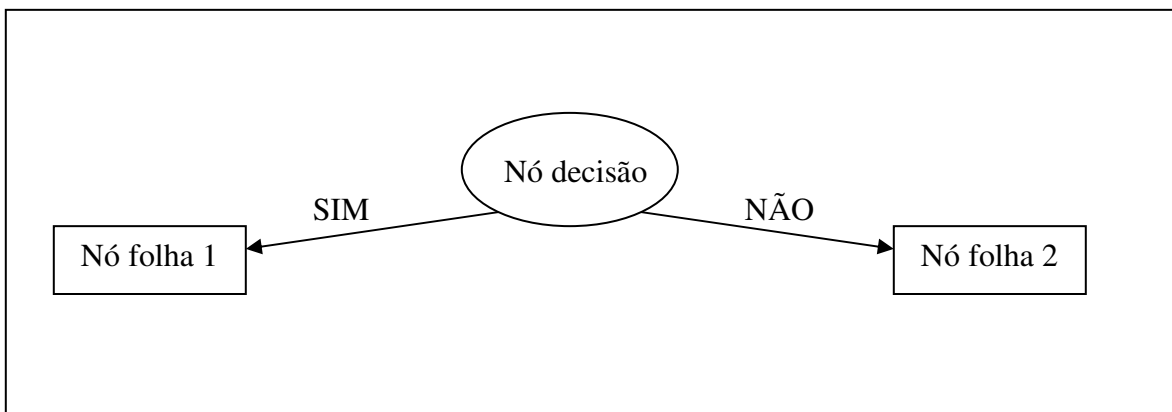


Figura 3.20 – Esquemático de Uma Árvore de Decisão

#### 3.3.1. O Software Decision Tree

A Figura 3.21 mostra a área de trabalho do Decision Tree.



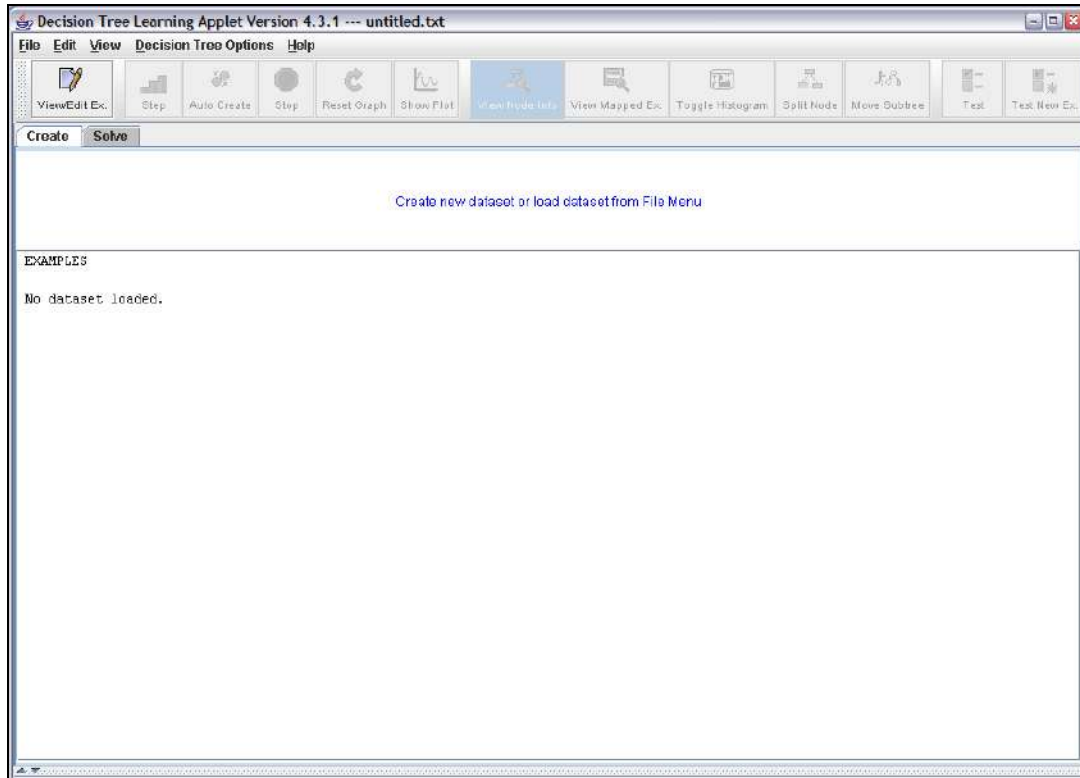


Figura 3.21 – Área de Trabalho do Decision Tree

Através do Decision Tree é possível criar e/ou carregar arquivos com os dados da árvore para que seja visualizada a estrutura da mesma, e a partir daí extrair os mais diversos tipos de informações. Como exemplo, pode-se citar uma árvore de decisão em que queira se verificar o tipo de consumidor para os produtos A, B e C a partir de características pontuais, como mostra a Tabela 3.9.

Tabela 3.9 – Exemplo - Escolha de Produtos

		Nível	de Escolha	do
Sexo	Faixa Etária	Renda	Produto	
Feminino	Jovem	Alta	Produto C	
Feminino	Adulto	Média	Produto A	
Masculino	Adulto	Média	Produto C	
Masculino	Idoso	Baixa	Produto A	



Sexo	Faixa Etária	Nível de Renda	Escolha do Produto
Masculino	Jovem	Baixa	Produto C
Feminino	Jovem	Baixa	Produto B
Feminino	Idoso	Alta	Produto C
Masculino	Adulto	Média	Produto B
Feminino	Adulto	Média	Produto A
Feminino	Idoso	Baixa	Produto A

Ao visualizar este conjunto de informações no programa Decision Tree obtém-se a seguinte árvore:

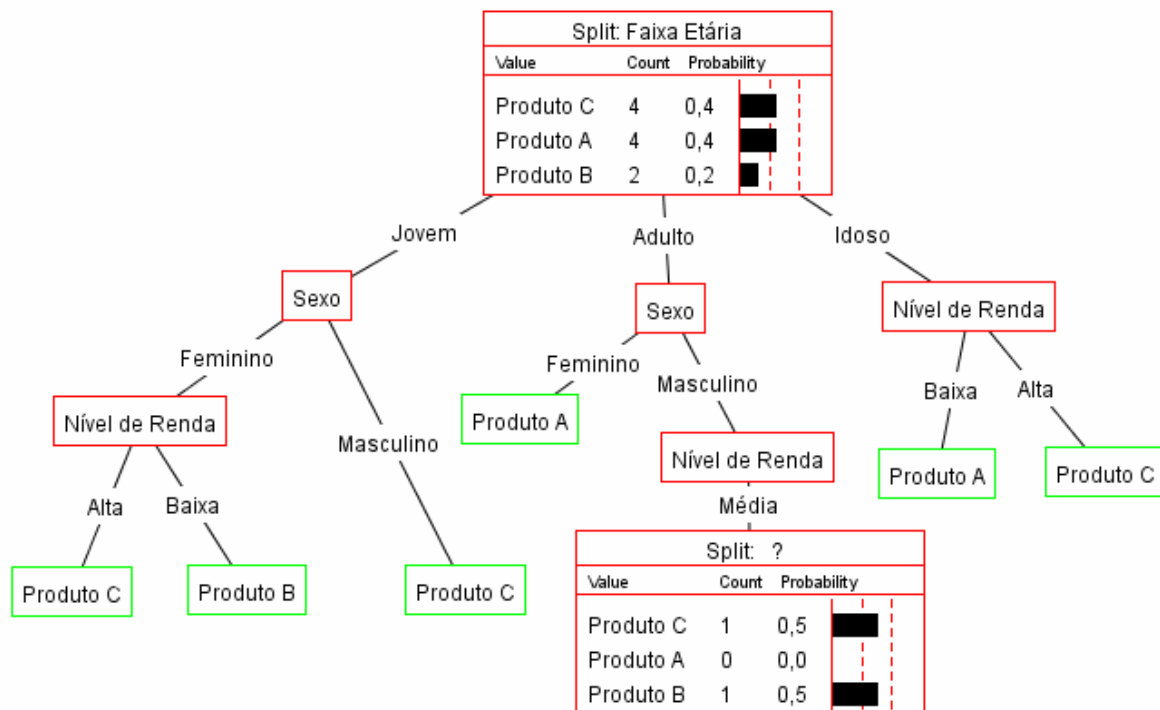


Figura 3.22 – Árvore de Decisão de Escolha de Produtos  
Assim, ao analisar a árvore, é possível chegar a diversas conclusões:



- O produto A é preferência de idosos de baixa renda adultos do sexo feminino;
- O produto B é preferência de jovens de baixa renda do sexo feminino;
- O produto C é popular entre os jovens e idosos de alta renda;
- Os produtos B e C dividem a preferência de adultos de renda média do sexo masculino.

Desta forma, conclui-se que o Decision Tree se configura numa ferramenta bastante útil para a prospecção tecnológica, já que consegue identificar as tendências das informações, possibilitando a verificação do direcionamento que cada tecnologia, venha a tomar, sob diversos aspectos.

### 3.3.2. Resultados

Este software foi utilizado na pesquisa com a finalidade de unir as informações previamente expostas no capítulo anterior e, na representação gráfica dada pelo próprio Decision Tree, verificar como estas informações se organizam em uma árvore de decisão. Em outras palavras, o intuito de utilizar este software é cruzar um conjunto de informações que já foram obtidas isoladamente e verificar como estas interagem entre si. O Decision Tree não verificará proporções, como é o caso dos gráficos do capítulo anterior, mas mostrará de forma objetiva, como num organograma, o grau relacional entre os dados.

As possibilidades inter-relacionais das informações que podem ser expostas pelo Decision Tree são inúmeras, e variam de acordo com o tipo de conhecimento que se deseja extrair dos gráficos. Para este estudo, serão realizadas duas análises para cada energia:

- Ano x Tipo de Depositante: esta análise mostrará o grau de interesse por determinada energia por parte de cada tipo de depositante (pessoa física, instituição de pesquisa, empresa ou governo) de acordo com o passar dos anos. É possível com esta análise verificar que tipo de depositante interessou-se mais cedo por cada energia e quais perderam o interesse com o passar dos anos;
- País x Assunto x Divisões do Assunto: o intuito desta análise é verificar que tipo de pesquisa relacionada à determinada energia é mais interessante para cada país, e desta forma verificar os países que visam desenvolver e produzir uma energia e os que visam meios de utilizá-la, por exemplo.



Concentrando-se nestas duas análises, foram confeccionados os gráficos encontrados no fim deste item:

Figura 3.24: Árvore Ano x Tipo de Depositante para o Biodiesel.

Figura 3.25: Árvore País x Assunto x Divisões do Assunto para o Biodiesel.

Figura 3.26: Árvore Ano x Tipo de Depositante para o Etanol.

Figura 3.27: Árvore País x Assunto x Divisões do Assunto para o Etanol.

Figura 3.28: Árvore Ano x Tipo de Depositante para as Células Combustíveis.

Figura 3.29: Árvore País x Assunto x Divisões do Assunto para as Células Combustíveis.

Figura 3.30: Árvore Ano x Tipo de Depositante para a Energia Eólica.

Figura 3.31: Árvore País x Assunto x Divisões do Assunto para a Energia Eólica.

Figura 3.32: Árvore Ano x Tipo de Depositante para a Energia Geotérmica.

Figura 3.33: Árvore País x Assunto x Divisões do Assunto para Energia Geotérmica.

Figura 3.34: Árvore Ano x Tipo de Depositante para a Energia Hídrica.

Figura 3.35: Árvore País x Assunto x Divisões do Assunto para a Energia Hídrica.

Figura 3.36: Árvore Ano x Tipo de Depositante para a Energia Solar.

Figura 3.37: Árvore País x Assunto x Divisões do Assunto para a Energia Solar.

### 3.3.2.1 – Biodiesel

#### ➤ Análise Temporal x Tipo de Depositante

Na Figura 3.24, os ramos com contorno em verde, indicam que nele contém apenas o que indica no seu título, assim, um ramo verde onde está a palavra “Empresa”, significa que neste ramo a probabilidade de encontrar patentes depositadas por empresas é igual a 1,00, ou seja, 100%. Os ramos vermelhos indicam que existe mais de um tipo de depositante. Na análise do Ano x Tipo de Depositante os ramos em vermelho estão detalhados, e assim é possível verificar a probabilidade de encontrar neste ramo todos os tipos de depositante. A figura abaixo exemplifica um dos ramos em vermelho:



Value	Probability
Empresa	0,5
Governo	0,5
Universidade	0,0
Pessoa Física	0,0

Figura 3.23 – Ramo Vermelho da Árvore Ano x Tipo de Depositante

Neste ramo, verifica-se que a probabilidade das patentes deste ramo serem depositadas por empresas é de 50%. A probabilidade de serem depositadas pelo governo também é de 50%. Não existe a possibilidade de serem encontradas patentes depositadas por universidades ou pessoas físicas.

Os tipos de depositante e evolução temporal das patentes estão exibidos nos Gráficos 2.1 e 2.3. A partir da análise dos ramos de cada ano para a árvore do biodiesel, mostrada na Figura 3.24, foi possível analisar o cruzamento de dados previamente analisados isoladamente, obtendo o gráfico abaixo.

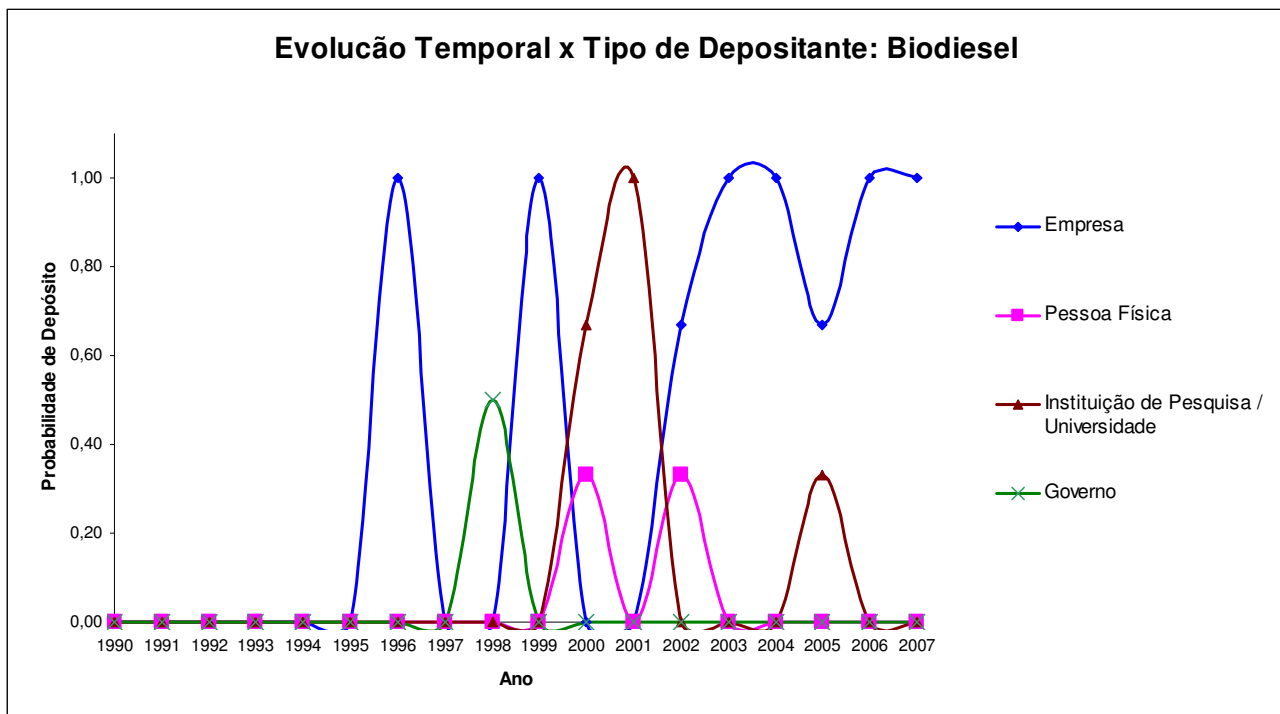


Gráfico 3.1 – Evolução Temporal x Tipo de Depositante para o Biodiesel. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).



Com este gráfico, verifica-se que os depósitos só tiveram início a partir de 1996, sendo que as empresas sempre depositaram mais patentes que os outros grupos. As universidades e centros de pesquisa mostraram interesse por este tipo de tecnologia em 2000 e posteriormente em 2005, e os depósitos não foram constantes. O governo interessou-se somente em 1998. O depósito por parte das pessoas físicas quase não existiu durante o período, ocorrendo timidamente apenas nos anos 2000 e 2002.

➤ *Análise País x Assunto x Divisões do Assunto*

As dados dos Gráficos 2.3 e 2.5 a 2.9 deram origem à Figura 3.25, onde verificou-se os assuntos e divisões do assunto que interessam a cada país:

- **Processo:** foram depositadas patentes tratando do processo de obtenção do biodiesel por todos os países exceto a França. A maioria dos países tratou apenas do tipo de reação para obtenção do biodiesel mais comum, a catálise básica, o que é o caso do Brasil. Taiwan interessou-se exclusivamente pela catálise ácida, enquanto que a Alemanha possui patentes apenas sobre a enzimática. Os Estados Unidos possuem patentes sobre todos os tipos de catálise. Estes países podem ser identificados como produtores em potencial do biodiesel.
- **Produto:** este assunto interessou apenas o Brasil e a Alemanha, sendo que o Brasil interessou-se exclusivamente por aditivos para o biodiesel.
- **Aplicação:** a França possui depósitos exclusivamente pelo uso do biodiesel como asfalto, e os Estados Unidos possui depósito pelas duas aplicações identificadas no estudo. Os demais países não possuem depósito sobre esse assunto.
- **Tratamento:** a única patente sobre este assunto foi depositada pelos Estados Unidos.

### 3.3.2.2 – Etanol

➤ *Análise Temporal x Tipo de Depositante*

Na Figura 3.26 foram obtidas as informações para a confecção do gráfico abaixo. A análise isolada destes dois parâmetros foi realizada nos Gráficos 2.10 e 2.12.

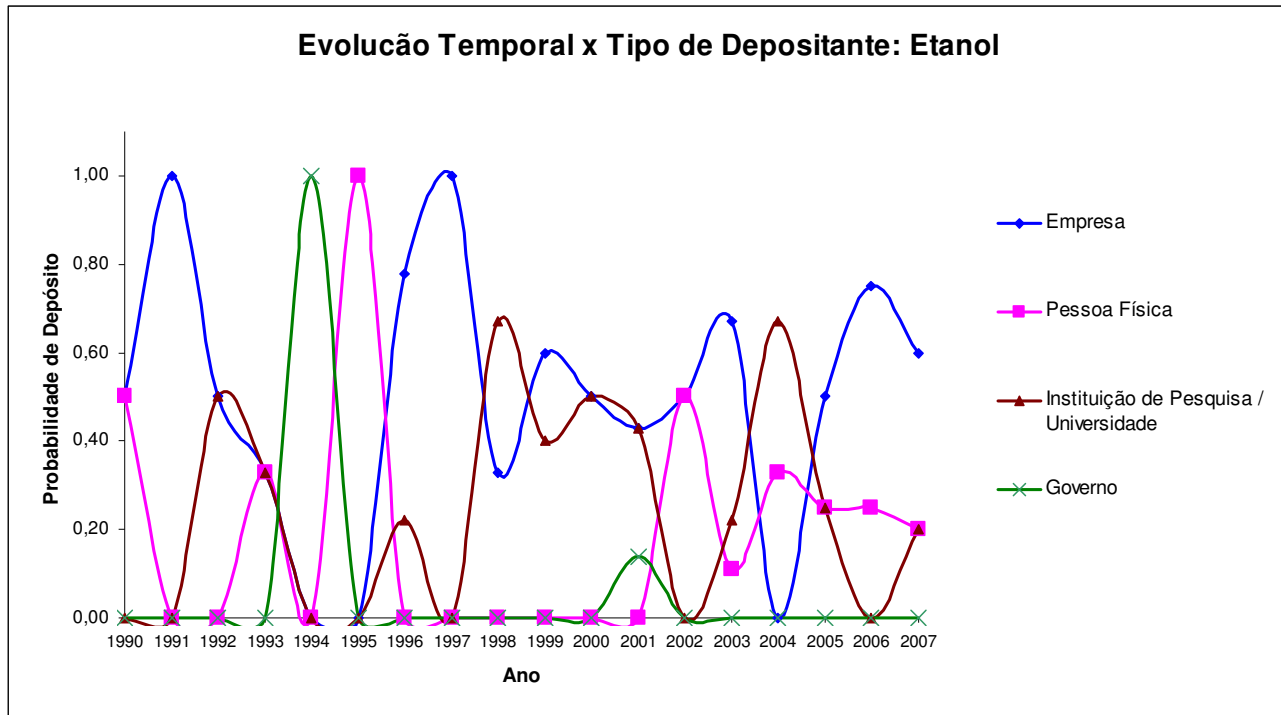


Gráfico 3.2 – Evolução Temporal x Tipo de Depositante para o Etanol. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

A maioria dos depósitos de patentes sobre o etanol foi realizada pelas empresas, durante quase todos os anos, exceto no período de 1992 a 1996, 1998 e 2004. O depósito por parte das pessoas físicas foi bastante irregular, alcançando seu pico em 1995. A irregularidade também ocorreu no depósito pelas instituições de pesquisa e universidades. O governo interessou-se pela pesquisa sobre o etanol apenas no início do período estudado, 1994. Este gráfico leva a crer que as empresas são as principais interessadas nesta tecnologia.

➤ Análise País x Assunto x Divisões do Assunto

As proporções de países depositantes, assunto e divisões de cada assunto foram previamente realizadas isoladamente e encontram-se nos Gráficos 2.11 e 2.14 a 2.18. Na árvore da Figura 3.27 as probabilidades dos ramos vermelhos foram omitidos para viabilizar a compreensão das informações:

- Processo: a maioria dos países trata de assuntos relacionados ao processo, sendo que a Suécia, a França, o Brasil e a Dinamarca trataram apenas do processo de obtenção de etanol através das enzimas.



- **Matéria-Prima:** Brasil, Japão e Canadá depositaram patentes relacionadas a uma única matéria-prima: bambu, algas e celulose respectivamente.
- **Sistemas/Produtos Relacionados:** alguns países trataram apenas deste assunto em suas patentes: África do Sul e Coreia do Sul interessaram-se somente na eliminação da água do etanol.
- **Aplicação:** apenas a Holanda e a Grécia tiveram todas as suas patentes relacionadas a este assunto. Os demais países que trataram das possíveis aplicações do etanol também abordaram outros assuntos em suas patentes.

Verifica-se também nesta árvore que os Estados Unidos possuem patentes tratando de todos os assuntos da classificação, o que indica um abrangente domínio sobre esta tecnologia.

#### 3.3.2.3 – Células Combustíveis

- **Análise Temporal x Tipo de Depositante**

O gráfico abaixo mostra as informações retiradas da Figura 3.28, obtida com o cruzamento dos dados anteriormente exibidos nos Gráficos 2.19 e 2.21:



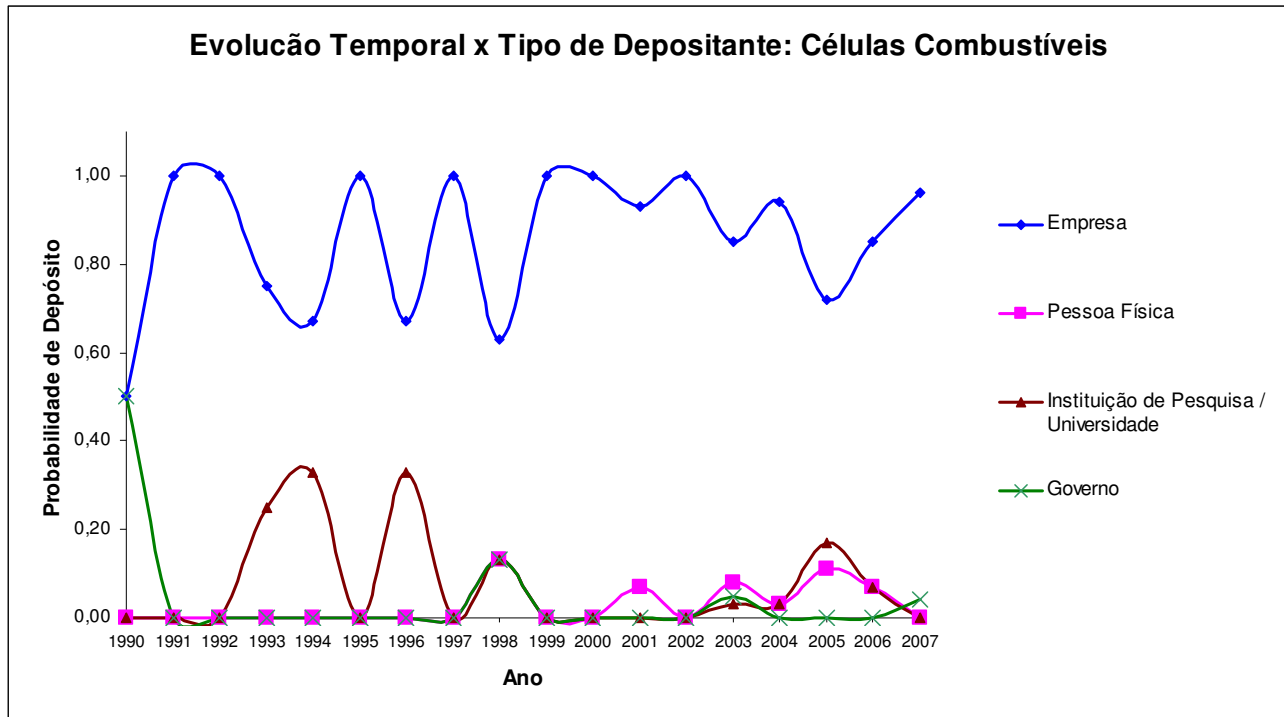


Gráfico 3.3 – Evolução Temporal x Tipo de Depositante para as Células Combustíveis.  
Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

Fica óbvio neste gráfico que as empresas mantiveram-se como as maiores depositantes durante todo o período de pesquisa, enquanto que as instituições de pesquisa e universidade, após aumentarem seu interesse entre 1993 e 1996, deixaram de depositar patentes sobre este assunto. As pessoas físicas e o governo tiveram participações nulas ou muito pequenas durante o período.

➤ Análise País x Assunto x Divisões do Assunto

As análises destes parâmetros isoladamente foram realizadas nos Gráficos 2.20 e 2.23 a 2.30.

Nesta árvore (Figura 3.29) as probabilidades dos ramos vermelhos também foram omitidas, devido ao grande volume de dados. Ainda assim, foram obtidas as seguintes informações através da árvore:

- Processo: com exceção da França, Itália e Taiwan todos os países depositantes possuem pelo menos uma patente sobre processo. Provavelmente este é o assunto que mais interessa os países em geral.



- Combustível/Catalisador para Obtenção de Hidrogênio: apenas Estados Unidos, Japão e Suécia depositaram patentes que tratam deste assunto.
- Sistemas/Produtos Relacionados: em relação às outras energias, muitos países depositaram patentes que tratam deste assunto. Itália e Taiwan possuem exclusivamente que tratam do sistema de refrigeração/aquecimento das células combustíveis. Isto pode ser um indicativo de que os sistemas relacionados ao processo de obtenção de energia pelas células combustíveis possuem maior importância do que os sistemas relacionados ao processo de outras energias renováveis.
- Aplicação: nenhum dos países depositantes tratam exclusivamente das aplicações de energia proveniente das células combustíveis. Os países que possuem patentes apenas sobre uma aplicação, falam sobre os automóveis.

Os países com maior domínio sobre a tecnologia, depositando patentes sobre todos os assuntos classificados são os Estados Unidos e o Japão, sendo que o Canadá e a Alemanha também possuem muito conhecimento registrado, sob a forma das patentes, sobre as células combustíveis.

#### 3.3.2.4 – Energia Eólica

➤ Análise Temporal x Tipo de Depositante

As análises isoladas destes parâmetros encontram-se nos Gráficos 2.31 e 2.33.

O gráfico abaixo mostra as informações retiradas da Figura 3.30:

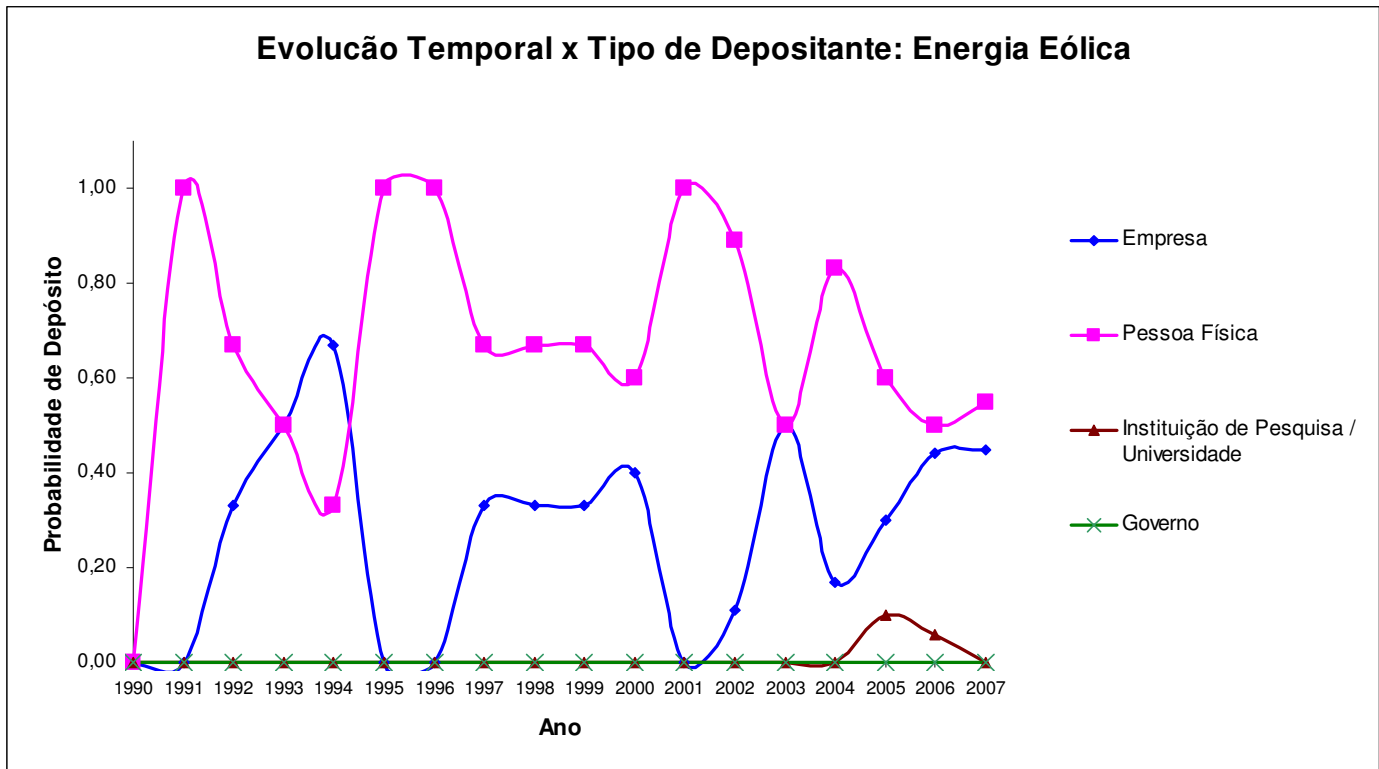


Gráfico 3.4 – Evolução Temporal x Tipo de Depositante para a Energia Eólica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

Para esta energia fica claro que os depósitos realmente significativos são os realizados por parte das empresas e pessoas físicas. Enquanto que o depósito por parte das instituições de pesquisa e universidades é muito pequeno, apenas no trecho de 2005 a 2006, o governo não depositou nenhuma patente durante o período pesquisado.

➤ Análise País x Assunto x Divisões do Assunto

As análises destes parâmetros isolados foram realizadas nos Gráficos 2.32 e 2.35 a 2.42.

Na árvore da Figura 3.31 as probabilidades dos ramos vermelhos também foram omitidas, pois para esta energia também é grande o volume de dados. Foram obtidas as seguintes informações:

- Processo: apenas a Austrália não possui patentes sobre este assunto. Todos os outros países depositaram ao menos uma patente sobre o assunto. Isto demonstra que o conhecimento desta tecnologia já é bastante disseminado.



- Sistema/Produto Relacionado: este assunto é restrito a cinco países: Estados Unidos, Alemanha, Espanha, Dinamarca e Austrália, sendo que apenas a Austrália possui patentes sobre sistemas relacionados sem possuir patentes sobre o processo.
- Aplicação: este assunto é ainda mais restrito, já que apenas os Estados Unidos, a Finlândia e a Dinamarca possuem patentes sobre este assunto.

Como em todas as energias, os Estados Unidos possui patentes sobre todos os assuntos, assim como a Dinamarca. Esta última, mesmo depositando apenas 2% do total de patentes sobre energia eólica (Gráfico 2.32), possui conhecimento bastante abrangente sobre a tecnologia e aplicação.

#### 3.3.2.5 – Energia Geotérmica

##### ➤ Análise Temporal x Tipo de Depositante

As análises isoladas destes parâmetros encontram-se nos Gráficos 2.43 e 2.45.

O gráfico abaixo mostra as informações retiradas da Figura 3.32:

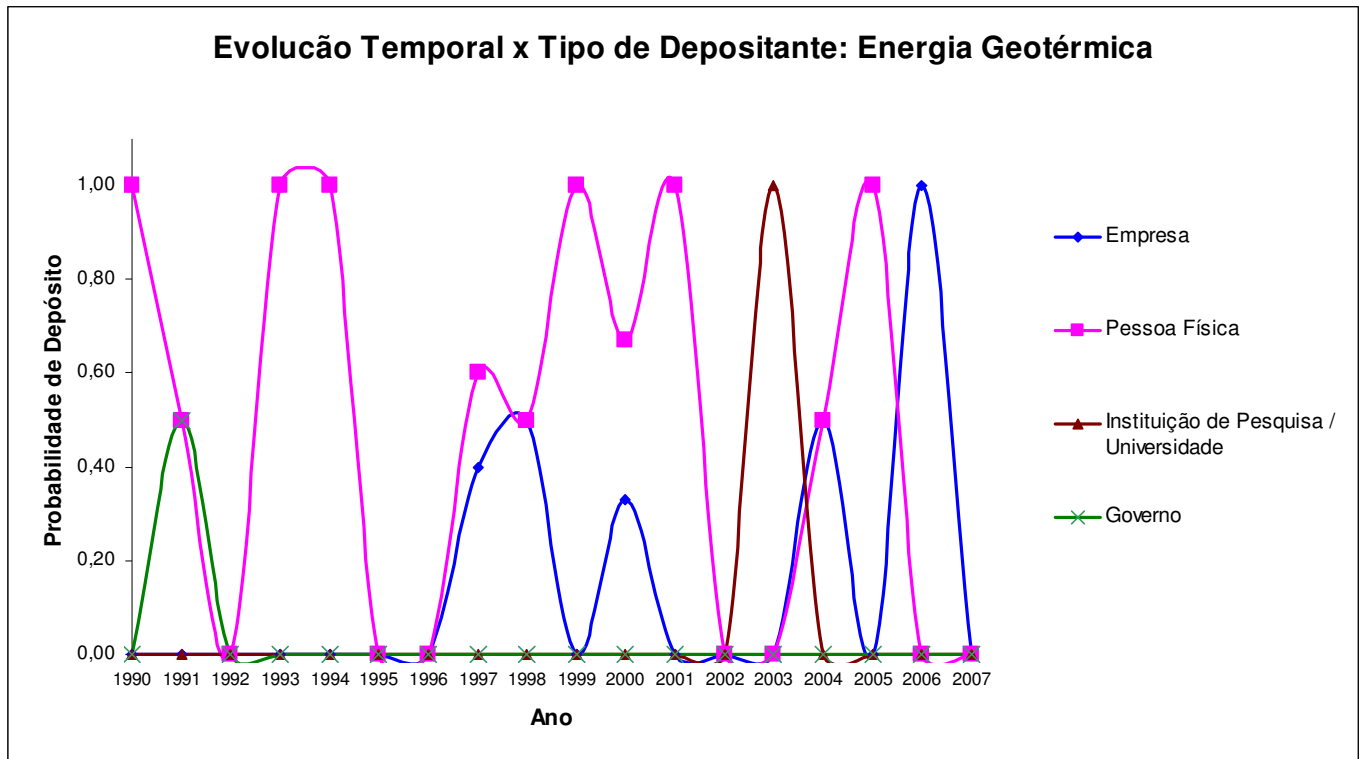


Gráfico 3.5 – Evolução Temporal x Tipo de Depositante para a Energia Geotérmica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

Analisando-se o gráfico acima, percebe-se que, enquanto houveram patentes depositadas por pessoas físicas durante todo o período, as empresas só passaram a demonstrar interesse sobre esta energia em 1997, porém este interesse cresceu, com o número de patentes, ao longo dos anos. Ao contrário dos depósitos realizados pelo governo, existentes somente no início do período; e das instituições de pesquisa e universidades, que durante o período estudado não depositaram nenhuma patente sobre esta energia.

➤ Análise País x Assunto x Divisões do Assunto

As análises destes parâmetros isolados foram realizadas nos Gráficos 2.44 e 2.47 a 2.50.

Foram obtidas as seguintes informações através da Figura 3.33:

- Processo: muitos países depositaram patentes sobre este assunto, sobretudo sobre a injeção e a extração do fluido nos poços. Apenas os Estados Unidos e a



Noruega depositaram patentes sobre a reutilização do fluido, o que demonstra que este ainda não é uma tecnologia utilizada com freqüência entre os demais países.

- Sistema/Produto Relacionado: apesar dos sistemas relacionados ao poço não ser o assunto mais tratado pela maiorias das patentes, com apenas 33% (Gráfico 2.49), este é o melhor distribuído entre os países, uma vez que todos os países que tratam sobre sistemas relacionados ao processo de obtenção de energia geotérmica tratam deste assunto, com exceção da Nova Zelândia. Os sistemas relacionados ao gerador são tratados apenas pelos Estados Unidos.
- Aplicação: tratado apenas pelos Estados Unidos, Japão e Gibraltar, sendo que estes últimos tratam da refrigeração como aplicação da energia geotérmica. Como este é um assunto tratado pela minoria das patentes, apenas 10% (Gráfico 2.50), já era de se esperar que houvesse poucos países com patentes sobre este assunto.

#### 3.3.2.6 – Energia Hídrica

##### ➤ Análise Temporal x Tipo de Depositante

As análises isoladas destes parâmetros encontram-se nos Gráficos 2.51 e 2.53.

Abaixo está o gráfico construído com as informações retiradas da Figura 3.34:

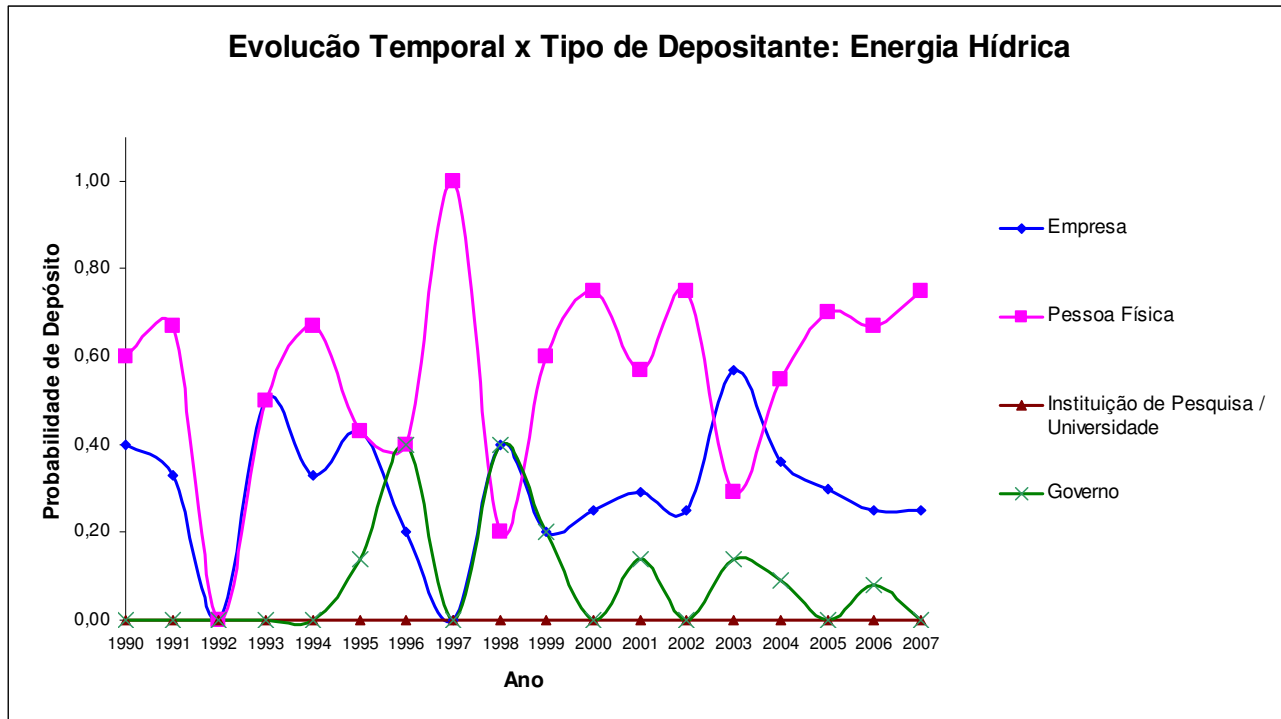


Gráfico 3.6 – Evolução Temporal x Tipo de Depositante para a Energia Hídrica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

O gráfico mostra que também para esta energia, o depósito por parte das pessoas físicas é maior que por parte das empresas, porém esta diferença não é muito acentuada. É interessante observar que, para esta energia os depósitos por parte do governo são muito presentes, a partir de 1995, como em nenhuma outra energia. Este interesse se justifica pelo fato de muitas cidades do mundo serem abastecidas com energia vindas desta fonte.

➤ Análise País x Assunto x Divisões do Assunto

As análises destes parâmetros isolados foram realizadas nos Gráficos 2.52 e 2.55 a 2.59.

Nesta árvore, também foram omitidas as probabilidades dos ramos vermelhos, devido ao volume de dados. Foram obtidas as seguintes informações através da Figura 3.35:

- Processo: com exceção da Suécia e de Singapura, todos os outros países depositaram assuntos relacionados ao processo de obtenção de energia hídrica, a maioria dos países abordando mais de um tipo de assunto relacionado ao processo.



- Sistema/Produto Relacionado: seguindo a tendência exposta no Gráfico 2.57, o assunto mais tratado pelos países é o controle e a instrumentação de uma hidroelétrica. Inclusive, os países Suécia e Singapura tratam exclusivamente deste item.
- Aplicação: os países que depositaram patentes sobre o assunto fizeram somente para uma aplicação da energia hídrica. Desta forma, o uso desta energia em máquinas interessou apenas ao Japão. O uso em sistemas de aquecimento interessou apenas a Taiwan, a produção de hidrogênio à Alemanha. O uso da energia hídrica em automóveis foi registrado em patentes depositadas pelos Estados Unidos e pela Itália.
- Segurança e Meio Ambiente: esta análise torna-se interessante não só pra a energia hídrica, como também pode configurar em um indicativo de que países preocupam-se mais com esta questão. Abordando a questão desta maneira, encontra-se um quadro desapontador, já que apenas os Estados Unidos e a França, dentre os 12 países depositantes, tratam deste assunto em suas patentes.

Mais uma vez verifica-se o maior domínio da tecnologia pelos Estados Unidos, porém o Japão e a Alemanha possuem conhecimento significativo tanto no processo quanto nos assuntos relacionados à energia hídrica.

### 3.3.2.7 – Energia Solar

#### ➤ Análise Temporal x Tipo de Depositante

As análises isoladas destes parâmetros encontram-se nos Gráficos 2.60 e 2.62.

O gráfico abaixo mostra as informações retiradas da árvore da Figura 3.36.



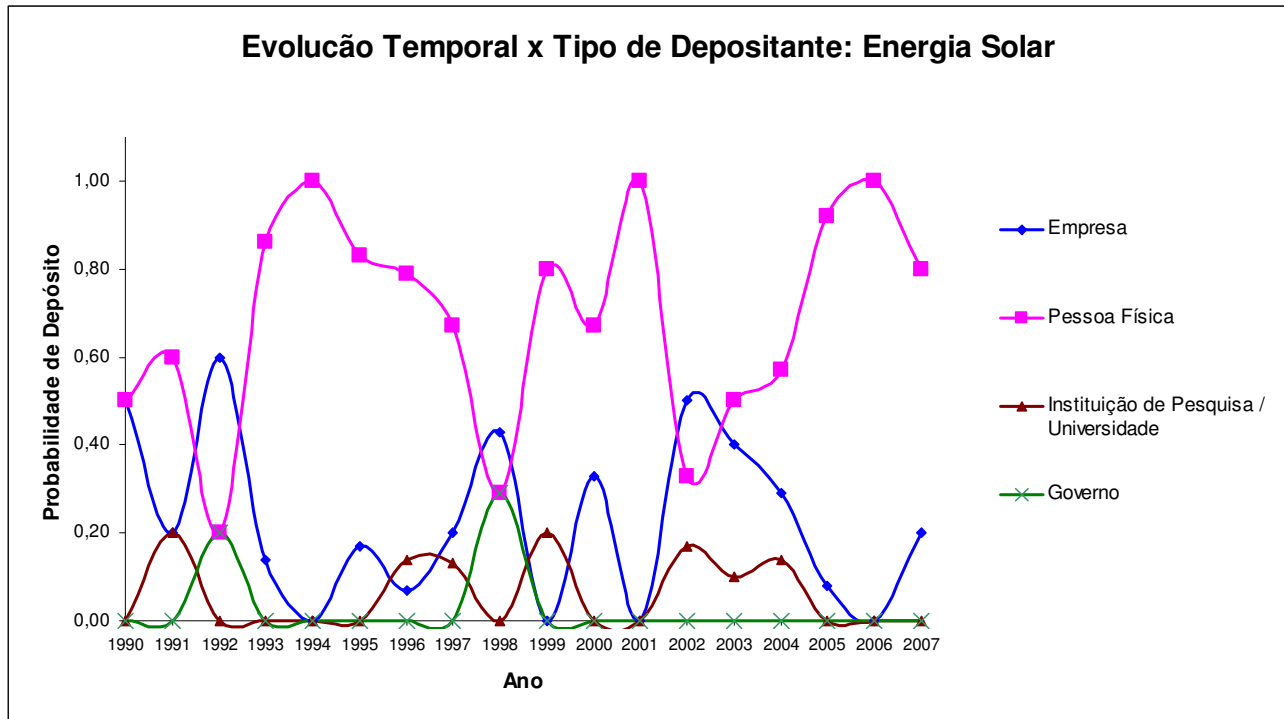


Gráfico 3.7 – Evolução Temporal x Tipo de Depositante para a Energia Solar. Fonte: USPTO (Elaboração Própria).

A energia solar também possui mais patentes por parte de pessoas físicas, seguidas das empresas. As instituições de pesquisa e universidade possuem histórico de depósito regular, porém pouco significativo. O governo depositou poucas patentes sobre o assunto, concentradas em 1991 e 1998.

➤ Análise País x Assunto x Divisões do Assunto

As análises destes parâmetros isolados foram realizadas nos Gráficos 2.61 e 2.64 a 2.69.

Na Figura 3.37 também foram omitidas as probabilidades dos ramos vermelhos, para que fosse possível a compreensão da árvore apesar do volume de dados. Esta é a árvore mais extensa de todas. Foram obtidas as seguintes informações:

- Processo: muitos países depositaram patentes sobre o processo de obtenção de energia solar, sendo que a maioria destes se interessaram pelo processo fototérmico, o que já espera previsto pelo Gráfico 2.65.



- Componentes do Sistema: todos os países que depositaram patentes sobre este assunto o fizeram para mais de um componente, com exceção da Austrália, Suíça e Reino Unido, que trataram apenas do coletor.
- Sistema/Produto Relacionado: poucos países depositaram patentes nesta área, apenas Taiwan, a Áustria, os Estados Unidos, Alemanha e a Polônia, sendo que Taiwan e Polônia depositaram patentes relacionadas apenas aos suportes de uma estrutura de captação de energia solar.
- Aplicação: muitos países depositaram patentes tratando das possíveis aplicações da energia solar, a maioria destes países tratando de mais de uma aplicação. Países incomuns no depósito de patentes tratam da aplicação em sua maioria, como é o caso de Israel que trata da dessalinização como aplicação, a Eslovênia, que discute o uso domiciliar da energia solar e as Bermudas, que tratam do uso da energia em veículos.

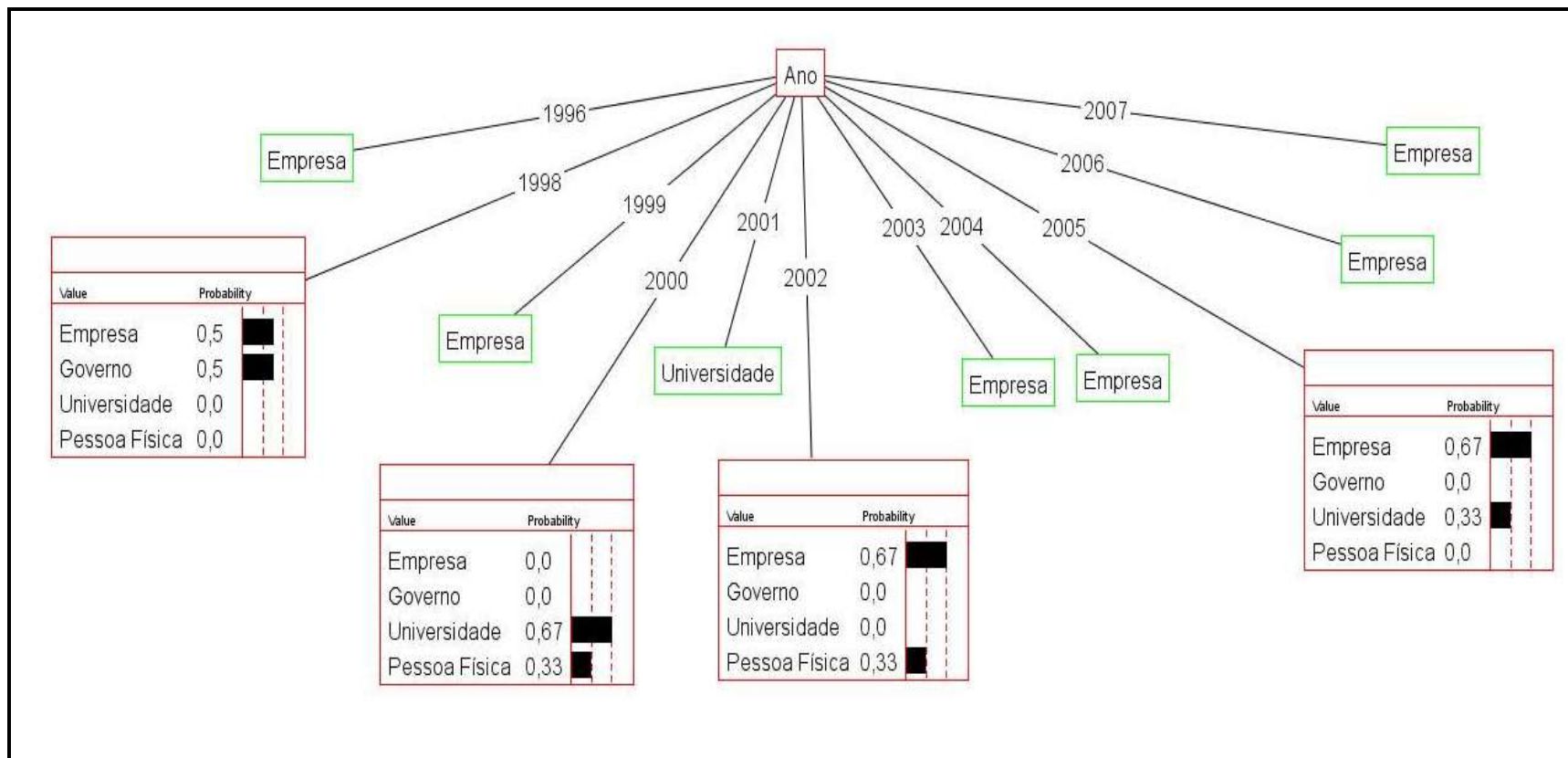


Figura 3.24 – Árvore Ano x Tipo de Depositante para o Biodiesel. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Decision Tree).

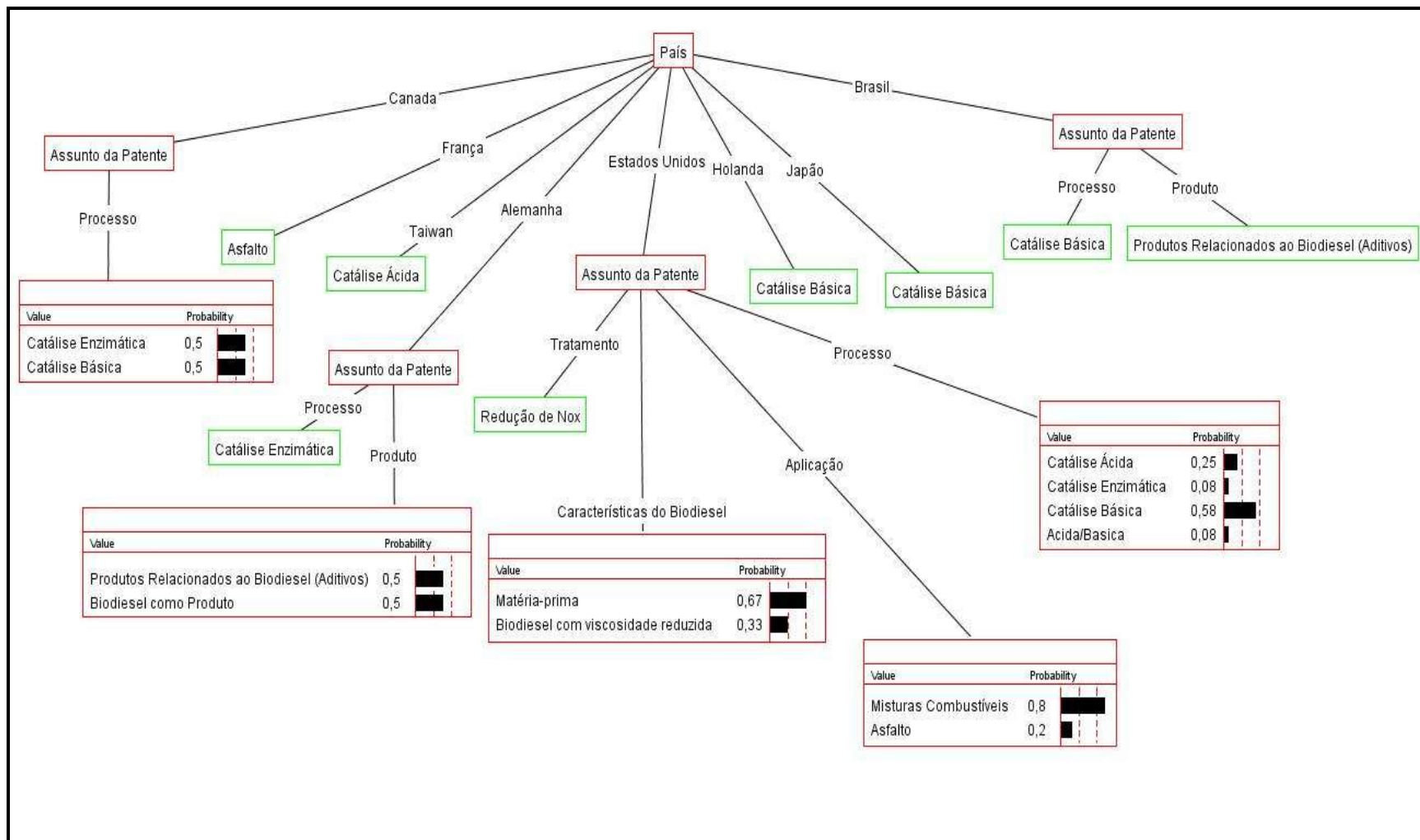


Figura 3.25 – Árvore País x Assunto x Divisões do Assunto para o Biodiesel. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Decision Tree).

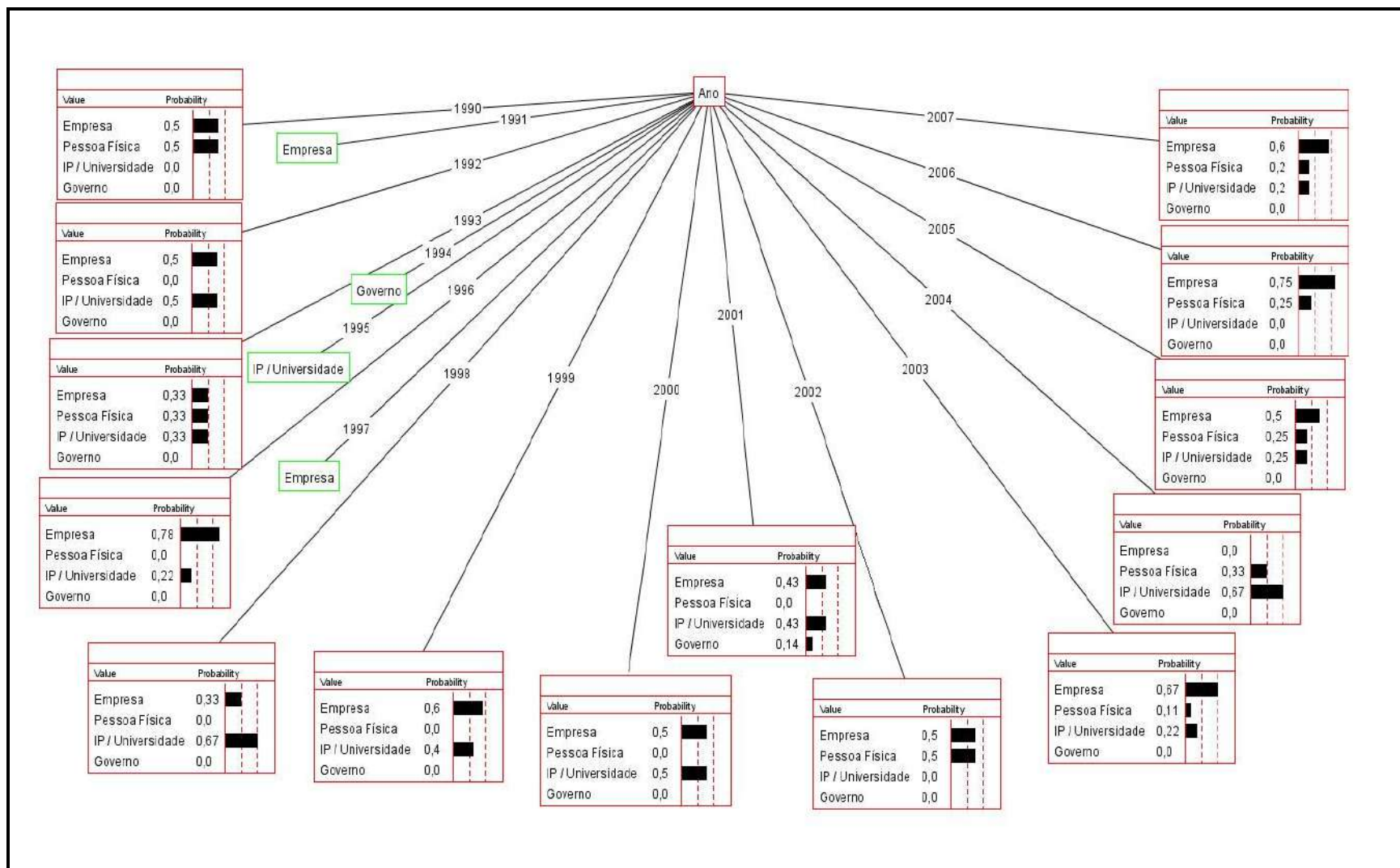


Figura 3.26 – Árvore Ano x Tipo de Depositante para o Etanol. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Decision Tree).

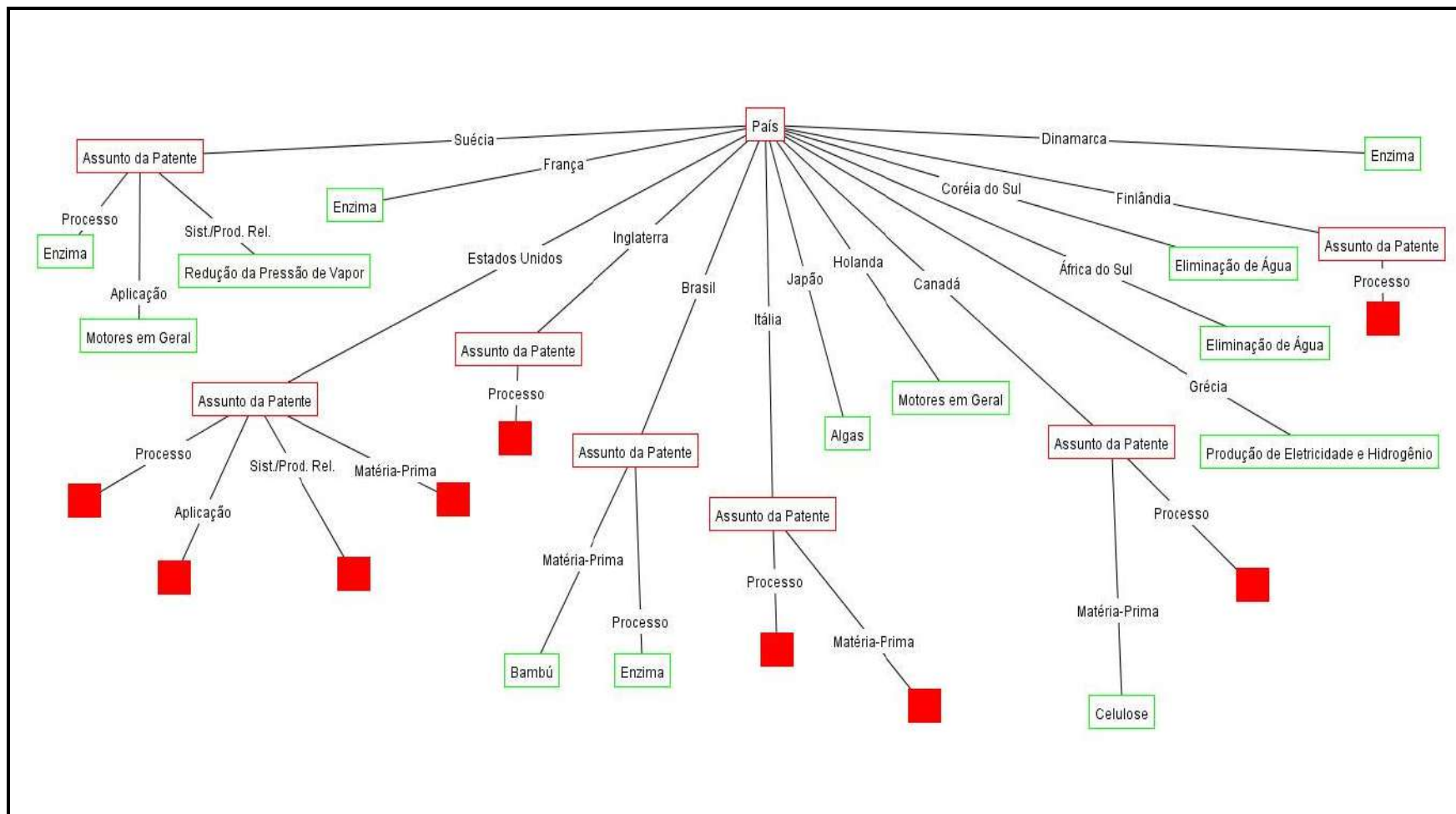


Figura 3.27 – Árvore País x Assunto x Divisões do Assunto para o Etanol. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Decision Tree).

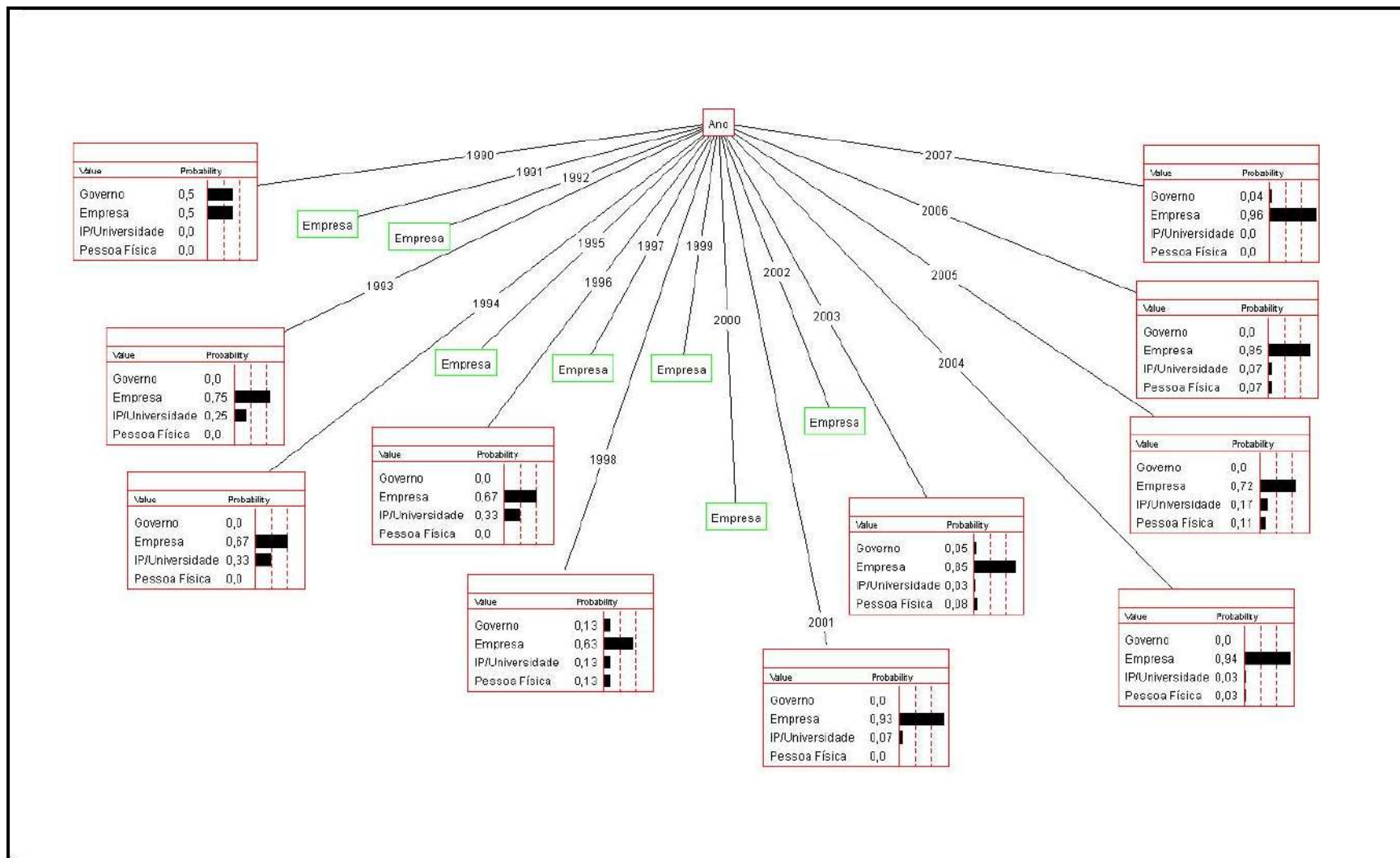


Figura 3.28 – Árvore Ano x Tipo de Depositante para as Células Combustíveis. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Decision Tree).

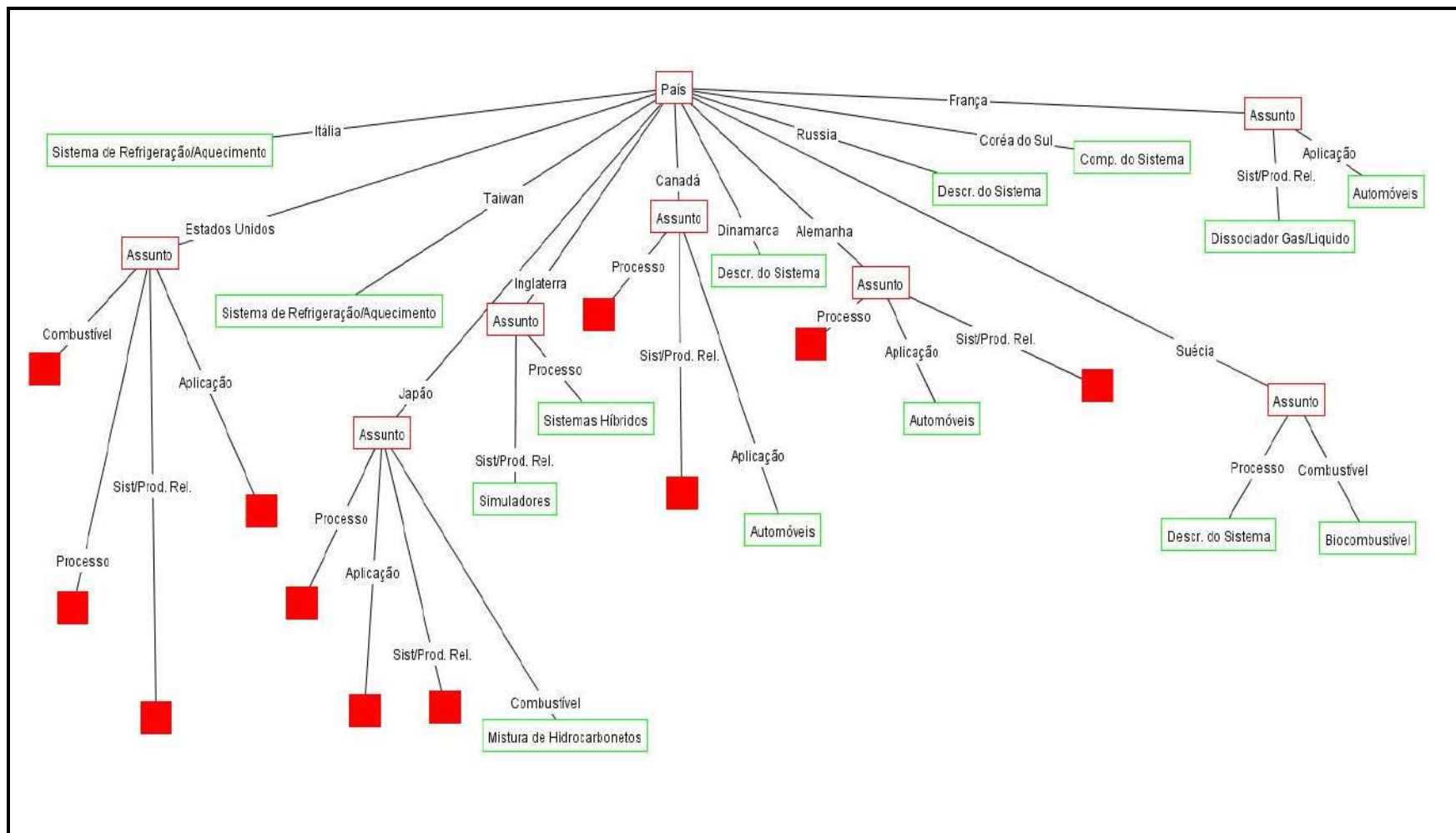


Figura 3.29 – Árvore País x Assunto x Divisões do Assunto para as Células Combustíveis. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Decision Tree).



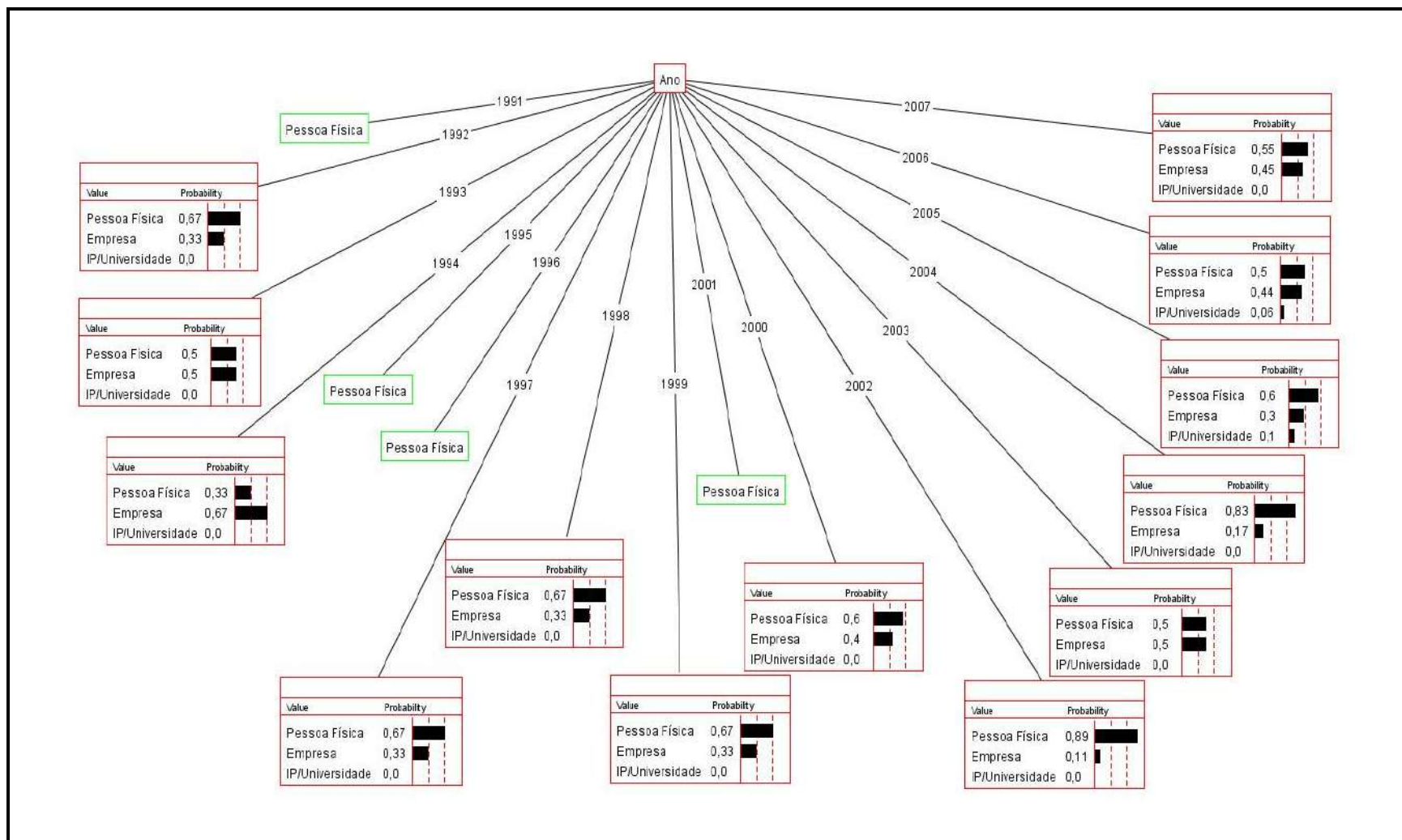


Figura 3.30 – Árvore Ano x Tipo de Depositante para a Energia Eólica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Decision Tree).

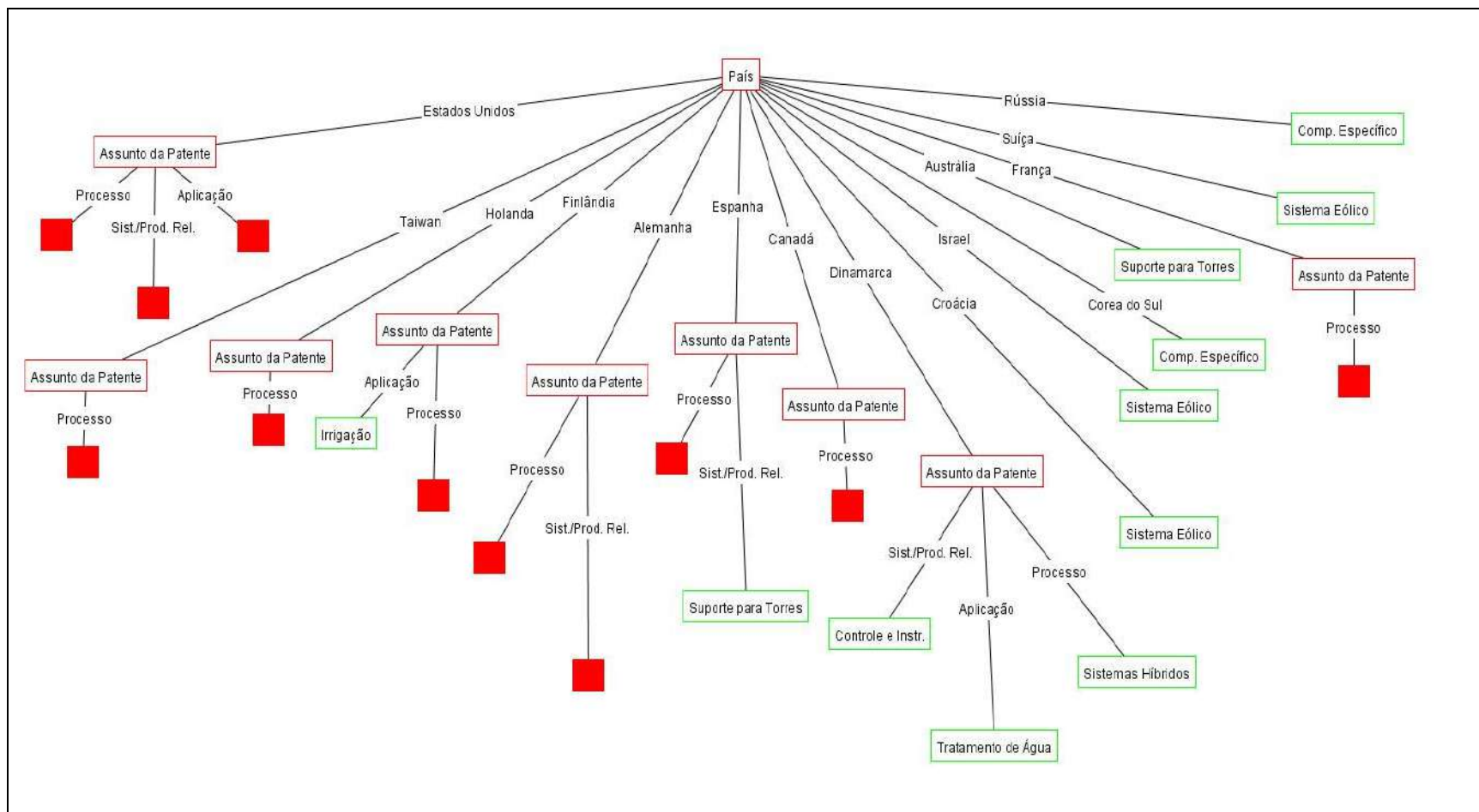


Figura 3.31 – Árvore País x Assunto x Divisões do Assunto para a Energia Eólica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Decision Tree).

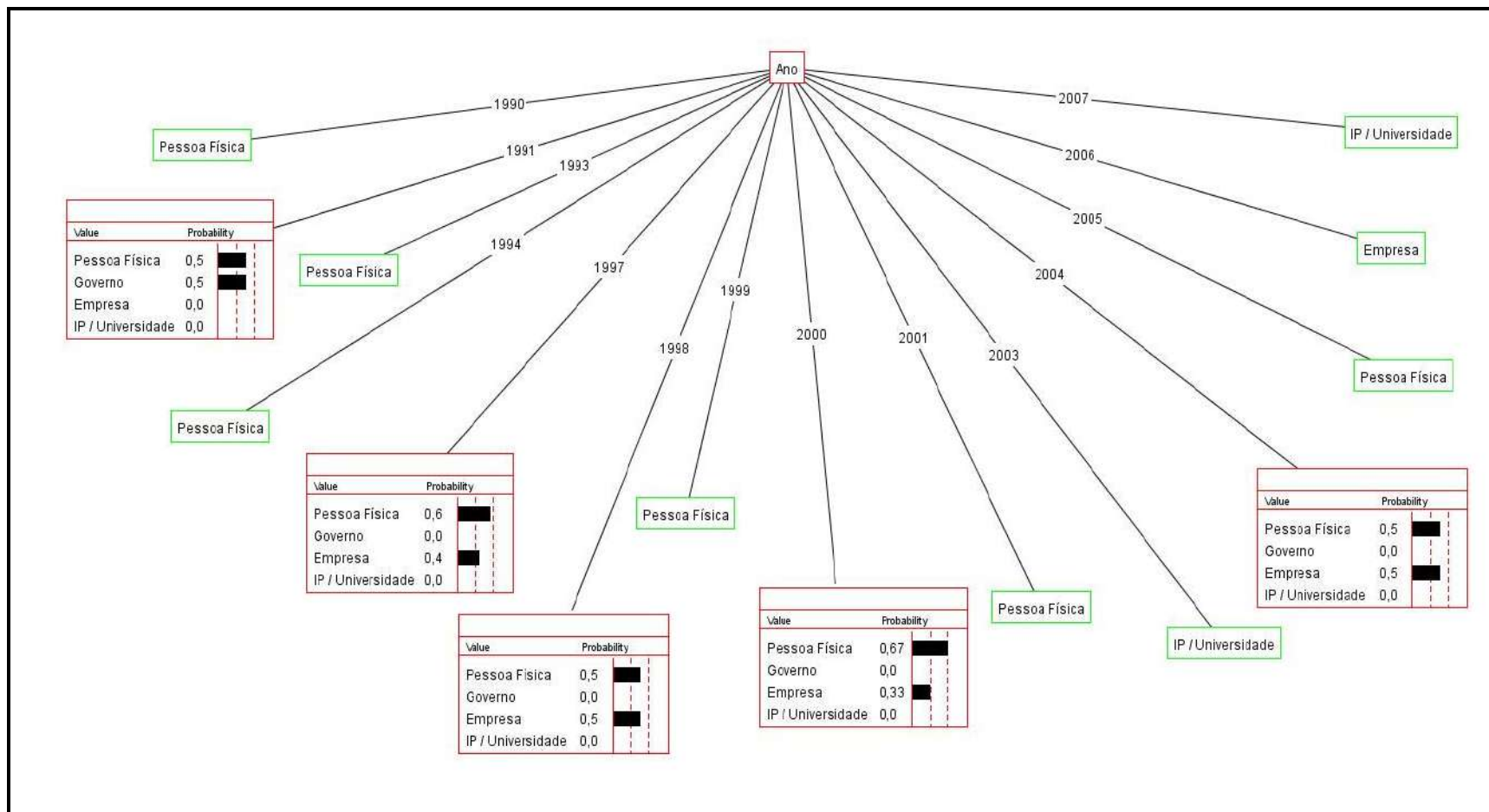


Figura 3.32 – Árvore Ano x Tipo de Depositante para a Energia Geotérmica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Decision Tree).

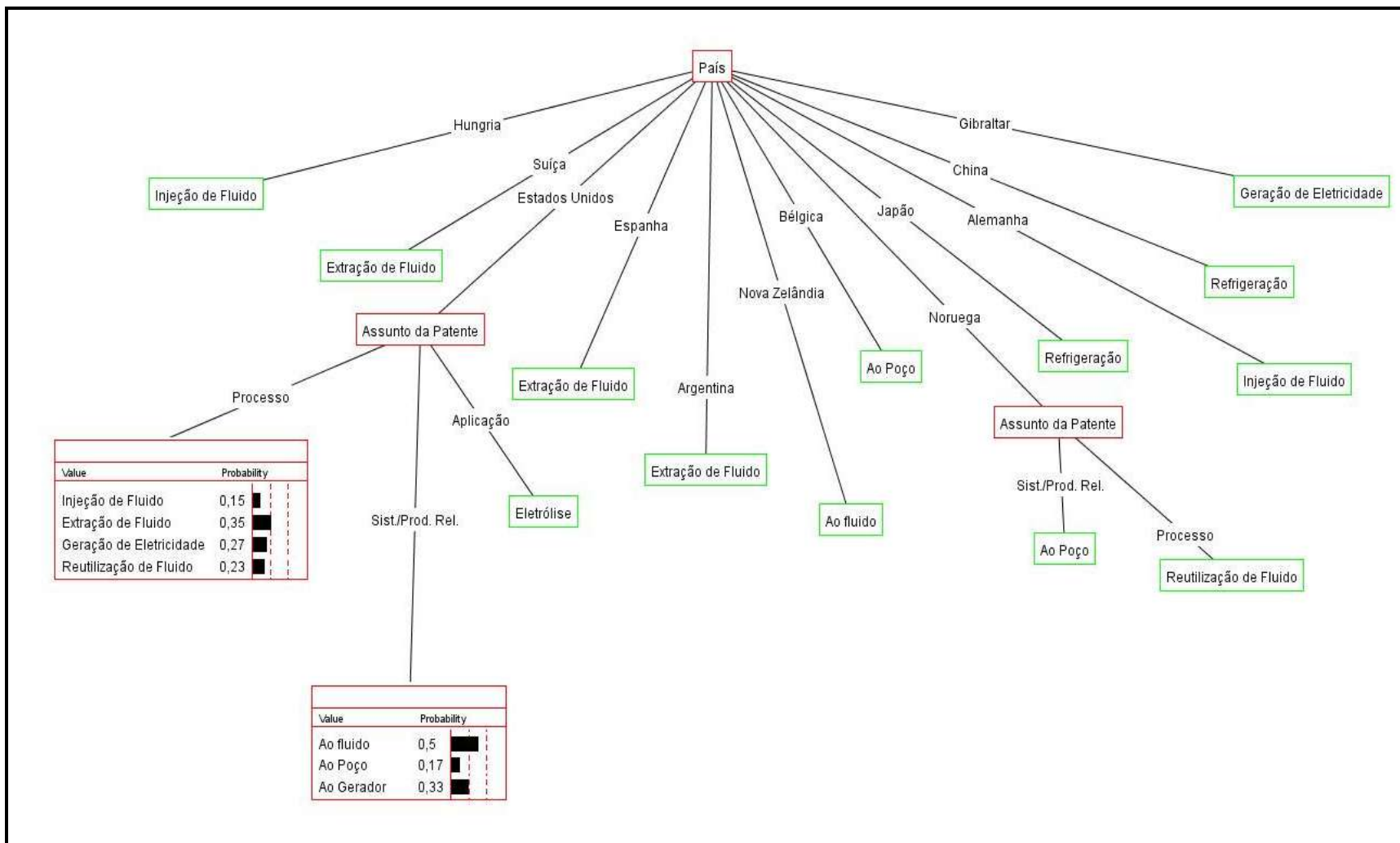


Figura 3.33 – Árvore País x Assunto x Divisões do Assunto para Energia Geotérmica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Decision Tree).

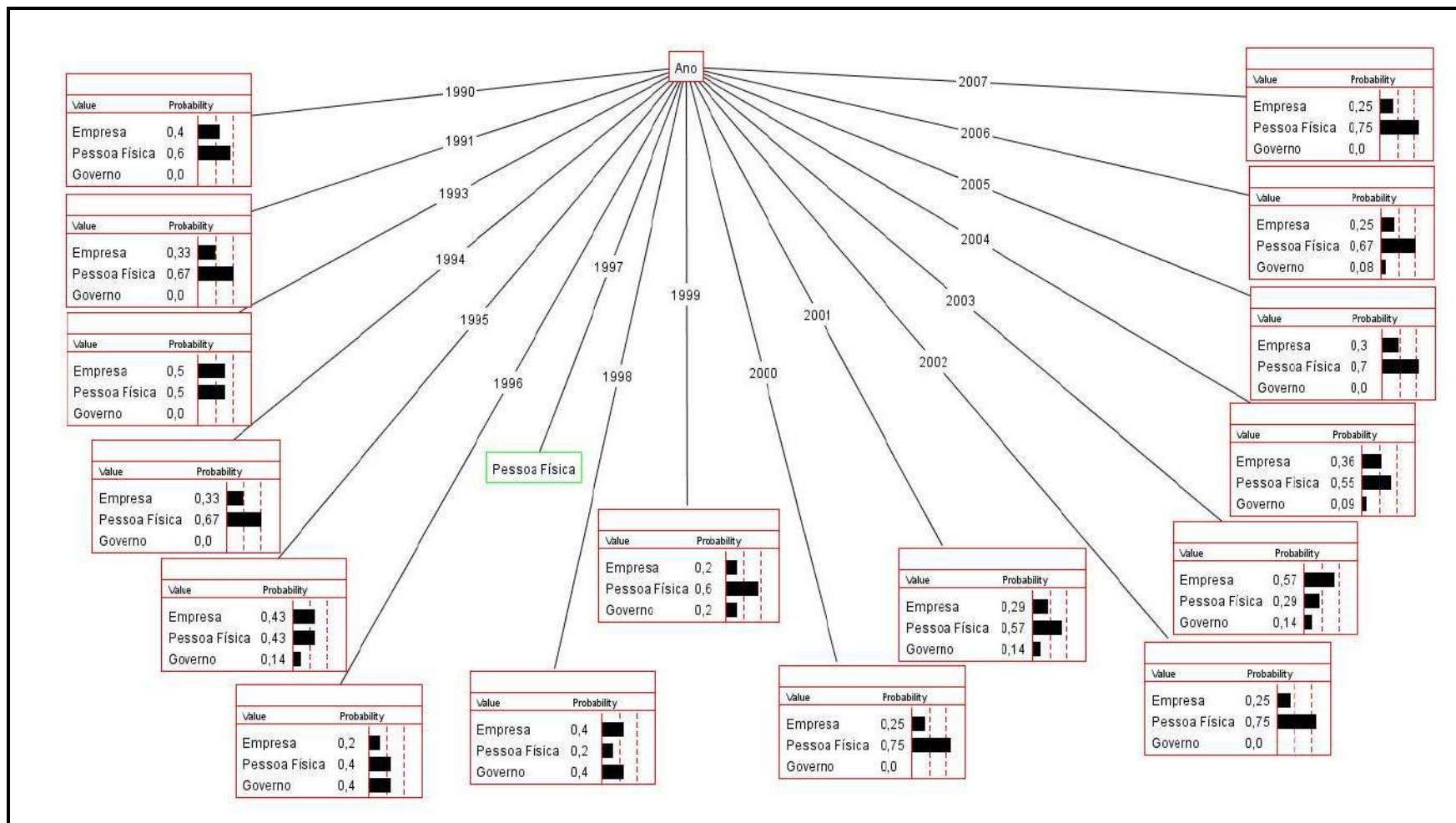


Figura 3.34 – Árvore Ano x Tipo de Depositante para a Energia Hídrica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Decision Tree).

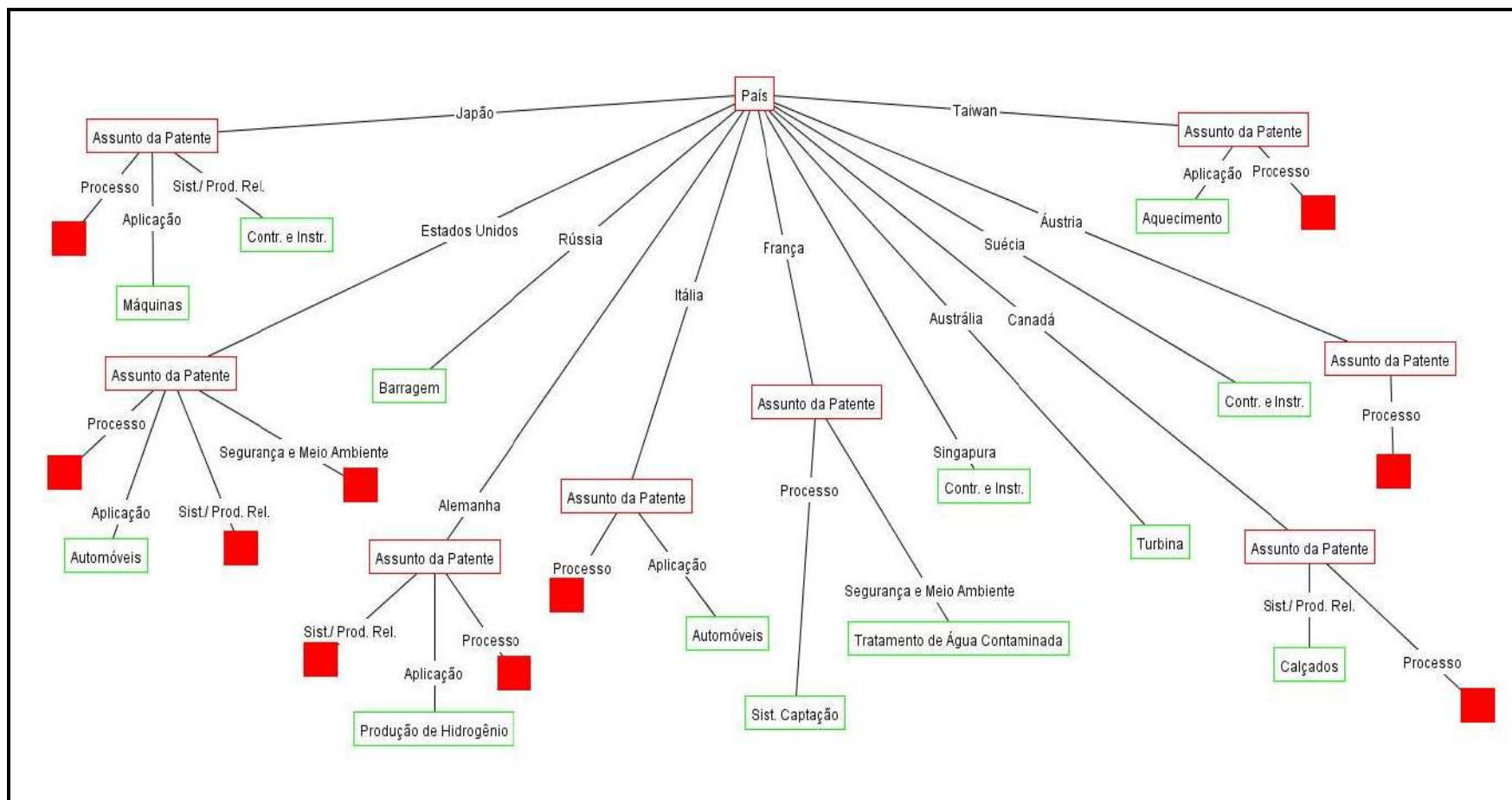


Figura 3.35 – Árvore País x Assunto x Divisões do Assunto para a Energia Hídrica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Decision Tree).

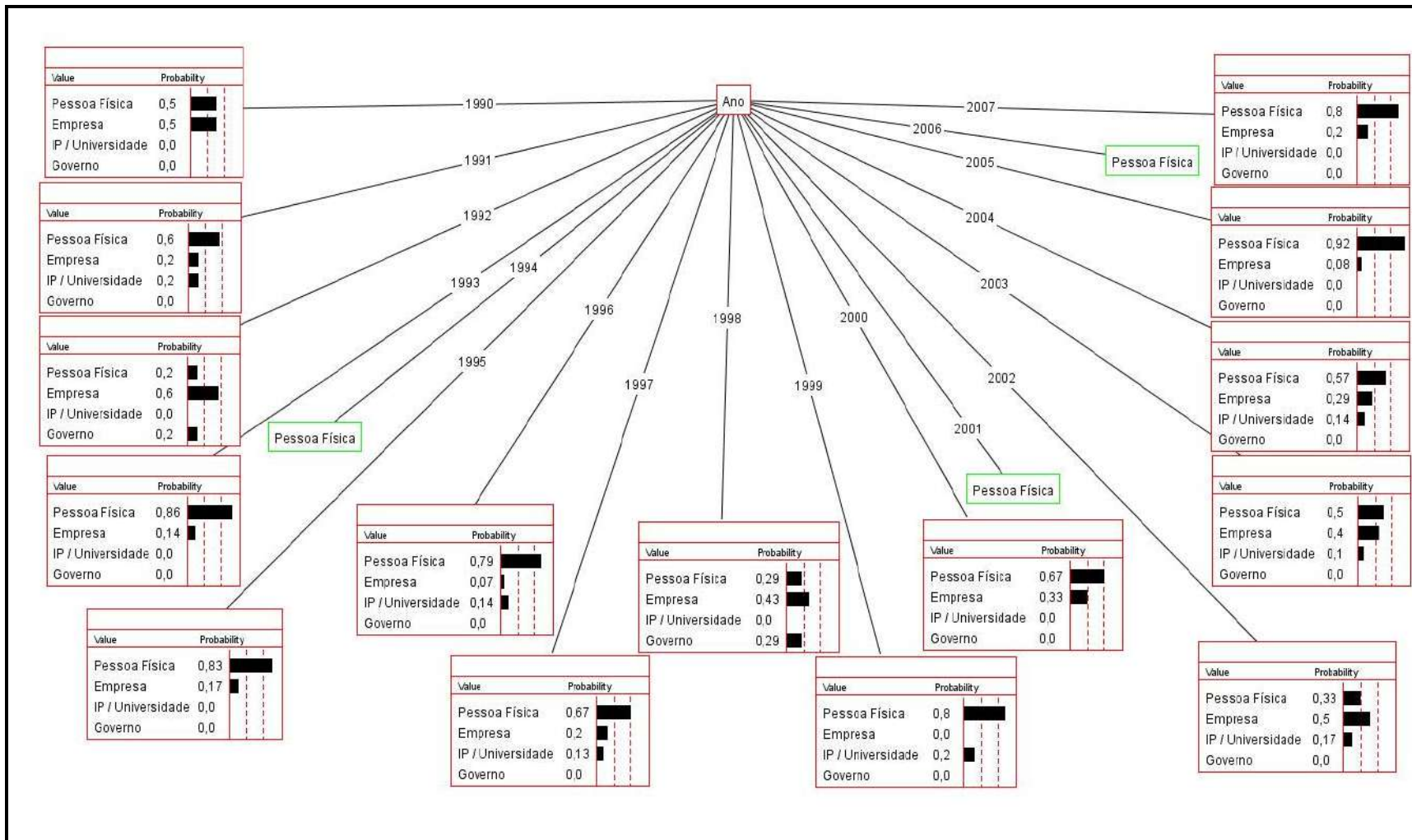


Figura 3.36 – Árvore Ano x Tipo de Depositante para a Energia Solar. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Decision Tree).







### 3.4. Treemap

O Treemap é um software de interface amigável baseado na técnica de mesmo nome. Foi desenvolvido em 2003 na Universidade de Maryland, EUA. A representação dos dados é realizada a partir de uma abordagem diferente, utilizando o espaço da tela para representar elementos de informação, ao invés de utilizar objetos geométricos. No Treemap, uma estrutura hierárquica, como a árvore de diretórios um sistema, é representada pela subdivisão sucessiva do espaço de tela (LUZZARDI, 2004).

A representação dos atributos particulares de cada diretório, ou seja, cada elemento que compõe a estrutura hierárquica do sistema, é feita a partir de cores e tamanhos. Este último é especialmente útil na representação de variáveis que podem ser decompostas hierarquicamente. Desta forma, o atributo tamanho pode ser usado para organizar os elementos de forma que os que contenham informações de maior importância sejam colocados em regiões maiores do que aqueles de menor importância. Isto torna possível a comparação da relevância dos elementos pelo tamanho de suas representações (ALMEIDA, 2003). A figura a seguir ilustra uma representação em que o atributo tamanho organiza os elementos de acordo com sua importância.

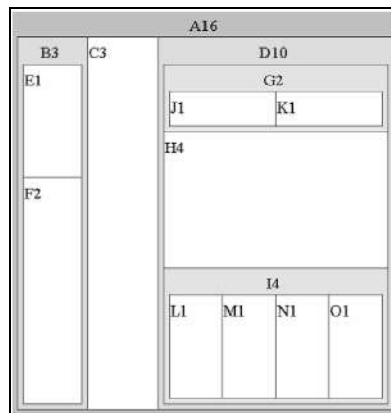


Figura 3.38 – Representação Hierárquica de Atributos Através de Cores e Tamanhos

#### 3.4.1. O Software Treemap

As funcionalidades do Treemap estão disponíveis na tela inicial, mostrada na figura a seguir.

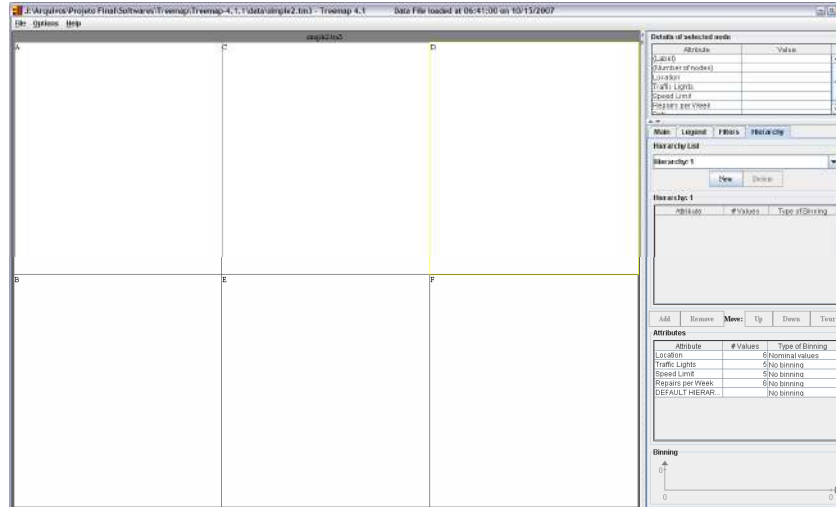


Figura 3.39 – O Programa Treemap

A maior parte da tela é ocupada pela área onde a árvore fica representada. Ao lado direito da tela, reúnem-se todas as ferramentas de configuração da árvore. Através delas é possível:

- Mudar a disposição dos elementos na tela, mesmo com a ausência de hierarquia;
- Estabelecer hierarquias, a fim de organizar os elementos em pequenos grupos;
- Classificar os elementos, de acordo com seus atributos, em diferentes cores e tamanhos;
- Fazer uso de filtros e então isolar grupos de elementos com atributos em comum.
- Utilizando o conjunto de informações sobre a escolha dos produtos A, B ou C, expostas na Tabela 3.9, é possível criar no Treemap uma série de gráficos, onde os atributos são relacionados a partir de cores e legendas.

A Figura 3.40, mostra os elementos, dispostos hierarquicamente com relação aos produtos A, B ou C, com a legenda indicando o sexo do consumidor.

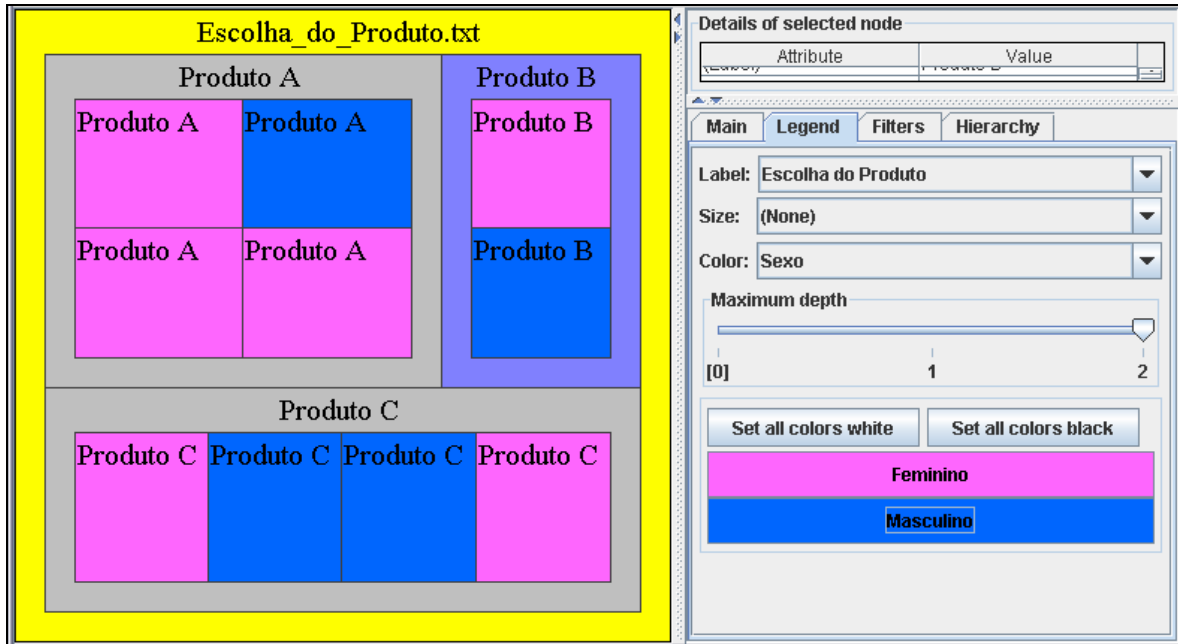


Figura 3.40 – Escolha do Produto de Acordo com o Sexo do Consumidor

Para uma análise de escolha dos produtos relacionados com o nível de renda dos consumidores, é exibido o gráfico a seguir:

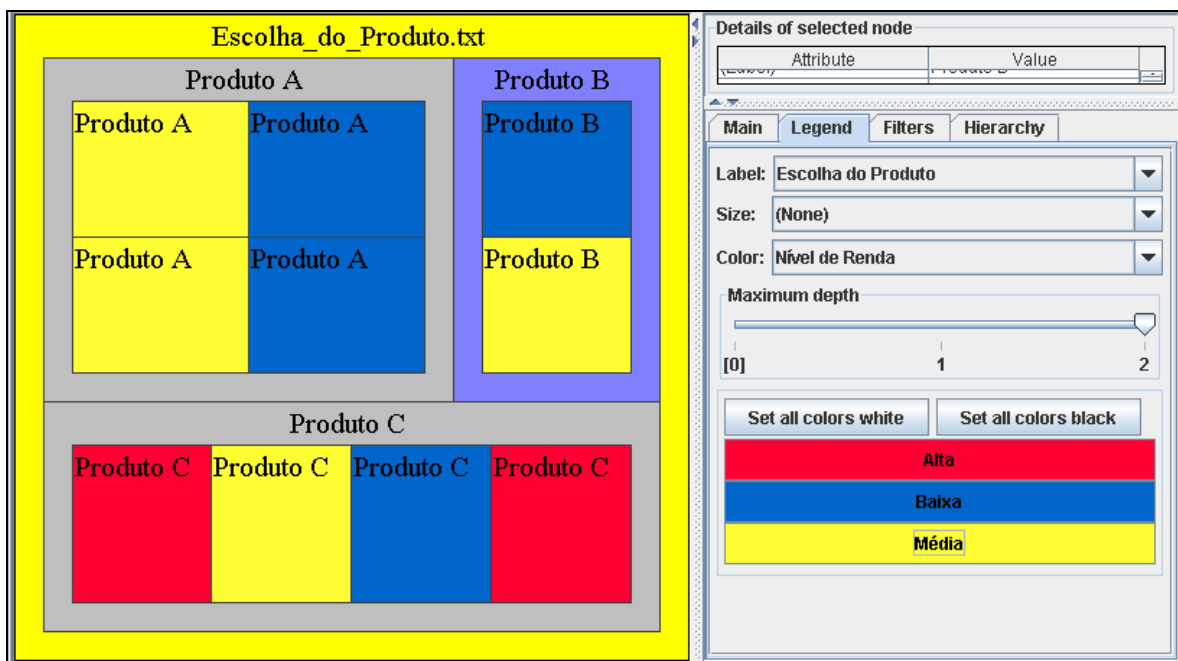


Figura 3.41 – Escolha do Produto de Acordo com o Nível de Renda do Consumidor

Com estes gráficos, verifica-se a elevada flexibilidade do Treemap, além de sua alta capacidade de examinar atributos específicos de um aglomerado de informações, ao contrário do Decision Tree, que é mais adequado para a apresentação de uma visão geral



de um grupo de dados. Logo, o uso conjunto destes softwares pode ser muito vantajoso, pois possibilitará uma análise completa dos resultados de uma prospecção tecnológica, criando mapas de conhecimento bastante abrangentes.

### 3.4.2. Resultados

Este software foi utilizado para, assim como o Decision Tree, cruzar informações previamente analisadas isoladamente. Neste software, os dados são tratados como unidades que se agrupam de acordo com suas semelhanças. É possível também no Treemap, estabelecer hierarquias, uma hierarquia dentro de outra maior, o que possibilita uma análise mais aprofundada dos relacionamentos. A partir das análises é possível extrair uma vasta quantidade de informações, e apenas algumas, para de ilustração do mecanismo de uso e interpretação do software, serão citadas. Nesta pesquisa, foram realizadas duas representações gráficas no Treemap para cada energia:

- País x Área de Atuação das Empresas x Assunto da Patente: esta análise mostrará que assuntos interessam a que empresas em cada país. A hierarquia é decrescente, de modo que o país será hierarquicamente maior que a área de atuação das empresas e o assunto da patente será a unidade de informação. Desta forma, cada quadrado representado no Treemap será um único assunto tratado nas patentes (lembrando que uma patente pode tratar de mais de um assunto, e portanto, não significa que cada quadrado é uma única patente. Quando uma patente trata de dois assuntos, existirão dois quadrados para a sua representação), e a análise será feita a partir da disposição destes quadrados dentro das hierarquias.
- Assunto x Área de Atuação das Empresas: o intuito desta análise é complementar a anterior, pois enquanto que na anterior desejava-se verificar que assuntos interessavam cada ramo de atuação, nesta representação deseja-se verificar que tipos de empresa um determinado assunto atrai. Aqui, as unidades de informação (os quadrados) ainda são cada assunto tratado em uma patente, porém a informação exposta neste quadrado diz respeito ao ramo de atuação da empresa que depositou a patente que trata deste assunto. No entanto, esta representação não leva em conta a hierarquia dos países, tratando conjuntamente todas as áreas



de atuação, independente do local onde as empresas estejam localizadas. Desta forma é possível obter informações que não puderam ser visualizadas na representação anterior.

Vale dizer ainda que as patentes depositadas por pessoas físicas, instituições de pesquisa, universidades e governo não foram consideradas nesta análise.

Foram então construídas as representações encontradas no fim deste item:

Figura 3.42: País x Área de Atuação das Empresas x Assunto da Patente para o Biodiesel.

Figura 3.43: Assunto x Área de Atuação das Empresas para o Biodiesel.

Figura 3.44: País x Área de Atuação das Empresas x Assunto da Patente para o Etanol .

Figura 3.45: Assunto x Área de Atuação das Empresas para o Etanol.

Figura 3.46: País x Área de Atuação das Empresas x Assunto da Patente para as Células Combustíveis.

Figura 3.47: Assunto x Área de Atuação das Empresas para as Células Combustíveis.

Figura 3.48: País x Área de Atuação das Empresas x Assunto da Patente para a Energia Eólica.

Figura 3.49: Assunto x Área de Atuação das Empresas para a Energia Eólica.

Figura 3.50: País x Área de Atuação das Empresas x Assunto da Patente para a Energia Geotérmica.

Figura 3.51: Assunto x Área de Atuação das Empresas para a Energia Geotérmica.

Figura 3.52: País x Área de Atuação das Empresas x Assunto da Patente para a Energia Hídrica.

Figura 3.53: Assunto x Área de Atuação das Empresas para a Energia Hídrica.

Figura 3.54: País x Área de Atuação das Empresas x Assunto da Patente para a Energia Solar.

Figura 3.55: Assunto x Área de Atuação das Empresas para a Energia Solar.

#### 3.4.2.1 – Biodiesel



Os assuntos abordados neste item estão analisados isoladamente nos Gráficos 2.2 e 2.4 a 2.9 do Capítulo anterior.

Com as Figura 3.42 e 3.43, é possível obter uma série de informações, tais como:

- Assuntos relacionados ao processo de obtenção do biodiesel foram tratados por todas as áreas de atuação das empresas, com exceção da área de aditivos para combustíveis. Enquanto que, era esperado que empresas do ramo de biodiesel e exploradoras de petróleo interessarem-se por este assunto específico, é surpreendente a abordagem deste assunto por empresas de produção de ácido láctico e aditivos para lubrificantes, por exemplo.
- As empresas do ramo de agronegócios dos Estados Unidos depositaram patentes exclusivamente sobre este assunto, provavelmente identificando um potencial de consumo das matérias-primas produzidas por elas. Por outro lado, as empresas deste mesmo ramo localizadas na Alemanha depositaram patentes sobre produto.
- Apenas uma empresa, do ramo de engenharia e tecnologia, localizada nos Estados Unidos, depositou patentes relacionadas à aplicação do biodiesel.
- A única patente existente sobre tratamento foi depositada por uma empresa americana produtora de biodiesel.

#### 3.4.2.2 – Etanol

Os assuntos abordados neste item estão analisados isoladamente nos Gráficos 2.11 e 2.13 a 2.18 do Capítulo anterior.

Com as Figura 3.44 e 3.45, é possível obter uma série de informações, tais como:

- Existem empresas produtoras de etanol depositantes de patentes apenas nos Estados Unidos e na Holanda, sendo que apenas a localizada nos Estados Unidos depositou de fato patentes sobre o processo de produção do etanol.
- Somente nos Estados Unidos existem empresas exploradoras de petróleo que depositaram patentes sobre o etanol, todas sobre processo.



- As empresas de energia depositaram patentes sobre todos os assuntos relacionados ao etanol, o que é um ótimo indicativo da viabilidade de seu uso como energia renovável.
- Analisando a Figura 3.45, percebe-se que todos os assuntos relacionados ao etanol atraem no mínimo três áreas de atuação, o que mostra este é um mercado bastante rico para muitos tipos de empresa.

#### 3.4.2.3 – Células Combustíveis

Os assuntos abordados neste item estão analisados isoladamente nos Gráficos 2.20 e 2.22 a 2.30 do Capítulo anterior.

Esta é sem dúvida a energia com maior número de depósitos por parte das empresas. Pelo grande volume de dados, foi necessário omitir a informação escrita de cada quadrado, porém isso não causa de forma alguma qualquer prejuízo na compreensão, pois todos os dados poderão ser identificados com o auxílio das legendas. A análise desta energia encontra-se nas Figura 3.46 e 3.47, de onde se averiguou as seguintes afirmações:

- Uma observação interessante nos dois gráficos é a que diz respeito às empresas automobilísticas. Interessadas principalmente na aplicação da célula combustível em seus carros, ainda assim se vê como regra geral que as mesmas possuem muitas patentes em todos os assuntos, principalmente nos sistemas/produtos relacionados às células. Uma justificativa para isto seria o fato de estas empresas julgarem mais vantajoso produzir as células ao invés de adquirirem de terceiros. Outra justificativa é a de as células combustíveis dentro de automóveis necessitarem de muitos sistemas tais como refrigeração e controle de outras variáveis.
- As empresas do setor de eletrônicos depositaram mais patentes sobre o processo de obtenção de energia através das células do que sua aplicação em si, como era o esperado.
- Empresas do ramo de combustíveis depositaram patentes tratando exclusivamente deste tema, como era suposto.



- Empresas fabricantes de equipamentos depositaram patentes apenas sobre o processo, o que pode ser justificado pelo interesse de fornecer equipamentos para produtores de energia de células combustíveis.

#### 3.4.2.4 – Energia Eólica

Os assuntos abordados neste item estão analisados isoladamente nos Gráficos 2.32 e 2.34 a 2.42 do Capítulo anterior.

A análise desta energia encontra-se nas Figura 3.48 e 3.49, de onde verificou-se as seguintes afirmações:

- Apenas uma empresa depositou patentes relacionadas a possíveis aplicações da energia eólica, e esta empresa é americana, fabricante de equipamentos.
- As empresas fabricantes de equipamentos de todo o mundo interessam-se principalmente pelo processo de obtenção de energia eólica, possivelmente por identificar nesta atividade uma fonte de lucro com o fornecimento de componentes do sistema de geração de energia eólica.
- As empresas aeronáuticas depositaram patentes que tratam exclusivamente de sistemas relacionados à produção de energia eólica.
- Ao invés de tratarem de assuntos relacionados à aplicação da energia eólica, as empresas de produtos eletrônicos depositaram patentes sobre processo e sistemas/produtos relacionados ao processo.

#### 3.4.2.5 – Energia Geotérmica:

Os assuntos abordados neste item estão analisados isoladamente nos Gráficos 2.44 e 2.46 a 2.50 do Capítulo anterior.

Esta é a energia com menor número de depósitos realizados pelas empresas. As Figura 3.50 e 3.51 foram analisadas e foram obtidas, entre outras, as seguintes informações:

- A empresa exploradora de petróleo depositou uma patente tratando de sistemas relacionados à energia geotérmica, e não sobre processo. Isto pode ser um indicativo de que as empresas deste ramo não identificam esta energia como um





possível substituto aos combustíveis fósseis, ao contrário do que ocorre com o biodiesel e o etanol, por exemplo.

- Apesar da maioria das patentes tratar sobre o processo de obtenção da energia geotérmica (Gráfico 2.47), assuntos sobre sistemas e produtos relacionados ao processo é que atraem um maior número de áreas de atuação diferentes.
- Nenhuma empresa depositou patentes falando sobre as possíveis aplicações sobre a energia geotérmica, o que se torna uma prova da complexidade de sua utilização.

#### 3.4.2.6 – Energia Hídrica:

Os assuntos abordados neste item estão analisados isoladamente nos Gráficos 2.52 e 2.54 a 2.59 do Capítulo anterior.

Aqui também foram omitidas as informações escritas dos quadrados, sem prejuízo da compreensão. Com a observação das Figuras 3.52 e 3.53 foram coletadas as seguintes informações:

- As empresas de automação, energia e equipamentos são as que mais se preocupam com assuntos e produtos relacionados ao processo de obtenção de energia hídrica. As empresas de automação identificam neste assunto potenciais de lucro com o fornecimento de instrumentos de medição e controle e as empresas de equipamentos enxergam clientes para seus filtros para retenção de sólidos e aeradores, por exemplo.
- Curiosamente, uma empresa do ramo de alimentos possui depósito de patentes tratando do processo de obtenção de energia hídrica.
- Segurança e meio ambiente atraem somente empresas do ramo de energia, engenharia e equipamentos. As empresas de automação não depositaram nenhuma patente sobre o assunto apesar de muitas delas fabricarem detectores e válvulas, que identificam e atuam sobre vazamentos de água contaminada e emissões de gases, pertinentes a esta classe de assuntos.



- As empresas depositantes de assuntos relacionados às aplicações da energia hídrica são de eletrônicos e energia. Um resultado decepcionante comparado à atual disseminação do uso desta energia.

#### 3.4.2.7 – Energia Solar:

Os assuntos abordados neste item estão analisados isoladamente nos Gráficos 2.61 e 2.63 a 2.69 do Capítulo anterior.

Das Figuras 3.55 e 3.55 foram retiradas as seguintes informações:

- As empresas de equipamentos depositaram principalmente patentes sobre um ou mais componentes do sistema de geração de energia solar, o que era já esperado, pois são estas empresas que fornecem estes componentes.
- Todas as empresas tratando de sistemas ou produtos relacionados à energia solar são americanas, do ramo de energia ou equipamentos.
- As empresas produtoras de gás natural trataram exclusivamente de aplicações da energia solar, possivelmente da dessorção do solo e consequente obtenção de gás.
- Esta é a energia, em comparação com as demais (exceto as células combustíveis e etanol), possui depósitos de muitas empresas tratando das suas aplicações: eletrônicos, energia, equipamentos, fibras óticas e gás natural. Isso é um indicativo da flexibilidade de uso da energia solar em diversas aplicações.



Figura 3.42 – País x Área de Atuação das Empresas x Assunto da Patente para o Biodiesel. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Treemap).

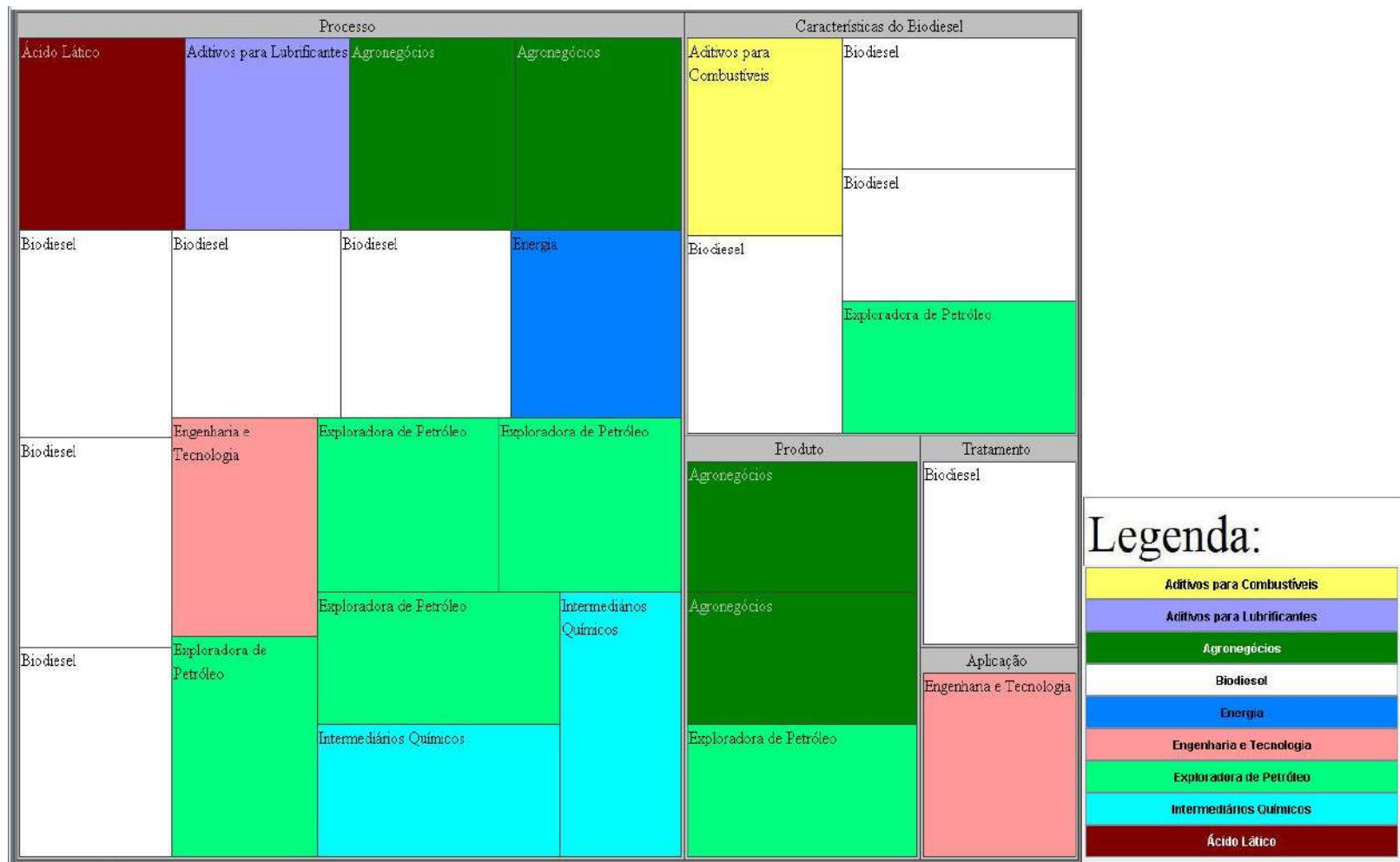


Figura 3.43 – Assunto x Área de Atuação das Empresas para o Biodiesel. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Treemap).

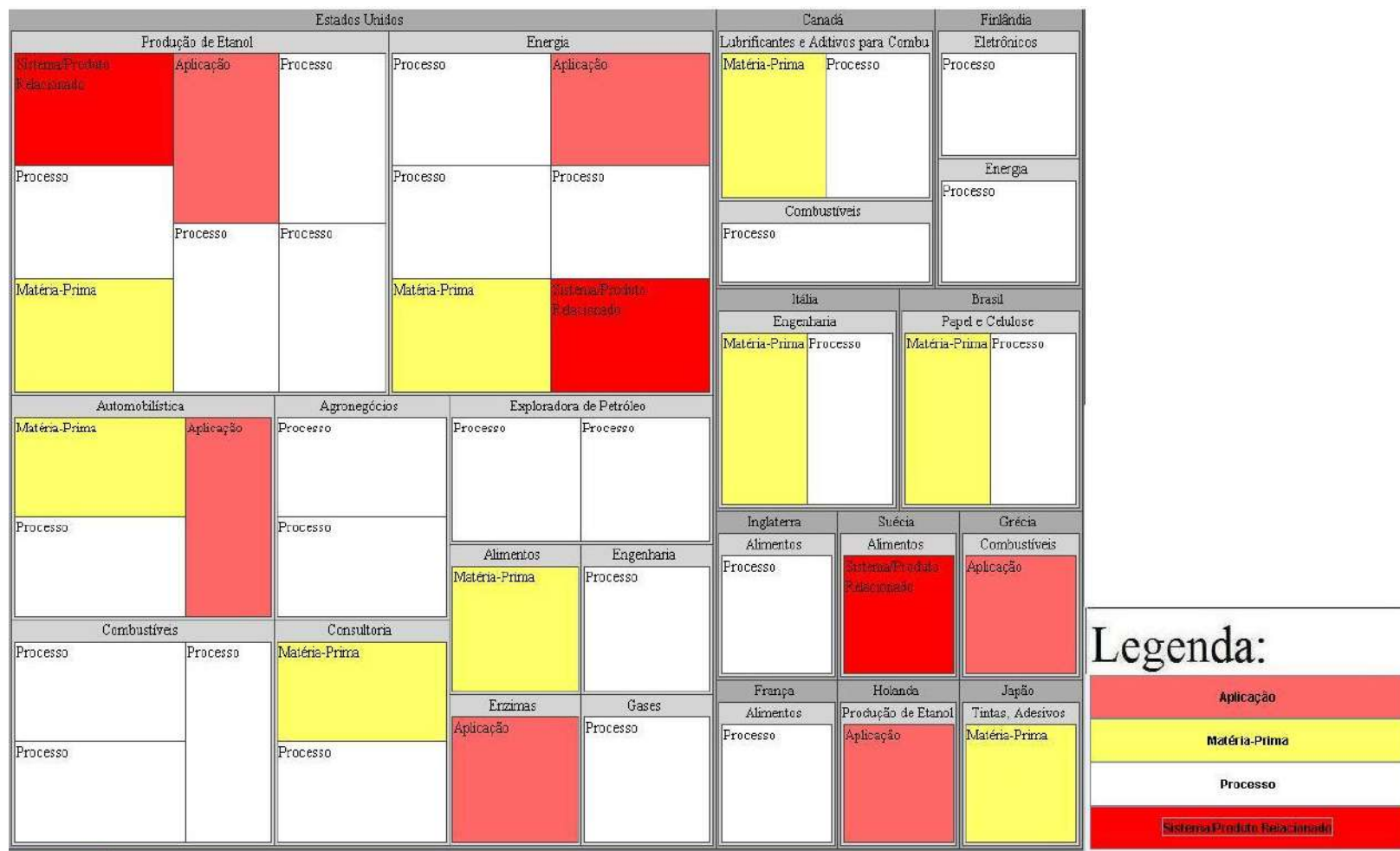


Figura 3.44 – País x Área de Atuação das Empresas x Assunto da Patente para o Etanol. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Treemap).



Figura 3.45 – Assunto x Área de Atuação das Empresas para o Etanol. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Treemap).



Figura 3.46 – País x Área de Atuação das Empresas x Assunto da Patente para as Células Combustíveis. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Treemap).

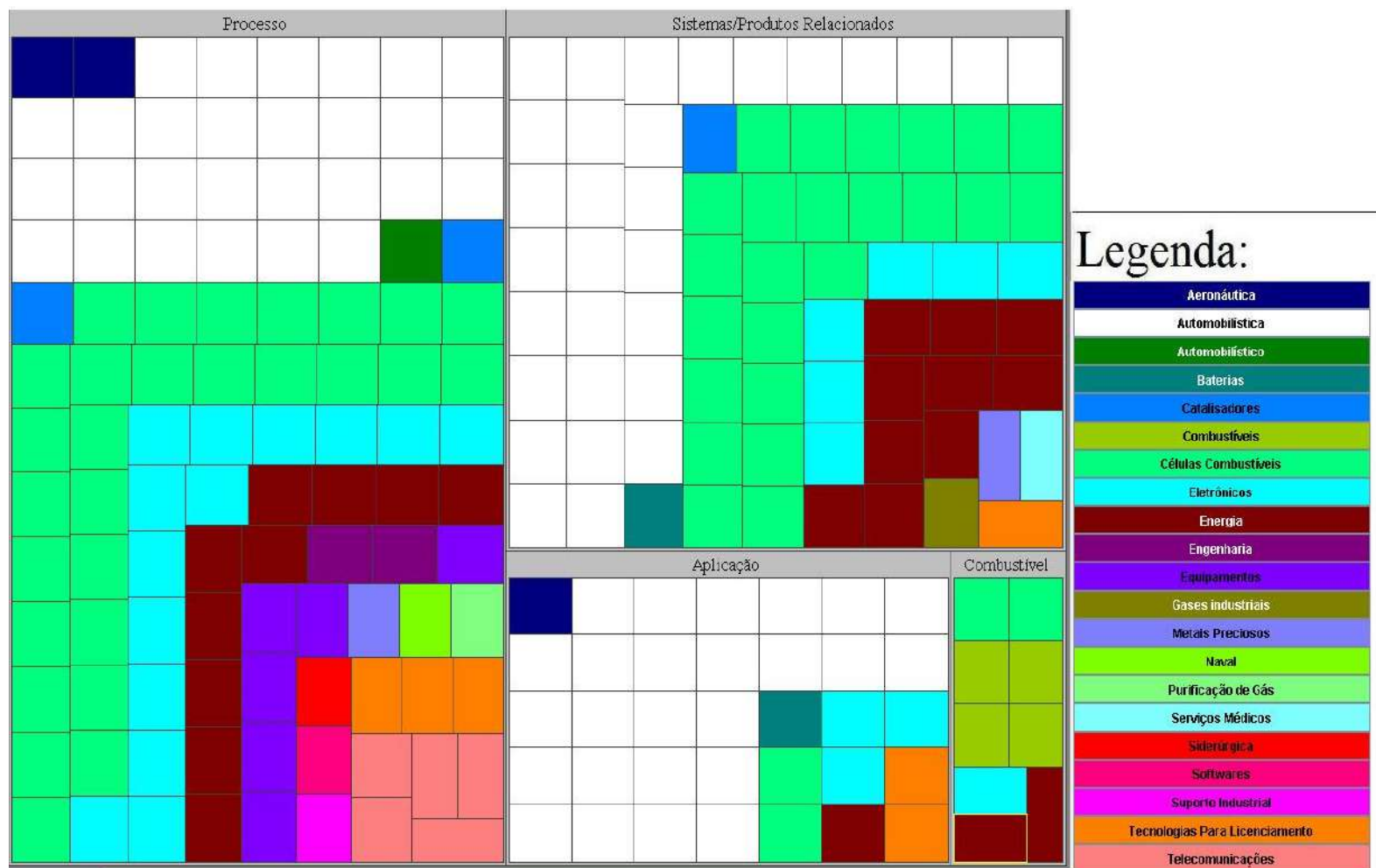


Figura 3.47 – Assunto x Área de Atuação das Empresas para as Células Combustíveis. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Treemap).





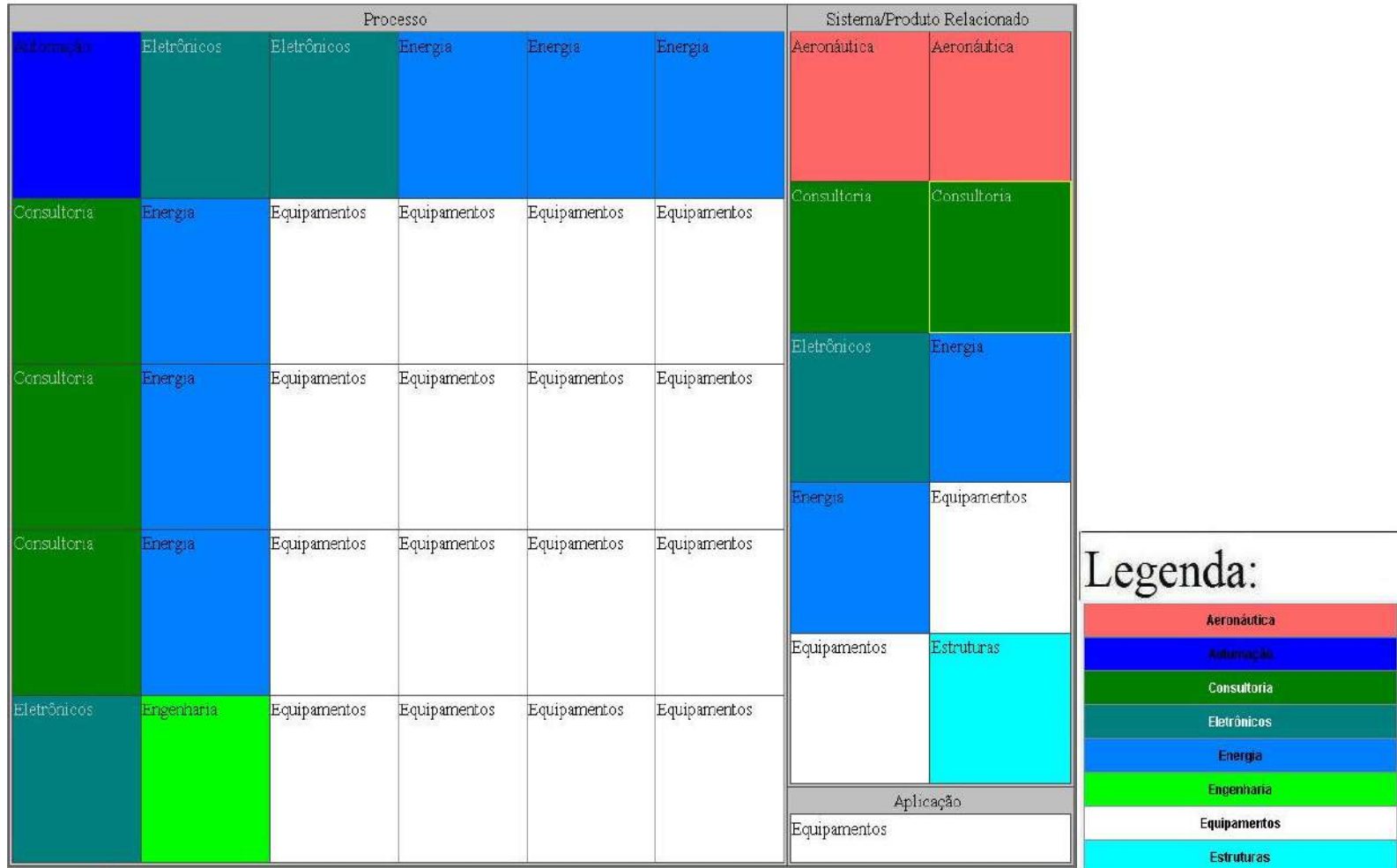


Figura 3.49 – Assunto x Área de Atuação das Empresas para a Energia Eólica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Treemap).



Figura 3.50 – País x Área de Atuação das Empresas x Assunto da Patente para a Energia Geotérmica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Treemap).

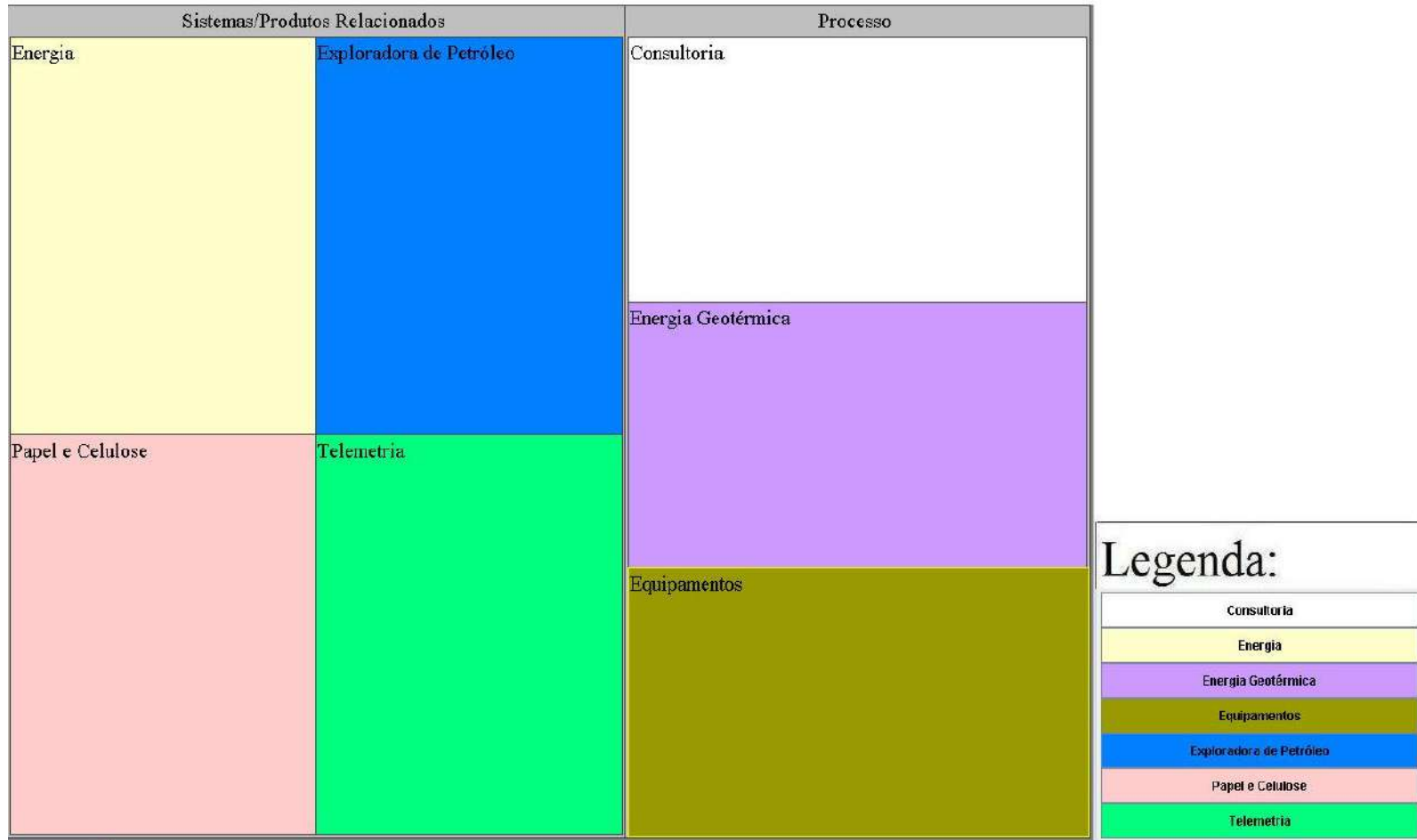


Figura 3.51 – Assunto x Área de Atuação das Empresas para a Energia Geotérmica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Treemap).

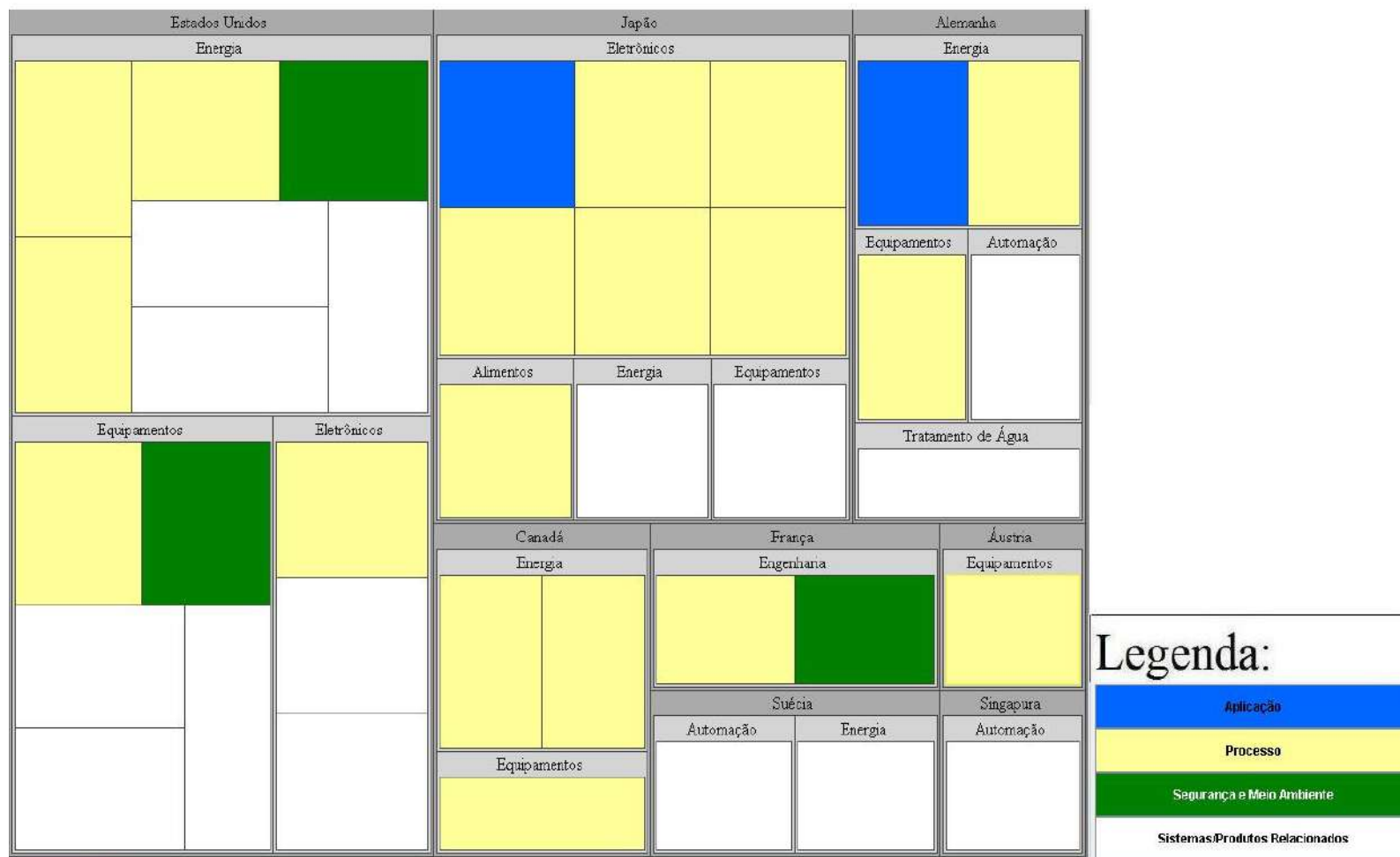


Figura 3.52 – País x Área de Atuação das Empresas x Assunto da Patente para a Energia Hídrica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Treemap).

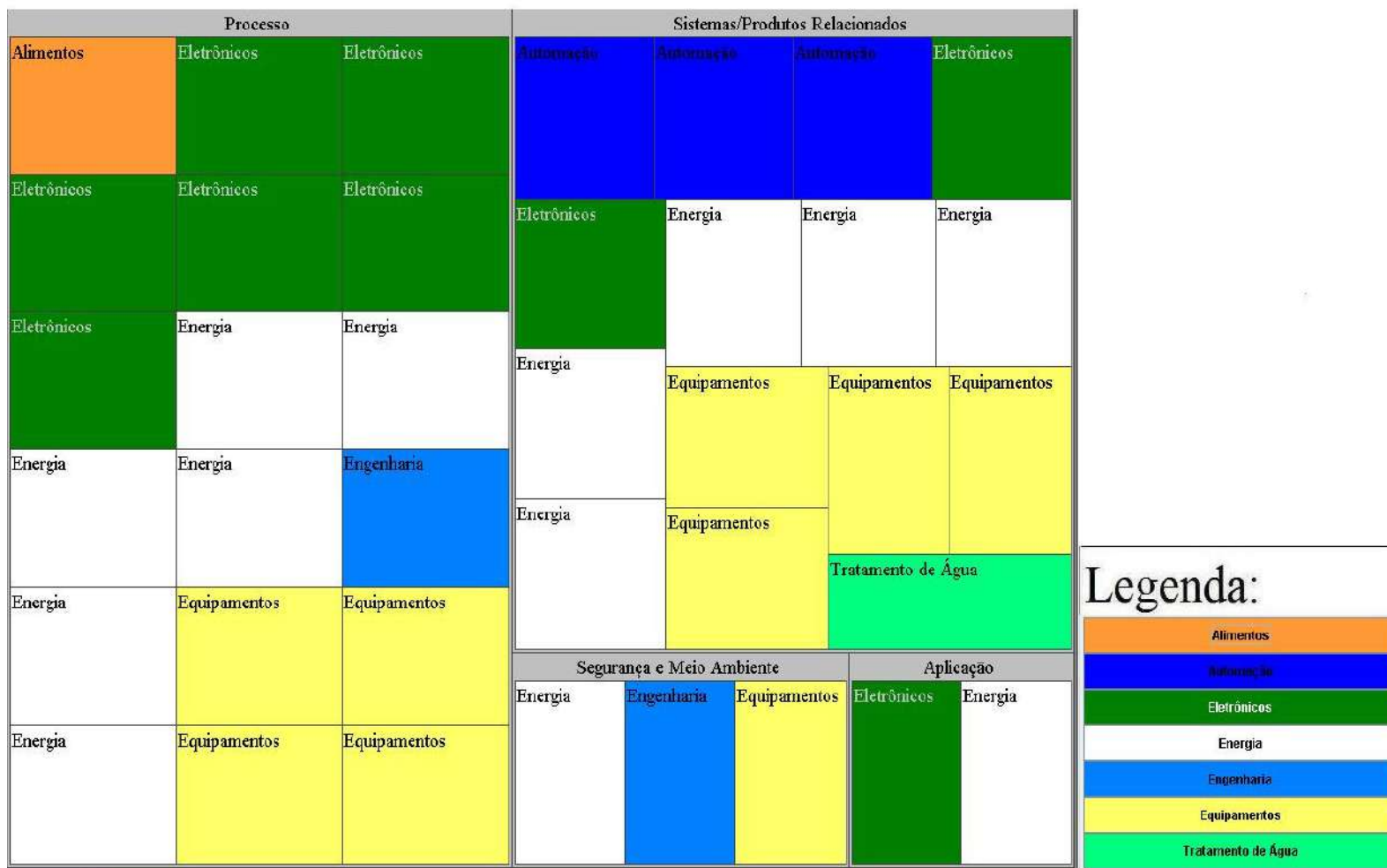


Figura 3.53 – Assunto x Área de Atuação das Empresas para a Energia Hídrica. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Treemap).



Figura 3.54 – País x Área de Atuação das Empresas x Assunto da Patente para a Energia Solar. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Treemap).

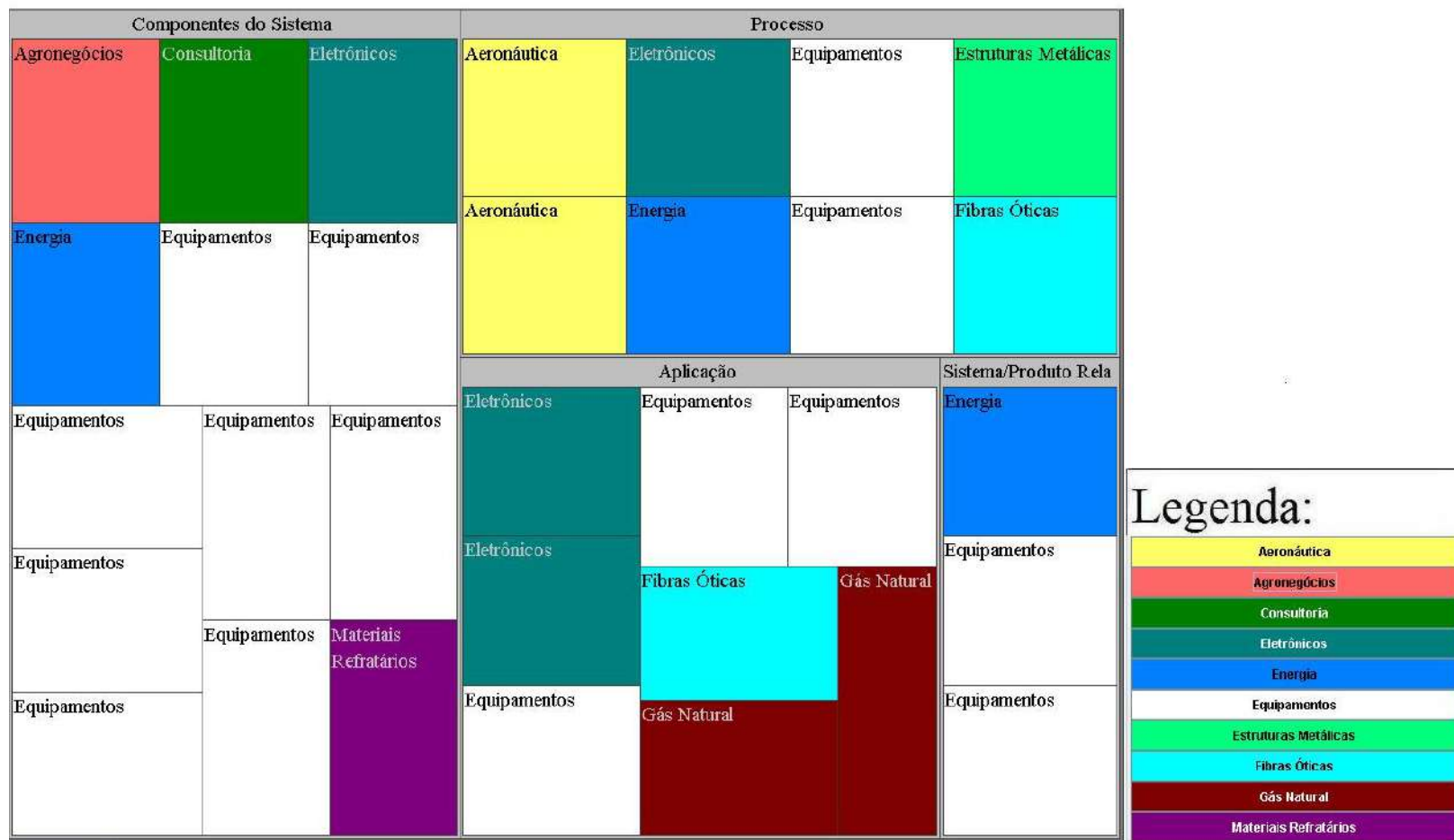


Figura 3.55 – Assunto x Área de Atuação das Empresas para a Energia Solar. Fonte: USPTO (Elaboração Própria, com Auxílio do Software Treemap).





## **4. ESTUDO DE CASO**

Conforme já citado, as energias renováveis surgem como uma fonte alternativa as energias já existentes e amplamente utilizadas: a energia elétrica proveniente das hidrelétricas ou de combustíveis fósseis.

Empresas no mundo inteiro, preocupadas em se adequar às novas leis ambientais que surgem devido ao nível avançado de danos ao meio ambiente ocasionado pela ação abusiva do homem. No Brasil, uma dessas empresas, pode-se citar como uma das maiores, que está incluída nesse contexto é a PETROBRÁS que surge como um grande exemplo a ser seguido.

A PETROBRÁS exibe em seu código de ética alguns pontos importantes tais como o desenvolvimento de programas visando maximizar sua eficiência energética e o uso de energias renováveis, bem como a promoção do uso sustentável de água, petróleo, gás natural e energia, a redução do consumo, a reciclagem de materiais, a redução da geração de resíduos sólidos e da emissão de gases poluentes, o que mostra sua preocupação com o meio ambiente.

Em seguida serão mostradas algumas aplicações da PETROBRÁS com relação a algumas das energias renováveis já comentadas anteriormente.

### **4.1. Um grande histórico em energias renováveis**

É possível citar alguns exemplos das muitas utilizações, bem como desenvolvimento da tecnologia de energias renováveis. O primeiro desses exemplos foi aplicado à fórmula 1.

Em 1998, ela decidiu desenvolver para a equipe inglesa de fórmula 1 (F-1) Williams um combustível com alta tecnologia e fazer com que o motor atingisse a sua melhor performance nos treinos e provas. Desde então, a PETROBRÁS se responsabilizaria por todo o combustível utilizado nas corridas e nos testes da equipe.

Tão importante quanto à exposição da marca PETROBRÁS em todo o mundo, era a oportunidade de utilizar a F-1 como um grande laboratório para o desenvolvimento de novos produtos e de alta tecnologia, como foi o caso da gasolina Podium, que acabou se



transformando no melhor combustível disponível hoje no Brasil e na Argentina, apoiando a estratégia de internacionalização da empresa com a conquista de novos mercados.

Após essa conquista, ela desenvolveu uma gasolina com adição de biocombustíveis, cumprindo uma determinação da Federação Internacional de Automobilismo (FIA). Mais uma vez, a PETROBRÁS saiu na frente e foi a primeira petroleira com presença na F-1 a anunciar o lançamento da biogasolina para a categoria, realizado no dia 14 de outubro de 2007, no Rio de Janeiro.

Dentre as várias pessoas que participaram do processo que culminou nesse momento histórico estava o engenheiro Rogério Gonçalves, coordenador-técnico da gasolina da PETROBRÁS para a F-1.

Segundo Rogério Gonçalves, logo após a manifestação pelo presidente da FIA do interesse de que se passasse a utilizar biocombustíveis na F-1, a PETROBRÁS iniciou os estudos para uma possível obrigatoriedade de sua utilização em mistura na gasolina denominada F1. Várias reuniões foram realizadas entre o Formula One Fuels Advisory Panel (FOFAP) – grupo que congrega as empresas que fornecem gasolina para a F-1 – e a FIA e desde o início do ano foi aprovada a obrigatoriedade de utilização de pelo menos 5,75% de oxigenados de origem renovável em mistura à gasolina da F-1 a partir da temporada 2008.

Rogério ainda cita que as novas tecnologias desenvolvidas pela PETROBRÁS para o combustível da Fórmula 1 têm aplicação imediata na elaboração das gasolinas comerciais. Todo o conhecimento adquirido nesse processo tem influência direta ou indireta nos combustíveis a serem utilizados comercialmente num futuro próximo. Uma comprovação disso é que hoje a especificação da gasolina da Fórmula 1 é a mesma a ser aplicada para as gasolinas comerciais da Europa no ano 2009. Outro exemplo é a gasolina Podium, como já citada, desenvolvida a partir do trabalho na F-1 e que acabou se tornando disponível para consumo doméstico hoje no Brasil.

#### **4.2. Um ônibus híbrido nos Jogos Pan-Americanos**

O protótipo de um ônibus híbrido solar começou a trafegar durante os Jogos Pan-Americanos 2007. O veículo, resultado de um projeto coordenado pelas gerências de Gás e Energia (PDEDS/GEN) e de Desempenho de Produtos em Motores (PDAB/DPM) da



PETROBRÁS, em parceria com a empresa Eletra Industrial, utiliza uma fonte de energia renovável e reduz significativamente a emissão de CO<sub>2</sub> e outros poluentes.



Figura 4.1 – Ônibus híbrido. Fonte: PETROBRÁS, 2007.

Atendendo a uma demanda da área de negócios da companhia, o ônibus entrou em operação a fim de demonstrar o potencial de aplicação de fontes renováveis de energia. Sua função durante o Pan foi transportar convidados da Petrobras na Vila Pan-Americana. Após o Pan, o veículo agora servirá à força de trabalho do Cenpes, fazendo o trajeto Cenpes-Incubadora-UFRJ, no horário padrão, conforme sugerido pelo setor de Serviços Compartilhados.

O trabalho começou no início de 2006, depois da aprovação do projeto no Comitê Tecnológico Operacional (CTO). Após participar do Congresso Mundial de Energia na Austrália, onde foi apresentado um barco solar com painéis fotovoltaicos, a PETROBRÁS teve a idéia de construir um veículo híbrido elétrico agregando energia solar. A Eletra Industrial, empresa brasileira de fabricação de ônibus híbridos, ganhou uma licitação para fabricar o protótipo.

Por meio deste projeto, os pesquisadores do Cenpes pretendem avaliar e desenvolver um sistema híbrido de propulsão utilizando fontes renováveis. Sistemas híbridos diminuem muito o consumo de combustível e usualmente atendem aos mais rigorosos padrões de emissões. A redução de consumo, neste veículo, é obtida, principalmente, devido ao aproveitamento da energia nas frenagens e ao motor diesel, que trabalha em rotação constante dentro da faixa de maior eficiência. As fontes



renováveis utilizadas no veículo são biodiesel e energia solar, tendo ambas pouca representatividade na primeira etapa do projeto.

Além disso, o veículo supre a necessidade de fazer medidas comparativas de emissões de gases. As emissões e o rendimento do sistema são testados em função de diferentes tipos de combustíveis, como o diesel, biodiesel e diesel podium. No protótipo que foi testado, previu-se o uso de biodiesel B2 ou B5. A análise do comportamento do veículo só será iniciada após o Pan.

Um veículo híbrido pode ser comparado a um trolebus, que em vez de buscar energia na rede elétrica, gera a sua própria energia elétrica a bordo. Este ônibus híbrido solar utiliza como fontes de energia o combustível líquido (diesel) e a energia solar, sendo que esta inicialmente representa uma pequena parcela, entre 1% e 2%, do total de energia consumida. A energia solar é proveniente de painéis fotovoltaicos dispostos no teto do veículo e conectados ao sistema elétrico.

Neste sistema, um gerador elétrico acionado por um motor diesel gera toda a energia necessária para o deslocamento do veículo. Esta energia elétrica é utilizada em um motor elétrico para promover a tração do veículo, e carrega o banco de baterias. Como o motor diesel não traciona diretamente o veículo, este pode operar em rotações constantes, o que permite uma redução de consumo e também de emissões.

Tanto a energia solar quanto a energia da "frenagem regenerativa" carregam o grande banco de baterias do veículo. A soma do sistema elétrico de motor, da frenagem regenerativa, da tração elétrica e da armazenagem de energia em baterias resulta numa economia de energia de até 30%.

A PETROBRÁS tem perspectivas de projetos de desenvolvimento de baterias com maior capacidade de armazenamento da energia, o que possibilitará aumentar a parcela ainda pequena de sua contribuição no total de energia consumida. Além disso, a empresa utilizará células solares desenvolvidas com tecnologia própria, produzidas para a companhia.



### **4.3. Cenpes, uma nova visão de instalação**

Visando ampliar as opções energéticas do futuro, o Cenpes desenvolveu um projeto de geração de energia elétrica e gás de síntese através de gaseificação de biomassa. A iniciativa é desenvolvida em parceria com a Faculdade de Engenharia de Itajubá e terá dois anos de duração. O objetivo do projeto é pesquisar os parâmetros que influenciam na produção de hidrogênio e monóxido de carbono a partir da gaseificação de bagaço de cana, casca de arroz, serragem e cavaco de madeira. Atualmente, já existem pelo menos 12 plantas de gaseificação em todo o mundo funcionando com vários tipos de combustíveis.

O processo de gaseificação consiste na transformação da biomassa em gás combustível, contendo proporções variáveis de monóxido de carbono, dióxido de carbono, hidrogênio, metano, vapor de água e alcatrões. As principais vantagens da gaseificação são o combustível resultante mais limpo (na maioria dos casos, sem necessidade de realizar controle de poluição) e o aumento da produção de hidrogênio e monóxido de carbono, o que diminui, conseqüentemente, a produção de dióxido de carbono.

O maior desafio desse projeto é adequar a gaseificação para a geração de gás de síntese, ou seja, monóxido de carbono e hidrogênio, com graus de pureza avançados e baixos resíduos. Outra meta do projeto é fazer a gaseificação de forma econômica e dentro do atual contexto de incentivo às fontes renováveis, justamente porque a biomassa tem potencial de seqüestro de carbono, fator importante a partir da entrada em vigor do Protocolo de Kyoto.

A tecnologia da gaseificação entrou no foco de investimentos da Gerência de Gás e Energia porque o Brasil apresenta um amplo potencial de produção de biomassa: bagaço de cana, casca de arroz, esterco, lixo, resíduos florestais e industriais. Além de verificar parâmetros que influenciam a produção de hidrogênio e monóxido de carbono, o projeto tem como objetivo analisar os gases efluentes do processo de gaseificação. A perspectiva da PETROBRÁS é de que a biomassa substitua, futuramente, a utilização do petróleo tanto na área de síntese de petroquímicos quanto no setor de geração de energia.

Além desse projeto, existe também outro grande projeto, que transformará o Cenpes em um dos maiores complexos de pesquisa do mundo ocupando um total de 183



mil metros quadrados de terreno situado na Cidade Universitária, na Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, dando destaque mundial ao que hoje já é o maior centro de pesquisas da América Latina. A previsão desse outro projeto é para o fim de 2009.

O conjunto arquitetônico contará com o que há de mais moderno e tecnológico no que diz respeito à construção civil. Abrigará 23 prédios, 66 laboratórios, além de um inédito Centro de Realidade Virtual (CRV), com ambientes para pesquisas com simulação tridimensional, um amplo centro de convenções e um centro que integrará toda a base de processamento de dados da companhia no Rio de Janeiro. O projeto, que conta com a contribuição da USP, UFSC e Unicamp, foi inteiramente concebido em cima de características de eco eficiência e sustentabilidade. Toda a água da chuva será utilizada para irrigação de jardins e em vasos sanitários, haverá o menor consumo possível de energia, aproveitando-se o máximo possível de sombras e ventilação natural, o esgoto será tratado, além de todo o resíduo da construção ser completamente reaproveitado na própria obra (SUPERINTERESSANTE, 2007).

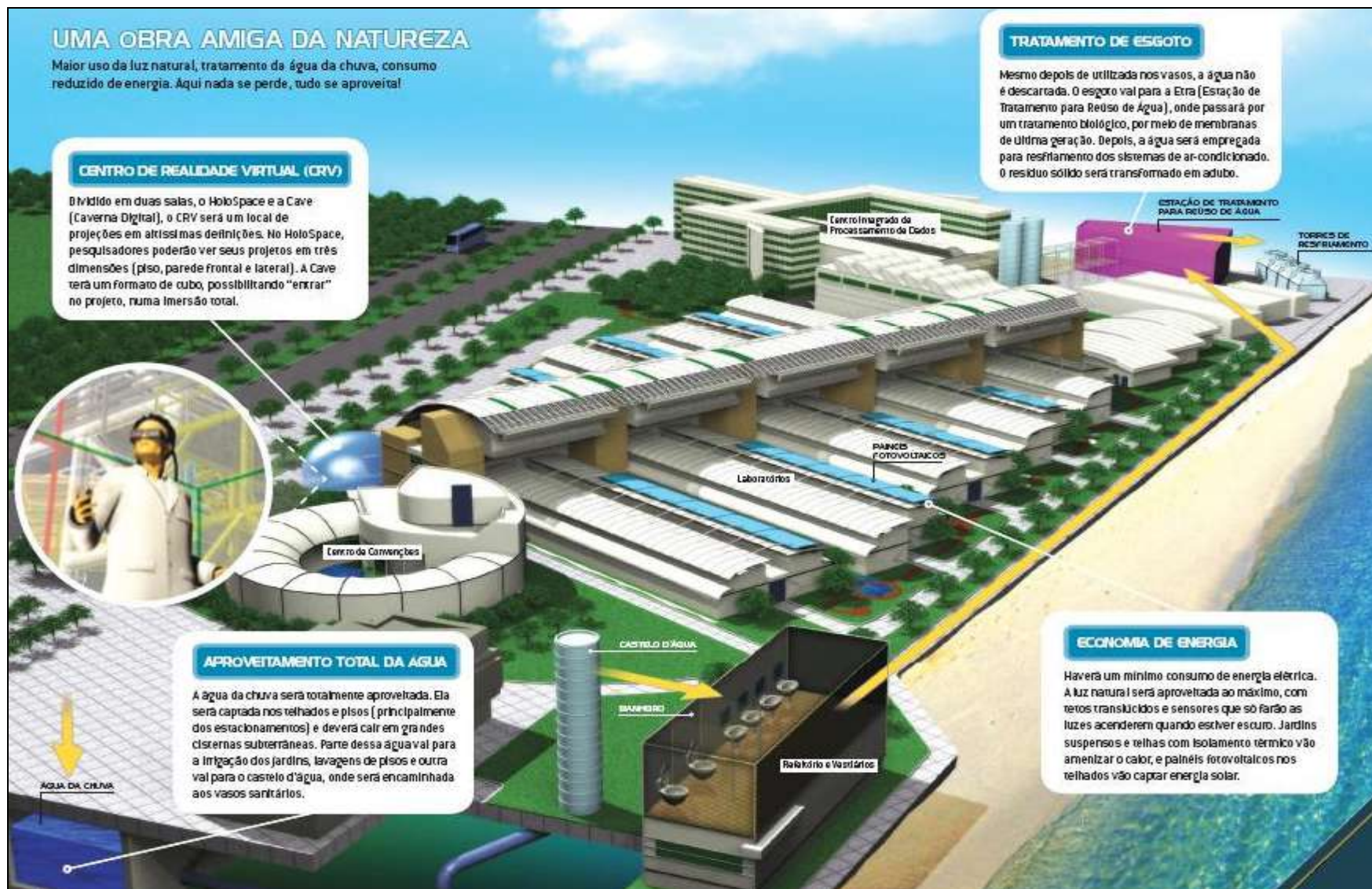


Figura 4.2 – Projeto novo Cenpes. Fonte: SUPERINTERESSANTE, 2007.



#### **4.4. Posto-Escola, uma nova visão de posto de combustível**

O Projeto Posto-Escola é formado por uma parceria entre a PETROBRÁS Distribuidora e o FUNCEFET. Entre diversos objetivos, que se enquadram na política de responsabilidade social da empresa, pode-se destacar a qualificação de jovens profissionais através do padrão PETROBRÁS de atendimento e encaminhá-los, preferencialmente, para a nossa rede de postos.

A PETROBRÁS Distribuidora inaugurou no dia 5 de agosto de 2004, a primeira unidade do Projeto Posto-Escola no Espírito Santo, em convênio de cooperação técnica e sócio-educativa profissionalizante com o Centro Federal de Educação Tecnológica (CEFET) daquele estado (PORTAL BR, 2008).

Além do aspecto social, o projeto tem como objetivo empregar a utilização de energias renováveis como um meio de economia de energia bem como servir de exemplo para a comunidade localizada nos arredores do posto. Esse objetivo é resultado da preocupação com o equilíbrio e as exigências do crescimento econômico e o meio ambiente, que resultam em pesquisas com o objetivo de usar energias renováveis em seus postos de serviço.

Consoante com o princípio do desenvolvimento sustentável, a BR já implantou o uso da energia solar, a energia eólica, o aproveitamento da água de chuva e a reciclagem da água de lavagem em alguns postos de serviço de sua rede. A adoção de tecnologia de ponta para uso de energias renováveis com finalidade de preservação ambiental em postos de serviços foi uma preocupação pioneira da PETROBRÁS Distribuidora no Brasil. (PORTAL BR, 2008).

Com o objetivo de conhecer um pouco mais esse projeto, foi realizada uma entrevista com o engenheiro de telecomunicações e gerente do posto escola Macaé, Adalberto César Pires Costa. Adalberto entrou na PETROBRÁS em 1974. Ele passou em um concurso acirrado para Auxiliar de Escritório na recém criada PETROBRÁS DISTRIBUIDORA S/A (BR) Em 1976, foi chamado para trabalhar na Fabrica de Lubrificantes em Duque de Caxias, perto da REDUC. Lá trabalhou como estoquista, conferente de caminhão, conferente de estoques, também iniciando o processo de informatização da Fabrica, passando para Operador de Computador e responsável pelo centro de processamento de dados (CPD). Em 1987 fiz passou em um concurso de nível superior, ficando responsável por toda a Informática da Fábrica de Lubrificantes,





pois era descentralizada. Em 1989, houve a centralização de toda a informática na BR. Adalberto então foi transferido para a Gerência de Informática. Em 1994, após o término da centralização de informática, passou a ser substituto do Gerente de Infraestrutura de Informática e foi transferido então para a sede da BR, no Maracanã onde ajudou a coordenar a transformação de toda a rede de computadores.

Adalberto também revela que sua chegada à gerência do posto escola Macaé foi um tanto inusitada. Após uma de suas viagens para supervisionar os núcleos de informática que eram subordinados a ele, encontrou no avião um amigo que estava coordenando a implantação do projeto Posto Escola. Interessado no projeto e em saber se haveria algum posto na orla, foi informado que existia o de Macaé, e que estavam precisando de uma pessoa que tinha conhecimento da empresa e especialista em informática para gerenciá-lo. Adalberto então fez um "estágio" no posto escola CEFET, no Maracanã, e depois foi para Macaé, onde está até hoje.

O posto escola Macaé tem em suas instalações dois tipos de energias renováveis: energia solar e eólica. A energia solar é gerada a partir de oito painéis fotovoltaicos e a energia eólica é gerada a partir de um sistema composto por dois aerogeradores. Seus sistemas de captação já existiam no posto, pertencendo ao posto Macaé quando este foi identificado como Posto Escola BR.

Os painéis fotovoltaicos têm seus componentes importados e montados no Brasil. Os aerogeradores são de fabricação nacional. Esses aerogeradores são pequenos geradores movidos a vento que só podem ser utilizados em locais com ventos acima de três km por hora, 30% do dia, como a beira-mar. Ele começa a produzir energia elétrica a partir de 10 km/h, e suporta ventos de até 60 km/h. Na verdade, quando começa a ventar muito ele gira até se estabilizar e se mantém assim, protegendo as hélices, até o vento diminuir.

Este sistema gerando estes dois tipos de energia permite economizar cerca de 7% da energia consumida na pista para abastecimento de veículos. Ela é responsável pelo suprimento elétrico de oito mangueiras de abastecimento referentes a duas bombas de combustível quádruplas. Caso estivesse instalado em todas as bombas do posto, resultaria em uma economia de 30% a 40% da energia consumida na pista do posto, o que representaria cerca de 5% do total de consumo do posto, que inclui a pista, a loja de conveniências e o escritório. Entretanto, uma vez quando a cidade ficou sem luz durante seis horas, o posto Macaé conseguiu ser o único a funcionar na



cidade. As baterias carregadas conseguem manter a energia do posto durante quatro horas, garantindo a continuidade do abastecimento.

Outros postos-escola também estão se utilizando dessas tecnologias para reduzir seus custos com energia. É possível citar, por exemplo, o posto escola CEFET, no Maracanã, que também possui coletores de energia solar. Existem postos na região Sul do país que estão implementando a utilização da energia das marés.

Segundo Adalberto, as energias renováveis são de grande importância não só para o Brasil, mas para toda a humanidade. Ele comenta que para o nosso país, essa utilização é uma forma econômica de nos tornarmos potência e para a humanidade é um grande salto ecológico. Adalberto conclui dizendo "Sabemos que as energias hoje utilizadas, têm os seus dias contados, além de poluírem o nosso espaço, se tornarão muito caras e inviáveis de comercialização. Quem sair na frente usando estes não tão novos tipos de energia, tende a substituir as grandes potências mundiais de hoje."

Também foi entrevistado o responsável geral pelos postos, o Gerente de Tecnologia e GNV da Rede de Postos BR, Paulo da Luz da Costa.

Paulo comentou que atualmente a tecnologia de utilização de energias renováveis é utilizada em estações pluviométricas, sítios, escolas rurais, comunidades isoladas, por não depender de linhas externas e serem consideradas energias limpas. A evolução indica esta tendência, porém a tecnologia é ainda considerada cara.

Segundo Paulo, a utilização de energia renovável nos postos permite a BR o melhor estudo das energias disponíveis, avaliando seu custo benefício. Serve também como fonte de energia emergencial em caso de contingências, como por exemplo, durante um black out. O incentivo pelo uso destas tecnologias é ponderado, pois existem outras fontes alternativas que tem melhor relação custo benefício, por exemplo, o uso de gerador a Diesel auxiliar. Porém o incentivo da empresa é sempre para a racionalização da energia no posto, independente da fonte. A decisão da melhor tecnologia a ser empregada depende da localização e serviços e produtos disponibilizados.

Paulo da Luz comentou que existem hoje oito postos no Brasil funcionando com energia solar, identificados com uma logomarca especial coordenada com a da Petrobras Distribuidora. Um deles, como já citado anteriormente, é o Posto Cefet, no bairro do Maracanã, no Rio de Janeiro.



Figura 4.3 – Posto-Escola CEFET, Maracanã. Fonte: PORTAL BR, 2008.

Paulo conclui afirmando que a PETROBRÁS incentiva a pesquisa e serve de exemplo ao comprometimento ambiental da empresa e para a divulgação desta tecnologia aos clientes.



Figura 4.4 – Adalberto Costa (à esquerda) com funcionários do Posto-Escola Macaé.



Figura 4.5 – Aero geradores do Posto-Escola Macaé.



Figura 4.6 – Painel fotovoltaico do Posto-Escola Macaé.



Figura 4.7 – Módulo de conversão de energia.



Figura 4.8 – Detalhe do Posto-Escola Macaé.



Figura 4.9 – Posto-Escola Macaé.



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

Este trabalho foi proposto com a finalidade de analisar questões inerentes aos principais tipos de energias renováveis, realizando uma investigação sistemática das suas patentes e exibindo os resultados através de representações gráficas com o auxílio dos softwares Pajek, Decision Tree e Treemap.

Este estudo se faz bastante válido diante do cenário atual, onde problemas tais como a poluição e o aquecimento global tornam-se preocupações constantes e que recursos não renováveis diminuem sua disponibilidade a cada dia. Neste quadro, verifica-se a imediata substituição das energias convencionais por alternativas mais limpas e renováveis. Com o auxílio do software Treemap, foi realizada uma representação do espaço amostral contendo todas as patentes relacionadas a todas as energias estudadas aqui de acordo com os países depositantes (Figura 5.1). O intuito desta representação é verificar que países possuem maior afinidade com cada energia, por questões geográficas, climáticas e econômicas.

Ao analisar a representação da Figura 5.1, a informação mais nítida é o número elevado de patentes depositadas pelos Estados Unidos. O domínio dos Estados Unidos sobre todas as energias, muito mais do que uma questão geográfica, já que o território deste país é muito extenso e com variações climáticas que permitem a produção de todas as energias citadas neste estudo, é uma questão econômica, e mais especificamente ligada ao desenvolvimento deste país. Como potência mundial, os Estados Unidos detêm tecnologia (também sob a forma de patentes) e fornece para os demais países, principalmente aos emergentes. Com as energias renováveis não é diferente.

O mesmo ocorre com outros países que, por seu alto grau de desenvolvimento e políticas incentivadoras, realiza estudos para seu crescimento tecnológico e por vezes exporta esse conhecimento em troca de royalties ou através da instalação de unidades em outros países. Verifica-se que os maiores depositantes de todas as energias são países desenvolvidos: Alemanha, Canadá e Japão.

Ainda que exista uma proporcionalidade devido ao grau de desenvolvimento dos países e o número de depósitos de patentes relacionadas às energias aqui estudadas, este não é o único parâmetro a ser levado em consideração. Questões intrínsecas a cada



energia são decisivas para a escolha dela como alternativa legítima aos combustíveis fósseis.

O biodiesel é uma alternativa importante a ser considerada, por poder substituir diretamente o óleo diesel, que é um recurso não renovável utilizado em larga escala. A produção do biodiesel também é bastante simples, não havendo maiores necessidades de controle ou sistemas associados. As matérias-primas utilizadas na produção podem restringir seu uso em alguns países que não possuem área útil de plantação, pois o custo de importação destes itens inviabilizaria o uso do biodiesel em vista da utilização de outras energias. É possível obter biodiesel também de gordura animal, mas a pecuária constitui-se em uma atividade dispendiosa e igualmente poluidora, uma vez que é tão responsável pelo aquecimento global quanto à emissão de gases provenientes da queima de combustíveis. Além do mais, muitos dos países desenvolvidos importam carne, pois não possuem área útil para a criação do gado ou se desinteressam por esta atividade pelos motivos anteriormente citados.

O caso do etanol é semelhante, uma vez que é fabricado a partir de matérias-primas cultiváveis (cana de açúcar, e milho, por exemplo). Sua produção não é tão simples quanto a do biodiesel, porém, para a produção de etanol existem outras fontes, tal qual a fermentação dos resíduos urbanos e as algas, identificados na prospecção. O álcool é capaz de substituir a gasolina em muitos dos seus usos, como em veículos de passeio. As desvantagens da utilização do etanol é seu menor rendimento e a sua facilidade de absorver umidade.

As células combustíveis, configuram-se em um processo de obtenção de energia bastante complexa, porém muito eficiente. Por seu grau de complexidade, este tipo de energia tem seu potencial de utilização restrito aos países desenvolvidos, como foi verificado com a prospecção. Foi verificada também a importância de sistemas relacionados ao processo, tais como refrigeração, controle e instrumentação e principalmente os processos para a obtenção de hidrogênio. Estes sistemas aumentam a complexidade e exigem maior conhecimento agregado, e como consequência mais dispêndio com a aquisição de tecnologias que ainda não foram apreendidas por parte de países emergentes e subdesenvolvidos.





Por outro lado, as possibilidades de aplicação desta energia são muito vastas, e o estudo aqui realizado identificou potencialidades de uso em automóveis, residências, e até em aeronaves. Com estes resultados, constata-se que o uso de células combustíveis substituiria muitos tipos de energias não renováveis, provenientes da gasolina, querosene e de termoelétricas.

A energia eólica, por outro lado, representa uma opção muito mais democrática. É uma tecnologia já difundida no mundo, acessível, ainda que parcialmente, a muitos países subdesenvolvidos e emergentes.

A desvantagem da utilização desta energia estaria focada principalmente em questões geográficas, uma vez que, mesmo existindo vento em qualquer lugar do mundo, em certas regiões este pode ser inconstante ou pouco significativo, o que causaria prejuízos à obtenção de energia. Uma estação eólica comum é viável apenas em locais em que haja vento constante e em velocidades satisfatórias. Ainda assim, verificou-se o depósito de patentes propondo sistemas que pudessem ser instalados em locais não ideais, como sistemas de refrigeração de ar ou regiões com ventos inconstantes. Esse é um indicativo do interesse de exploração desta tecnologia mesmo em condições desfavoráveis, porém este interesse torna-se questionável mediante as outras opções de energia.

Identificada como desvantajosa neste estudo, a energia geotérmica é a que possui menor número de patentes depositadas. Neste estudo, verifica-se que muitos países depositam patentes sobre esta tecnologia, porém, com exceção dos Estados Unidos, todos estes depósitos são pontuais. As desvantagens encontram-se no processo, difícil e complexo do início ao fim, exigindo trabalhos de estudo de solos, prospecção, cavação de poços e equipamentos monstruosos para a injeção e retirada do fluido coletor. A aplicação desta energia também é muito restrita, sendo identificados neste estudo apenas dois usos registrados.

A energia hídrica por sua vez, é bastante vantajosa e vem sendo largamente utilizada, tanto a nível nacional quanto mundial. A tecnologia envolvida na produção não se configura como barreira ao uso, pois já se encontra dominada por muitos países. A maior restrição quanto ao uso desta energia diz respeito às questões geográficas, sendo



imperiosa a existência de recursos hídricos satisfatórios para a instalação de uma hidroelétrica em um país, ou mesmo em um estado. Nem todos os países possuem uma rede hidrográfica capaz de gerar energia.

Outra preocupação relacionada a este tipo de energia é concernente ao meio ambiente, principalmente à fauna e à flora existentes nas proximidades de uma usina. Esta preocupação foi identificada na prospecção de patentes, e pode ser um limitante do uso desta energia no futuro, perante as outras alternativas.

Por fim, a energia solar se configura como uma ótima fonte de energia, limpa e prática. Foi verificado no estudo que o maior número de países depositantes está relacionado a esta energia. O processo de obtenção de energia solar não estabelece grandes restrições geográficas, já que todos os lugares do planeta são aquecidos pelo sol, em maior ou menor intensidade. Isto obviamente influencia na quantidade de energia gerada, mas não a ponto de desencorajar os países fora da região tropical, como foi visto no estudo. As aplicações desta energia são muitas, como também pôde ser verificado. A grande desvantagem desta energia é a impossibilidade de usos em larga escala, já que um sistema de captação de energia solar normalmente supre um prédio residencial, escola, hospital ou no máximo, uma pequena indústria. O armazenamento de energia também é uma preocupação a ser considerada, pois o calor coletado pode ser perdido facilmente antes de ser utilizado ou transformado em energia elétrica.

### **5.1. Análise Nacional: a Melhor Alternativa para o Brasil**

Para discutir as melhores alternativas de energia para o Brasil, é necessário, além de levar em consideração a posição econômica e tecnológica do país perante o mundo, possuir em mente a amplitude geográfica e a diversidade climática.

Ainda que o estudo tenha identificado poucas patentes depositadas pelo Brasil, apenas sobre biodiesel e etanol, é sabido que o Brasil possui potencial para utilizar em larga escala estas e outras energias. Mesmo não registrando patentes na base de dados americana, a USPTO, o Brasil possui conhecimento tecnológico significativo sobre muitas energias, porém, para constatar esta afirmação seria necessário um trabalho de prospecção no Instituto Nacional da Propriedade Industrial, INPI, que é o banco de patentes brasileiro.



Mesmo sem a realização deste estudo, é fácil observar que o Brasil já é capaz de produzir e usufruir de muitas energias renováveis, inclusive as mais complexas, como as células combustíveis, a exemplo dos ônibus paulistas citados no primeiro capítulo. Se o Brasil detém a tecnologia mas não a registra sob a forma de patentes, pode ser o caso rever o modo de como o país gerencia seus conhecimentos tecnológicos, mesmo os adquiridos por decorrência do uso de tecnologias provenientes de outros países, o que é muito comum aqui.

De qualquer forma, percebe-se que o Brasil está numa posição bastante favorável para produzir e utilizar muitas energias alternativas, à despeito da má administração destes recursos. Um bom exemplo é o racionamento de energia de proveniência hídrica, ocorrido recentemente, ainda que o Brasil seja o terceiro maior país em recursos hídricos do mundo.

Para que um dia seja possível que o país inteiro seja movido somente por energias sustentáveis e de maneira eficiente, é necessário usar as condições climáticas e geográficas a favor destas energias.

Sendo assim, a energia elétrica utilizada no suprimento de cidades, pode possuir várias fontes de acordo com a localização das mesmas. Como exposto no primeiro capítulo, estão localizadas na Região Nordeste as melhores jazidas de vento, de onde é possível obter energia satisfatoriamente durante todo o ano, porém estas condições ainda não são bem aproveitadas. A construção de parques eólicos com maiores capacidades e a montagem de um sistema de armazenamento e distribuição adequado garantiriam o fornecimento de energia proveniente do vento para muitas cidades, reduzindo a demanda por energia hídrica.

A energia solar, por sua vez, poderia ser utilizada, de maneira isolada ou em conjunto com outro tipo de energia, em edifícios, hospitais, escolas, etc. A flexibilidade e a instalação mais simples de sistemas solares são capazes de evitar a sobrecarga de outros tipos de energia, como a hídrica, no caso do Brasil.

Um exemplo da eficiência de um sistema solar ou eólico foi claramente demonstrado no Estudo de Caso, onde se verificou que é possível obter uma economia de até 40%, como no Posto Escola Macaé. Mesmo sendo ainda experimentações, casos como este indicam



um futuro onde os recursos limpos podem ser melhor aproveitados, promovendo a sustentabilidade do país.

Os veículos são outra grande preocupação. Sendo o Brasil um país de locomoção essencialmente rodoviária, o consumo e a poluição gerada para mover os milhões de carros, ônibus e caminhões que trafegam por todo o território nacional passam a ser significativos. Este estudo também conseguiu identificar quais energias podem ser utilizadas em veículos, e ainda foram analisadas as características de cada energia para verificar quais os usos mais adequados para os veículos do Brasil.

Também mostrado no estudo de caso, um ônibus que utiliza diesel e luz solar surge como anunciador de um futuro onde muitos veículos serão movidos pelo sol. O Capítulo 1 cita o exemplo de ônibus supridos de energia através de células combustíveis. Além destes, a energia eólica e a energia hídrica, poderão mover carros e ônibus que trafegam pelas ruas do país, porém esta é uma realidade pouco palpável diante do cenário atual.

Uma realidade muito mais próxima e conjecturável é a substituição da gasolina e diesel por biocombustíveis, como o etanol e o biodiesel. O Brasil tem potencial para suprir suas necessidades e exportar biodiesel, devido a grande área cultivável do país. O mesmo ocorre com o etanol, que pode ser produzido a partir de muitas matérias-primas, como foi identificado no estudo de prospecção, e não somente a partir da cana-de-açúcar, que prejudica os solos. Além disso, o Brasil domina o processo de obtenção de ambos, e não há barreiras políticas e/ou ambientais para o uso destes combustíveis. Para o país, os biocombustíveis são sem dúvida a alternativa mais lógica para o desenvolvimento sustentável.

A energia geotérmica, por sua vez, torna-se uma opção descartável para o Brasil, já que não foi identificado nenhum conhecimento tecnológico do país relacionado a esta energia, e nem condições territoriais que justificassem a aquisição de tecnologia de outros países. Com tantos outros recursos naturalmente presentes no Brasil, não seria necessário apelar para um processo de obtenção de energia tão complexo e potencialmente danoso ao meio ambiente.



## **5.2. Prospecção Tecnológica, Uma Ferramenta Para o Conhecimento**

Foi possível verificar através deste estudo que a prospecção tecnológica de patentes de fato contribui para a geração de conhecimento. A partir de dados isolados em cada patente foi possível construir estatísticas e avaliar tendências sobre cada assunto, coletar uma série de informações úteis e verificar todo um panorama inerente a cada energia.

Através deste estudo de prospecção, puderam ser verificados quais são os países com maior conhecimento em cada energia, que tipos de depositantes se interessam por elas e que tipo de empresas visam sua produção e comercialização, bem como que empresas se interessam em aplicar ou criar sistemas auxiliares para cada uma delas.

Em suma, foi possível com o estudo contextualizar as energias estudadas dentro do cenário geográfico, econômico e tecnológico mundial.

Para esta tarefa, o uso dos softwares Pajek, Decision Tree e Treemap configuram-se como ferramentas muito úteis, pois com eles foi possível transpor informações em busca de novos resultados.

O uso do Pajek possibilitou identificar a proveniência do conhecimento objeto de estudo, perceber que patentes são mais referenciadas e assim verificar que assuntos tem maior peso para cada energia. Foi possível verificar também com o Pajek o quão antigas são as tecnologias, a partir do ano de depósito das patentes referenciadas.

Já o Decision Tree e o Treemap, tiveram a função de auxiliar a comparação de informações quando as mesmas são cruzadas. Com o uso destes softwares, foi possível verificar como um atributo varia em relação aos outros atributos, e a partir desta análise obter novas informações.

Por fim, verificou-se que a representação das informações em uma prospecção tecnológica é uma das etapas mais importantes, pois é através dela que se condensam os dados obtidos para que se crie o conhecimento. De um modo geral, os softwares utilizados contribuíram com o estudo fornecendo representações gráficas alternativas, de onde é possível obter outras informações que não poderiam ser demonstradas em gráficos tradicionais.



### **5.3. Sugestão de Estudos Futuros**

Para a continuação do trabalho realizado aqui são sugeridos outros tipos de estudos tais como:

- Prospecção tecnológica em outras bases de dados, como o European Patent Office (EPO) e a Derwent Information. Um trabalho de prospecção no Instituto Nacional da Propriedade Industrial, INPI, seria de grande valia para investigar patentes brasileiras e assim aprofundar-se no estudo das energias a nível nacional. Seria interessante também para verificar que países se interessam em depositar patentes sobre energias renováveis no banco de patentes brasileiro;
- Estudos sobre a recuperação do metano, que não foi possível ser feita neste trabalho por não terem sido encontradas quaisquer informações pertinentes a este tema na base USPTO. Patentes relacionadas a este assunto podem ser encontradas em outras bases de dados;
- Estudos sobre a obtenção de energia através das microalgas. Foi possível encontrar apenas uma patente sobre o tema na base USPTO, depositada pelos Estados Unidos em 1997, que trata da obtenção de energia elétrica através das microalgas. Este tema é bastante pertinente ao estudo aqui realizado e a sua pesquisa em outras bases de dados é bastante conveniente;
- A pesquisa de outras energias não citadas aqui, como a energia nuclear e a maremotriz podem ser fonte de outras informações úteis para tratar o tema das energias renováveis.

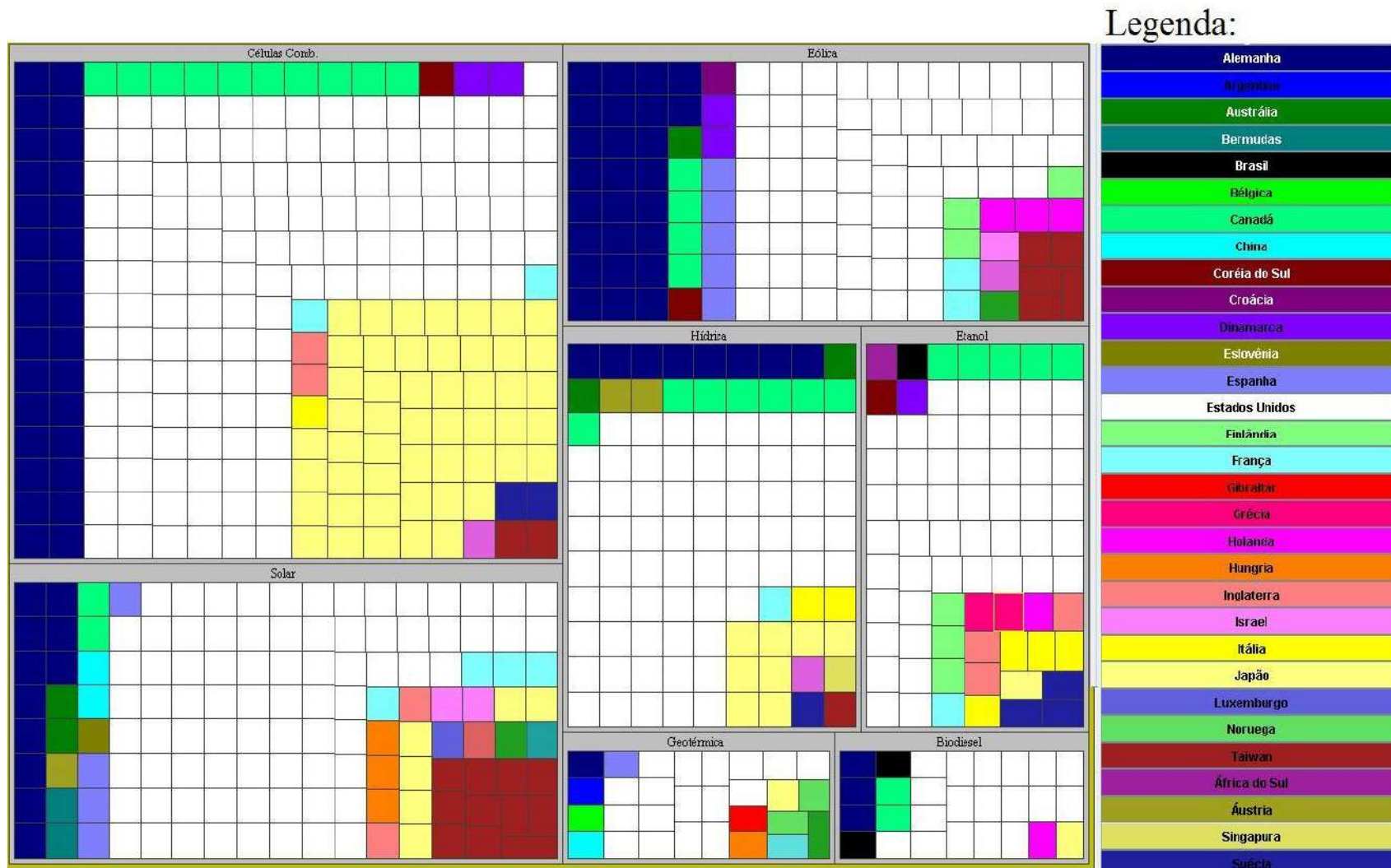


Figura 5.1 – Países Depositantes de Patentes Sobre as Energias Estudadas. Fonte: USPTO (Elaboração Própria com o Auxílio do Software Treemap).



## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP); Portaria Nº 255, Anexo B, 15 de setembro de 2003;
- (2) ANP; ([www.anp.gov.br](http://www.anp.gov.br)), visitado em novembro de 2007;
- (3) BELINI, L.; "A caminho das energias renováveis", Departamento de Engenharia Mecânica da UNESP, 2006;
- (4) BLANKS, D. P.; "Células combustíveis – implicações perigosas", ASPJ, Julho de 2004;
- (5) BIODIESELBR.COM; (<http://www.biodieselbr.com>) visitado em outubro de 2007;
- (6) BRASIL ESCOLA; (<http://www.brasilecola.com>), visitado em Outubro de 2007;
- (7) BRAZIL, C.; "Muitas vantagens e poucos inconvenientes", Universia Brasil – Março de 2006;
- (8) CASTRO, R. M. G.; "Energias Renováveis e Produção Descentralizada - Introdução a Energia Eólica", Universidade Técnica de Lisboa, Maio de 2005;
- (9) CEPEL; "Energia Eólica – Princípio e Aplicações", CRESESB, Dezembro de 2007;
- (10) CEPEL; "Energia Solar – Princípio e Aplicações", CRESESB, Dezembro de 2007;
- (11) COSTA, B. J. & OLIVEIRA, S. M. M. de; "Produção de Biodiesel", Dossiê Técnico, Instituto de Tecnologia do Paraná, Novembro de 2006;
- (12) COSTA, R.; "Energia geotérmica", Jornal Ambiente Brasil, Janeiro de 2007;
- (13) DAINESE, I.; "País começa a investir em geotérmica", Gazeta Mercantil, Maio de 2005;
- (14) DEKKER, H.; "Células combustíveis do hidrogênio", Articleset, Novembro de 2005;





- (15) GONÇALVES, R. L. P.; “Estudo sobre catalisadores heterogêneos na produção de biodiesel”, Projeto final de curso de Engenharia Química, Escola de Química, UFRJ – Fevereiro de 2005;
- (16) GUERRINI, I. M.; “Fontes alternativas de energia”, CDCC – USP, Setembro de 2001;
- (17) INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA; “Informe Agronegócio 02”, Brasília, 2006;
- (18) LIMA, P. C. R.; “Medida Provisória número 214”, Consultoria Legislativa - Recursos Minerais, Hídricos e Energéticos, Outubro de 2004;
- (19) MELO, L. & FRANÇA, M. de; “Potencial desperdiçado” – Jornal O Globo - Caderno de Economia – 2ª edição – Outubro de 2007;
- (20) NETO, E. H. G.; “Célula Combustível”, Brasil H2 Fuel Cell Energy, 2007;
- (21) NOIA, A.; “Energias Renováveis – Energia Hídrica”, Pólo das Flores, 2007;
- (22) OLIVEIRA A. J. & RAMALHO J.; “Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011 / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento”, Secretaria de Produção e Agroenergia, 2006;
- (23) PACHECO, F.; “Energias renováveis: breves conceitos”, Conjuntura e Planejamento – Economia em Destaque nº. 149, Outubro de 2006;
- (24) PETROBRÁS INTRANET; (<http://intranet.br.com.br>) , visitado em Dezembro de 2007;
- (25) PORTAL AMBIENTE BRASIL; “Energia Hídrica / Elétrica” (<http://www.ambientebrasil.com.br>), visitado em Janeiro de 2008;
- (26) PORTAL BR; (<http://www.br.com.br/portalbr/calandra.nsf>) , visitado em Janeiro de 2008;
- (27) PORTAL PLANETA ORGÂNICO; “Energias renováveis: A alternativa ecológica”, (<http://www.planetaorganico.com.br/energiasrenov.htm>), visitado em Janeiro de 2008;



- (28) SANT'ANNA, J. P.; "Biodiesel alimenta motor da economia", Revista Química e Derivados, número 414, Abril de 2003;
- (29) SANTOS, F. A. C. M. & SANTOS, F. M. S. M.; "Células de Combustível", SPECTRUM, 2007;
- (30) SOUSA, M. T. B. de; "Análise da utilização do biodiesel como alternativa para o desenvolvimento sustentável", I Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, Natal-RN, 2006;
- (31) SUPERINTERESSANTE; "Um Cenpes mais moderno", edição 244, Outubro de 2007;
- (32) VEAL, L.; "Ambiente-Islândia: Lições de energia renovável", Carbono Brasil, Junho de 2007;
- (33) VIDEIRA, J.; PAULA, S.; RICARDO, J. & ANDRÉ, M.; "Aproveitamento hidráulico e produção de energia", Universidade do Minho, Dezembro de 2004;
- (34) WIKIPEDIA; (<http://pt.wikipedia.org>), visitado em outubro de 2007;
- (35) YOKAYO Biofuels, "A History of Biodiesel/Biofuels" ([www.ybiofuels.org/bio\\_fuels/history\\_biofuels.html](http://www.ybiofuels.org/bio_fuels/history_biofuels.html)), visitado em setembro de 2007.