



Universidade Federal do Rio de Janeiro Escola
Politécnica & Escola de Química - Programa de
Engenharia Ambiental

**BIOPESTICIDAS BASEADOS EM FEROMÔNIOS DE ATRAÇÃO SEXUAL: ESTADO
DA ARTE, PERSPECTIVAS E MAPEAMENTO TECNOLÓGICO DOS MÉTODOS DE
EXTRAÇÃO**

JOÃO ROBERTO FORTES MAZZEI

Rio de Janeiro
2016



BIOPESTICIDAS BASEADOS EM FEROMÔNIOS DE ATRAÇÃO SEXUAL: ESTADO DA ARTE, PERSPECTIVAS E MAPEAMENTO TECNOLÓGICO DOS MÉTODOS DE EXTRAÇÃO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientadores:

Prof^o Dr. Estevão Freire

Prof^o Dr. Eduardo Gonçalves Serra

UFRJ/PEA/Escola Politécnica & Escola de Química

Rio de Janeiro

2016

FICHA CATALOGRÁFICA

MAZZEI, JOÃO ROBERTO FORTES.

BIOPESTICIDAS BASEADOS EM FEROMÔNIOS DE ATRAÇÃO SEXUAL:
ESTADO DA ARTE, PERSPECTIVAS E MAPEAMENTO TECNOLÓGICO DOS
MÉTODOS DE EXTRAÇÃO / João Roberto Fortes Mazzei.

(Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro,
Escola de Química, 2015.

(EQ/UFRJ/PEA, M.Sc., Programa de Engenharia Ambiental, 2015)

Dissertação M.Sc. – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola
de Química, 2016.

Orientador: Profº Dr. Estevão Freire

Co-orientador: Profº Dr. Eduardo Gonçalves Serra

Inclui bibliografia.

1. Química Verde; 2. Agricultura; 3. Feromônios de atração sexual para a
agricultura; 4. Prospecção tecnológica; 5. Sustentabilidade.

I. Freire, Estevão (Orient.); Serra, Eduardo Gonçalves (Co-Orient.).

II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola de Química.

III. Biopesticidas baseados em feromônios de atração sexual: estado da arte,
perspectivas e mapeamento tecnológico dos métodos de extração



BIOPESTICIDAS BASEADOS EM FEROMÔNIOS DE ATRAÇÃO SEXUAL: ESTADO DA ARTE, PERSPECTIVAS E MAPEAMENTO TECNOLÓGICO DOS MÉTODOS DE EXTRAÇÃO.

JOÃO ROBERTO FORTES MAZZEI

Orientadores:

Prof^o Dr. Estevão Freire;

Prof^o Dr. Eduardo Gonçalves Serra

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Aprovada pela Banca:

Rafael Barbastefano, D.Sc., CEFET

Maria Antonieta Gimenes Couto, D.Sc., EQ/UFRJ

Sérgio Bonecker, D.Sc., UFRJ

Rio de Janeiro
2016

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação de mestrado ao Instituto Federal Fluminense - *campus* Campos dos Goytacazes (Centro), por ter possibilitado e facilitado os caminhos para a realização desse sonho. TUDO foi fruto do IFF e, sem o IFF, NADA teria sido possível.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Cleuza, por todo amor e carinho. Por dedicar o seu viver ao viver de seus filhos e ao acesso à educação dos mesmos.

Deus não poderia ter escolhido heroína mais exemplar para fazer parte da minha história e da minha vida.

Aos orientadores, Prof^o Estevão Freire e Prof^o Eduardo Serra, pela confiança, atenção, esclarecimentos e, sobretudo, pela paciência ao caminhar comigo nessa jornada.

Aos membros da banca examinadora: Prof Dra. Maria Antonieta Gimenes Couto, EQ/UFRJ; Sérgio Bonecker, EQ/UFRJ; Dr. Rafael Barbastefano, CEFET, pela disponibilidade e sugestões apresentadas.

Aos Colégios Intellectus e Futuro Vip e seus diretores, Gustavo Fernandes e Álvaro Matos, pelo apoio, flexibilização dos meus horários e por acreditar em mim.

Aos amigos professores Karine Paula, Renata Galdino, Camila Coimbra e Gustavo Xavier, pela ajuda e carinho com que, BRILHANTEMENTE, me substituíam a cada vez que eu precisava me ausentar para alguma atividade relativa ao mestrado.

Ao amigo Tiago França, que mesmo sem que me conhecesse pessoalmente, estendeu-me a mão, fornecendo-me suporte técnico e apoio nos estudos sobre patentes.

Ao companheiro de IFF e da turma de mestrado, Salomão Brand, pela parceria, companheirismo e amizade. Vamos juntos para o doutorado!

RESUMO

O crescimento populacional e o conseqüente aumento da demanda por alimentos aliados à preocupação com as questões ambientais e com o desenvolvimento de uma agricultura de produção menos tóxica, reforçam a necessidade de busca por técnicas alternativas de cultivo, visando o bem estar da sociedade. A presente dissertação teve como objetivos avaliar o uso dos biopesticidas com foco nos feromônios de atração sexual para a agricultura e identificar os gargalos da aplicação dos mesmos, além de avaliar o mercado e seus segmentos, bem como identificar a situação do Brasil frente a outros países. O levantamento bibliográfico foi realizado através de pesquisas em bancos de teses, publicações técnicas, periódicos, artigos científicos e em bases de dados de patentes relacionadas às palavras-chave escolhidas previamente. Desta forma, tornou-se possível identificar os principais países, instituições, métodos e solventes de extração, bem como as áreas do conhecimento envolvidas na utilização desses derivados e traçou-se um panorama de tendências e desenvolvimento tecnológico deste setor. Por fim, aplicou-se aos dados obtidos, um tratamento estatístico e de lógica booleana, que possibilitou a avaliação do desenvolvimento do setor, em termos de tecnologia, mercado e P&D para o Brasil e os EUA. Os resultados mostraram que há um grande número de artigos publicados sobre o assunto, o que contrasta com o baixo número de patentes depositadas. Este baixo número de patentes não traduz a realidade com relação ao potencial tecnológico e benefícios sociais proporcionados pelos feromônios de atração sexual para agricultura.

Palavras-chaves: feromônio, agricultura, prospecção tecnológica, química verde

ABSTRACT

Population growth and the consequent increase in demand for food coupled with concern for environmental issues and the development of a less toxic agriculture production, reinforce the need to search for alternative techniques of cultivation, for the well being of society. This work aimed to evaluate the use of biopesticides with a focus on sexual attraction pheromones for agriculture and identify application bottlenecks thereof, and to evaluate the market and its segments, as well as identify the Brazil forward's situation to other countries. The bibliographic research was conducted through surveys in banks theses, technical publications, periodicals, scientific articles and patent databases related to the keywords previously chosen. Thus, it became possible to identify the major countries, institutions, methods and extraction solvents, as well as areas of knowledge involved in using these derivatives and drew up an overview of trends and technological development in this sector. Finally, it applied to the data obtained, a statistical and Boolean logic treatment, which enabled the assessment of the development of the sector in terms of technology, market and R & D for Brazil and the US. The results showed that there are a large number of articles published on the subject, in contrast to the low number of patents filed. This low number of patents does not reflect the reality in relation to technological and social benefits provided by the pheromones of sexual attraction to agriculture.

Keywords: pheromone, agriculture, prospecting, green chemistry

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01	Estimativa de produção/importação/exportação de trigo, algodão, arroz e milho de 2011 até 2022	20
FIGURA 02	Produção agrícola do Brasil no período de 1990 a 2013.	21
FIGURA 03	Comércio agroalimentar do Brasil no período de 1995-2013.	22
FIGURA 04	Cenário de produção, consumo e exportações de oleaginosas no Brasil de 2000 a 2024.	23
FIGURA 05	Oferta de Crédito e Consumo de agrotóxicos – Brasil, 1975 a 2005.	27
FIGURA 06	Quantidade vendida de defensivos agrícolas em produto comercial, 2010 a 2014.	33
FIGURA 07	Participação das Classes de Defensivos Agrícolas na Quantidade vendida em produto comercial no Brasil, 2014.	34
FIGURA 08	Fases do ciclo de vida de um produto	50
FIGURA 09	Principais moléculas empregadas no biocontrole	62
FIGURA 10	Semioquímicos e suas principais divisões	65
FIGURA 11	Retorno de palavras-chave na busca por feromônios do Petapator	74
FIGURA 12	Número de Publicações de artigos por ano no <i>Science Direct</i> (período 1996-2015).	76
FIGURA 13	Número de publicações de artigos por país no <i>Science Direct</i> (período 1996-2015).	80
FIGURA 14	Contribuição em percentual das publicações de artigos por país no <i>Science Direct</i> (período 1996-2015).	81
FIGURA 15	Distribuição das publicações de artigos por área do conhecimento no <i>Science Direct</i> (período 1996-2015).	81
FIGURA 16	Contribuição em percentual das publicações de artigos por área do Conhecimento no <i>Science Direct</i> (período 1996-2015).	82
FIGURA 17	Número de publicações de artigos por tipo instituição no <i>Science Direct</i> (período 1996-2015).	83

FIGURA 18	Contribuição em percentual das publicações de artigos por instituição no <i>Science Direct</i> (período 1996-2015).	84
FIGURA 19	Contribuição em percentual das publicações de artigos por instituição nos Estados Unidos no <i>Science Direct</i> (período 1996-2015).	84
FIGURA 20	Número de publicações de artigos por universidades nos Estados Unidos no <i>Science Direct</i> (período 1996-2015).	85
FIGURA 21	Número de publicações de artigos por universidades nos Brasil (período 1996-2015) – <i>Science Direct</i> .	85
FIGURA 22	Contribuição em percentual das publicações de artigos por instituição no Brasil (período 1996-2015) – <i>Science Direct</i> .	86
FIGURA 23	Contribuição em percentual dos artigos por método de extração dos feromônios no <i>Science Direct</i> (período 1996-2015).	88
FIGURA 24	Distribuição das publicações de artigos por tipo de solvente empregado na extração no <i>Science Direct</i> (período 1996-2015).	89
FIGURA 25	Contribuição em percentual dos artigos por utilização dos solventes de extração (período 1996-2015) – <i>Science Direct</i> .	90
FIGURA 26	Número de depósitos de documentos de patentes no INPI por ano (período 1996-2015).	92
FIGURA 27	Número de depósitos de documentos de patentes no INPI por país (período 1996-2015).	93
FIGURA 28	Contribuição em percentual dos depósitos de patentes no INPI por país (período 1996-2015).	93
FIGURA 29	Número de depósitos de documentos de patentes por área do Conhecimento no INPI (período 1996-2015).	94
FIGURA 30	Número de publicações de documentos de patentes depositados no INPI por instituição no Brasil (período 1996-2015).	96
FIGURA 31	Estudo comparativo entre os depósitos de patentes realizados no INPI pelas universidades brasileiras e outras instituições no Brasil (período 1996-2015).	96
FIGURA 32	Contribuição nominal em percentual das publicações de	97

documentos de patentes no INPI por instituição no Brasil -
Participação individual de cada instituição (período 1996-
2015).

FIGURA 33	Contribuição em percentual dos depósitos de documentos de patentes por universidades brasileiras no INPI (período 1996-2015).	98
FIGURA 34	Contribuição em percentual dos documentos de patente depositados no INPI por método de extração dos feromônios (período 1996-2015).	100
FIGURA 35	Distribuição dos documentos de patentes depositados no INPI por tipo de solvente empregado na extração dos feromônios (período 1996-2015).	101
FIGURA 36	Contribuição em percentual dos documentos de patente do INPI por solventes utilizados na extração dos feromônios.	102
FIGURA 37	Número de depósitos de documentos de patentes no USPTO por ano (período 1998-2015).	104
FIGURA 38	Número de publicações de documentos de patentes no USPTO por ano (período 2001-2015).	104
FIGURA 39	Número de depósitos de documentos de patentes no USPTO por país (período 1998-2015).	105
FIGURA 40	Contribuição em percentual dos depósitos de patentes no USPTO por país (período 1998-2015).	106
FIGURA 41	Número de depósitos de documentos de patentes por área do Conhecimento no USPTO (período 1998-2015).	107
FIGURA 42	Número de publicações de documentos de patentes depositados no USPTO por instituição (período 1998-2015).	108
FIGURA 43	Contribuição em percentual dos documentos de patentes depositados no USPTO por instituição (período 1998-2015).	109
FIGURA 44	Estudo comparativo entre os depósitos de patentes realizados no USPTO pelas universidades americanas instituições privadas (período 1998-2015).	110
FIGURA 45	Contribuição em percentual dos documentos de patente depositados no USPTO por método de extração dos	111

	feromônios (período 1998-2015).	
FIGURA 46	Distribuição dos documentos de patentes depositados no USPTO por tipo de solvente empregado na extração dos feromônios (período 1998-2015).	113
FIGURA 47	Contribuição em percentual dos documentos de patente do USPTO por solventes utilizados na extração dos feromônios (período 1998-2015).	114

LISTA DE TABELAS

TABELA 01	Toxicidade e persistência ambiental de alguns agrotóxicos (escala 1 a 5)	43
TABELA 02	Efeitos da exposição aos agrotóxicos.	56
TABELA 03	Palavras-Chave utilizadas para busca de artigos publicados no <i>Science Direct</i> por campo de pesquisa.	73
TABELA 04	Número de publicações no <i>Science Direct</i> por ano (período 1997-2015).	75
TABELA 05	Número de publicações no <i>Science Direct</i> das principais instituições por ano e país (período 1997-2015).	77
TABELA 06	Número de publicações de Artigos no <i>Science Direct</i> por métodos de extração de feromônios (período 1997-2015).	87
TABELA 07	Número de publicação de Artigos no <i>Science Direct</i> por tipo de solvente de extração de feromônios (período 1997-2015).	87
TABELA 08	Número de depósitos de patentes no INPI por palavras-chave (período 1996-2015).	90
TABELA 09	Distribuição dos documentos de Patentes no INPI por ano de depósitos (período 1996-2015).	91
TABELA 10	Distribuição dos depósitos dos documentos de patentes no INPI por país (período 1996-2015).	92
TABELA 11	Distribuição dos depósitos dos documentos de patentes no INPI por áreas do conhecimento (período 1996-2015).	94
TABELA 12	Distribuição dos depósitos dos documentos de patentes no INPI por tipo de instituição (período 1996-2015).	95
TABELA 13	Distribuição dos depósitos dos documentos de patentes no INPI por método de extração (período 1996-2015).	100
TABELA 14	Distribuição dos depósitos dos documentos de patentes no INPI por solvente de extração (período 1996-2015).	101
TABELA 15	Número de depósitos de patentes no USPTO por palavras-chave (período 1998-2015).	103
TABELA 16	Distribuição dos documentos de patentes no USPTO por ano	103

	de depósitos (período 1998-2015).	
TABELA 17	Distribuição dos documentos de patentes no USPTO por país de depósitos (período 1998-2015).	105
TABELA 18	Distribuição dos documentos de patentes no USPTO por instituição de depósitos (período 1998-2015).	108
TABELA 19	Distribuição dos depósitos de documentos de patentes no USPTO por método de extração (período 1998-2015).	111
TABELA 20	Distribuição dos depósitos de documentos de patentes no USPTO por solvente de extração (período 1998-2015).	112

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01	Resumo dos níveis de produção agrícola no Brasil (período 2005-2023).	28
QUADRO 02	Despesas com agrotóxicos dos estabelecimentos rurais em relação à atividade econômica fiscal - baseada no censo agropecuário de 2006.	29
QUADRO 03	Investimentos do Brasil programados em produtos técnicos por formulados, matérias primas e componentes de 2013 a 2019	34

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 01	Parâmetros de busca publicações de artigos utilizados no <i>Science Direct</i>	128
ANEXO 02	Resultado da busca por publicações de artigos no <i>Science Direct</i>	129
ANEXO 03	Busca de documentos de patentes na base do INPI	130
ANEXO 04	Busca de documentos de patentes na base do USPTO	130

LISTA DE SIGLAS

ABRASCO	Associação Brasileira de Saúde Coletiva
ACS	<i>American Chemical Society</i>
ACV	Análise do ciclo de vida
ABIQUIM	Associação Brasileira da Indústria Química
AGE	Assessoria de gestão estratégica
ANDEF	Associação Nacional de Defesa Vegetal
Anvisa	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BAP	<i>Bali Action Plan</i>
CIP	Classificação Internacional de Patentes
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
COP 13	13ª Conferência das Partes
CNPq	Conselho Nacional de Pesquisas
CNUMA	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente
CMMAD	Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento
ECD	Eletrodo de Captura de Elétrons
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EUA	Estados Unidos da América
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>
FAOSTAT	<i>The Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database</i>
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
GEE	Gases Geradores do Efeito Estufa
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICM	Imposto sobre Circulação de Mercadorias
IEA	Instituto de Economia Agrícola
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i>
INPI	Instituto Nacional de Propriedade Industrial
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IBAMA	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente
IUPAC	International Union of Pure and Applied Chemistry
LOSAN	Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MCT	Ministério de Estado da Ciência e Tecnologia
MCTI	Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação
MIP	Manejo integrado de pragas
OECD	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico ou Económico
OMM	Organização Meteorológica Mundial
OMPI	Organização Mundial da Propriedade Intelectual
ONU	Organização das Nações Unidas
PPH	Prioritário Patent Prosecution Highway
PNDA	Programa Nacional de Defensivos Agrícolas
PNUMA	Programa das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente
IPI	Imposto sobre Produtos Industrializados
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
SD	<i>Science Direct</i>
SAN -	Segurança Alimentar e Nutricional
SGE	Secretaria Geral
SINDVEG	Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USPTO	<i>United States Patent and Trademark Office</i>
WPI	<i>World Patent Information</i>
WWI	<i>Worldwatch Institute</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	20
2	OBJETIVOS	24
2.1	Geral	24
2.2	Específicos	24
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	24
3.1	Evolução da agricultura e o consumo de agrotóxicos no Brasil	24
3.2	Panorama Atual do Consumo de Agroquímicos	29
3.3	A importância do agronegócio brasileiro	35
4	PESTICIDAS OU AGROTÓXICOS	36
4.1	Classificação dos pesticidas	38
4.1.1	Quanto à finalidade	38
4.1.2	Quanto à origem	38
4.1.3	Quanto à Estrutura Química	39
4.2	Quanto às classes toxicológicas e toxicidade	41
5	ASPECTOS AMBIENTAIS	42
5.1	Os agrotóxicos e o meio ambiente	43
5.2	Cenário mundial dos agrotóxicos - Do Nobel à degradação ambiental	44
5.3	Marcos históricos da sustentabilidade	45
5.4	A Agenda 21	47
5.6	A Importância do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) e o Tratado de Kyoto	48
6	INSTRUMENTOS DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	49
6.1	A Análise do ciclo de vida (ACV)	50
6.2	A Química verde	51
6.2.1	Marcos Históricos da Química Verde	51

6.2.2	Princípios da Química Verde	53
7	SEGURANÇA ALIMENTAR	54
7.1	Os agrotóxicos e a saúde humana	54
8	BIOPESTICIDAS OU PESTICIDAS VERDES	59
8.1	Definição de Biopesticida	59
8.2	Avanços biotecnológicos e biocontrole	60
8.3	Biotecnologia e engenharia	60
8.3.1	Tipos de biopesticidas	61
8.3.2	As principais moléculas empregadas sobre as folhas	61
8.3.3	Mecanismos de defesa transgênicos	62
8.3.4	Utilização de micro ou macro organismos para controle das pragas	63
8.3.5	Semioquímicos	64
8.3.6	Manejo integrado de pragas (MIP)	67
9	INOVAÇÃO E PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA	67
9.1	Importância da inovação e prospecção tecnológica	67
9.2	As patentes como instrumento de proteção à propriedade intelectual	69
9.2.1	Classificação Internacional de Patentes (CIP)	70
9.3	Patentes como indicadores de inovação	71
10	METODOLOGIA	71
10.1	O estado da arte dos documentos de patente em Periódicos	71
10.2	Monitoramento tecnológico de artigos	72
10.2.1	Utilizando a base de dados <i>Science Direct</i>	72
10.3	Monitoramento tecnológico de patentes	73
10.3.1	Utilizando a base de patentes do INPI	73
10.3.2	Utilizando a base de patentes do USPTO	73
11	RESULTADOS E DISCUSSÃO	75
11.1	<i>Science Direct</i>	75
11.1.1	Análise Macro	75

11.1.2	Análise Meso	81
11.1.3	Análise Micro	87
11.2	INPI	90
112.1	Análise Macro	91
11.2.2	Análise Meso	94
11.2.3	Análise Micro	99
11.3	USPTO	103
11.3.1	Análise Macro	103
11.3.2	Análise Meso	107
11.3.3	Análise Micro	110
12	CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES	114
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	117
	ANEXOS	128

1 INTRODUÇÃO

Segundo o relatório do Ministério da Agricultura (MA, 2012) há uma estimativa de aumento da população mundial que deverá alcançar os 7,8 bilhões de pessoas em 2020 e chegar aos 9,7 bilhões em 2050. No Brasil, a população deverá atingir os 214 milhões de habitantes em 2020, com perspectiva de chegar até 227 milhões em 2050. Segundo as Nações Unidas, as taxas de crescimento demográfico mundial serão decrescentes nos anos vindouros e passarão de aproximadamente, 1,1% no período 2010 - 2015 0,4 % ao ano no período 2045 a 2050.

O mesmo relatório cita que a América Latina experimentará uma projeção de 4,3% de crescimento ao ano na produção agrícola e que uma reestruturação geral nas políticas macroeconômicas, como o crescimento da capacidade produtiva da economia (PIB) de uma maneira sustentável e o aumento da quantidade de bens e serviços ofertados, acompanhado do aumento do nível de emprego, propiciará interesse de investimentos internacionais na agricultura de países como Chile, Colômbia e Brasil. Baseado nesse fato, dados do Ministério da Agricultura relatam que as projeções de produção x consumo x importação de algodão, trigo, milho, arroz, etc, tendem a aumentar, conforme apresentado na Figura 1.

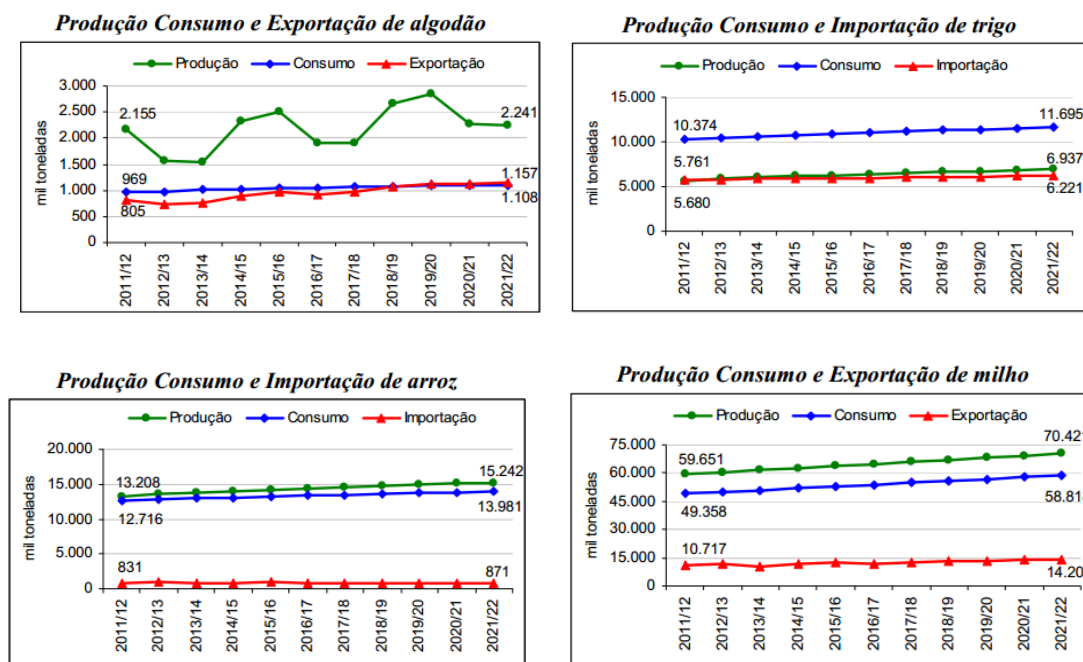


Figura 1 - Estimativa de produção/importação/exportação de trigo, algodão, arroz e milho de 2011 até 2022 - Fonte: AGE/Mapa e SGE/Embrapa.

Tal demanda por alimentos, tanto no presente quanto no futuro, segundo o Ministério da Agricultura, em seu relatório de 2013, necessitará de uma estrutura

agrícola alicerçada e competitiva, com o objetivo de atender às metas de produção. O problema reside no fato de o Brasil, por exemplo, ter sua agricultura muito dependente dos agroquímicos. Segundo MALTHUS (1798), a produção de alimentos cresce em progressão aritmética, enquanto a população tende a aumentar em progressão geométrica. A consequência dessa desproporção, segundo esse autor, seria o aumento da miséria nas grandes massas da população, pobreza extrema e fome permanente. “Quando a situação chega ao expoente, a fome e a miséria intervêm, corrigindo-as por meio de guerras, epidemias, etc, reduzindo violentamente a população”. Com o objetivo de diminuir os efeitos da discrepância entre o crescimento da população e a demanda por alimentos, é necessário um incremento substancial da produção de alimentos.

A necessidade por alimentos para abastecer a esta população impulsiona a agricultura que visa à produção em larga escala. Por esse motivo, o Brasil se tornou, nos últimos anos, o país que mais consome agroquímicos no Mundo, segundo Carneiro (2015) em o Dossiê da Associação Brasileira de Saúde Coletiva (ABRASCO) de 2015.

A agricultura brasileira experimentou um crescimento significativo nas duas últimas décadas, segundo relatório de 2015 da FAO. A produção total agrícola brasileira cresceu mais que o dobro, se comparada ao volume registrado em 1990 e à produção pecuária, a produção agrícola atingiu quase o triplo, quando comparada a 1990 (Figura 2).

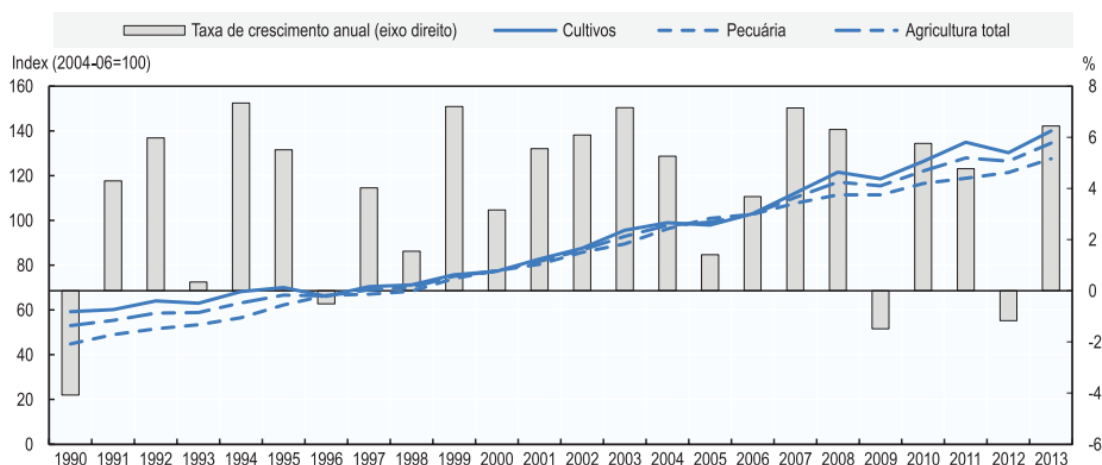


Figura 2 - Produção agrícola do Brasil, 1990-2013 - Fonte: FAOSTAT (2015), Base de dados online (acessada em 23 de fevereiro de 2015).

Segundo o relatório da FAO, o Brasil tornou-se um dos maiores exportadores mundiais de produtos agropecuários a partir do biênio 2012/2014 com um superávit comercial de US\$ 78,6 bilhões em 2013. A abertura da economia às nações

internacionais e a rapidez do crescimento da demanda das economias emergentes, como a China, fizeram com que as exportações agroalimentares eclodissem rapidamente (Figura 3). A desvalorização da moeda brasileira, frente às outras moedas, propiciou também o crescimento das exportações.

Os maiores parceiros comerciais do Brasil em relação à produção agropecuária são a União Europeia, a China, os Estados Unidos, o Japão, a Rússia e a Arábia Saudita. Mesmo com grande volume de exportação de produtos agrícolas, a maior parte da produção brasileira é consumida internamente.

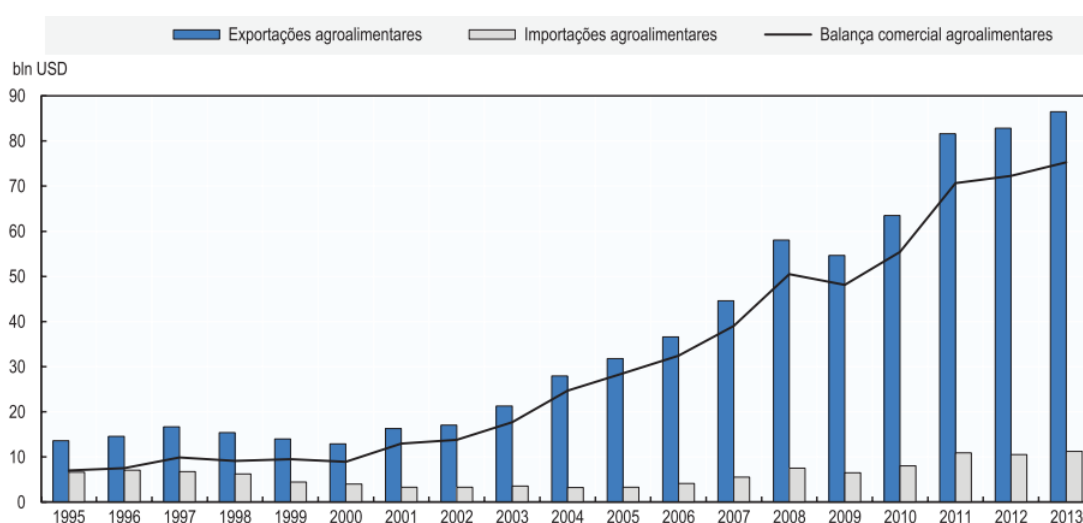


Figura 3 - Comércio agroalimentar do Brasil, 1995-2013.

Fonte: Base de dados CoTrade da Organização das Nações Unidas (ONU, 2013), acessada em 25 de fevereiro de 2015

O Brasil possui enorme potencial para expansão da produção de oleaginosas, comparado aos principais países produtores e exportadores mundiais. O Brasil é tão produtivo quanto os Estados Unidos, porém disponibiliza maior extensão de seu território para a produção de soja, enquanto que os Estados Unidos são mais competitivos na produção de trigo. Impulsionada pelos preços que tornaram-se cada dia mais atrativos, a produção de oleaginosas deverá experimentar um incremento de 2,5% ao ano até 2024 (Figura 3), como consequência de uma perspectiva de aumento de 23% da área cultivada para 34,3 milhões de hectares (Mha). Essas terras adicionais deverão ser oriundas da região que inclui os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia (região denominada de MATOPIBA), não devendo concorrer com outras terras de cultivo ou acarretar diminuição nas áreas de terra destinadas a outras safras (ref FAO).

A China tornou-se o maior mercado importador mundial de soja, sendo o maior cliente do Brasil, que passou a ser o maior fornecedor da China em 2013, sobrepondo-se aos Estados Unidos.

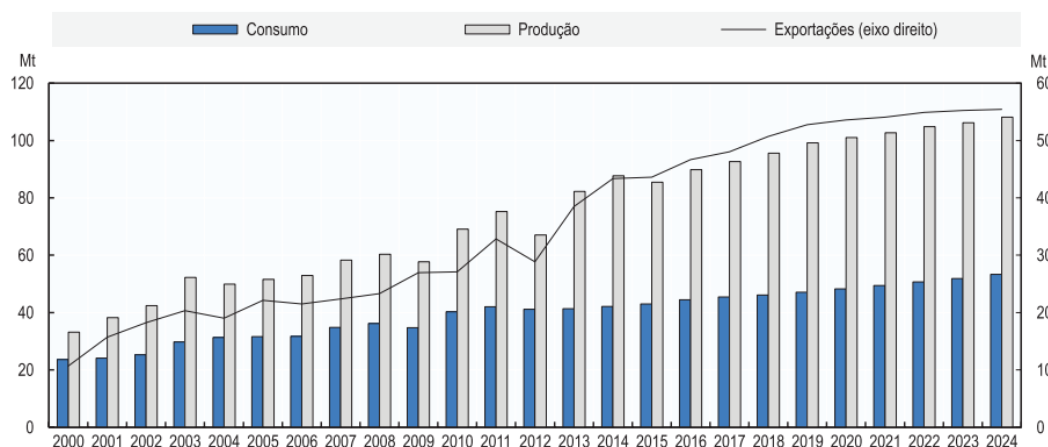


Figura 4 - Cenário de produção, consumo e exportações de oleaginosas no Brasil de 2000 a 2024 - Fonte: OECD/FAO (2015).

A grande motivação deste trabalho é responder ao questionamento sobre a forma com que esses alimentos serão produzidos. A princípio, a resposta a este questionamento parece estar na produção de frutas, grãos, hortaliças, etc., mais saudáveis e plantados segundo os conceitos da química verde e do respeito à saúde e ao meio ambiente. Entretanto, a utilização exacerbada de agroquímicos (agrotóxicos) com o objetivo de tornar a produção competitiva, transforma a agricultura brasileira na mais tóxica do planeta.

Os agrotóxicos constituem o segundo maior faturamento da indústria de química fina no Brasil, cerca de US\$ 12,2 bilhões em 2014, segundo os dados fornecidos pelo Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal (Cruz 2014), 6% acima do alcançado em 2013. Isto rende ao mercado dos agrotóxicos o maior faturamento do setor químico. As vendas do segmento correspondem a uma fatia de 27% do total da química fina, segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Química Fina, Biotecnologia e suas Especialidades (COSTA 2014).

Nesse contexto, segundo DA VEIGA (2005), é importante pensar nos pesticidas verdes como forma de substituir a engrenagem arcaica da agricultura movida a agrotóxicos, para suprir às demandas presentes e futuras da população por alimentos de boa qualidade, seguindo aos princípios da boa convivência do homem com o meio ambiente. Desde que foram descobertos, os biopesticidas ou pesticidas verdes

(biocontrole) geraram grande expectativa no sentido de serem os *defensivos agrícolas* que trariam a solução para uma agricultura mais sustentável, prometendo ser um recurso anti-pragas menos agressivo ao meio ambiente e ao ser humano, quando comparado aos defensivos agrícolas convencionais (agrotóxicos). Porém, na prática, percebe-se que, há, ainda, um predomínio da utilização dos agrotóxicos na agricultura brasileira e também mundial.

CAPÍTULO 2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar mapeamento tecnológico dos métodos de extração dos feromônios de atração sexual e suas perspectivas para a agricultura no Brasil, tendo em vista o cenário de crescimento populacional e os princípios da química verde.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) Identificar os gargalos da aplicação que fazem com que os biopesticidas com foco nos feromônios não sejam empregados em larga escala, tendo em vista a possibilidade de uso de tecnologias disponíveis.

b) Avaliar o mercado dos biodefensivos ou pesticidas verdes e seus segmentos, sobretudo no que diz respeito aos feromônios de atração sexual, bem como identificar a situação no Brasil, analisando a cadeia produtiva.

c) Quebrar o paradigma de que os agrotóxicos são essenciais à agricultura competitiva.

d) Propiciar reflexão sobre o pensamento capitalista da agricultura frente aos impactos causados ao meio ambiente e ao uso dos agrotóxicos.

CAPÍTULO 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Evolução da agricultura e o consumo de agrotóxicos no Brasil

Os agrotóxicos começaram a ser introduzidos no Brasil na década de 40, tendo um grande incremento na década de 60, em função de incentivos fiscais, como isenção de Imposto sobre Circulação de Mercadorias (ICM) e Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI); isenção de taxas para importação de produtos importados e aviões para utilização na agricultura (BULL; HATHAWAY, 1986).

A comercialização dos agrotóxicos experimentou esse crescimento em função do seu rendimento no combate às pragas; grande área de cobertura e facilidade de aplicação, além do crescimento da tecnologia e maior renda aos agricultores. Esses fatores fizeram com que as vendas de agrotóxico saltassem de US\$ 40 milhões, em 1939, para US\$ 300 milhões, em 1959 e US\$ 2 bilhões, em 1975, respectivamente, segundo PASCHOAL (1979).

Em 1975, houve reforço na política de incentivos através do lançamento do Programa Nacional de Defensivos Agrícolas (PNDA). O governo federal investiu cerca de 200 milhões de dólares na implantação de indústrias do ramo e no desenvolvimento das mesmas, o que alavancou todo o processo de transformação do parque industrial de defensivos agrícolas (agroquímicos). O governo criou um elo condicionante entre o crédito subsidiado e a compra dos agroquímicos que facilitou imensamente a difusão desses produtos no Brasil. Desta forma, o governo brasileiro se tornou o maior incentivador do aporte tecnológico que, na época, representava a revolução na agricultura PASCHOAL (1979). Com isso, o nome do país passou a fazer parte da lista dos mais importantes utilizadores de agrotóxicos em suas plantações

Nesta época, a maior parte destes insumos era conseguida por de importação e, nas décadas de 70 e 80, muitas indústrias multinacionais começaram a se instalar no Brasil, sobretudo nas regiões sul e sudeste do país. O governo criou então, um programa de incentivo à produção local, que promoveu um novo salto em termos de pesquisa e desenvolvimento, atingindo a marca de 80% da quantidade demandada pela nova fase (Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2004).

Estudos realizados pela Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO,1999) mostraram uma tendência mundial na qual o Brasil se inseria. De um grupo de 38 países em desenvolvimento estudados, 26 davam incentivos e subsidiavam o uso de fertilizantes. Dessa forma, o estudo trouxe à tona a conclusão de que o uso indiscriminado dos agroquímicos na atividade agrícola ocorreu, em grande parte, devido a incentivos desses próprios países.

WAICHMAN (2012) mostrou que os incentivos concedidos pelos governos desses países propiciaram também o uso exacerbado dos agroquímicos. A política dos subsídios facilitou também a aquisição e manuseio dos agrotóxicos, não somente pelos grandes agricultores, mas também pelos pequenos proprietários e até mesmo por produtores familiares, em sua roça.

A partir da década de 80, houve estímulo à produção em áreas que ainda não eram exploradas, como o cerrado brasileiro, cujo solo possui boa fertilidade. Isto tornou-se possível graças ao surgimento de novas tecnologias que impulsionaram a agricultura brasileira. Técnicas de plantio direto resultaram em maior aproveitamento da área de produção, entretanto, necessitavam de maior utilização de herbicidas, que experimentaram crescimento de 540% entre 1978 e 1998 (Programa Nacional de Agricultura Família, 2005). Desta forma, a região centro-oeste do Brasil tornou-se a nova fronteira agrícola. Segundo este programa, nas últimas décadas, o Brasil foi tornando-se especialista na produção de grãos, além da cana de açúcar e da laranja. Hoje em dia, os grãos compõem a principal parcela da produção agrícola brasileira. O milho e a soja são os grandes destaques da produção.

Dados do Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola, segundo Fialho (2007), apontam para o fato de que, nos anos 80, frente à grande demanda mundial por alimentos, a soja experimentou grande incremento na demanda. O produto é um gerador de divisas, além de permitir consideráveis ganhos comerciais. O mesmo ocorreu nos anos 90 e até 2005, período em que o grão chegou a representar 36% da área plantada, contra 11% empregado na plantação do milho do total plantado no país.

Segundo ZHOURI (2008), na mesma época surgiu um problema gerado pelas monoculturas, que foi a plantação de árvores, como eucalipto, utilizado na fabricação de celulose ou como combustível vegetal para a produção do aço e do ferro fundido. Identificados como “florestas plantadas” ou “desertos verdes”, estes sistemas de monocultura não agregam biodiversidade e são os maiores consumidores de agrotóxicos do país.

A Figura 5 apresenta uma retrospectiva histórica do consumo de agrotóxicos no país em contraponto aos recursos empregados ao crédito rural.

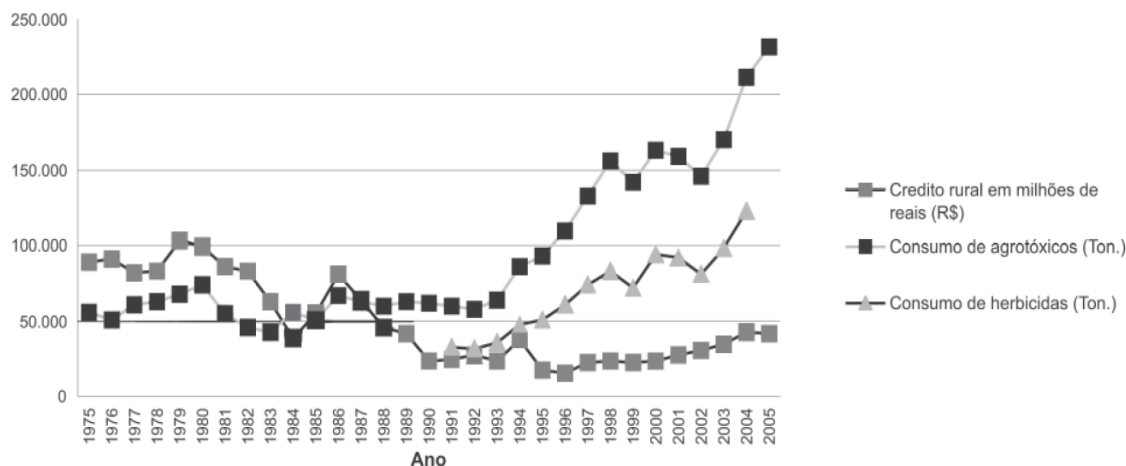


Figura 5 - Oferta de Crédito e Consumo de agrotóxicos – Brasil, 1975 a 2005 -

Fonte: Elaborado com base nos dados do Banco Central do Brasil (BCB, 2005), do Sindicato Nacional das Indústrias de Produtos para Defesa Agrícola (SINDVEG, 2007) e do IBAMA (2005).

Pode-se observar que entre 1975 e 1980, a redução do crédito rural acarretou um impacto no consumo de agrotóxicos no país e, por isso, ocorre uma similaridade de comportamento entre as curvas de consumo e crédito rural, neste período. A partir de 1990, fica nítida a separação do comportamento entre a curva de consumo dos agrotóxicos com relação à curva de crédito rural, causado, principalmente, pelos herbicidas. Neste ano, o Brasil já era o quinto maior mercado mundial. Entretanto, em 1994 atingiu a quarta e 1998, a terceira posição, ficando abaixo somente dos Estados Unidos e do Japão.

Martins (2000) propõe razões para o crescimento do mercado de agrotóxicos, mesmo sem os incentivos financeiros estatais: a estabilização das dívidas, a estabilidade da moeda nacional, a quebra da safra americana de 2004, o grande investimento em estratégias de marketing e, até mesmo, o fato de as empresas produtoras criarem seus bancos de créditos próprios, para facilitação do escoamento dos produtos.

O financiamento era realizado, de forma geral, em prazo idêntico ao período da safra. Isto gerou uma mudança no comportamento da agricultura do Brasil, em relação à dependência de crédito. Quando comparadas as safras até de 2005 a 2015 e a expectativa para 2023, apresentada no Quadro 1, pode-se perceber o aumento substancial de produção, o que irá exigir maior abertura de crédito.

	Unidade	2005/0	2010/1	2011/1	2012/1	2013/1	2014/1	2023/2
		6	1	2	3	4	5	4
Grãos	T	3,5	3,7	2,9	2,8	3,4	3,2	3,2
Café	Milhões de sacas	32,9	48,1	43,5	50,8	49,2	15,3	61,0
Laranja-Fresca	T	17,9	18,5	19,8	18,0	17,5	16,5	17,5
Abacate	T	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Abacaxi	T	2,3	2,2	2,4	2,5	2,5	2,5	2,9
Papaia	T	1,6	1,9	1,9	1,5	1,6	1,6	1,8
Manga	T	1,0	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,4
Banana	T	7,0	7,3	6,9	6,9	7,1	7,2	7,8

Quadro 1 - Resumo dos níveis de produção agrícola no Brasil (período 2005-2023) – Fonte: FAO/CONAB/ICO e MAPA.

A laranja é a principal fruta em cultivo e plantação no Brasil. Segundo MÜLLER (2015), a produção se manterá em elevação, em consequência do resultado dos ganhos de produtividade. Abacaxi, manga, abacate e papaia situam-se entre as frutas mais importantes em termos de volume e são absorvidas em maior parte pelo mercado interno. A produção permaneceu estável na última década e pouca mudança é esperada na produção no período de 2023/24. Porém, a papaia e a manga devem manter a tendência de ascensão na próxima década, atingindo respectivamente 1,8 Mt e 1,4 Mt. Cerca de 10% da produção de manga são exportados, enquanto pequenas quantidades de outras frutas encontram caminho para os mercados estrangeiros.

O Quadro 2 apresenta as despesas com agrotóxicos em relação à atividade econômica fiscal dos estabelecimentos rurais que aplicavam agrotóxicos em 2006.

Atividade e Fiscal	Despesas (R\$ milhões)				A/B	Nº de Estabelecimentos	A/C	Área (D)	A/D
	Agrotóxicos (A)	%	Total (B)	%	R\$ mil		R\$ mil	(mil ha)	R\$ mil
Cultivos									
Soja	5.020	37	40.584	26	124	129.129	39	14.441	348
Cana-de-açúcar	1.520	11	29.434	19	52	23.088	66	4.641	328
Laranja	1.217	9	5.383	3	226	16.939	72	683	1.782
Café	786	6	11.719	7	67	87.617	9	1.614	487
Algodão	644	5	5.646	4	114	3.925	16	1.226	525
Herbáceo							4		
Milho	568	4	6.864	4	83	147.857	3.8	2.803	203
Arroz	215	2	3.348	2	63	42.257	5	1.403	153
Fumo	164	1	2.520	2	65	121.632	1.3	840	195
Outros	3.252	24	53.382	34	61	823.633	4	9.245	352
Total	13.391	100	158.970	100	84	1.393.077	9.6	16.896	363

Quadro 2 - Despesas com agrotóxicos dos estabelecimentos rurais em relação à atividade econômica fiscal - baseada no censo agropecuário de 2006 - Fonte: Elaborado com base nos dados do Censo Agropecuário (2006).

Os números do Quadro 2 apontam para o fato de que é na plantação da laranja que os agrotóxicos representam parcela mais significativa em relação à despesa total dos estabelecimentos. Percebe-se que para cada um mil reais gastos com a produção, R\$ 226 são destinados à compra de agrotóxicos. O maior gasto com agrotóxicos era dos estabelecimentos voltados para o algodão, com R\$ 164 mil gastos com a compra desses produtos por estabelecimento, seguidos da laranja, com gasto de cerca de R\$ 72 mil. Em relação às despesas com agrotóxicos por hectares, percebe-se o mesmo comportamento, o algodão e a laranja, gastam por hectare, R\$ 525 e R\$ 1.782, em média, respectivamente.

Segundo o Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola (2009), essas culturas compõem o mosaico agroindustrial brasileiro, e colocam o país como um dos principais mercados consumidores de agrotóxicos, ficando à frente dos EUA. O Brasil consome 733,9 milhões de toneladas/ano. Esses números são preocupantes na agricultura brasileira, tendo em vista os impactos ambientais, sociais e ocupacionais, os quais não tem efeito imediato, e por hora, são imperceptíveis à grande parte da sociedade.

3.2 Panorama Atual do Consumo de Agroquímicos

Segundo o estudo *Regulation of Pesticides: A Comparative Analysis*, publicado em 2013 pela Universidade de Oxford (Pelaez, 2013), o Brasil figura como o maior

consumidor mundial de agrotóxicos, seguido pelos Estados Unidos. O relatório enfatiza que o excessivo uso de agrotóxicos pelo país se deve à alta produtividade do agronegócio.

Em seu relatório, o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (*The United States Department of Agriculture, USDA*), MOSHFEGH, 2008 destaca a liderança brasileira nas monoculturas de laranja, café, entre outras e o segundo lugar na produção de soja. O agronegócio brasileiro com sua alta produtividade levou o país a responder por 86% dos produtos vendidos na América Latina. Os números reafirmam a posição forte do Brasil no mercado de agrotóxicos e estão diretamente relacionados ao crescimento do agronegócio no país.

Dados da *Croplife International e da Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) por HOLT, 2011, citam o Japão como o maior consumidor de produtos agrotóxicos por área plantada e os Estados Unidos, como o maior em volume comercial. Não é exagero pensar que a maior parte dos alimentos consumidos em nosso país contenha quantidade de agrotóxicos acima da permitida pelos órgãos reguladores mundiais.

Segundo o relatório “Indicadores de Desenvolvimento Sustentável” do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Martins *et al.* (2012), a quantidade de agrotóxico utilizada por área plantada, no Brasil, era de 70 Kg por hectare em 1992, contra 150 Kg por hectare, em 2010. Este relatório cita o Brasil como o sexto lugar, em produção agrícola e aponta para o fato de que o país deverá experimentar o mais rápido crescimento agrícola no mundo nos próximos 10 anos, já apontando o país como líder mundial do consumo de agrotóxicos.

DE SOUZA PINHEIRO (2010) relata que para suprir as demandas por produtos agrícolas, a manutenção das culturas durante o ano inteiro, em muitos casos, não consegue deter o ciclo reprodutivo das pragas, o que acaba por exigir controle externo com agrotóxicos. Ainda de acordo com o Ministério da Agricultura Brasileiro, o Brasil não representaria o maior consumidor de agrotóxicos, se fosse considerado o uso por área plantada, e cita países como França, Estados Unidos e Japão na liderança deste insumo por unidade de área.

De acordo com Gasquez (2014), os defensivos agrícolas são responsáveis pelo segundo maior faturamento auferido pela indústria de química fina, atingindo US\$ 12,2 bilhões em 2014, 6% acima do valor apresentado em 2013, correspondendo ao maior

incremento do setor químico. Este valor corresponde à fatia de 27% da venda total da química fina.

Segundo SILVA (2015), a utilização de defensivos normalmente é dividida entre as três principais classes de produtos: um terço de herbicidas, um terço de inseticidas e um terço de fungicidas. Porém, em 2013 ocorreram maiores infestações por insetos, com isso, a comercialização de inseticidas atingiu 42% das vendas do segmento em 2014.

Levantamentos feitos por RITTNER (2014) informam que as vendas de agrotóxicos em 2013 chegaram a US\$ 4,554 bilhões. O mercado de herbicidas experimentou aumento de 19%, para US\$ 3,739 bilhões, e o de fungicidas teve aumento de 5%, atingindo US\$ 2,592 bilhões. Os acaricidas expandiram 18%, alcançando US\$ 119 milhões. Assim, o faturamento da indústria de defensivos agrícolas aumentou 18% neste ano, chegando a US\$ 11,454 bilhões. Segundo o autor, as plantações que aplicaram mais defensivos em 2013 foram soja (52%), cana (10,1%), milho (9,5%) e algodão (9,1%). Em 2014 essa distribuição se repetiu, excetuando-se o milho, que teve área plantada reduzida 5%, por motivo da queda dos preços desse produto, ter sido mais pronunciada do que na soja. Dentre os estados brasileiros, o maior consumidor de defensivos agrícolas é o Mato Grosso, que ocupa a posição de maior produtor de grãos do país. O estado do Mato Grosso foi responsável pela utilização de 22% da demanda brasileira por agroquímicos em 2013, seguido por São Paulo, com 14%, Paraná, com 12%, e Rio Grande do Sul, com 11%. O autor comenta ainda que as quantidades comercializadas de defensivos agrícolas no Brasil, em produto comercial, obtiveram aumento significativo, em relação a 2013. Houve comercialização de 914.220 toneladas (acréscimo de 1,3% em relação a 2013), recorde que colocou o Brasil em primeiro lugar mundial do consumo de agrotóxicos, de acordo com dados do relatório de 2014 do SINDIVEG. O órgão justifica que esse alto desempenho pode ser explicado, sobretudo, pela safra de soja, que superou os limites em 2014 e pelo combate às pragas e às doenças que surgiram nas lavouras, com ênfase para a ferrugem asiática e a lagarta *Helicoverpa armigera*, além do reaparecimento de antigas pragas, como a mosca branca e a lagarta falsa medideira.

Para as safras de 2014/15, no Brasil, segundo o sétimo levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a área de cultivo com as principais culturas aumentou 0,5% em relação à cultivada na safra 2013/14, passando de 57,06

para 57,33 milhões de hectares. A soja é novamente destaque com estimativa de produção de 94.280 mil toneladas, na safra 2014/15, acarretando em aumento de 9,5% comparada à safra anterior.

Comparativamente ao ano anterior, o aumento na comercialização de defensivos agrícolas em 2014 experimentou aumento em relação a 2013 (Figura 6), em quantidade de produto comercial, para importantes culturas, como soja (5,9%) e milho safrinha (1,3%). A classe de defensivos com maior aumento nas vendas em quantidade de produto comercial foi a dos fungicidas, que, em 2014, aumentou 17,2% (comparados ao ano anterior). As vendas de acaricidas e herbicidas (ambas com 2,2%), e inseticidas (1,0%), no referido período, tiveram queda em 2014, quando comparadas a 2013 (Moreira, 2012).

Além disso, o mercado brasileiro de defensivos agrícolas totalizou US\$ 12,249 bilhões em 2014, contra US\$11,454 bilhões em 2013, o que gera aumento de 6,9% em 12 meses. As vendas em valor cresceram 12,2% para os fungicidas, 7,4% nos inseticidas e 4,4% em herbicidas, enquanto a dos acaricidas decresceu 1,5%.

Segundo a *Associação Nacional de Defesa Vegetal (ANDEF)*, em 2014, a classe de inseticidas foi responsável pelo maior valor das vendas no Brasil, participando com 39,9% do faturamento total, isto é, US\$4,89 bilhões. A maior fatia das vendas dos inseticidas no país (60,3%) foi aplicada na plantação da soja, seguida de algodão, cana de açúcar, milho safrinha, café, milho safra, feijão, batata inglesa e culturas de inverno. Os inseticidas representaram 25,5% do total, em quantidade de produto comercial. Do total de inseticidas comercializados (232.692 toneladas), 97,4% são referentes aos inseticidas de aplicação foliar (226.684 toneladas) e 2,6% (6.008 toneladas) no tratamento de sementes (figura 6). O aumento das vendas de fungicidas foi consequência da necessidade de combate à ferrugem (praga fúngica). A disseminação dessa praga ocorreu devido às condições climáticas favoráveis e ao não cumprimento, em algumas regiões, das condições sanitárias exigidas.

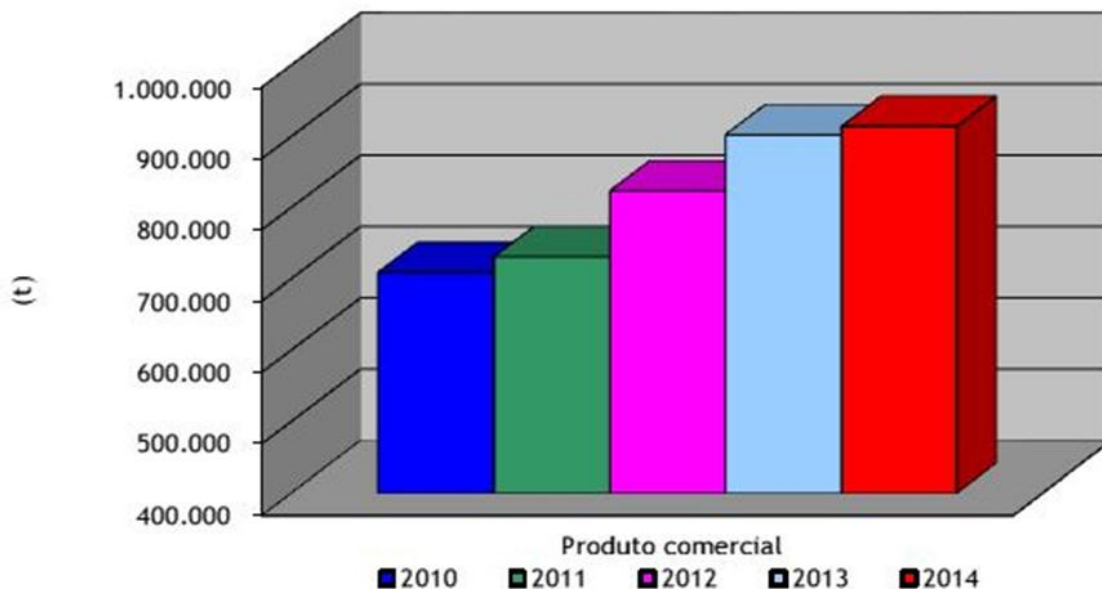


Figura 6 - Quantidade vendida de defensivos agrícolas em produto comercial, 2010 a 2014 - Fonte: www.iea.sp.gov.br

Em 2014, os acaricidas foram responsáveis por 1,0% (US\$116,99 milhões) do faturamento total do setor. O estado de São Paulo concentra mais da metade do consumo de acaricidas no Brasil, em produto comercial, 54,4% (6.116 toneladas) do total das vendas brasileiras em quantidade de produto comercial e 44,1% (US\$51,56 milhões) do faturamento dessa classe, em 2014. TACHIBANA (2004) cita que a citricultura de São Paulo foi responsável por 47,9% do valor comercializado de acaricidas, devido ao fato de o estado representar a maior área colhida em laranja no Brasil. Em 2014 o Brasil importou 418 mil toneladas de produtos técnicos e formulados, com acréscimo de 2,4% em relação a 2013, distribuídas em 56,2% de produtos técnicos e 43,8% de formulados (Sindiveg, 2014). Os inseticidas, nesse mesmo ano, apresentaram o maior aumento na quantidade importada, 13,3% em relação ao ano anterior, totalizando 127,5 mil toneladas, o que corresponde a US\$2,7 bilhões. Esse aumento ocorreu como consequência da maior incidência de pragas, como a *Helicoverpa armígera*, falsa-medideira, lagarta-militar, bicudo do algodão, e outras. A importação de fungicidas teve acréscimo de 8,2% e os herbicidas apresentaram retração de 5,1%, no referido período.

A comercialização de fungicidas, em 2014, movimentou US\$2,91 bilhões no Brasil, referentes a 120.712 toneladas de produto comercial e a 36.328 toneladas de ingrediente ativo. Em 2014, os herbicidas movimentaram US\$3,90 bilhões, ou seja,

31,9% do faturamento total do setor, respondendo por 52,2% (476.860 toneladas) da quantidade total vendida em produto comercial (Figura 7), distribuídas da seguinte maneira: 347.780 toneladas e 129.080 toneladas de herbicidas não seletivos e seletivos, respectivamente. As vendas de herbicidas, em quantidade, destinaram-se, principalmente, para soja (53,7%), cana-de-açúcar (12,4%), milho safrinha (8,7%) e safra (5,9%), pastagem (5,4%) e algodão (3,6%).

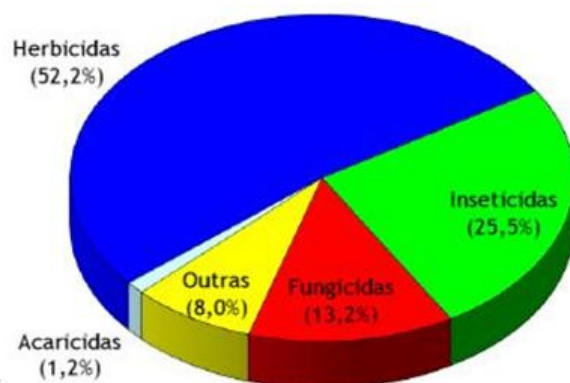


Figura 7- Participação das classes de Defensivos Agrícolas na Quantidade vendida em produto comercial no Brasil, 2014.

De acordo com CAETANO (2014) – Quadro 3, a previsão de vendas da indústria de defensivos agrícolas no Brasil para 2015 incluía um crescimento pequeno de 1% ou 2%, ou de que elas permanecessem estáveis em relação ao ano anterior. No primeiro bimestre de 2015, as vendas foram baixas, sendo que em março de 2015 houve uma pequena reação, fato que refletiu nas importações de produtos técnicos e formulados, que caíram em torno de 20% no primeiro trimestre de 2015, em relação ao mesmo período do ano anterior.

Quadro 3 – Investimentos do Brasil programados em produtos técnicos por formulados, matérias-primas e componentes de 2013 a 2019 - Fonte: ABIQUIM/SINDIVEG.

	2013	2014	14*/13
Faturamento líquido (US\$ bilhão)	11,5	12,2	6%
Faturamento líquido (RS bilhão)	22,0	25,0	13%
Volume de vendas (mil toneladas)	902,4	936,2	4%
Importações (US\$ bilhão)	6,9	7,1	3%
mil toneladas	409	422	3%
Exportações (US\$ bilhão)	0,46	0,40	-13%

mil toneladas	41	38	-7%
Saldo balança comercial (US\$ billhão)	-6,4	-6,7	5%
Investimento (US \$ milhão)	68	75	10%

Investimentos Programados até 2019 - (*) Estimado

(1) Inclui produtos técnicos/formulados e matérias primas e componentes

3.3 A importância do agronegócio brasileiro

Segundo o relatório da FAO (2015), o setor agrícola exerce fundamental contribuição no desempenho econômico do Brasil. O setor experimentou um forte crescimento nas três últimas décadas, contribuindo para a balança comercial e para o balanço das exportações da agricultura e das indústrias agroalimentares, que geraram US\$ 86 bilhões no ano de 2013, representando a fatia de 36% do montante das exportações para o ano. O setor agrícola foi, portanto, o setor que mais arrecadou moeda estrangeira para o país.

O Brasil é o segundo maior exportador agrícola e o maior fornecedor de açúcar, suco de laranja e café mundial, ultrapassando os Estados Unidos e ocupando a posição de destaque no mercado internacional de 2013 até os dias atuais. Além de ser um grande produtor de milho, arroz e carne bovina, onde a maior parcela de produção é consumida internamente.

Com uma maior atenção ao setor e modernização de técnicas e instrumental, o país decolará para o primeiro lugar também em muitos outros segmentos. Isso torna imprescindível um novo olhar, voltado para a necessidade de renovação na indústria de agroquímicos e na forma de condução da agricultura brasileiras.

No cenário atual, o agronegócio necessita de transformações e renovações da indústria para redução do uso de agrotóxicos, a fim de que ocorra a transição para a agroecologia, que perpassa também por mudanças na extensão rural (WAICHMAN; EVEB; NINA, 2007). Dessa forma, é desejável que a Política e o Programa Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural para a Agricultura Familiar e Reforma Agrária – criados em 2010, pela Lei nº 12.188 (BRASIL, 2010) – aliem-se, dando suporte para o crescimento de uma agricultura sustentável, com objetivo de melhorar a segurança alimentar e a promoção da saúde e bem-estar do produtor e dos consumidores.

4 PESTICIDAS OU AGROTÓXICOS

“Os pesticidas ou agrotóxicos podem ser definidos como compostos químicos empregados na agricultura com o objetivo de controlar, destruir e impedir a proliferação dos mais variados tipos de pragas, atuando na interrupção dos processos metabólicos dos organismos para os quais apresentam ação tóxica” (BAIRD, 2002; PEIXOTO, 2007; RIVEROS, 2012).

Relatos de BRAIBANTE (2012) citam que em 2500 a.C., os sumérios já empregavam o enxofre no combate a insetos. O piretro, extraído das flores secas do gênero *Chrysanthemum cinerariaefolium* era utilizado desde 400 a.C no controle de piolhos. No século XIV, os chineses utilizavam preparos de arsênio para controlar insetos. Além de outros métodos para controle de pragas, incluindo o uso de ervas, óleos e cinzas, para tratar sementes e grãos armazenados, bem como compostos à base de mercúrio e arsênio para combater piolhos e outras pragas.

Com evolução da tecnologia, do conhecimento de novos materiais, muitos insumos começaram a ser aplicados, mesmo sem conhecimentos de sua real eficácia, como o extrato de pimenta, cal, vinagre (solução de ácido acético) e outros produtos (MARASCHIN, 2003).

Segundo Peixoto (2007), por volta do século XV, elementos de grande toxicidade, como o enxofre, o arsênio e o mercúrio passaram a ser utilizados em grande escala para controlar pragas e ervas daninhas, além de mitigar problemas na agricultura. A partir do século XVII, o sulfato de nicotina passou a ser utilizado no controle de insetos. Esta substância tinha boa eficiência no controle, embora tivesse ação menos duradora.

Oficialmente, o emprego dos pesticidas começou no século XIX, e as substâncias mais adotadas eram os cianetos, substâncias a base de arsênio, enxofre e compostos de cobre, com o objetivo de controlar ou exterminar o crescente surgimento de diferentes pragas. BRAIBANTE E ZAPPE (2012) citam que no Brasil, também foi neste século que o uso dos pesticidas se firmou, e os produtos mais empregados eram os sais de cobre e arsênio, enxofre e cal.

Segundo os relatos de Guilherme et al. (2000), na década de 30 e 40, foram introduzidos o herbicida conhecido como 2,4-D, e o inseticida mais conhecido no mundo, o DDT ou *para-diclorodifeniltricloroetano*. A utilização desses e de outros produtos passou a ser então utilizada em larga escala nas atividades agrícolas em todo o mundo. O inseticida DDT foi sintetizado em 1874 e aplicado por Paul Miller, em 1939, quando começou o uso dos pesticidas sintéticos para o controle de pragas.

Nas décadas subsequentes, devido ao começo da 2ª Guerra Mundial, o crescimento da busca de novas tecnologias e o desenvolvimento da indústria química fizeram surgir outros princípios ativos para utilização como inseticidas, em sua maioria, organoclorados. Entretanto, emergem no mercado também os carbamatos e os organofosforados (MARASCHIN, 2003). Esse autor relata a existência, no mercado, de mais de 1.500 princípios ativos que, combinados, podem produzir cerca de 35.000 formulações distintas de pesticidas, apresentando-se na forma de aerossóis, gasosos, granulados, pós-secos ou molháveis, emulsões, dispersões aquosas e concentrados emulsionáveis.

Segundo Baird (2012), a utilização dos pesticidas desde a antiguidade era uma necessidade dos seres humanos, uma vez que, segundo um pensamento imediatista, sua principal importância é o controle das enfermidades de suas culturas e de si próprio, que, neste caso, eram transmitidas por insetos e roedores contaminados, podendo ocasionar doenças até ao trabalhador agrícola.

O grupo de produtos químicos definidos como agrotóxicos, na literatura internacional em língua inglesa, recebe a denominação de pesticida (*pesticide*). O termo “agroquímico” – o mais próximo de agrotóxico contido na literatura de língua inglesa (*agrochemicals*) e, também na língua portuguesa, em pequena escala, refere-se a um número maior de produtos, como os fertilizantes e adubos inorgânicos. Entretanto, não é representativo do verdadeiro sentido do termo agrotóxico, que faz alusão, não somente a sua finalidade de uso, mas ao caráter nocivo de tais substâncias, como podemos observar pelo próprio radical “tóxico”.

A referência “*pesticida*”, introduzida pelo forte poder da indústria química internacional, reforça então o “*caráter positivo*” do termo (pesticida, produto que mata – “*somente as pestes*”) e se encaixa perfeitamente, ao reforçar seus objetivos por meio da consolidação destes insumos como insumos necessários e indispensáveis à produção de produção rural. Na literatura de língua espanhola, estes produtos são referidos como “*praguicidas*” (*plaguicidas*). Para os trabalhadores rurais, porém, são mais conhecidos como “*venenos*” ou “*remédios*”. Há uma desconfiança histórica, evidenciada no campo e na sociedade, com relação ao verdadeiro papel destes produtos para a vida e trabalho rural, na mesa dos consumidores, na saúde ambiental e na qualidade de vida destas e das gerações futuras.

4.1 Classificação dos Pesticidas

Os pesticidas podem ser classificados quanto à sua finalidade (de acordo com a praga a qual será utilizado); origem e estrutura química.

4.1.1 Quanto à finalidade

De acordo com Peixoto (2007), quanto à finalidade, há três tipos principais que são: os fungicidas, os herbicidas e os inseticidas. Os fungicidas são empregados para inibir ou destruir a ação de fungos que, em geral, acometem as plantas. Na agricultura convencional, é muito comum a utilização de fungicidas sintéticos, que, por serem muito tóxicos e perigosos, apresentam risco grave ao homem e ao meio ambiente.

Os herbicidas são produtos utilizados para o controle e eliminação das ervas daninhas, que, oportunamente, inserem-se nas plantações, competindo por água, luz e nutrientes, diminuindo o rendimento da produção e funcionando com hospedeiros naturais de algumas pragas. Os herbicidas são muito utilizados porque são muito eficazes, com rápida ação e baixos custos, porém são tóxicos para os seres humanos até em baixa escala de utilização.

Os inseticidas são empregados para controlar ou eliminar insetos em geral, com ação eficaz também para larvas e ovos principalmente. Esse é o tipo mais comum, empregado em residências e até nas indústrias.

Relatos de MEDINA ET AL (2002) comentam que as três categorias citadas apresentam o maior volume de uso, que circula em torno de bilhões de quilogramas de pesticidas usados anualmente apenas na América do Norte. Ainda há, segundo SOUZA (2015), subclassificações dos pesticidas como: acaricidas (para o controle de ácaros), bactericidas (para o controle de bactérias), nematicidas (para o controle de nematóides), raticidas (para o controle de ratos), formicidas (para controlar formigas), moluscicidas (para o controle de moluscos), algicida (para o controle de algas).

4.1.2 Quanto à origem

Sob esse critério, os agrotóxicos podem ser originados a partir de compostos orgânicos e inorgânicos.

4.1.2.1 Orgânicos

Segundo VILARINHO (2011), com a evolução dos conhecimentos sobre a toxicidade dos sais inorgânicos utilizados antigamente pelo ser humano, foram sendo introduzidos os compostos orgânicos e, dentre os tipos existentes, têm-se:

Sintéticos: à base de carbamatos (nitrogenados), clorados, fosforados, e clorofosforados e compõem a maior classe de pesticidas utilizados, com eficiência na atividade fisiológica.

Origem vegetal: à base de nicotina, piretrina, sabadina e rotenona.

4.1.2.2 Inorgânicos

São constituídos à base de arsênio, tálio, bário, nitrogênio, fósforo, cádmio, ferro, selênio, chumbo, cobre, mercúrio e zinco.

“A maioria dos pesticidas inorgânicos e organometálicos são extremamente tóxicos aos seres humanos e mamíferos, na dosagem que precisam ser aplicados para obter resultados na agricultura” (BAIRD, 2002).

4.1.3 Quanto à Estrutura Química

As estruturas químicas desses compostos podem ser classificadas e organizadas nos seguintes grupos:

4.1.3.1 Organoclorados

São compostos pouco solúveis em água e muito solúveis em compostos orgânicos. Em geral, apresentam baixa pressão de vapor e alta estabilidade química, o que justifica a lenta biodegradação dos mesmos no ambiente. Em sua grande maioria, são poluentes orgânicos persistentes que se caracterizam por longos ciclos de vida no ambiente e por serem carreados a longas distâncias (MARASCHIN, 2003).

Ademais, são compostos químicos bioacumulativos, encontrados com frequência nos tecidos graxos dos seres vivos e persistentes no ambiente. Atuam no organismo animal, em particular sobre o sistema neurológico, interferindo nas transmissões dos impulsos nervosos, no sistema imunológico e endócrino (BAIRD, 2002).

Segundo Braga (2012), os organoclorados podem ainda ser classificados estruturalmente em cinco tipos:

- a) hexaclorooctahidronaftalenos (aldrin, dieldrin e endrin);
- b) canfenos clorados (endossulfan, clordano, heptaclor, toxafeno);
- c). difeniletanoclorados (DDT, DDD, dicofol e metoxiclor);
- d) ciclodienos;
- e). hexaclorociclohexano.

4.1.3.2 Organofosforados

São compostos que derivam do ácido fosfórico, tiosfosfórico ou ditiofosfórico e são utilizados como acaricida, fungicida, inseticida e nematicida. Seu maior emprego está no controle de pragas. Os produtos mais utilizados com esse objetivo são diclorvós (DDVP), temefós e clorpirifós, SAVOY ET AL (2004).

Segundo VALENTE ET AL (2012), os organofosforados possuem efeito lacrimojante e, em mamíferos, causam salivação, sudorese, diarreia, tremores e distúrbios cardiorrespiratórios. Muitos desses efeitos se manifestam como consequência de broncoconstrição (aumento das secreções brônquicas e bradicardia), bem como de depressão do sistema nervoso central, sendo as principais causas de morbidez e mortalidade por estes produtos.

4.1.3.3 Carbamatos

São compostos derivados do ácido carbâmico que começaram a ser aplicados como inseticida na agricultura por volta dos anos 50. Estes compostos podem contaminar águas superficiais de forma direta ou indireta, através de resíduos industriais ou até mesmo por derramamentos acidentais, embora seu nível de perigo no ambiente seja limitado (MARASCHIN, 2003).

A toxicidade dos carbamatos é considerada aguda, porém devido ao fato de degradarem-se rapidamente, não são bioacumulativos. Estes agrotóxicos atuam no sistema nervoso, interferindo nas transmissões dos impulsos nervosos. Possuem como representantes principais o aldicarb, carbaril, carbofuram, metomil, propoxur, entre outros (VILARINHO, 2011).

4.1.3.4 Triazinas

São herbicidas largamente utilizados. As triazinas são muito tóxicas e persistentes no ambiente, sobretudo corpos d'água e leitos de rios. Possuem grande potencial carcinogênico para o homem, segundo pesquisas de PATUSSI e BÜNDCHEN (2013).

A atrazina é a triazina mais utilizada mundialmente, devido ao seu amplo espectro de ação, tanto em grandes extensões territoriais quanto pelo fato de prevenir diversos tipos de ervas daninhas, inclusive as de folhas largas. Foi descoberta no começo da década de 50, pela empresa Ciba - Geicy Química e sua veiculação mercadológica ocorreu dez anos mais tarde (KUSSUMI, 2007).

4.1.3.5 Piretroides

Segundo SANTOS, AREAS e REYES (2007), os piretroides constituem a classe de inseticidas mais utilizada na agricultura, devido à baixa toxicidade, tornando-se alternativa frente ao uso dos organoclorados, proibidos no Brasil na década de 80 e ao uso dos carbamatos e organofosforados, por serem bastante tóxicos. Os piretroides apresentam menor impacto ambiental e um amplo espectro de ação contra diversos tipos de insetos. Ainda assim, segundo os relatos de PIMPÃO (2012), sua utilização deve ser administrada sob bastante cautela, pois já se têm comprovado os efeitos tóxicos que podem acometer a invertebrados, como peixes.

4.1.3.6 Cloroacetamidas

São agrotóxicos também pertencentes à classe dos herbicidas empregados nas plantações de milho e soja. Os representantes mais importantes dessa classe são o alaclor, metolaclor e o propalaclor (MARASCHIN, 2003). “As cloroacetamidas inibem a evolução do meristema apical e da raiz de ervas daninhas, que são mortas antes da emergência, devido à sua sensibilidade aos herbicidas” (KARAM et al 2003).

4.2 Quanto às classes toxicológicas e toxicidade

Os pesticidas podem ser classificados de acordo com os resultados de estudos e testes feitos em laboratório, objetivando estabelecer um limite chamado DL-50, que é definida como a dose de um produto capaz de matar 50 dos indivíduos de uma mesma espécie nos experimentos (BRAIBANTE e ZAPPE, 2012).

A interpretação dos critérios preconizados pela Farmacopeia Brasileira para a aceitação dos ensaios de DL50 e DE50 foi estabelecida pelo Instituto Nacional de Controle da Saúde (INCQS – FIOCRUZ), com a colaboração da ANVISA, disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br> (consultado em 09/12/2015). A partir desses critérios definidos por lei, os pesticidas podem ser classificados em quatro classes distintas, de acordo com as cores dos rótulos PAVANI (2016):

Classe I: Rótulo Vermelho – São os compostos químicos extremamente tóxicos, de grande risco à saúde humana e ao meio ambiente. Como exemplos, têm-se o grupo dos clorados e os clorofosforados.

Classe II: Rótulo Amarelo – De toxicidade alta para os seres humanos. Por exemplo, os Carbamatos.

Classe III: Rótulo Azul – São substâncias consideradas de toxicidade mediana para a saúde humana. Como exemplo, os organo-fosforados.

Classe IV: Rótulo Verde – São os produtos pouco tóxicos para os seres humanos. Os piretroides servem como exemplo.

Como consequência do uso dos pesticidas, vários problemas ambientais têm ocorrido no planeta. Portanto, torna-se imprescindível a produção sustentável. Segundo o relatório da Rio + 20 (2013), um sistema de produção é considerado sustentável quando todas as etapas do processo atendem a processos socialmente justos, economicamente viáveis e ambientalmente adequados que leve em consideração as questões ambientais.

CAPÍTULO 5 QUESTÕES AMBIENTAIS

São evidentes e frequentes, em jornais, revistas e TV, notícias sobre a rapidez com que estão ocorrendo mudanças climáticas e seus efeitos catastróficos ao planeta. Desastres ambientais estão sendo sentidos e observados em todo o universo. Fatos, como o derretimento das geleiras Upsala, na Argentina, na Antártida e Groelândia em 2004; ciclones extratropicais, no sul do Brasil (RS e SC) em 2004; seca na Amazônia em 2005; ocorrência de furacões nos EUA, dentre eles, os furacões Dennis e Katrina, em 2005; furacão Rita e Wilma, no Atlântico Sul e no México em 2005; *tsunamis* na Ásia e ondas de calor de até 40°C na Europa, em 2003 são exemplos de impactos ambientais negativos, sentidos de forma diferenciada pelos países, decorrentes do aquecimento global, do aumento das concentrações de gases de efeito estufa e de aerossóis na atmosfera e das mudanças no uso da terra (desmatamento), dentre outros fatores (MARENGO *et al.*, 2007; IPCC, 2001).

O relatório do IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) ressaltava, em 2007, que as mudanças climáticas estão acontecendo de maneira mais rápida, intensa e frequente, nos últimos 10 anos. Dados do IPCC (2007) salientam preocupação com o aumento temperatura média global da superfície da Terra e dos oceanos desde 1850, destacando que os dez anos mais quentes da história estão no período de 2004 a 2014. Isto se deve a fenômenos antrópicos, principalmente a queima de combustíveis fósseis que emitem grandes quantidades de gases geradores do efeito estufa (GEE) e que promovem a intensificação da produção de CO₂, gás que mais contribui para o agravamento das mudanças climáticas (IPCC, 2005).

5.1 Os agrotóxicos e o meio ambiente

O exacerbado aumento do volume de agrotóxicos utilizados na agricultura trouxe consigo uma série de alterações ambientais, por contaminação das comunidades de seres vivos ou por acúmulo no ecossistema (água, ar, solo, biota, etc.). Um efeito colateral causado pelos agrotóxicos é a concomitante contaminação de espécies não-alvo e que não interferem no processo de produção (Tabela 1).

Tabela 1 - Toxicidade e persistência ambiental de alguns agrotóxicos (escala 1 a 5) - Fonte: WHO, 1990; OPS/WHO, 1996, apud Peres, 1999.

Agrotóxicos	Toxicidade				Persistência no ambiente
	Mamíferos	Peixes	Aves	Insetos	
Permetrina (piretróide)	2	4	2	5	2
DDT (organoclorado)	3	4	2	2	5
Lindano (organoclorado)	3	3	2	4	4
Etil Paration (organofosforado)	5	2	5	5	2
Malation (organofosforado)	2	2	1	4	1
Carbaril (carbamato)	2	1	1	4	1
Metoprene (regulador de crescimento)	1	1	1	2	2
Bacillus Thungensis (microbia)	1	1	1	1	1

Segundo dados de (RIBEIRO, PEREIRA, LOURENCETTI (2007), foram detectados em concentrações baixas, resíduos de pesticidas em amostras de água subterrânea em países como Grã-Bretanha, Alemanha, Estados Unidos, Grécia, Bulgária, Espanha, Portugal e Brasil. A contaminação dos corpos hídricos no Brasil por resíduos de agrotóxicos pode ser vista como moderada, exceto em áreas altamente poluídas e, se comparada aos países do hemisfério norte, é menor. No solo, o problema se encontra na interferência da contaminação desses princípios ativos em processos biológicos atrelados à oferta de nutrientes. São significantes as modificações sofridas na degradação da matéria orgânica, em consequência da inativação e morte de microrganismos e invertebrados que se desenvolvem no solo.

5.2 Cenário mundial dos agrotóxicos - Do Nobel à degradação ambiental

A agricultura foi incrementada de forma absurda, depois da descoberta do DDT (diclorodifeniltricloroetano), por Paul Muller. O DDT foi condecorado como o “pesticida milagroso” e seu inventor recebeu o prêmio Nobel de Fisiologia em 1948. Segundo CARSON (1962), este defensivo, que, aparentemente, não parecia tóxico ao ser humano, transformou-se na estrela “defensora” da agricultura, passando a ser aplicado em larga escala, sobretudo na Guerra do Pacífico, com a finalidade de extinguir a malária e outras doenças ocasionadas por insetos, além de permitir aos agricultores, obter uma pseudo-vitória na guerra contra os destruidores de colheitas.

A autora comenta ainda que menos de um século foi o tempo necessário para a espécie humana alterar de forma catastrófica o meio ambiente. Em seu livro *Primavera Silenciosa*, afirma que “o mais alarmante de todos os assaltos contra o meio ambiente, efetuados pelo Homem, é representado pela contaminação do ar, da terra, dos rios e dos mares, por via de materiais perigosos e até letais.” Capra (2015) complementa a ideia, citando que o antropocentrismo fez com que o homem vivesse como se não fizesse parte da natureza.

Essas alterações impostas ao meio ambiente são atribuídas ao uso dos pesticidas, que remonta aos sumérios, 2500 a. C. Este povo utilizava enxofre no combate aos insetos; posteriormente, os romanos introduziram óleo ao enxofre e aplicavam como repelente de insetos. Plínio, no ano 79 da Era Cristã, defendia a utilização do arsênio para repelir os insetos e, no século XIV, relatos citam que os chineses empregavam quantidades moderadas do arsênio no controle de infestações por insetos. Os chineses introduziram muitos processos para o controle de pragas, desde a utilização de ervas, óleos e cinzas, no tratamento de sementes e grãos armazenados até a aplicação compostos à base de mercúrio e de arsênico, no combate a piolhos e outras pragas e a proteção de raízes do arroz com “arsênio branco” para proteger as mudas transplantadas da infestação de insetos (BARBOSA, 2004).

Segundo LUTZENBERGER (2004), a proliferação dos agrotóxicos não ocorreu por causa das pressões e necessidades da agricultura, e sim, pela “grande indústria agroquímica que existia em pano de fundo, impondo seu paradigma à agricultura moderna e ao resultado do esforço bélico criado pelas duas grandes guerras mundiais, 1914-18 e 1939-45.” Em relação ao grande incremento na utilização dos agrotóxicos, este autor cita: “a serviço do Ministério da Guerra, químicos das forças armadas americanas trabalhavam febrilmente na procura de substâncias que pudessem ser

aplicadas de avião para destruir as colheitas dos inimigos”. Outro grupo, igualmente interessado na devastação, antecipou-se a eles.

Relatos de GONÇALVES (2006), o grande veneno introduzido pelo homem foi o DDT. Depois de sua descoberta e da sua utilidade, houve grande esforço de pesquisa, no sentido de obter cópias modificadas deste produto, uma vez que o mercado agrícola e sanitário era cada vez mais rentável. O mesmo ocorreu com organofosforados, obtidos da “fava de calabar”, uma leguminosa africana de nome *Physostigma venenosum*. Os inseticidas organofosforados conquistaram um grande incremento nos últimos 50 anos.

Os organofosforados, então foram empregados nos campos de concentração, durante a Segunda Grande Guerra e foram desviados para a agricultura. O mais famoso deles é o Parathion.

Em consequência do sucesso no controle de insetos, adquirido com a aplicação do DDT, o mercado desencadeou uma grande busca dos setores de pesquisa e desenvolvimento em busca de novos pesticidas sintéticos. Desta maneira, muitos novos compostos químicos foram desenvolvidos, agregando números cada vez maiores à indústria de agrotóxicos, à medida que o número de casos de doenças e até mesmo de morte também aumentava. Assim, a comunidade mundial começou a atentar para o fato de que a utilização dos agrotóxicos na produção de alimentos era um fator preocupante em relação aos agentes destruidores do meio ambiente.

5.3 Marcos históricos da sustentabilidade

O termo desenvolvimento sustentável é originário do ano de 1968, quando um grupo composto por 30 membros, entre pensadores e empresários, reuniu-se na Academia de Lincei – Roma – Itália, com o objetivo de identificar problemas globais. A ideia do grupo era discutir a preservação dos recursos naturais e seus usos desenfreados pela comunidade mundial. Este foi o marco da tentativa de alerta para os graves problemas ambientais que o planeta estava atravessando. Este grupo ficou conhecido como o *Clube de Roma, que tem papel fundamental até os dias atuais*, no contexto dos esforços na preservação do meio ambiente.

Em 1969, foi formulada a política ambiental americana pelo Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação (NEPA), que foi uma das primeiras leis oficiais de meio ambiente e serviu de estímulo para vários outros países formularem suas leis ambientais, inclusive o Brasil (CARRARA, 2010). Em 1972, em meio a um cenário em que as preocupações com o meio ambiente começavam a aumentar, foi realizada a Conferência

das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente (CNUMA), outro importante marco para as negociações e debates com relação às mudanças do clima global. O grande legado que esta conferência deixou foi o fato de alertar ao mundo de que os danos ao ecossistema poderiam gerar prejuízos irreversíveis à humanidade global (MEIRELLES, 2009).

Assim, foi criado o chamado PNUMA, como mecanismo orientador das atividades da ONU. Tal iniciativa, segundo (SOUZA E NOVICKI, 2011), o PNUMA foi a grande quebra de barreiras internacionais que dificultavam as negociações para a internacionalização da política ambiental.

O ano de 1983 marca a criação da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), cujos objetivos fundamentais eram: a) estruturar e sugerir passos, ao longo do tempo, para a aquisição do desenvolvimento sustentável b) propor métodos e processos, para que a preservação do meio ambiente pudesse ser encaminhada por países diferentes, mesmo com diferentes situações sócio econômicas, no sentido cuidar da preservação ambiental.

Através da quebra de algumas barreiras internacionais foi facilitado a vários países tratar dos problemas ambientais de forma mais eficaz (RIBAS, 2008). Essa comissão culminou com o lançamento, em 1987, do *Relatório Brundtland* ou também conhecido como *Nosso Futuro Comum*, em que o objetivo principal era a criação de uma conferência mundial que norteasse as questões relativas ao meio ambiente.

O Relatório Brundtland foi um marco muito importante para o reconhecimento do conceito de sustentabilidade internacionalmente e foi o responsável pela difusão do conceito de desenvolvimento sustentável, entendido como o “desenvolvimento que satisfaz às necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades” (SANTO, 1991). Das mais diversas definições aplicadas ao termo “desenvolvimento sustentável”, a mais simples e disseminada pertence a Lester Brown, do *Worldwatch Institute* (WWI), que afirma: “Desenvolvimento sustentável é progredir sem diminuir as perspectivas das gerações futuras”.

Nos anos 90 surge a expressão “*triple bottom line*” como designativa de desenvolvimento sustentável. Esta expressão foi muito difundida pelos meios acadêmicos e pela mídia, principalmente do eco business. O “triple bottom line” apoia a ideia de racionalizar o desenvolvimento econômico promovendo o crescimento, porém, preocupado com a inclusão social e com a mitigação dos impactos ambientais (NORMAN, 2004).

Atualmente, a sustentabilidade é enxergada como um movimento das organizações, em busca de princípios e práticas que fortalecem a relação do binômio organização-sociedade para se manter competitivas no mercado. Surge, então, a visão do desenvolvimento sustentável (sustentabilidade), como uma transformação da dialética, à qual organizações têm que adequar-se, para agregar valor aos seus produtos e serviços, a fim de sobreviverem no mercado competitivo (SOUZA, 2008).

SCHUINDT *et al.* (2005), citam que a sociedade e as organizações têm sido conduzidas a discutir assuntos ligados à degradação ambiental, a partir da percepção de que o modelo de desenvolvimento adotado por muitos países é limitado e precisa ser repensado. O surgimento de consumidores mais conscientes e preocupados com o meio ambiente fez com que as operações industriais e empresariais fossem discutidas e passou-se a adotar uma conduta mais exigente no sentido de aderir a um comportamento ambientalmente mais correto. Assim, começou-se a exigir processos tecnológicos mais limpos e à pesquisa e desenvolvimento de produtos verdes, os ambientalmente corretos. Com isso, as organizações foram obrigadas a se adaptar, a fim de cumprirem as exigências de mercado e sobreviverem no mesmo. Nessa busca, vários encontros com grandes avanços e resoluções foram promovidos pela comunidade internacional.

5.4 A Agenda 21

Por meio dos seus conceitos, diretrizes, recomendações e ações propostas, a Agenda 21 busca um padrão de desenvolvimento sustentável, em paralelo com a preservação da biodiversidade e da capacidade produtiva dos ecossistemas naturais. Logicamente, estes esforços necessitam de vontade política e união de forças para que se consiga reverter os danos ambientais e melhorar a gestão dos ecossistemas. A Agenda 21 acabou por ser um instrumento de construção coletiva e participativa, governo e sociedade, para a conservação da diversidade biológica.

A definição que foi mais difundida pela sociedade e pelo governo brasileiro foi de que a Agenda 21 serviria como um plano de ações e um instrumento político de construção da cidadania ativa para o desenvolvimento sustentável, desenvolvido em processo participativo e democrático, com planejamento integrado, para o fortalecimento da cidadania, ao engajamento de todos os setores na gestão das políticas e aos projetos de desenvolvimento e não, meramente às forças do mercado.

A Agenda 21 brasileira elegeu 21 eixos prioritários, que contemplam praticamente todas as áreas de políticas públicas. Dada a abrangência temática, a

referência de processos de construção gradativa da sustentabilidade e a extensão territorial, a versão brasileira da Agenda 21 apresenta diretrizes gerais de princípios e políticas públicas e também uma ampla diversidade de ações e medidas específicas, necessárias para a transição do país para padrões de desenvolvimento consistentes com os princípios consagrados neste documento e seus 21 eixos prioritários.

Alguns céticos argumentam que os instrumentos, abordagens e políticas desenvolvidos com base na Rio-92 não são próprios ou não cumpriram seu papel. Sempre surgem novas discussões sobre as inúmeras interpretações dos vários termos consagrados na época, sobretudo no que possa ser "desenvolvimento sustentável", expressão e ideia que reforça a base dos documentos da Rio-92. Críticos salientam que a expressão perdeu a sua ligação com a motivação inicial, que era focada na mudança dos padrões de desenvolvimento, de maneira que a sociedade pudesse ter garantidas às condições de dignidade e à qualidade de vida, sem prejuízo relevante da integridade e do funcionamento do meio ambiente.

5.5 A Importância do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) e o Tratado de Kyoto

As alterações climáticas passaram a ser questão mundial, precisando de análise criteriosa quanto às suas causas; seu potencial sobre o meio ambiente; suas possíveis consequências sócio econômicas; opções de redução e adaptação a essas mudanças. Por este motivo, em 1988, a Organização Meteorológica Mundial (OMM) e o Programa das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente (PNUMA) criaram o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) que é o maior órgão científico mundial com a função de avaliar, objetiva e transparentemente, as informações técnicas, científicas, e sócio-econômicas sobre os dados levantados, para a compreensão das mudanças climáticas, podendo pesquisar seus potenciais impactos e alternativas de adaptação e redução (JOLLIET, 2004).

Em 1990 foi publicado o Primeiro Relatório de Avaliação do IPCC. Este relatório mostrava que as mudanças climáticas ofereciam uma ameaça ao planeta e à vida na terra e que era preciso realizar um encontro mundial para a elaboração de um tratado. O Segundo Relatório do IPCC foi publicado em 1996 e trouxe provas científicas irrefutáveis de que as atividades humanas estavam exercendo influência no clima. Este relatório trouxe a principal peça para as negociações do Tratado de Kyoto, em 1997 (SANTOS, 2008).

O Tratado de Kyoto é um acordo internacional que estipula que os países industrializados reduzam em 5,2% suas emissões de gases de efeito estufa em relação aos níveis emitidos em 1990, sendo de 2008 a 2012 o primeiro período de compromisso para os novos limites serem alcançados (MCT, 2008). Este tratado define três mecanismos de flexibilização que devem ser negociados de forma complementar pelos países, com o objetivo de cumprir as metas de redução das emissões dos GEE: Implementação Conjunta, Comércio de Emissões e o (MDL), em que os dois primeiros são mecanismos que só podem ser utilizados pelos países que possuem o compromisso estabelecido por Kyoto.

A implementação conjunta permite a um país financiar projetos para a redução de emissões em outro país, compondo assim, o crédito de carbono e possibilitando o cumprimento da meta do Tratado. Esse mecanismo possibilita que o país financiador tenha o direito de emitir quantidade proporcional àquela reduzida pelo país “beneficiado” (DANTAS, 2008).

Em 2007 em Bali na Indonésia, os países membros da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática resolveram formalizar o início de negociações para novo acordo que substituísse o Protocolo de Kyoto, com definição de seus principais temas, pautas e prazos para conclusão (até dezembro de 2009) para elaboração de compromissos de redução após 2012. Isto fez com que surgisse um novo acordo, formalmente denominado Plano de Ação de Bali, assinado em 2007, na 13ª Conferência das Partes (COP 13). O *Bali Action Plan (BAP)* foi o início das negociações rumo a um novo acordo que irá disciplinar as políticas para combater as causas das mudanças climáticas a longo prazo.

Em novembro de 2010, ocorreu em Cancún, no México, um encontro de negociadores a respeito das mudanças climáticas, a chamada COP-16, que terminou com o anúncio da criação do *Acordo de Cancún*, com aprovação do *Fundo Verde* e a extensão do Protocolo de Kyoto para além de 2012.

CAPÍTULO 6 INSTRUMENTOS DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Os encontros citados no capítulo IV conduziram a comunidade internacional à criação de ferramentas que auxiliam a detectar e avaliar os impactos ambientais dos diferentes produtos e processos; surgem, assim, os instrumentos de apoio ao desenvolvimento sustentável.

6.1 Análise do ciclo de vida (ACV)

Um dos objetivos específicos dessa dissertação é avaliar o mercado dos bio defensivos ou pesticidas verdes e seus segmentos, sobretudo no que diz respeito aos feromônios de atração sexual, bem como identificar a situação no Brasil, analisando a cadeia produtiva. Sendo assim, a análise do ciclo de vida é um dos melhores indicadores da cadeia produtiva e que poderá levar ao cumprimento dessa meta.

A análise do ciclo de vida (Figura 8) é um poderoso instrumento aliado à busca pelo desenvolvimento sustentável. Trata-se de uma metodologia que procura estabelecer soluções para problemas ambientais globais monitorando todas as etapas do ciclo de vida de um produto ou processo, desde a extração e processamento das matérias-primas, fabricação e embalagem, transporte e distribuição, uso e reuso, reciclagem até a sua disposição final (SHIBAO ET AL. 2010).

Segundo a norma ISO 14040, a análise do ciclo de vida está dividido em quatro etapas, que permitem uma visão detalhada dos impactos ambientais relativos a todas as fases do ciclo de vida do produto (HINZ *et al.*, 2006). As quatro etapas são:

6.1.1 Definição do objetivo – Fixa os limites do sistema relacionado ao produto;

6.1.2 Análise do inventário – Estabelece a classificação dos dados à sua preparação, coleta, validação e quantificação das necessidades de energia e matérias-primas, resíduos sólidos, líquidos e gasosos e outras perdas durante a vida do produto;

6.1.3 Avaliação do impacto – Seleciona e defini as categorias ambientais, incluindo a classificação e caracterização dos impactos ambientais existentes;

6.1.4 Interpretação dos dados e resultados - Identifica e avalia a integridade e a consistência das informações.



Figura 8 - Fases do ciclo de vida de um produto - Fonte: (Plonski, 2011)

Andersson et Al (1998), comentam que atualmente, os sistemas para produção de alimentos utilizam altas quantidades de agrotóxicos, o que acarreta efeitos negativos para o meio ambiente, tendo em vista que esses sistemas são preparados e otimizados para suprir as necessidades econômicas e de crescimento da população universal. A realização da Análise do ciclo de vida (ACV) dos produtos alimentares deve contemplar as etapas de produção agrícola, refino industrial, estoque e distribuição, embalagem, consumo e gerenciamento de resíduos. Este conjunto de etapas forma um sistema complexo para ser analisado; outra dificuldade é que a análise do ciclo de vida envolve áreas multidisciplinares.

A análise do ciclo de vida pode ser conceituada como instrumento para analisar os efeitos ambientais de um produto, processo ou atividade durante todo o ciclo de vida ou duração, denominado de análise “do berço ao túmulo” (Roy et al., 2009).

Por fim, é primordial destacar que a ACV é uma técnica para estudar as contribuições positivas e negativas ao meio ambiente de determinado produto através da identificação e a quantificação da energia e das matérias-primas empregadas no seu ciclo de fabricação. Portanto, são avaliadas as emissões aquáticas, terrestres e as decorrentes da produção, utilização e gerenciamento de resíduos, analisando-se o impacto ambiental atrelado à utilização dos recursos; além da geração de poluentes e caracterização de possibilidades para aprimorar o sistema, de modo a encontrar um ótimo de desempenho ambiental do produto (Queiroz & Garcia, 2010).

6.2 A QUÍMICA VERDE

6.2.1 Marcos Históricos da Química Verde

Um dos objetivos deste trabalho é estudar a aplicação dos feromônios como instrumento de produção agrícola menos agressivo ao meio ambiente e à saúde. Torna-se, portanto, importante estudar os conceitos de Química verde para o cumprimento desse objetivo. A química verde preconiza o desenvolvimento, desde o projeto inicial, de produtos que não sejam agressivos ao meio ambiente, isto é, que a sua degradação produza o mínimo de resíduos ou, se houverem resíduos significativos, que não sejam agressivos ao meio ambiente.

Para o entendimento do desenvolvimento da química verde faz-se necessário conhecer os seguintes eventos:

1) Após a criação da Lei de Prevenção à Poluição dos EUA, em 1991, a Agência de Proteção Ambiental Norte-Americana (“*Environmental Protection Agency*”) em

associação com a Sociedade Americana de Química (“*American Chemical Society*”) e com o Instituto de Química Verde (“*Green Chemistry Institute*”), lançaram o programa “Rotas Sintéticas Alternativas para Prevenção da Poluição” (informação retirada de www.epa.gov/gcc/pubs/pgcc/presgcc.html, acessada em 05 de julho de 2015);

2) Em 1993, após a introdução de novos itens, como solventes ambientalmente corretos e compostos inócuos, o programa teve sua nomenclatura modificada e adotou oficialmente o nome de Química Verde ou *Green Chemistry* (www.ufpel.tche.br/iqg/wwverde/, acessada em 05 de julho de 2015).

Concomitantemente foi criado na Itália, o *Consórcio Universitário Química para o Ambiente*, cujo objetivo foi criar uma comunidade de grupos acadêmicos envolvidos com a química e o meio ambiente. O maior destaque neste consórcio foi para a área de prevenção da poluição por meio da pesquisa em reações, produtos e processos mais limpos.

Em 1995, o governo americano, institucionalizou o programa de premiação “*Presidential Green Chemistry Challenge*”, com a finalidade de estimular a redução e a geração de resíduos em diferentes setores de produção, premiando pesquisadores e cientistas pela criação de inovações tecnológicas que tivessem aplicação dos princípios da Química Verde na indústria (MEIRELLES, 2009). Segundo este autor, o ano de 1997 marca a criação do *Green Chemistry Institute*, que desde 2001, tem atuado em parceria com a *Sociedade Americana de Química*. Nesta mesma época, a *International Union for Pure and Applied Chemistry* (IUPAC) organizou em Veneza a sua primeira conferência internacional em Química Verde.

Em 2001, a IUPAC aprovou a criação do *Sub-Comitê Interdivisional da Química Verde* e organizou, em 2006, a Segunda Conferência Internacional em Química Verde, na Índia. O ano marca também a realização do Workshop sobre Educação em Química Verde da IUPAC, ocorrendo, simultaneamente, nos EUA, a Conferência denominada “*The Chemical Research Applied To World Needs*”, cujo assunto foco era a pesquisa por produtos e processos para recuperação do ambiente (LENARDÃO *et al.*, 2003).

Em 2004, a IUPAC lançou o livro “*Química Verde en Latin America*”, inserido na série *Green Chemistry*, que discute temas como, química de produtos naturais, síntese orgânica, catalisadores sólidos, fotoquímica, líquidos iônicos, aditivos para a indústria do petróleo, dentre outros (lqes.iqm.unicamp.br, acessada em 05 de julho de 2015).

Em 2007, foi realizada a primeira Escola de Verão em Química Verde no Instituto de Química da Universidade de São Paulo (USP), e neste mesmo ano, ocorreu o primeiro *Workshop* Brasileiro sobre Química Verde, em Fortaleza, com divulgação para a sociedade sobre a instalação da *Rede Brasileira de Química Verde*. Tal projeto teve por finalidade agir como elemento institucional de divulgação das inovações tecnológicas para as empresas nacionais, com o apoio da comunidade científica e o suporte das agências governamentais (USP, 2010).

6.2.2 Princípios da Química Verde

Este trabalho foi desenvolvido com objetivo de contribuir com a sustentabilidade no planeta, Desta forma, é importante o conhecimento dos princípios da Química Verde na contextualização do tema.

Segundo a IUPAC, a Química Verde pode ser definida como: "A invenção, desenvolvimento e aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias perigosas".

É importante destacar que os produtos e processos da Química Verde podem ser divididas em três categorias básicas: uso de fontes renováveis ou recicladas de matéria-prima; aumento da eficiência de energia, ou a utilização de menos energia para produzir a mesma ou maior quantidade de produto e evitar o uso de substâncias persistentes, bioacumulativas e tóxicas.

Estima-se que, em 2020, a Química Verde estará presente em cerca de 10% na oferta de produtos petroquímicos. Se forem colocados em prática os investimentos necessários, o Brasil poderá participar de uma fração significativa dessa oferta total. Nesse âmbito, presume-se um aumento da produção de biomassa de 2 milhões de hectares em dez anos ou 200 mil hectares anuais; o que representa 30% dos 7 milhões de hectares de área plantada atualmente, segundo a Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM, 2010a).

Face às dimensões que o assunto tomou, a USEPA em parceria com a ACS, elencaram os 12 tópicos básicos que norteiam a química verde e que devem ser considerados para a implementação da Química verde em uma indústria, instituição de ensino/pesquisa, ou em qualquer organização voltada para a área da química. Esses princípios são também orientadores para a pesquisa na área de Química Verde, fornecendo suporte na busca pelo desenvolvimento sustentável.

CAPÍTULO 7 SEGURANÇA ALIMENTAR

Propiciar a reflexão sobre o pensamento capitalista da agricultura frente aos impactos causados ao meio ambiente e ao uso dos agrotóxicos além da avaliação da consequência dos impactos ambientais gerados na saúde humana é um dos objetivos específicos deste trabalho. Portanto, é de grande importância o estudo da segurança alimentar e os impactos da mesma na saúde humana.

7.1 Os agrotóxicos e a saúde humana

Segundo a Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional (LOSAN) - Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006, a Segurança Alimentar e Nutricional (SAN), constitui-se direito de todos o acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base as práticas alimentares promotoras de saúde que respeitem a diversidade cultural e que sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis. Entretanto, essas boas práticas não são possíveis se confrontadas aos números objetivados pela produção agrícola, uma vez que a produção em larga escala e as necessidades presentes e futuras, levam a caminhos mais curtos e mecanizados, com larga extensão de eficiência e baixo custo. Isso é usado para justificar a utilização dos agrotóxicos. Entretanto, o custo menor imediato gera custos sociais elevados a médio e longo prazo.

O contato com os agrotóxicos, ocupacional ou indireto, propicia um grande impacto à saúde pública. Keifer e Mahurin (1997) observaram que a exposição intensa de trabalhadores rurais aos agrotóxicos pode gerar sérias consequências neurotóxicas associadas a defeitos na conduta neurológica e anormalidades na função nervosa. Os sintomas neurológicos menos severos estão relacionados à dor de cabeça, tontura, náusea, vômito e excessivo suor. Os mais graves denotam o aparecimento de fraqueza muscular e brônco espasmos, progredindo para convulsões e coma (BHATT et al.,1999).

Segundo Lundberg et al. (1997), outro problema associado aos agrotóxicos, observado em trabalhadores rurais é a diminuição das defesas imunológicas, anemia, impotência sexual masculina, cefaleia, insônia, alterações da pressão arterial, alterações do humor e distúrbios do comportamento, como surtos psicóticos. Também, nos últimos 30 anos, houve um aumento muito significativo de literatura que faz referência a avaliação econômica dos riscos ligados à aplicação de pesticida. Além disso, resíduos

das aplicações chegam aos mananciais de água e o solo; portanto é possível que os alimentos consumidos nos grandes centros estejam contaminados com resíduos tóxicos. Essa contaminação pode ser proveniente de aplicação direta realizada em alguma das fases da produção agrícola ou do armazenamento (TADEO et al., 2004).

Estudos apontam para a presença de resíduos de defensivos agrícolas como inseticidas organoclorados, fungicidas organofosforados em sucos de fruta e vinhos (TADEO et al., 2004). Nesse aspecto, percebe-se que a utilização de agrotóxicos acarreta na contaminação tanto do meio abiótico quanto do biótico, devido à dispersão e à persistência no meio ambiente. Bogusz Junior et al. (2004) encontraram, em suas pesquisas, resíduos de organoclorados, como lindano, aldrin, hexaclorocicloexano (HCH) e bifenilas cloradas em salsichas tipo *hot-dog*. Os teores encontrados se encontravam abaixo dos limites estabelecidos pela legislação brasileira. Mas, ainda assim, é um alerta importante para a presença dessas substâncias na mesa da população.

Os métodos e processos de produção dos agrotóxicos empregam uma grande variedade de compostos que tem por objetivo matar, exterminar, combater ou impedir o desenvolvimento de diferentes organismos considerados nocivos à agricultura. Pelo fato de agirem sobre processos vitais, esses insumos atuam sobre a constituição física e saúde do ser humano (EPA, 1985). As ações sobre a saúde estão classificadas em duas classes: 1) efeitos agudos, ou aqueles que resultam da exposição a concentrações de um ou mais agentes tóxicos, capazes de causar dano efetivo aparente em um período de 24 horas; 2) efeitos crônicos, ou aqueles que resultam de uma exposição continuada a doses relativamente baixas de um ou mais produtos.

A Tabela 2 mostra uma síntese dos principais efeitos agudos e crônicos acarretados pela exposição aos principais agrotóxicos disponíveis relacionados à praga que controlam e ao grupo químico a que estão inseridos. Os seres humanos são os mais agredidos, devido à contaminação de águas e solo e impacto direto na biodiversidade, que tem ação direta na qualidade de vida humana. Os resíduos presentes nos alimentos e na água potável são fatores que podem tornar-se carcinogênicos. Existem diversos relatos de doenças e óbitos causados por pesticidas, em torno de 20 mil mortes/ano no mundo.

Tabela 2 - Efeitos da exposição aos agrotóxicos - Fonte: WHO, 1990; OPS/WHO, 1996, apud Peres, 1999.

Praga Controlada	Grupo Químico	Sintomas de intoxicação aguda	Sintomas de intoxicação crônica	
Inseticidas	Organofosforados e carbamatos	Fraqueza	Efeitos neurológicos retardados	
		Cólicas abdominais	Alterações cromossomiais	
		Vômitos	Dermatites de contato	
		Espasmos musculares	Lesões hepáticas	
		Convulsões	Arritmias cardíacas	
	Organoclorados	Náuseas	Lesões renais	
		Vômitos	Neurpatias periféricas	
		Contrações Musculares Involuntárias	Alergias	
		Irritações Conjuntivas	Asma brônquica	
	Piretróides sintéticos	Espirros	Irritações nas mucosas	
		Excitação	Hipersensibilidade	
		Convulsões	Alergias respiratórias	
	Fungicidas	Ditiocarbamatos	Tonteiras	Dermatites
			Vômitos	
Tremores musculares			Doenças de Parkinson	
Fentalaminas		Dor de cabeça	Teratogênese	
Herbicidas	Dinitrofenóis e Pentaclorofenol	Dificuldade respiratória	Cânceres (PCP formação de dioximas)	
		Hipertermia	Cloroacnes	

	Fenoxiacéticos	Convulsões	Indução da produção de enzimas hepáticas
		Perda do apetite	Cânceres
		Enjôo	Teratogênese
		Vômitos	Lesões hepáticas
		Fasciculação muscular	Dermatites de contato
	Dipiridilos	Sangramento nasal	Fibrose Pulmonar
		Fraqueza	
		Desmaios	
		Conjuntivites	

No Brasil, depois dos medicamentos, a segunda maior causa de intoxicação ocorre por agrotóxicos, porém, o número de óbitos dos intoxicados é maior em pessoas que tiveram contato com agrotóxicos, segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2009b). Produtores e aplicadores estão expostos diretamente à contaminação por agrotóxicos. O mais comum é a exposição acidental a esses produtos, sendo o número de casos reais, bem maior do que o relatado, já que grande número dos acidentes não é relatado aos órgãos competentes. Segundo EDWARDS (1993), há ainda os acidentes de grandes proporções como o de Bhopal (Índia) em que o número de mortes situa-se entre 2000 a 5000 e 50 mil feridos por causa da exposição ao isocianato. Na Itália, o acidente com TCDD (tetraclorodibenzo-dioxina), teve como resultado 32 mil pessoas afetadas e 459 óbitos; ainda há o registro de 6070 casos de doença causados pela ingestão de grãos contaminados com pesticidas

ARAÚJO, NOGUEIRA E AUGUSTO (2000), relatam um exemplo da contaminação de aplicadores sem as informações necessárias sobre o uso de equipamentos de proteção individual na cultura de tomate de mesa, na região de Vale do São Francisco e no município de Camocim de São Felix, localizados no agreste de Pernambuco. Alguns aplicadores de pesticidas dessas regiões manifestaram sintomas enquadrados no grupo de risco, porém, pouquíssimos realizavam exames periódicos de saúde (somente três, no Vale do São Francisco). Em Camocim, 13,2% dos trabalhadores

já manifestaram alguma forma de intoxicação, e dos 159 entrevistados, 45 sentem-se mal durante a aplicação do produto. Entre as mulheres entrevistadas, 70,6% relatou a perda de fetos e 39,4% revelou ter perdido filhos com menos de um ano de vida.

FERREIRA et al. (2006) mostraram que 58,6% das amostras provenientes da produção de tomate de mesa em de Paty do Alferes, município do Rio de Janeiro se encontravam impróprias para o consumo, apresentando resíduos do organofosforado metamidofós e do organoclorado endosulfan, divergindo dos valores estabelecidos para resíduos na legislação brasileira de resíduos tóxicos.

Citações de FERRARI (1986) pontuam que os agrotóxicos funcionam nocivamente para a saúde da população: “através das intoxicações dos agricultores durante a aplicação desses produtos ou através do consumo de alimentos contaminados com resíduos de veneno”. Podem acarretar os seguintes problemas ao homem: lesões hepáticas e renais, diminuição da Colinesterase Cerebral, neurite periférica, ação neurotóxica retardada, atrofia testicular, esterilidade masculina, hiperglicemia, fibrose pulmonar irreversível, diminuição das defesas orgânicas, teratogênese, mutagênese e carcinogênese.

Outra obra importante é *O futuro roubado*, de COLBORN (2002), em que o autor apresenta um estudo detalhado realizado em espécies animais que se reproduziam na bacia dos Grandes Lagos, constatando a diminuição e o declínio da população de águias americanas na América do Norte e da população europeia das águias pescadoras de rabo branco no período do pós-guerra. Somadas a essas comprovações, observou-se muitos relatos que apresentavam a concentração de contaminantes sintéticos presentes nas duas espécies. O estudo possibilitou evidenciar as mudanças comportamentais dos animais silvestres e mostrou tristes sinais de lesões físicas.

Esses são alguns dos inúmeros impactos causados pelos agrotóxicos ao meio ambiente e à saúde humana. Mas, ainda assim, o emprego de agrotóxicos é vendido como “escudo que defende a vida”, empregado no controle de vetores de doenças como a malária, a cólera, a doença de chagas, o tifo e a febre amarela, entre outras. É um consumo vendido como indispensável na agricultura de todo o mundo, pois sem o controle das pragas, a produção de alimentos reduziria, causando uma situação de calamidade mundial no quadro da fome. Esses dois aspectos já são suficientes para defender o uso de agrotóxicos e inclusive disfarçar os efeitos colaterais adversos (MATEO, 1991).

CAPÍTULO 8 BIOPESTICIDAS OU PESTICIDAS VERDES

8.1 Definição

Os biopesticidas constituem uma ferramenta imprescindível no combate à contaminação dos alimentos e do meio ambiente que, atualmente, é causada pelos agrotóxicos. Eles são originados de bactérias, fungos, vírus e protozoários. São produzidos por processos fermentativos, exceto os biopesticidas obtidos a partir de vírus.

No Brasil, muitos estudos estão em andamento para produção de pesticidas microbianos com objetivo de controlar insetos, fitopatógenos e ervas daninhas. Entretanto, há poucos esforços de engenharia no sentido de desenvolver fermentativos que propiciem a transformação desses estudos em produtos tecnológicos.

Segundo NETO (2009), a biotecnologia passou por quatro estágios importantes:

- Primeiro estágio: produção microbiana de alimentos – praticada por milhares de anos e existente desde os primórdios. Foi a fase que gerou alimentos fermentados como iogurte, queijo, molho de soja, e muitos outros. A cerveja mais antiga das pirâmides do Egito revela que na época já era produzido um malte fermentado utilizando culturas puras de leveduras.
- Segundo estágio: relaciona-se à produção biotecnológica de ácidos orgânicos, solventes e biomassa, em condições não estéreis. Neste estágio, tecnologias simples tornavam possíveis os processos como a conversão de açúcar em álcool (produção de cerveja e vinho) e a conversão de açúcar em ácido lático (produção do queijo). Nessa época, ocorreram os grandes estudos e descobertas de Pasteur e outros cientistas. A partir deste marco, a microbiologia e a tecnologia das fermentações tiveram significativo desenvolvimento.

No início do século XX, pesquisas realizadas conduziram ao isolamento de novos microrganismos de grande interesse e ao desenvolvimento de processos de crescimento de células e metodologia analítica para acompanhar estes processos. Em 1928, Alexander Fleming descobriu a penicilina, o que promoveu o incremento da indústria de antibióticos (Auto, 1987).

- Terceiro estágio - processos desenvolvidos sob condições de esterilidade (que não pode ser infectado; asséptico). Este estágio teve seu início em 1940 e foi estimulado pela necessidade de produção de quantidades grandes de penicilina, em processo absolutamente estéril. Através dessa técnica, o método anterior tornou-se mais seletivo, sendo possível o crescimento unicamente do microrganismo desejado e em quantidades máximas, produzindo-se somente o

produto final que era desejado. Assim, tornou-se possível também a produção via transformação microbiana de metabólitos.

- Quarto estágio - faz referência aos avanços das novas tecnologias que serão apresentados a seguir:

8.2 Avanços biotecnológicos e biocontrole

Devido às dificuldades de abastecimento e comércio, alguns países sentiram necessidade de buscar fontes biológicas para utilizar como matéria prima. Desta forma, Reis (2014) cita que os cientistas pesquisaram por formas de produzir e incrementar a produção de etanol, acetona e outros álcoois por fermentação. O surgimento das Guerras e das doenças que surgiram como consequência das mesmas, fez com que a produção de antibióticos sofresse também um incremento. Isso gerou o surgimento do quarto estágio de desenvolvimento da biotecnologia, que é o uso de enzimas e de células imobilizadas, mutantes e técnicas avançadas. Foi possível o desenvolvimento de microorganismos com estrutura genética modificada, no campo da biologia molecular e da tecnologia genética (Madigan ET AL. (2009).

Assim, segundo Pelizer (2007), surgem as plantas com inserção de genes para controle de pragas, como as que contêm os genes do *Bacillus thuringiensis*. O desenvolvimento de reatores biotecnológicos possibilitou o emprego de melhores técnicas de controle, desenvolvimento e quantificação dos processos por computador.

8.3 Biotecnologia e engenharia

Com advento da biotecnologia, surgem vários produtos obtidos a partir de células microbianas, como por exemplo: antibióticos (penicilina, cefalosporina, tetraciclina); enzimas industriais (amilases, proteases, lipases); enzimas especiais (endonucleases de restrição, estreptoquinases); biomassa (fermentos, culturas para queijo, inóculos para bioremediação, algas); biopolímeros, goma xantana (dextranas); biopesticidas (*Bacillus thuringiensis*); alimentos (molho de soja, iogurte, vinagre, queijo); pigmentos (β -caroteno, astaxantina); produtos terapêuticos (interleuquina, fatores contra tumores necróticos, interferons, vacinas, hormônios de crescimento, anticorpos) (CAPALBO, 1997)

Cordeiro, 2008, comenta que esses compostos formados a partir de células que crescem e se reproduzem em reatores chamados biorreatores ou “fermentadores” (Figura 2). Surge, então, uma grande quantidade de empresas de biotecnologia - desde

pequenos departamentos em Universidades até empresas multinacionais – que tem nos biorreatores o grande trunfo de operação de produção. Os biorreatores disponíveis no mercado variam de 1.000 a 1.000.000 de litros, dependendo da aplicação.

As áreas envolvidas na multidisciplinaridade da biotecnologia são as engenharias, bioquímica, química, de alimentos, elétrica, entre outras. A engenharia bioquímica, por exemplo, fornece a base do conhecimento sobre as células e seus metabólitos, além de informar sobre a sua aplicação potencial, analisando o processo bioquímico quantitativamente e gera informações sistêmicas sobre o desenvolvimento do produto.

A engenharia química e a de alimentos trazem os conhecimentos técnicos, cálculos, definições de fluxos e fenômenos de transporte que caracterizam os processos químicos e biológicos envolvidos numa fermentação (BETTIOL E MORANDI, 2009). As outras engenharias inserem seus complementos na concepção e construção dos biorreatores, de seus controles de temperatura, esterilização, assepsia, agitação, aeração, medidas analíticas do processo biológico que tem lugar no interior destes reatores, ou ainda na finalização do processo quando o produto é separado do restante do material. O caso dos biopesticidas é um exemplo da aplicação do conhecimento de múltiplas áreas para se chegar a um produto biotecnológico.

8.3.1 Tipos de Biopesticidas

Segundo SEIBER (2009), as principais classes de biopesticidas são: 1) moléculas extraídas de plantas e dispersas sobre as folhas, na plantação; 2) mecanismos de defesa transgênicos incorporados a uma planta; 3) semioquímicos; e 4) utilização de micro ou macro organismos para controle das pragas.

8.3.2 As principais moléculas dispersas sobre as folhas

Muitas substâncias são aplicadas às folhas com o objetivo de prevenir infestações de forma não tóxica (biopesticidas). As moléculas utilizadas como biopesticidas, suas fontes, usos e estrutura são apresentadas na Figura 9.

Compound	Source	Use	Structure
4-allyl anisol	basil oil	insecticide	
L-carvone	caraway seed oil	insecticide	
citronellol	plant essential oil	insecticide	
glycerol monocarpete	animal or veg. fat	miticide, fungicide	
thaxtomin A	<i>Streptomyces</i> spp.	herbicide	
verbenone	essential oil of several plants	insecticide	

Figura 9 - Principais moléculas empregadas no biocontrole - Fonte: WHO, 1990; OPS/WHO, 1996, apud Peres, 1999.

8.3.3 Mecanismos de defesa transgênicos

Segundo Peres (1999), os biopesticidas a base de transgênicos disponíveis atualmente para comercialização no mercado nacional são originados de bactérias (*B.thuringiensis*, *Bacillus sphaericus*), fungos (*Beauveria bassiana*, *Metharizium anisopliae*) e vírus (*Baculovirus anticarsia*). Quase todos são produzidos em processos fermentativos em meio líquido ou sólido, exceto os biopesticidas obtidos de vírus, que são produzidos em células animais viáveis.

Relatos de BRASILEIRO E CANÇADO (2000) inferem que, geralmente, são utilizados plasmídeos bacterianos como vetores na clonagem do gene de interesse, para a transformação genética de plantas. Os plasmídeos bacterianos são independentes do DNA cromossômico, capazes de autorreplicação, desta forma, facilitam a manipulação

genética. O autor relata que é preciso um gene marcador e um gene repórter. Os genes marcadores são empregados na seleção e são responsáveis por codificar uma proteína com atividade enzimática, permitindo que apenas as células transformadas cresçam em detrimento às células não-transformadas. O método de transformação depende da espécie vegetal e do objetivo da transformação os quais serão empregados de acordo com as vantagens de cada um.

8.3.4 Utilização de micro ou macro organismos para controle das pragas

Na obtenção dos fungos e bactérias que funcionam como biopesticidas, a engenharia das fermentações tornou possível a produção micro ou macro organismos para controle das pragas em escala comercial. Segundo CAPALBO ET AL (1997), o biopesticida mais conhecido e comercializado, o *Bacillus thuringiensis* é produzido em reatores com cerca de 500.000 L, e representa 90% de todos os de biopesticidas comercializados no mundo, o que significa em termos de cifras algo em torno de US\$100 milhões/ano.

A proteção de plantas com métodos convencionais baseados em agrotóxicos apresenta características bastante atraentes, como simplicidade, previsibilidade, aplicação em largo espectro com menor custo, e a necessidade de pouco conhecimento sobre processos básicos do agroecossistema para a sua aplicação. Por exemplo, para lograr êxito na aplicação de um fungicida de amplo espectro, é necessário o conhecimento das técnicas de aplicação do mesmo, todavia, não há necessidade de grandes informações sobre a ecologia e a fisiologia das espécies envolvidas. Desta maneira, o uso de fertilizantes químicos, de agrotóxicos de variedades geneticamente modificadas poderá acarretar em algum controle frente às mudanças climáticas na agricultura (STACEY, 2003).

ATICKINSON & MCKINLAY (1995) relatam que alguns estudos de controle biológico se assemelham ao controle químico, em que é objetivado o confronto entre patógeno-antagonista. Esta é a forma de se realizar o controle biológico em sistemas convencionais. Nestas situações, após a introdução do agente microbiano de biocontrole, será esperada a sua interação com o nicho e, posteriormente, a sua interação com o organismo alvo e outras espécies de organismos. Essas relações são complexas e fundamentais para o resultado do biocontrole e devem ser observadas em todas as etapas e, consideradas, a longo e médio prazo. Assim, o retorno não é imediato como no caso dos agrotóxicos, o que talvez seja um dos principais fatores para a construção do

paradigma de que a agricultura produtiva necessita dos agrotóxicos para se manter competitiva.

Comparados à agricultura convencional, os bio defensivos buscam aproveitar as vantagens da ocorrência natural, dando ênfase às relações biológicas, como a anibiose, a competição, a predação e o parasitismo e também, aos processos naturais, como a fixação biológica do nitrogênio, em vez de usar procedimentos químicos (National Research Council, 1989). Segundo BETTIOL & GHINI (2003), o desenvolvimento da proteção de plantas em sistemas alternativos de cultivo, com maior grau de sustentabilidade, requer estudos sobre a estrutura e o funcionamento dos agrossistemas, com atenção especial às condições nutricionais, à biota do solo, à biodiversidade funcional, à elevação dos teores de matéria orgânica do solo e outros fatores que permitam um adequado manejo dos sistemas produtivos.

8.3.5 Semioquímicos

Nas relações ecológicas, os indivíduos podem se comunicar, uns com os outros, de várias formas. Os insetos, por exemplo, exercem comunicação com o ambiente e com os outros organismos, por meio de percepções sensoriais, como visão, audição, odor ou tato, além da percepção química, sendo uma das mais importantes a comunicação por meio de compostos químicos. A predominância de uma dessas formas sobre as outras depende do habitat e de cada espécie (NASCIMENTO; MORGAN, 1996). No indivíduo receptor da mensagem química, estes compostos atuam como gatilhos fisiológicos de reações específicas que ditam comportamento frente às situações também específicas. As substâncias químicas usadas nesse tipo de comunicação, em geral, são denominadas de semioquímicos (do grego *semeion*, **signal**) - "sinais químicos".

É por meio da recepção e emissão destes compostos que os insetos atraem ou são atraídos por parceiros para o acasalamento, defendem-se dos inimigos e organizam suas comunidades, no caso dos insetos sociais, conseguem alimento, alertam aos outros quanto ao perigo por perto e escolhem seus locais de postura de ovos. Dependendo das interações que realizam, os semioquímicos são divididos em dois grupos: os interespecíficos (aleloquímicos) e os intraespecíficos (feromônios) - (Figura 10) - (ZARBIN, 2008).

Os aleloquímicos (do grego *allelon*, de um a outro), aqueles que fazem interações interespecíficas, entre indivíduos de espécies diferentes, podem ser

classificados em: cairomônios (do grego *kairos*, oportunistas), aqueles que beneficiam a espécie receptora do estímulo; alomônios (do grego *allos*, outro), os que beneficiam a espécie emissora do estímulo; e sinomônios (do grego *syn*, com ou juntamente), que são produzidos por uma espécie e recebidos por outra, onde ambas são beneficiadas (LIMA, et al, 2013).

Os feromônios (do grego *pherin*, transmitir e *hormon*, excitar) são substâncias naturais que funcionam por meio de interações moleculares intraespecíficas, que influenciam nas respostas comportamentais de indivíduos de uma mesma espécie.

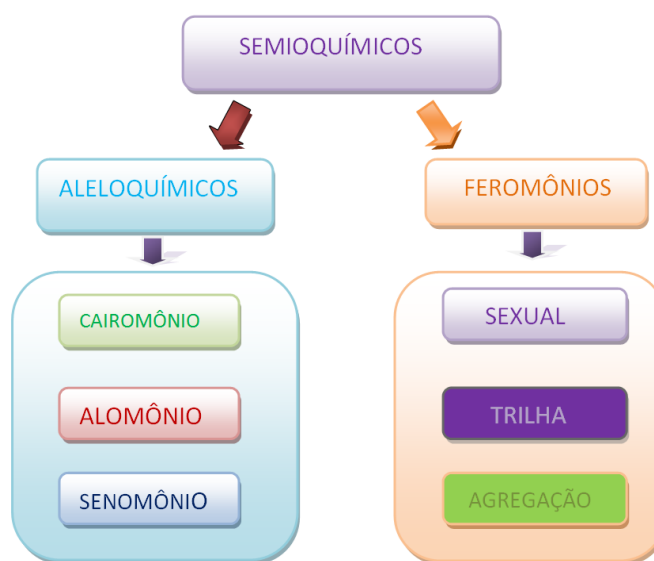


Figura 10 – Semioquímicos e suas divisões - Fonte: ZARBIN, 2008.

A comunicação feita através dos feromônios possui objetivos de alarme, agregação, ajuda na produção de alimentos, atração sexual, organização da colônia, e defesa (MIRANDA, 2010). O primeiro feromônio identificado data de 1959, e desde então, muitas substâncias biologicamente ativas têm sido isoladas e sintetizadas. Segundo RIBEIRO (2005), as estruturas químicas dessas substâncias são muito variadas e vão das mais simples às mais complexas, podendo conter os grupos funcionais epóxido, cetona, ácido carboxílico, éster, amida, dentre outros. Tais substâncias constroem a importância da comunicação química e vem se tornando imprescindíveis no controle populacional de indivíduos vivos como insetos e plantas, mitigação de impactos ambientais, além do desenvolvimento da Química, Biologia e tecnologia envolvidas.

Estudos de HUMMEL e MILLER (1984) mostram que existem vários métodos de extração de feromônios e que estes métodos estão diretamente ligados às

características dos insetos estudados e às propriedades das moléculas liberadas, tais como polaridade, solubilidade e tipo de ligação química presente.

Os principais métodos de extração dos feromônios são o método direto de extração por solvente com fêmeas vivas; o método direto de extração por solvente - com fêmeas congeladas e o método de extração por aeração.

No método de extração direta por solvente - com fêmeas vivas, a obtenção do extrato é realizada através da retirada da glândula de feromônio das fêmeas no horário de maior chamamento. Após o corte, as glândulas são imediatamente imersas em solvente orgânico apropriado onde é feita a extração por 5 minutos. No método direto de extração por solvente com fêmeas congeladas, o extrato é obtido através da retirada das glândulas de feromônio após o congelamento das fêmeas que ocorreu no horário de maior chamamento. Como no método anterior, as glândulas são imersas em solvente orgânico apropriado, permanecendo por 5 minutos.

Para o método de extração por aeração, as fêmeas são acondicionadas em cubas de vidro onde são expostas a fluxo contínuo de ar em sistema fechado durante uma noite. A mistura gasosa gerada no recipiente é recolhida e o extrato é obtido através da eluição do polímero adsorvente acoplado ao sistema com o auxílio de solvente orgânico apropriado. Nesta dissertação serão estudados os principais métodos e solventes utilizados para a extração dos feromônios.

Em todos os tratamentos, após a obtenção do extrato natural do feromônio sexual das fêmeas, os extratos são concentrados e injetados em cromatógrafo gasoso munido de Eletrodo de Captura de Elétrons (ECD), com o objetivo de analisar quais os picos dos compostos e a resposta de antenas de machos. A etapa de microanálise da metodologia desta dissertação se propõe a realizar análises quanto à distribuição por tipo de solventes utilizados na extração dos feromônios e por métodos utilizados para extração destes feromônios em laboratório.

Segundo ZARBIN (2008), o homem luta contra os insetos desde que trocou o extrativismo pelo cultivo de plantas. Uma variedade de inseto transforma-se em praga na agricultura quando sua população cresce indiscriminadamente, sem controle. Este crescimento sem limites é consequência de quatro fatores: oferta de alimento, alta taxa reprodutiva, hábito alimentar polífago e ausência de inimigos naturais. A diversidade justifica o fato de não haver praga de insetos nas florestas, por exemplo, pois uma maior variedade de espécies de plantas, permite a mescla de muitas espécies de insetos. Assim,

não se torna possível o crescimento descontrolado, porque o alimento é disperso e há sempre muitos inimigos naturais (LIMA, 2014).

8.3.6 Manejo integrado de pragas (MIP)

Neste trabalho o objetivo é verificar as possibilidades de uso dos feromônios de insetos no MIP, que, segundo TREMATERRA (1997), pode se implementar por monitoramento, coleta em massa e confusão sexual. O monitoramento é realizado através de armadilhas contendo feromônios, geralmente sexual sintético, que podem ser aplicadas com o objetivo de trazer informações tanto com relação à presença quanto à densidade da praga; determinar quando a população do inseto-praga atingiu o nível de dano econômico e mapear, de forma mais eficiente, o momento de controle, evitando a aplicação de inseticida sem que haja necessidade. As armadilhas contendo feromônio proporcionam um alerta rápido e eficiente de incidência do inseto e são mais precisas para definir a distribuição do inseto na área e no tempo.

Na coleta em massa, o feromônio é utilizado para atrair o inseto para armadilhas que tem por objetivo a captura para diminuir ou eliminar o inseto-alvo da plantação. São empregadas grandes quantidades de armadilhas, para capturar o máximo possível de indivíduos. A grande vantagem do uso dos feromônios é para que a intervenção seja precisa e com o menor prejuízo econômico e ambiental.

Nota-se, destarte, que a confusão sexual é baseada na interferência ou impedimento da transmissão de sinais entre os parceiros sexuais. Utiliza-se a liberação de uma quantidade maior de feromônio sintético na área em que se pretende controlar, a fim de impedir que os insetos encontrem parceiro e, desta forma, diminuir o número de acasalamentos e sua nova geração (BENTO, 2007). Isto faz com que os feromônios sejam alvo de investimentos grandes na área de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e transformam o assunto em uma grande área para inovação tecnológica.

CAPÍTULO 9 - INOVAÇÃO E PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA

9.1 Importância da inovação e prospecção tecnológica

A inovação tecnológica é o motor principal para a competitividade e para o crescimento de um setor químico, seja pelo aprimoramento de seus processos, produtos ou serviços ou pela redução dos custos na produção (MIRON *et al.*, 2005). Um sistema de inovação pode ser definido como o desenvolvimento e disseminação de tecnologias

que podem ser realizadas como um conjunto de organizações distintas, que em grupo ou individualmente, segundo CASSIOLATO & LASTRES (2005).

A “prospecção” pode ser definida como processo sistemático para mapear desenvolvimentos científicos e tecnológicos futuros que tenham a capacidade de influenciar uma organização, a economia ou a sociedade, de forma geral (Kupfer e Tigre, 2004). Essa previsão fornecida pela prospecção de que muitos são os caminhos futuros para um determinado negócio difere da previsão clássica, que vislumbra um único futuro. Desta forma, a prospecção fornece um aporte de ferramentas que possibilita a empresa intervir no processo de produção para modificar o futuro do produto, de acordo com estudos e necessidades do mercado ou até mesmo para adequá-lo, tornando-o mais competitivo frente aos concorrentes (KUPFER e TIGRE, 2004).

O estudo prospectivo baseado em análise de patentes não é comum no Brasil, principalmente em patentes verdes. Estes estudos são realizados, sobretudo em instituições de médio e grande porte, que exploram a inovação como prática da atividade empresarial, em que as pesquisas de mercado, a inclusão de novos produtos e processos, novos tipos de matérias primas e inovações logísticas são fator determinante da inteligência competitiva (FERREIRA, 2008).

KUPFER (2004) afirma que os pioneiros em inovações e incremento de novas matérias ao produto no Brasil são os setores de bens eletrônicos e automobilísticos de empresas internacionais, que receberam incentivos governamentais para estabelecer fábricas no país. Logo, o grande objetivo dos estudos de prospecção é mapear e testar previsões possíveis para que sejam aplicadas no presente e a tempo, decisões que agregarão da maneira mais positiva possível, na construção de cenários futuros (MAYERHOFF, 2008).

Os estudos de QUINTELLA (2011) citam que o modelo realizado por empresas pioneiras (inovadoras) vislumbram novas oportunidades de negócios, ao passo que as empresas mais conservadoras aguardam os resultados gerados pelas inovadoras serem afirmados pelo mercado, com a finalidade de acatarem ou não, mas sem correr riscos. QUINTELLA afirma ainda que, para uma tecnologia ser inovadora, precisa passar algumas por etapas importantes, seguindo normas, padrões técnicos e ambientais e atender a especificações que englobam também a redução dos impactos ambientais. Só assim poderá ser disponibilizada à sociedade e seus clientes.

9.2 Patentes como instrumento de proteção à propriedade industrial

Os produtos gerados através da inovação tecnológica precisam ser protegidos e nesse contexto é de fundamental importância que esta proteção seja feita através do sistema de patentes, que surge caminhando concomitantemente com as inovações. As patentes formam um amplo espectro de conhecimentos sobre a natureza científica e comercial (OLIVEIRA, 2005).

Segundo MARTINS (2008), o número de patentes concedidas nacionalmente pode medir o nível de desenvolvimento e inovação tecnológica. Assim, as patentes funcionam como um banco de informações exclusivas e se tornam ferramenta fundamental para a aquisição de conhecimentos sobre o estado da arte da inovação tecnológica, pesquisa e desenvolvimento e comprovações científicas, segundo o *World Patent Information* (WPI).

CANONGIA (2008) cita que através das informações fornecidas pelos documentos de patentes é possível uma pré-visualização do mercado, de informações sobre tecnologia e parcerias, o que permite o melhor monitoramento do desenvolvimento tecnológico dos países. Com isso, as patentes podem ser consideradas como indicador do desenvolvimento tecnológico e da inovação. Segundo OLIVEIRA (2005), a patente é uma forma de proteção legal, concedida ao inventor ou titular, que fornece proteção para explorar suas invenções comercial e protegidamente, impedindo que terceiros venha a produzir, utilizar ou realizar qualquer operação relativa àquela inovação sem a autorização do inventor. Já para MAYERHOFF (2008), o incremento em atividades de P&D é fruto do interesse por novas tecnologias, descobertas e necessidades humanas e tem reflexo direto no aumento do número de depósitos de patentes. Com isso, o autor salienta que é possível identificar o surgimento de novas tecnologias pela análise do número de patentes naquele determinado segmento, em que os dados e resultados são quantitativos. Entretanto, sua utilização no processo decisório é pautada em uma avaliação qualitativa.

As patentes são administradas pela OMPI, que, através de órgãos de cada país, tem por objetivo proteger a propriedade intelectual no mundo inteiro e garantir a cooperação administrativa entre os países. No Brasil, a Lei nº 9.279/96 regulamenta os direitos e deveres referentes à propriedade intelectual e dispõe que a proteção dos direitos de propriedade industrial necessita levar em consideração o seu interesse social e o desenvolvimento tecnológico e econômico da nação. O país concede apenas dois tipos de patentes: a Patente de Invenção (PI), com período de proteção de 20 anos e de

Modelo de Utilidade (MU), com 15 anos de proteção, a partir da data do pedido do depósito (www.inpi.gov.br, acessada em 30 de junho de 2015).

9.2.1 Classificação Internacional de Patentes (CIP)

Para indexar e recuperar os pedidos de patente depositados no Brasil recorre-se à Classificação Internacional de Patentes (CIP), que tem por objetivo criar uma ferramenta de busca e recuperação de documentos de patente e funciona como banco organizado de dados de patentes para tornar ágil e prático o acesso às informações tecnológicas. A CIP é constituída por 8 seções, sendo 21 subseções, 120 classes, 628 subclasses e 69.000 grupos.

A classificação das seções é realizada de acordo com a natureza do assunto contido nas mesmas: A –Necessidades Humanas; B- Operações de Processamento, Transporte; C- Química e Metalurgia; D- Têxteis e Papel; E- Construções Fixas; F- Engenharia Mecânica, Iluminação, Aquecimento, Armas, Explosão; G- Física; H- Eletricidade (INPI, 2010; MENDES et al., 2009).

Para o objetivo da dissertação, a principal classificação é *A01N 49/00*, que refere-se a uma tecnologia que envolve:

Seção: A – (Necessidades Humanas);

Classe: *A01* – AGRICULTURA; SILVICULTURA; PECUÁRIA; CAÇA; CAPTURA EM ARMADILHAS; PESCA;

Subclasse: *A01N* – CONSERVAÇÃO DE CORPOS DE SERES HUMANOS OU ANIMAIS OU PLANTAS OU PARTES DOS MESMOS;

Grupo: *A01N49* – Biocidas, repelentes de pragas ou chamarizes, ou reguladores de crescimento de plantas;

Subgrupo: *A01N49/00* - Células contendo o grupo, em que $m + n >= 1$, ambos X juntos também pode significar Y- ou uma ligação carbono- a- carbono direta bond, e os átomos de carbono marcados com um asterisco não fazem parte de qualquer anel sistema que não seja o que pode ser formada seja os átomos X, o carbono átomos em colchetes ser parte de qualquer estrutura acíclica ou cíclica, ou o grupo, em que A significa um átomo de carbono ou Y , $n >= 0$, e não mais de oneof estes átomos de carbono ser um membro do mesmo sistema de anel , por exemplo hormônios de insetos juvenis ou imita mesmo (que contêm hidrocarbonetos *A01N 27/00*).

9.3 Patentes como indicadores de inovação

As patentes constituem fonte riquíssima de informação tecnológica, servindo como indicadora de atividade inovativa e do surgimento de novas tecnologias que poderão ser inseridas no mercado. Para o crescimento de uma instituição são necessários pré-requisitos, como suportes informacionais, estudos de prospecção tecnológica, viabilidade econômica, informações tecnológicas, que atuam concomitante e simultaneamente com as atuações governamentais e legislação vigente.

O Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) apoia políticas e programas de P&D de tecnologias que beneficiam o meio ambiente. Um exemplo de ação tomada em âmbito nacional é o Programa “Patentes Verdes”, do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), que tem por objetivo acelerar a concessão de patentes relacionadas à benefícios ambientais. A análise das informações de Patentes Verdes e a prospecção tecnológica permite obter dados sobre o cenário de tecnologias limpas no país.

As patentes podem constituir uma ferramenta de natureza científica e comercial, sendo fonte de informação tecnológica, segundo Martins, (2008). A patente é uma proteção temporária, concedida pelo Estado ao inventor ou ao seu titular, que lhes oferece garantia de exclusividade de exploração comercial do objeto protegido, impedindo a reprodução ou utilização indevida por terceiros. O sistema de patentes tem, portanto, a atribuição de estabelecer o equilíbrio entre os interesses do titular e da sociedade. Desta forma, o sistema de patente funciona também como orientador para a tomada de decisão de uma instituição, bem como orientador do planejamento estratégico da empresa.

CAPÍTULO 10 METODOLOGIA

10.1 O estado da arte em documentos de patentes e em periódicos

O levantamento do estado da arte na área dos biopesticidas e biocontrole com foco no estudo dos feromônios de atração sexual para a agricultura foi realizado através de pesquisas em bancos de teses, publicações técnicas, periódicos, artigos científicos e base de documentos de patentes relacionadas às palavras-chaves escolhidas previamente.

Este trabalho limitou-se a realizar pesquisas nos bancos de dados de artigos científicos *Science Direct* e os documentos de patentes foram pesquisados nas seguintes bases de dados: USPTO - escritório de marcas e patentes do governo americano e INPI

(Instituto Nacional da Propriedade Industrial), devido a esses bancos serem gratuitos. Não foram utilizadas as bases *Scopus*, *Web of Science* e *Derwent* por se tratarem de sites pagos. Foram estudados também os grupos de pesquisa cadastrados no Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq) que atuam no tema referente a esta dissertação no Brasil.

Baseado em Payne e Pugh, (1971), a análise dos artigos e documentos de patentes foi feita em três níveis – macro, meso e micro. O nível macro identificou e classificou os artigos e documentos de patentes referentes à distribuição por ano e por países; o nível meso abordou a distribuição por áreas do conhecimento e as principais instituições depositantes. No nível micro, as análises se concentraram na distribuição por métodos utilizados e principais solventes empregados na extração dos feromônios em laboratório.

Por fim, aplicou-se aos dados obtidos um tratamento estatístico e de álgebra Booleana utilizando as ferramentas, *Petapator*, *AcclaimIP* e *Excel*, que possibilitaram a avaliação do desenvolvimento do setor, em termos de tecnologia, mercado e P&D para o Brasil e para os Estados Unidos da América.

10.2 Monitoramento tecnológico de artigos utilizando a base de dados *Science Direct*

Na estratégia de busca, inicialmente foram usados os termos: “*sexual pheromone AND pest control agriculture*” e, posteriormente, com objetivo de obter resultados mais específicos, incluiu-se a expressão “*extraction*” à busca anterior, adotando como período “*all years*” (todos os anos) para todas as pesquisas (Tabela 03). A busca também foi realizada para essas palavras chaves com a tradução para o português: “feromônio sexual” e “controle de pragas agricultura”

Após a avaliação, os artigos pertinentes ao tema foco foram analisados nos três níveis: macro, meso, micro.

O *Science Direct (SD)* (www.sciencedirect.com) é uma base multidisciplinar de informações, em texto completo, publicadas, mundialmente, nas áreas de ciência, tecnologia e medicina. O SD contempla cerca de 2500 periódicos Elsevier, distribuídos em 24 áreas do conhecimento científico e em torno de 9 milhões de artigos. A base é composta por uma coleção de periódicos, livros e obras de referências eletrônicas com atualização diária.

Tabela 3 – Palavras-chave utilizadas para busca de artigos publicados no *Science Direct* por campo de pesquisa - Fonte: elaboração própria

Palavras-Chave	Campo
“extraction sexual pheromone” AND “pest control crop”	Título
“extraction sexual pheromone AND “pest control crop”	Resumo
“extraction sexual pheromone AND “pest control crop”	All fields
“extração feromônio sexual” e “controle de pragas agricultura”	Título
“extração feromônio sexual” e “controle de pragas agricultura”	Resumo
“extração feromônio sexual” e “controle de pragas agricultura”	All fields

10.3 Monitoramento tecnológico de patentes

Para manter a uniformidade das informações obtidas, foi utilizada a pesquisa para as mesmas palavras-chaves no SD, no INPI e no USPTO. Empregou-se os termos: “*sexual pheromone AND “pest control agriculture”* no texto completo e suas traduções para o português. Como refinamento da busca, incluímos a expressão “*extraction*”, no título, no resumo e na palavra-chave, adotando como período de busca “*all years*” (todos os anos) e a classificação internacional de patentes *A01N 49/00* (recurso disponível através do *AcclaimIP* no USPTO), a fim de obter um maior número de artigos nesta área.

10.3.1 Utilizando a base de patentes do INPI

A base de patentes do INPI disponível e gratuita em www.inpi.gov.br armazena os documentos de patente depositados e publicados no Brasil. A busca dos documentos de patentes foi realizada, em primeira instância, sendo conduzida com base no termo *pesquisa básica e o campo “todas as palavras”*, utilizando como palavras-chave os termos: “*extraction sexual pheromone*” e as respectivas traduções para o português, presentes nos campos título, resumo e em todos os campos.

10.3.2 Utilizando a base de patentes do USPTO

A base de patentes USPTO (*United States Patents and Trademarks Organization*), disponível e gratuita em www.uspto.gov, é um instrumento usado em buscas informatizadas. O USPTO apresenta duas bases: patentes concedidas (1976 – texto completo e 1790 – digitalizados) e pedidos publicados (a partir de março de 2001).

A base do USPTO armazena somente documentos depositados ou publicados nos Estados Unidos. Outrossim, as pesquisas podem ser realizadas em campo completo ou específicos, sendo possível utilizar truncagem (recursos de montagem) e aplicar operadores, como *AND*, *OR*, *AND* ou *NOT*.

A pesquisa foco deste trabalho no USPTO foi realizada preenchendo-se o campo *Term 1*: “*extraction sexual pheromone*” *AND* campo *Term 2*: “*pest control*” com a truncagem *NOT (livestock)*, para excluir resultados voltados para a pecuária, onde também há estudos sobre feromônios, presentes nos campos: título, resumo e *all fields*.

A “truncagem” para exclusão dos feromônios estudados para *pecuária (not livestock)* foi possível com o auxílio do programa *acclaimIP*, disponível em: <https://app.acclaimip.com>, que refinou a busca e trouxe mais segurança aos resultados obtidos. Este programa, aliado à classificação de patentes *CIP A01N 49/00* e ao recurso *Petapator* (disponível em: <https://chrome.google.com/webstore/detail/petapator>), tornaram a busca mais eficiente e direcionada ao foco deste trabalho.

O processo de pesquisa em patentes na base do USPTO gera telas muito cruas, sem atrativos estéticos e, em sua maioria, em preto e branco. O aplicativo *Petapator* tornou a busca nesta base muito mais simples e agradável, permitindo a realização de algumas buscas com retorno bastante interessantes, como a apresentada na Figura 11.

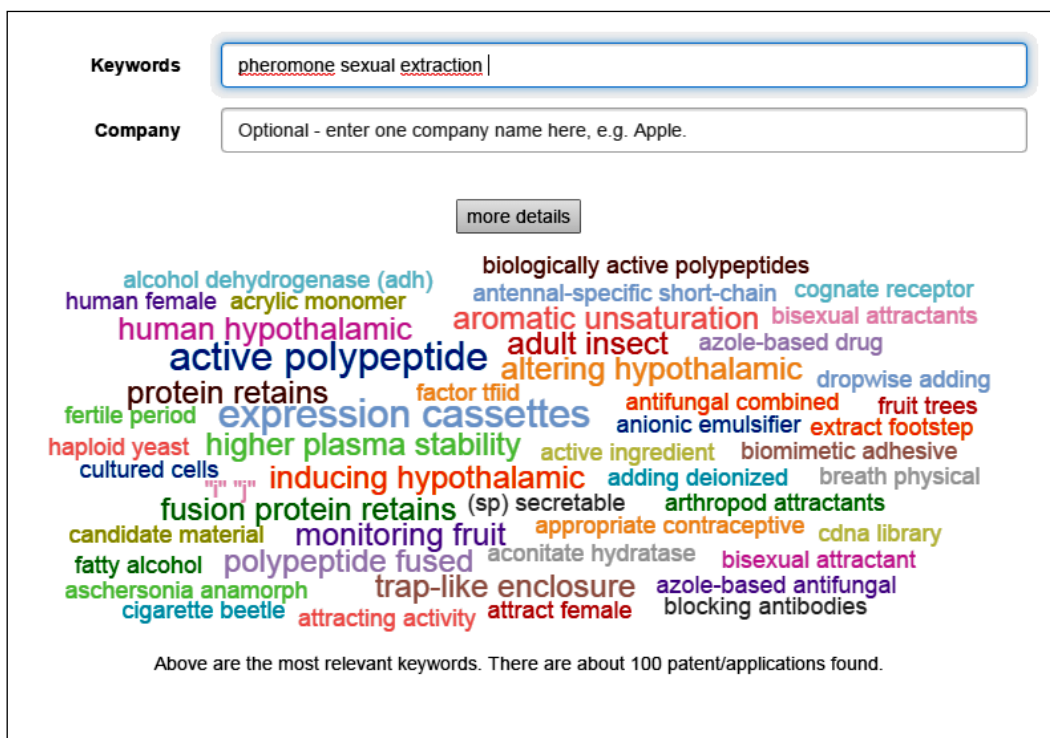


Figura 11 – Retorno de palavras-chave do Petapator para a busca “*pheromone sexual extraction*” - Fonte: USPTO/Petapator.

Em 19 de novembro de 2015 foi criado o Prioritário Patent Prosecution Highway (PPH) é um acordo firmado entre o INPI e o USPTO. Esse acordo é uma forma de um escritório aproveitar os exames já exigidos pelo outro, o que confere prioridade à publicação da patente. Para fazer parte do processo o depositante já tem que ter patente aprovada por um escritório (da mesma família de patentes). Nesse processo estão envolvidos, no mínimo, dois escritórios de patentes e os depositantes. No momento em que um escritório de patentes faz deferimento, o pedido torna-se apto a ser incluído em outro escritório, sem muitos trâmites burocráticos. O segundo escritório observará somente as solicitações não negadas pelo primeiro escritório. Desta maneira, o PPH deve contribuir para redução do trabalho duplicado entre os escritórios de patente.

A limitação do PPH é que poderão participar do programa no INPI somente pedidos de patente referentes ao campo técnico de petróleo e gás. No USPTO podem participar pedidos referentes a qualquer campo técnico.

CAPÍTULO 11 RESULTADOS E DISCUSSÃO

11.1 Distribuição de artigos por ano e por país no período 1996-2015 (*Science Direct*)

Na base *Science Direct* foram encontrados 1.079 artigos completos, e 627 artigos, no título, 152 artigos continham estas expressões no resumo. Após análise, verificou-se que 79 artigos eram relacionados à extração dos feromônios de atração sexual para a agricultura (Tabela 4), os quais foram analisados nos níveis: macro, meso e micro.

11.1.1 Análise Macro

Tabela 4 - Número de publicações no *Science Direct* por ano (período 1997 a 2015) – Elaboração própria.

ANO	Nº de Publicações encontradas	Nº de Publicações relevantes
2015	7	3
2014	10	4
2013	8	5
2012	11	6
2011	6	4
2010	14	7

2009	6	4
2008	9	5
2007	9	4
2006	6	3
2005	13	6
2004	6	4
2003	6	4
2002	13	6
2001	6	3
2000	7	2
1999	2	2
1998	3	3
1997	10	4
Total	152	79

Analisando a distribuição dos artigos por ano de publicação (Figura 12), observa-se que 2010 destaca-se como o ano com o maior número de publicações. Em seguida, aparecem os anos de 2002 e 2005 e 2012, com aproximadamente 14% do total das publicações.

De uma forma geral, percebe-se que o número de artigos publicados em relação à extração de feromônios de atração sexual para controle de pragas na agricultura ainda é baixo, indicando que este tema encontra-se ainda em fase de estudo e desenvolvimento.

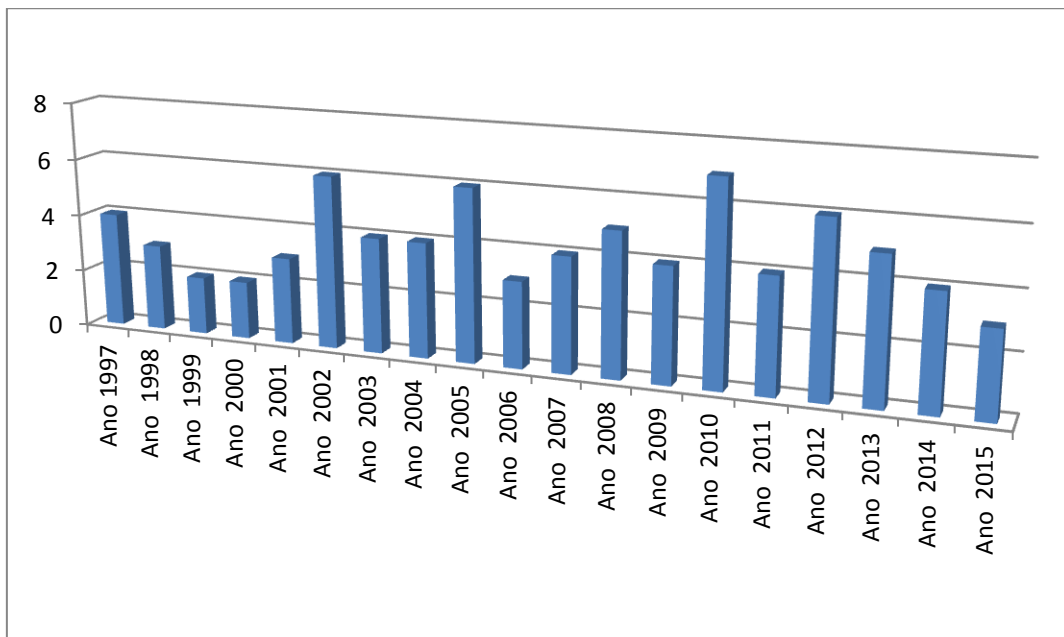


Figura 12 – Número de publicações de artigos por ano (período 1997-2015) - Fonte: elaboração própria.

Tabela 5 - Número de publicações no *Science Direct* das principais instituições por ano e país (período 1997-2015) - Fonte: Elaboração própria.

Instituição	País	Número de publicações
Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, Institute for Biological Control	Alemanha	01
Universität Braunschweig Mendelssohnstrasse	Alemanha	01
School of Aquaculture, TAFI, University of Tasmania, Newnham	Austrália	01
South Australian Research and Development Institute	Austrália	01
Division of Food Science and Technology, and the Cooperative Research Centre for International Food	Austrália	01
Department of Plant Physiology	Austrália	01
Mt. Buller	Austrália	01
UFG – Universidade Federal de Goiás	Brasil	01
USP – Universidade do Estado de São Paulo	Brasil	01
UFV – Universidade Federal de Viçosa	Brasil	02
UFLavras	Brasil	02
UFPR - Universidade Federal do Paraná	Brasil	04
Catholic University of Santos	Brasil	01
UNICAMP - Universidade de Campinas	Brasil	01
Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária	Brasil	02
University of Toronto	Canadá	01
University of Alberta	Canadá	01
Brock University, St. Catherines	Canadá	01
Nanjing Agricultural University	China	01

State Key Laboratory of Integrated Management of Pest Insects and Rodents in Agriculture, Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences	China	01
College of Plant Protection, Southwest University	China	01
Faculty of Agriculture, Cairo University, Egypt	Egito	01
Departamento de proteção Agricultura	Espanha	01
Pennsylvania State University	Estados Unidos	01
Arid Land Agricultural	Estados Unidos	01
Office of Knowledge Exchange, Research and Extension	Estados Unidos	01
Oklahoma State University Stillwater	Estados Unidos	01
Department of Entomology, New York State Agriculture Experimental Station, Geneva, New York	Estados Unidos	02
Division of Plant Sciences, University of Missouri	Estados Unidos	01
Marjorie A. Hoy	Estados Unidos	01
Monsanto Company, St. Louis, Missouri, USA	Estados Unidos	01
Rensselaer Polytechnic Institute Troy	Estados Unidos	05
Department of Chemistry, Wayne State University, Detroit, Michigan	Estados Unidos	01
University of Kentucky	Estados Unidos	01
University of Georgia	Estados Unidos	02
Harvard University	Estados Unidos	01
University of Arizona	Estados Unidos	01
University of Florida	Estados Unidos	01
North Carolina State University	Estados Unidos	01
Institute of Ecology University of Georgia Athens	Estados Unidos	01
Washington State University	Estados Unidos	01
University of Massachusetts	Estados Unidos	01
University of Wisconsin Madison	Estados Unidos	01

DuPont Haskell Laboratory for Toxicology and Industrial Medicine	Estados Unidos	01
Convênio entre universidades: University of California Instituto Universitario de Bioorgánica “Antonio González	Estados Unidos/ Argentina	01
Convênio entre universidades: University of California e National University of La Plata	Estados Unidos/Argentin	01
Addis Ababa University, Department of Zoological Sciences, Addis Ababa, Ethiopia	Etiópia	01
Université de Nantes	França	01
University of Thessaly	Grécia	01
National Institute of Agricultural Technology	Holanda	02
Hungarian Academy of Sciences	Hungria	01
Arag Biotech Pvt. Ltd	Índia	01
Tel-Aviv University, Ramat-Aviv, Israel	Israel	01
Dipartimento di Chimica Bioorganica e Biofarmacia	Itália	01
Convênio entre univ: University of Cagliari, University Campus Monserrato	Itália	01
University of Nigeria at Nsukka	Nigéria	01
Polytechnic Institute of Bragança, Campus de Santa Apolónia, Bragança, Portugal	Portugal	01
Agriculture, Ecosystems & Environment	Reino Unido	01
Biological and Ecological Chemistry Department	Reino Unido	01
AgrEvo Environmental Health	Reino Unido	01
University of Cambridge	Reino Unido	01
Department of Biological Sciences, Imperial College at Silwood Park, Ascot, Berkshire	Reino Unido	01
University of Sheffield	Reino Unido	01
Ministry of Agriculture	Reino Unido	01
University of Manchester	Reino Unido	02

A Tabela 5 demonstra que os Estados Unidos apresentam a liderança nos resultados de publicações de artigos sobre a pesquisa sobre os feromônios; isto ocorre possivelmente porque o isolamento e análises destes compostos é diretamente

dependente de um aparato tecnológico muito forte, como cromatografia gasosa de alta resolução acoplada a detectores de captura de elétrons e espectrômetro de massa, e este país, com todo o seu desenvolvimento tecnológico, propicia maior infra-estrutura de pesquisa. Como exemplo, tem-se o Rensselaer Polytechnic Institute Troy, cujo departamento de Química possui um laboratório específico para a pesquisa de semioquímicos, com grupo de pesquisa formado e grande capacidade de produção.

Foram encontrados dois convênios entre universidades dos Estados Unidos e da Argentina: Artigo # 1: University of California e Instituto Universitario de Bioorgánica “Antonio González. O artigo foi atribuída dois países e Artigo # 2: University of California e National University of La Plata;

Por último, foi encontrado um convênio entre as instituições: Department of Applied Biology (Holanda) e University of Helsinki (Finlândia). Os artigos foram atribuídos aos dois países e universidades.

11.1.1.1 Distribuição de artigos no *Science Direct* por país no período 1997-2015

Os resultados da pesquisa apresentados nas Figuras 13 e 14 demonstraram que os Estados Unidos lideram com 34% das publicações e o Brasil ocupa a segunda colocação mundial em publicação de artigos no SD, com 18% das publicações, seguido pela Inglaterra com 12%.

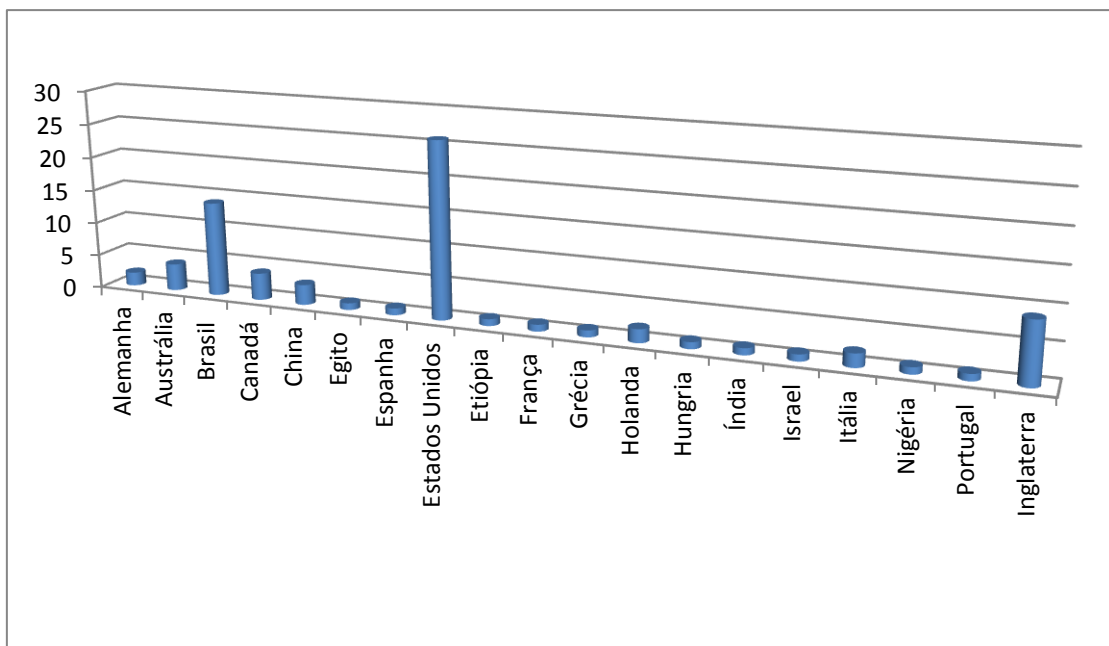


Figura 13 – Número de publicações de artigos por país (período 1997-2015) Fonte: Elaboração própria

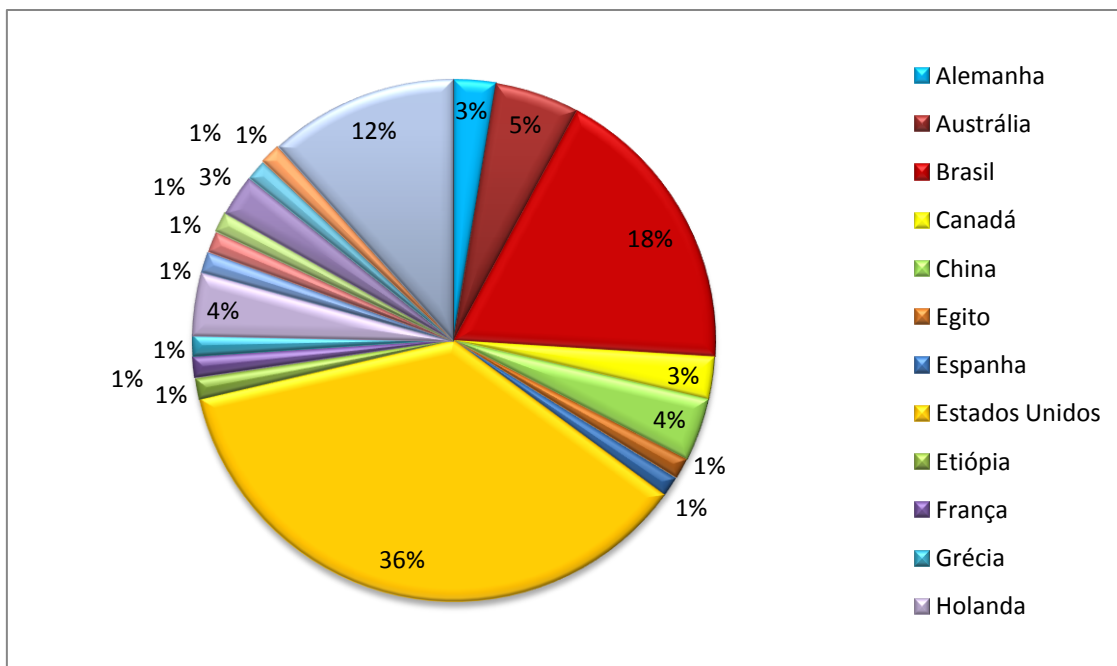


Figura 14 – Percentual das publicações de artigos por país - Período 1997-2015 - Fonte: elaboração própria.

O Brasil ocupa posição de destaque devido aos trabalhos das universidades de Lavras e UFPR, que também possuem laboratórios direcionados ao estudo dos semioquímicos em seu Departamento de Química.

11.1.2 Análise Meso

11.1.2.1 Distribuição de artigos no *Science Direct* por área do conhecimento

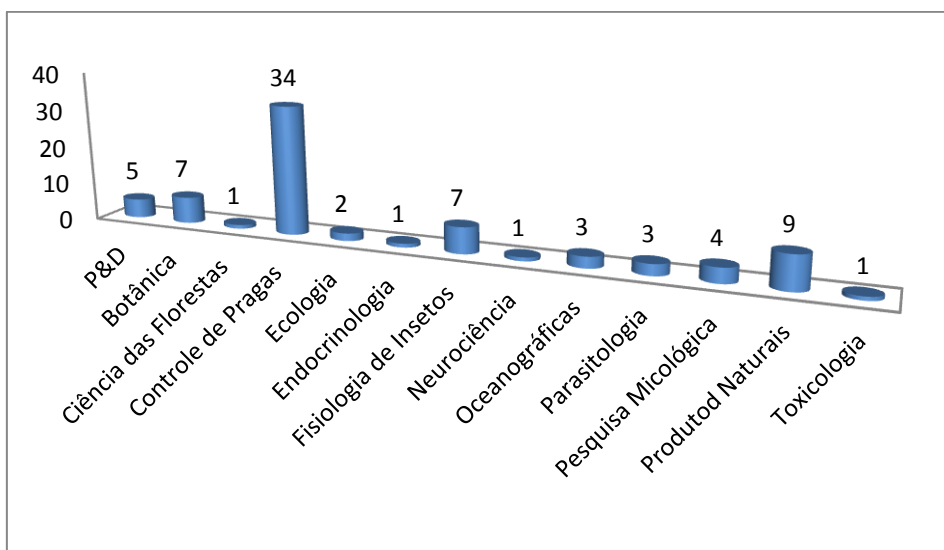


Figura 15 - Distribuição das publicações de artigos por área do conhecimento (período 1997-2015) - Fonte: elaboração própria.

Observa-se que controle de pragas, química de produtos naturais e fisiologia de insetos são as áreas com maior número de artigos publicados mundialmente, compondo juntas 67% das publicações sobre a extração de feromônios de atração sexual.

Das 79 publicações analisadas, o controle de pragas é a área de maior número de publicações, com 44% do total. A segunda posição é ocupada pela síntese de produtos naturais, que também acaba por se correlacionar com o controle de pragas, uma vez que, após o isolamento da molécula, inicia-se a pesquisa para sintetizá-la em laboratório e estudar a sua réplica para produção em escala industrial. A terceira colocação (9%) em publicações é a fisiologia de insetos, que também acaba por se relacionar com o tema foco, onde um dos objetivos é estudar o comportamento dos insetos frente aos feromônios (Figuras 15 e 16).

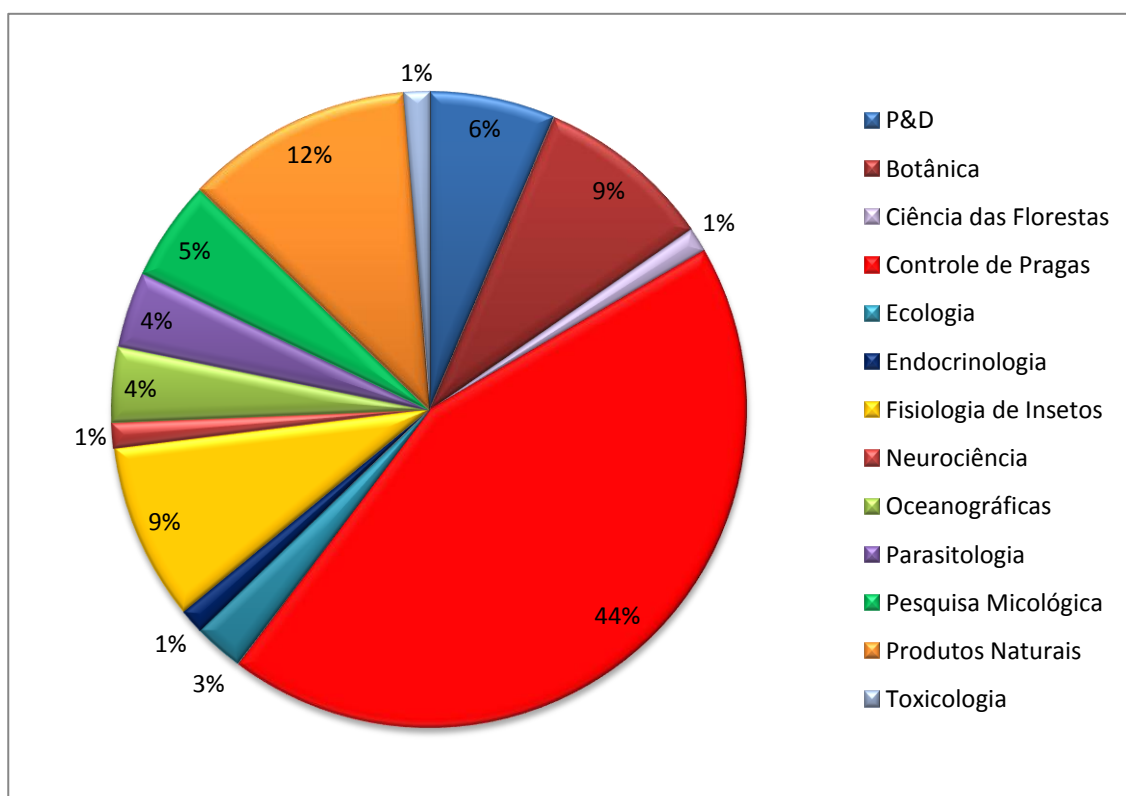


Figura 16 – Contribuição em percentual das publicações de artigos por área do Conhecimento (período 1997-2015) - Fonte: elaboração própria.

Era esperado que o controle de pragas fosse a área do conhecimento a qual fossem concentrados mais investimentos de esforços para a publicação de artigos, uma vez que o crescimento demográfico, a demanda por alimento e os constantes desastres ocorridos pelo uso de agrotóxicos fizeram surgir a necessidade de alimentos produzidos de forma limpa e baseado nos princípios da química verde.

Os números encontram-se dentro do esperado, pois os indicadores anteriores já apontavam para o fato de que este tema encontra-se em fase de estudo e desenvolvimento.

11.1.2.2 Distribuição de artigos no *Science Direct* por tipo de instituição no período 1997-2015

A Figuras 17 mostra que as universidades foram as instituições que mais publicaram artigos em todo o mundo pelo SD e são seguidas pelos institutos e centros de pesquisas.

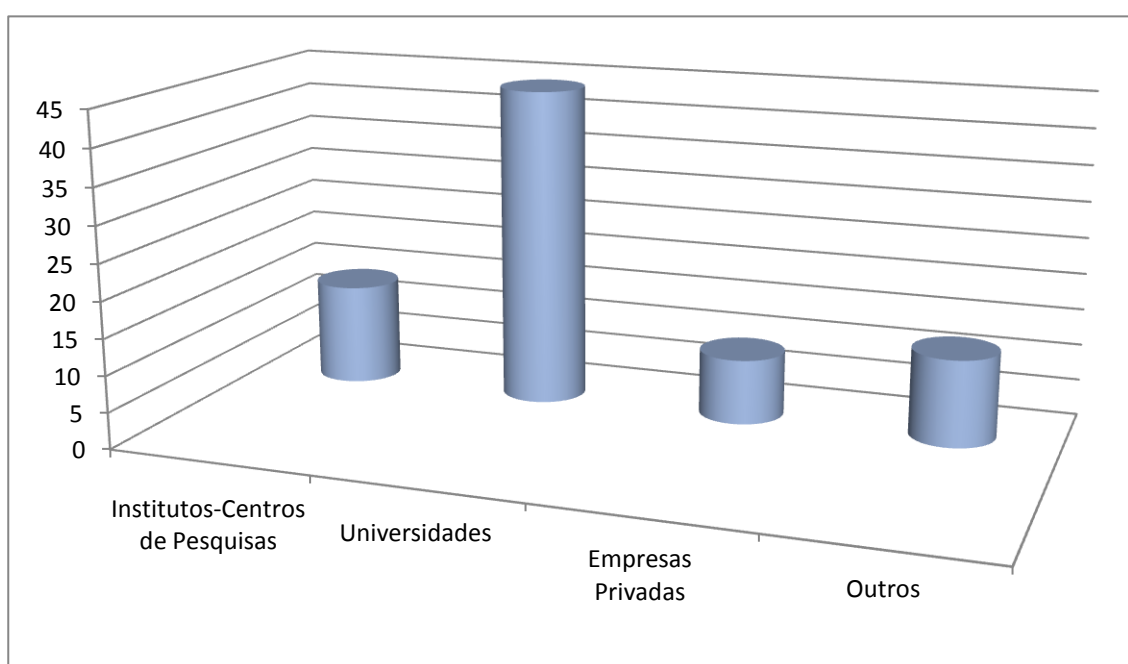


Figura 17 - Publicações de artigos por tipo instituição no Mundo (período 1997-2015) - Fonte: elaboração própria.

Provavelmente, estes números não traduzam a realidade das publicações, pois os centros de pesquisas, principalmente os das empresas privadas, não costumam publicar seus trabalhos, para não ter suas informações confidenciais compartilhadas. Assim, acredita-se que as informações de pesquisa pertinentes a estes centros sejam bem maiores do que o número de publicações realizadas por eles.

Realizando-se as análises dos artigos por tipos de instituição (Figura 18), observa-se que as universidades encontram-se em destaque, sendo responsáveis por 56% dos artigos analisados; as publicações realizadas por centros de pesquisas e institutos somam 18% das publicações. 15% do total dos artigos analisados pertencem a

pesquisadores independentes; pesquisadores não vinculados à instituições propriamente estabelecidas e, os pesquisadores vinculados a empresas privadas, ocupam a última colocação, quando o assunto é a publicação de artigos, sendo responsáveis por apenas 3% das publicações.

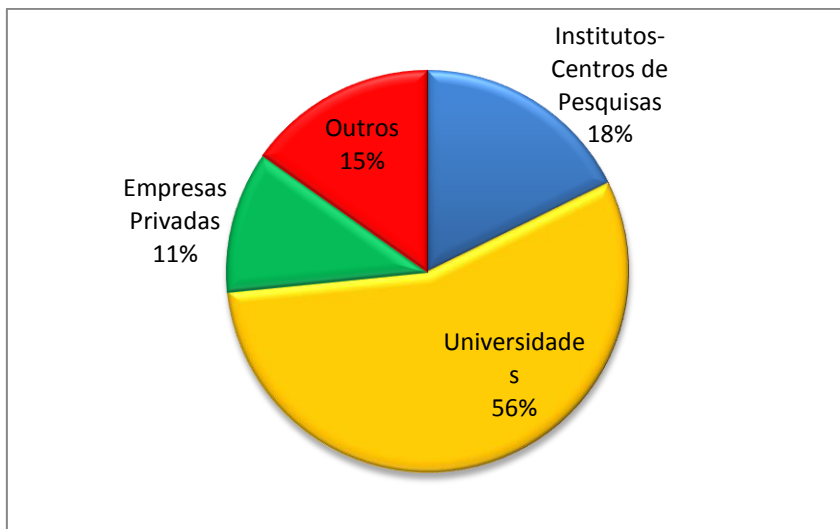


Figura 18 – Contribuição em percentual das publicações por instituição no mundo (período 1997-2015) - Fonte: elaboração própria.

Percebe-se que as empresas privadas não manifestam interesse em publicar artigos para não divulgarem suas aquisições de pesquisa, mantendo assim suas descobertas em sigilo.

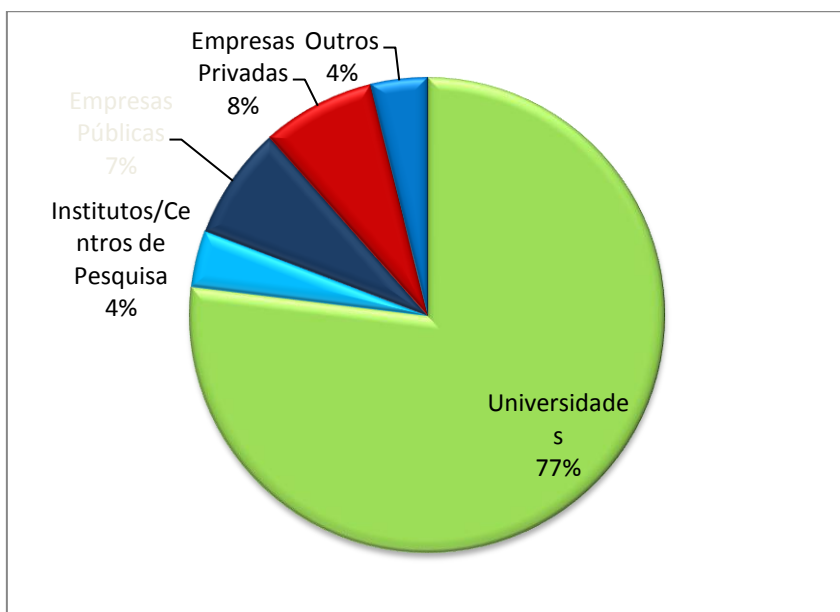


Figura 19 – Contribuição em percentual das publicações de artigos por instituição nos Estados Unidos (período 1997-2015) - Fonte: elaboração própria.

O estudo comparativo entre as instituições nos Estados Unidos demonstrou que as universidades lideram as publicações com 77% , contra 4% dos institutos e centros de pesquisa e apenas 8% das empresas privadas e 7% das empresas públicas.

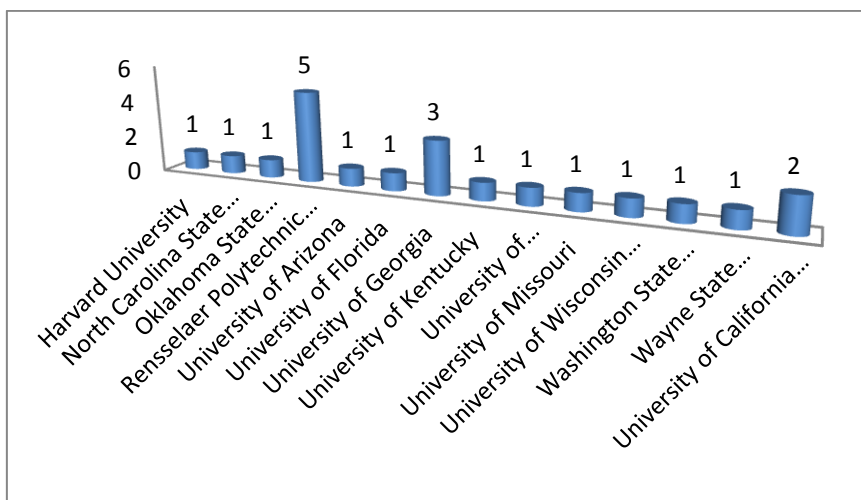


Figura 20 – Número de publicações de artigos por Universidades nos Estados Unidos (período 1997-2015) - Fonte: elaboração própria.

As universidades que mais publicaram nos Estados Unidos foram: Rensselaer Polytechnic Institute Troy (05) e University of Georgia (03). Essas duas universidades possuem laboratório de semioquímicos, sendo que a Rensselaer Polytechnic, possui um grupo de estudos sobre feromônios de atração sexual, que desenvolve trabalhos para a agricultura e pecuária com fins de compreensão do comportamento sexual dos animais em geral, justificativa que confirma a maior publicação por parte dessas instituições.

A Figura 21 mostra que no Brasil, a Universidade do Paraná foi a que mais publicou artigos na área dos feromônios pelo banco *Science Direct*, com um total de 4 artigos

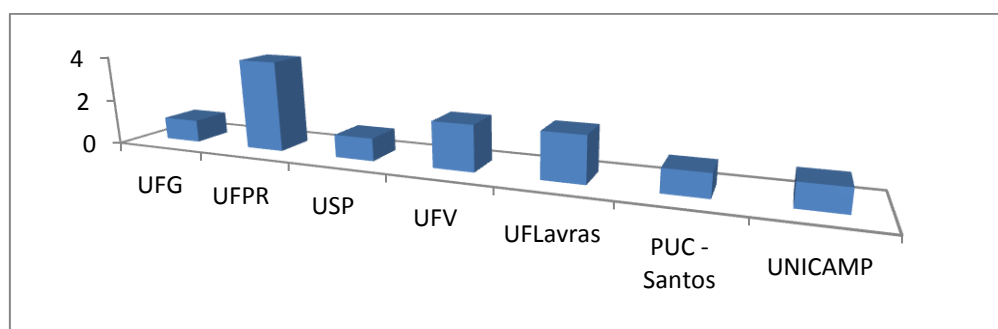


Figura 21 – Número de publicações de artigos por universidades no Brasil (período 1997-2015) - Fonte: elaboração própria.

A UFPR possui um grupo de pesquisas registrado no CNPq para estudos na área dos feromônios. Este grupo conta com um laboratório bem equipado para estudos de

semioquímicos, liderado pelo professor Paulo Zarbin e vem realizando estudos importantes sobre extração e síntese de feromônios nas áreas de cosmética, agricultura e replicação de moléculas, sendo um dos principais disseminadores de informação sobre os feromônios no Brasil. Na segunda colocação surgem empatadas as universidades de Viçosa, com 2 artigos publicados cada uma. A Universidade de Viçosa também possui um laboratório de estudos de feromônios.

O estudo comparativo entre as Instituições no Brasil (Figura 22) mostrou que, tal qual nos Estados Unidos, as universidades também lideram as publicações com 86%, contra 14% das empresas privadas.

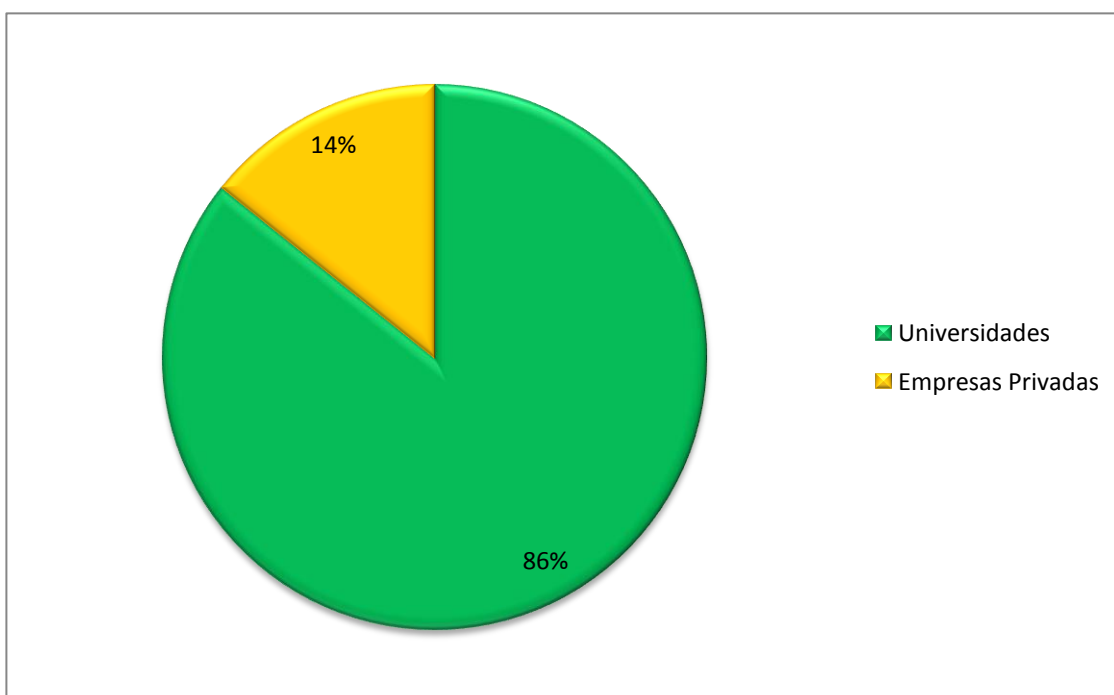


Figura 22 – Contribuição em percentual das publicações de artigos por instituição no Brasil (período 1997-2015) - Fonte: elaboração própria.

Os institutos e centros de pesquisas não realizaram publicações de artigos no período estudado (1995-2015). Isto deve-se, provavelmente, ao fato de que essas instituições de pesquisas, sobretudo aquelas ligadas às empresas privadas, por razões estratégicas, preferem usufruir internamente de suas descobertas, sem compartilhá-las com a sociedade. Em contrapartida, as universidades, não possuem, em geral, preocupação em proteger o conhecimento e sim, de divulgá-lo.

11.1.3 Análise Micro

11.1.3.1 Distribuição de artigos no *Science Direct* por métodos utilizados para extração dos feromônios em laboratório

Os resultados da pesquisa de artigos apontam para o fato de que a extração por solvente é a metodologia mais utilizada para a coleta de feromônios. O método direto de extração por solvente - com fêmeas vivas (direto da glândula) representou 49% e o método direto de extração por solvente - com fêmeas congeladas (direto da glândula), representou 31% das publicações.

Tabela 6 – Número de publicações de artigos no *Science Direct* por métodos de extração de feromônios (período 1997-2015) - Fonte: elaboração própria.

Método	Nº artigos
Extração por solvente - com fêmeas vivas (direto da glândula)	39
Extração por solvente - com fêmeas congeladas (direto da glândula)	24
Extração por aeração	16

11.1.3.2 Distribuição de artigos no *Science Direct* por solventes utilizados para extração dos feromônios em laboratório

Somados, os métodos de extração direta por solvente, detêm 80% das publicações sobre o assunto, ficando o restante para o método de extração por aeração.

Tabela 7 – Número de publicações de artigos no *Science Direct* por tipo de solvente de extração de feromônios (período 1997-2015) - Fonte: elaboração própria.

Solvente	Nº de publicações
Diclorometano	6
Hexano	41
Éter	7
Isocetano	21
outros	4

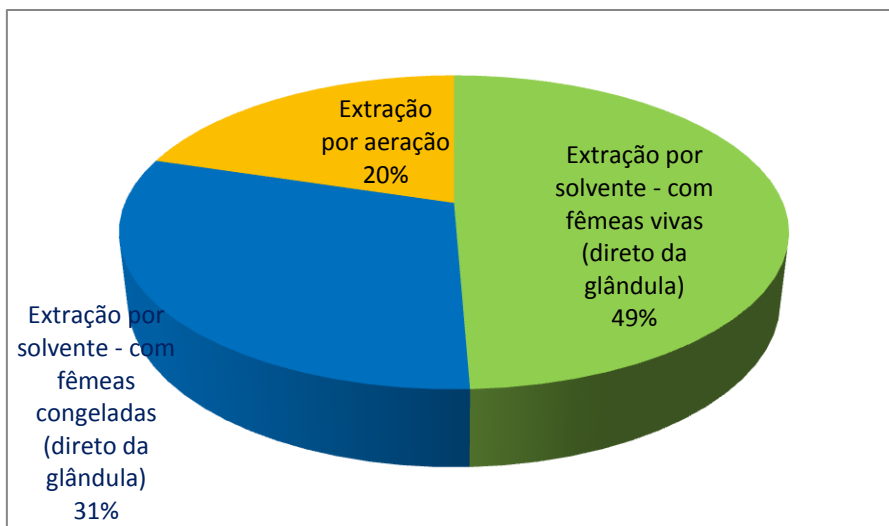


Figura 23 – Contribuição em percentual dos artigos por cada método utilizado na extração dos feromônios (período 1997-2015) - Fonte: elaboração própria.

Os dados obtidos refletem o cotidiano do laboratório, pois, além da praticidade e rapidez do método direto de extração por solvente. Este método produz cromatogramas mais fáceis de serem interpretados, uma vez que são extraídas muito menos impurezas. Isto é, há mais especificidade de extração (maior quantidade de substâncias de interesse ao estudo são obtidas), quando comparado ao método de aeração.

Não há artigos publicados sobre o método de extração com o inseto inteiro. Esse método tornou-se obsoleto, porque o material coletado apresenta-se com quantidade muito maior de impurezas, como hidrocarbonetos, ácidos graxos e outros, pois que todo o inseto está sendo extraído, incluindo gorduras e cutículas, fornecendo cromatogramas com picos sobrepostos e de difícil identificação e caracterização.

O método direto de extração por solvente torna-se bastante vantajoso quando a região do inseto onde está localizada na glândula produtora do feromônio é conhecida, pois, desta forma, a extração pode ser feita especificamente neste local, diminuindo significativamente as impurezas provenientes de outros órgãos do inseto e facilitando as análises em laboratório. Nesse sentido, relatos de Zarbin (2008) ressaltam a importância de um laboratório de entomologia para estudos de insetos trabalhando em conjunto com o laboratório de extração.

As quantidades de material obtidas através dos dois processos citados de extração por solvente não são obrigatoriamente as mesmas. Por isso, uma comparação dos resultados via análise cromatográfica deve ser realizada, para a escolha da melhor rota a ser utilizada.

11.1.3.3 Distribuição de artigos no *Science Direct* por tipo de solvente

O hexano foi o solvente empregado com maior frequência; de um total de 79 artigos publicados sobre o tema, 41 fazem referência à pesquisa por extração com hexano nos três métodos de extração. O segundo solvente mais utilizado é o isoctano, com 21 publicações.

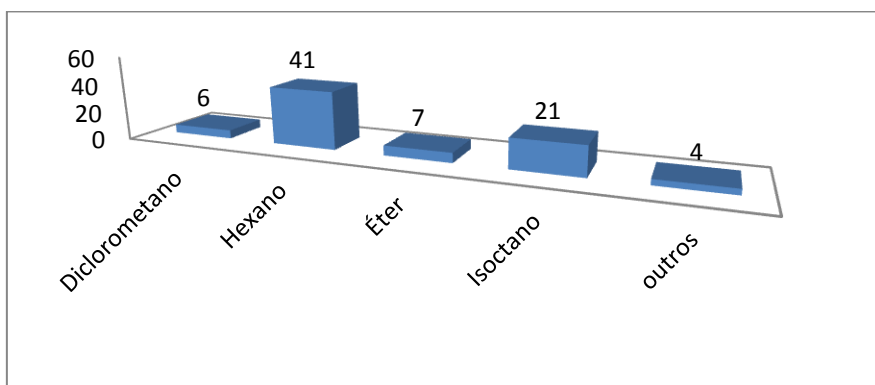


Figura 24 - Distribuição das publicações de artigos por tipo de solvente empregado na extração (período 1997-2015) - Fonte: elaboração própria.

Provavelmente, isso se deva à menor polaridade e boa estabilidade química dos dois hidrocarbonetos (hexano e isoctano) que extraem, com maior eficiência, as moléculas de muitos feromônios, também apolares ou de baixa polaridade. A seguir, surgem éter e diclorometano, cujas moléculas apresentam baixa polaridade.

Em termos percentuais, o hexano representou 52% dos artigos publicados, contra 26% do isoctano. Somente estes dois solventes são responsáveis por 78% de todo o montante dos artigos publicados, ficando os 22% restantes para diclorometano, éter e outros (5%) – (Figura 25). No termo “outros”, surgiram dois artigos citando o dimetil-sulfóxido como promissor solvente para extração de feromônios de atração sexual.

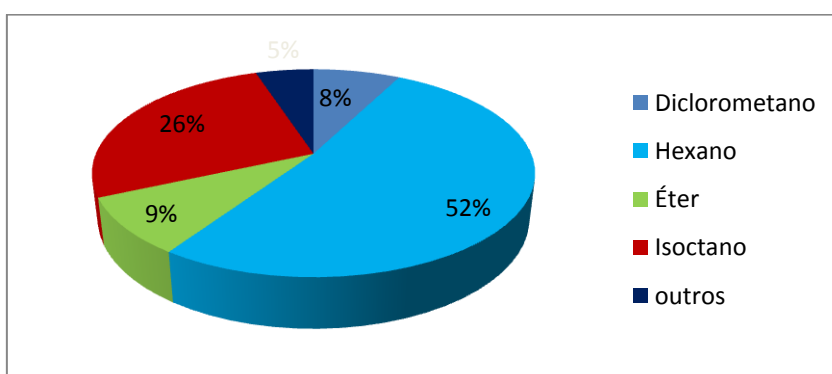


Figura 25 – Contribuição em percentual das publicações de artigos por utilização dos solventes de extração (período 1997-2015) - Fonte: elaboração própria.

Possivelmente, o hexano seja mais utilizado que os outros solventes devido à sua apolaridade, aliada ao fato de apresentar menor cadeia e ser menos ramificado que o isoctano, por exemplo. Além disso, o hexano, pelo fato de possuir menor massa molar, possui menor ponto de ebulição, o que facilita a sua evaporação para a posterior concentração dos extratos contendo os feromônios que seguirão para a análise cromatográfica.

11.2 Distribuição dos depósitos de patentes no INPI por país no período 1996-2015

Foram encontrados 13 depósitos de pedido nacional de patentes com foco direto na extração dos feromônios de atração sexual para a agricultura quando a busca foi realizada no campo resumo. As 13 patentes obtidas foram empregadas na análise baseada nos três níveis (macro, meso e micro). A busca no banco do INPI foi baseada nas mesmas palavras-chave utilizadas para a pesquisa de publicação de artigos no *Science Direct*.

Tabela 8 – Número de depósitos de patentes no INPI por palavras-chave (período 1996-2015) - Fonte: elaboração própria.

Palavras-Chave (INPI)	Nº de depósitos de pedido de patentes
“feromônio sexual” no resumo	13
“feromônio sexual” no título	4
“feromônio sexual controle praga” no resumo	5
“feromônio sexual controle praga” no título	4
“feromônio” and “síntese” no resumo	4
“feromônio” and “síntese” no título	3
“feromônio” and “extração” no resumo	13
“feromônio” and “extração” no título	4

Os documentos de patentes obtidos foram levados à análise nos níveis macro, meso e micro.

A Tabela 8 apresenta as palavras-chave empregadas e o nº de depósitos resultantes e apresenta o resumo dos critérios de busca realizados na base de patentes do INPI.

11.2.1 Análise Macro

11.2.1.1 Distribuição dos depósitos dos depósitos de patentes no INPI por ano

Tabela 9 – Distribuição dos documentos de Patentes no INPI por ano de depósitos (período 1996-2015) - Fonte: elaboração própria.

ANO	Nº de INPI Depósitos
1996	0
1997	0
1998	0
1999	0
2000	0
2001	0
2002	0
2003	3
2004	0
2005	0
2006	1
2007	1
2008	0
2009	1
2010	1
2011	1
2012	2
2013	3
2014	0
2015	0

Analisando a distribuição depósitos de documentos de patentes por ano de publicação, observa-se que 2003 marca o início dos depósitos na área dos feromônios de atração sexual. Percebe-se que houve um esboço de incremento que não ganhou força nos anos seguintes, havendo uma retomada do assunto a partir de 2012.

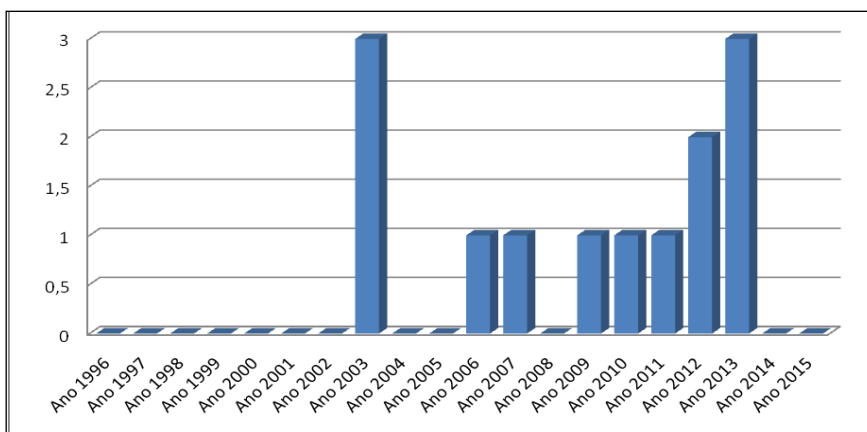


Figura 26 - Número de depósitos de documentos de patentes no INPI por Ano (período 1996-2015) - Fonte: elaboração própria.

Os anos de 2003 e 2013 se destacam como os anos com o maior número de depósitos. Estes dois anos são responsáveis por cerca de 46% dos depósitos efetuados no INPI, no período compreendido entre 1996 a 2015. De uma forma geral, percebe-se que o número de depósitos de documentos de patentes em relação à extração de feromônios de atração sexual para controle de pragas na agricultura ainda é baixo no INPI, denotando certa preferência para publicações no *United States Patent and Trademark Office* (USPTO) e que este tema ainda encontra-se em fase de estudo e desenvolvimento.

11.2.1.2 Distribuição dos depósitos de patentes no INPI por países

Os baixos números de depósitos de patentes encontrados sobre o tema refletem o fato de que as empresas, tanto nacionais quanto estrangeiras (maiores solicitantes de pedidos de patentes), preferem proteger suas descobertas fora do Brasil.

Tabela 10 – Distribuição dos depósitos dos documentos de patentes no INPI por país (período 1996-2015) - Fonte: elaboração própria.

País	Nº de Depósitos
Brasil	8
USA	2
Dinamarca	1
Japão	1
França	1

Os resultados da pesquisa apresentados na Figura 27 demonstraram que o Brasil lidera, com maior número de depósitos, seguido pelos Estados Unidos. Dinamarca, França e Japão compõem as nações restantes que efetuaram depósitos no INPI.

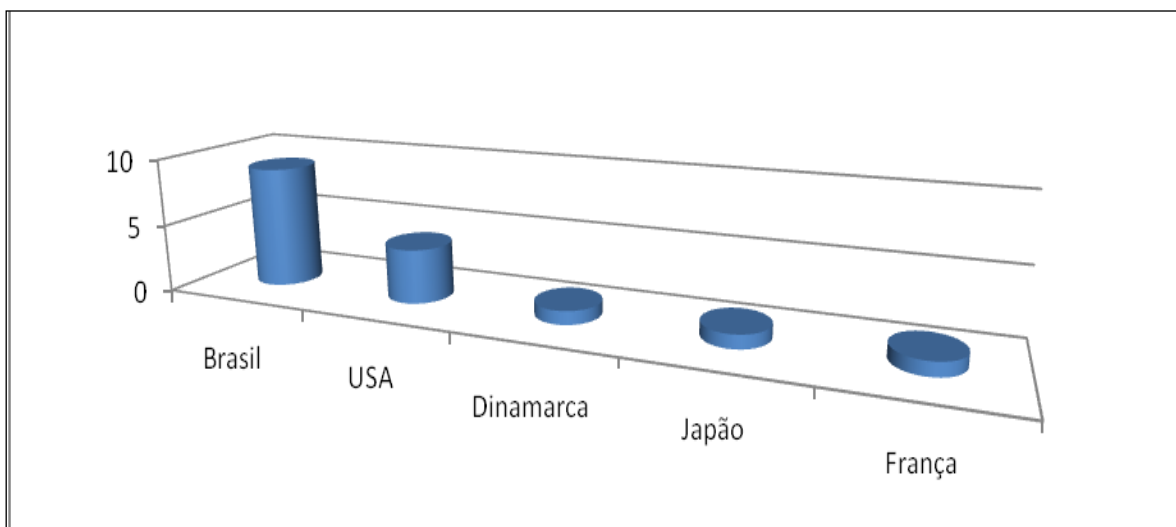


Figura 27 - Número de depósitos de documentos de patentes no INPI por país (período 1996-2015) - Fonte: elaboração própria.

O motivo dessa opção pelo exterior até o final de 2015 era a burocracia adotada para a solicitação de patentes no país e a cultura instaurada de que o patenteamento no exterior, sobretudo no USPTO, agrega maior valor à patente. Para ter seu esforço reduzido, as empresas preferem realizar o depósito somente em um escritório e optam pelo USPTO. Espera-se que haja um aumento dos pedidos de documentos de patentes no INPI, depois que foi instituído o PPH, em novembro de 2015.

11.2.1.2a – Contribuição percentual dos depósitos de patentes no INPI por país

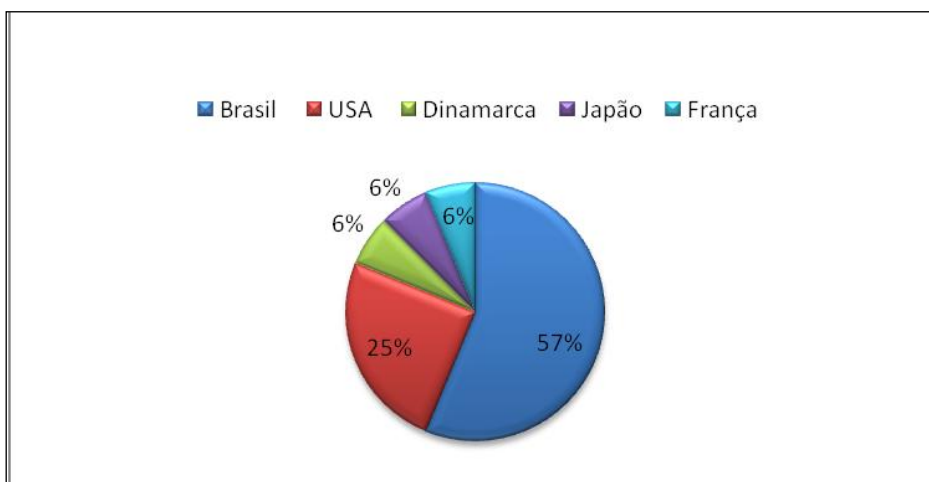


Figura 28 - Contribuição em percentual dos depósitos de patentes no INPI por país (período 1996-2015) - Fonte: elaboração própria.

Em termos percentuais (Figura 28), o Brasil detém 57% do total dos depósitos realizados no INPI, seguido pelos 25% dos Estados Unidos. Ficando Dinamarca, França e Japão com 6% cada país.

11.2.2 - Análise Meso - Estudos relativos à distribuição por áreas do conhecimento e por tipo de instituição depositante.

O controle de pragas é a área do conhecimento com maior número de pedidos de documentos de patentes no INPI (Tabela 11) devido ao crescimento da população e às expectativas de produção agrícola esperadas para o Brasil, sobretudo na última década, que requer altas demandas por alimentos, aliada à maior conscientização da sociedade com relação aos danos causados pelos agrotóxicos à saúde e ao meio ambiente.

Tabela 11 - Distribuição dos depósitos dos documentos de patentes no INPI por áreas do conhecimento (período 1996-2015) - Fonte: elaboração própria.

Área do Conhecimento	Nº de patentes
Controle de pragas	9
Perfumaria	1
Síntese de Produtos Naturais	2
Controle anti-envelhecimento	1

11.2.2.1 Distribuição dos depósitos de patentes no INPI por áreas do conhecimento

O controle de pragas é o principal foco dos estudos dos feromônios de atração sexual (Figura 29). Sendo responsável por aproximadamente 69% dos estudos voltados para estes semioquímicos.

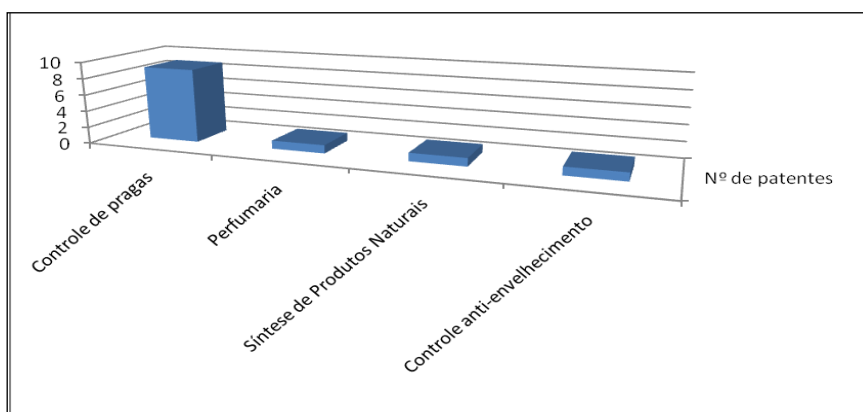


Figura 29 - Número de depósitos de documentos de patentes no INPI por área do conhecimento (período 1996-2015) - Fonte: elaboração própria.

Como o número de patentes referentes ao tema foco no INPI é pequeno, muitas das áreas de conhecimento verificadas quando foi realizado o estudo para as publicações de artigos não apareceram na lista das áreas do conhecimento presentes nos depósitos de patentes feitos no INPI.

11.2.2.2 Distribuição de depósitos de patentes no INPI por instituição

A análise do número de depósitos de patentes por instituição (Tabela 12), mostra que a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) detém a liderança em P&D na área dos feromônios de atração sexual para a agricultura no Brasil, sendo responsável por 4 depósitos de um total de 13 no período estudado.

Tabela 12 - Distribuição dos depósitos dos documentos de patentes no INPI por tipo de instituição (período 1996-2015) - Fonte: elaboração própria.

Nº Patentes	INSTITUIÇÃO
Univ. Federal de Alagoas	1
Fundação Univ. de Brasília	1
UNICAMP	2
Embrapa	4
Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.	1
Univ. Federal do Alagoas	1
Firmenich SA	1
Contech Enterprises inc.	1
KDR Biotech Co. Ltd	1

As universidades que são as instituições que mais publicaram artigo, não são tão eficientes quando o assunto é o registro de patentes (Figura 30). Isso pode ser um demonstrativo de que a proteção da propriedade ainda é preocupação maior no meio empresarial do que no meio acadêmico.

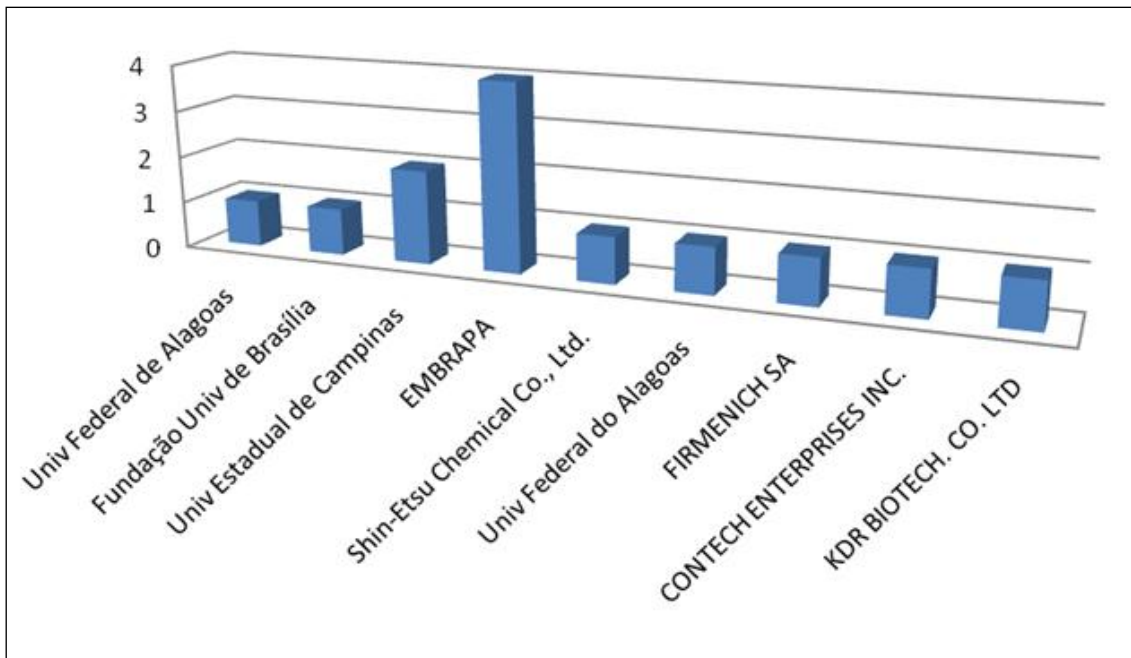


Figura 30 - Número de publicações de documentos de patentes no INPI por instituição no Brasil (período 1996-2015) - Fonte: elaboração própria.

11.2.2.2.a Depósitos de patentes no INPI por tipo instituição - Comparativo universidade x instituição privada

Como é possível observar na Figura 31, as universidades estão bem representadas, com 38% dos depósitos, sendo os 62% restantes, divididos pela EMBRAPA e por empresas privadas, das quais, 100% são multinacionais com filiais instaladas no Brasil, em proporções iguais, isto é, 31% para cada.

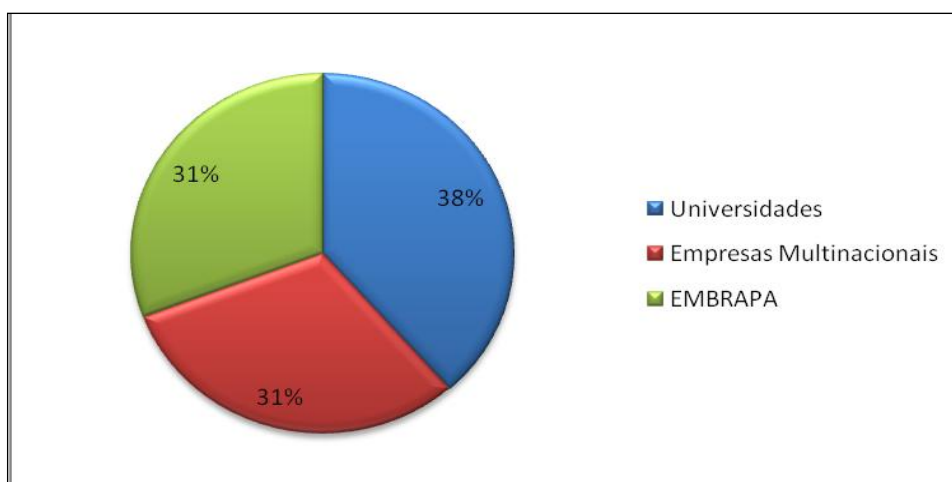


Figura 31 - Estudo comparativo entre os depósitos de patentes realizados no INPI pelas universidades brasileiras e outras instituições no Brasil (período 1996-2015) - Fonte: elaboração própria.

Dos 38% dos depósitos de patentes efetuados por universidades (5 depósitos), 40% são provenientes da UNICAMP como depositante, ou seja, 2 depósitos dos 5 totais. A patente depositada pela Universidade de Brasília foi anulada por falta de cumprimento do prazo para entrega de requisitos.

O diagrama apresentado na Figura 32 permite observar a grande participação da Embrapa, enquanto componente individual, com 31% do total dos depósitos, seguida da UNICAMP, com 15%, tendo as outras universidades e empresas privadas participações mais modestas.

11.2.2.2.b Contribuição percentual dos depósitos de pedidos de patentes no INPI por Instituição

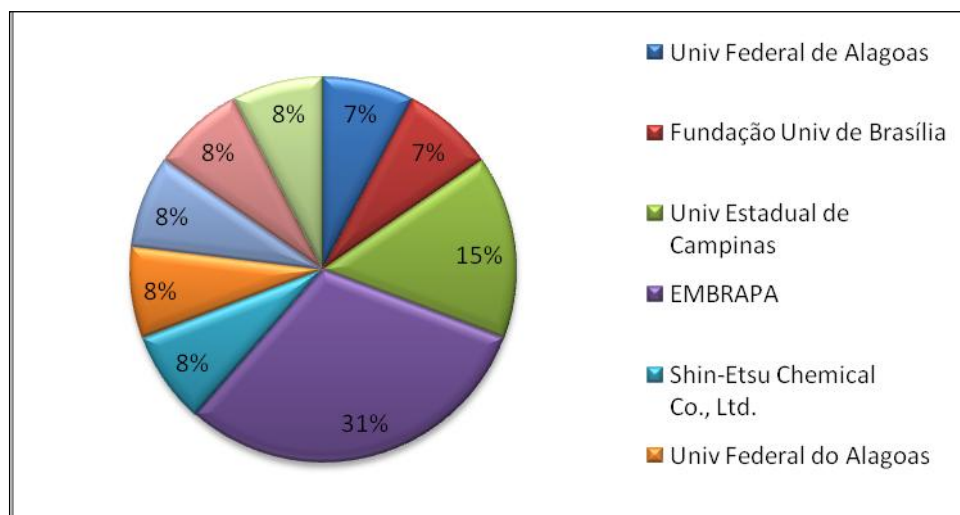


Figura 32 – Contribuição em percentual das publicações de documentos de patentes no INPI por nome de instituição no Brasil - (período 1996-2015) - Fonte: elaboração própria.

A Embrapa é o principal centro de pesquisa público do país vinculado ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil. A Empresa possui laboratórios e grupos de pesquisa na área de controle de doenças e pragas, liderados pelo professor Wagner Bettiol, realizando estudos sobre o tema desde 1973.

11.2.2.2.c Contribuição percentual dos depósitos de pedidos de patentes no INPI por universidade

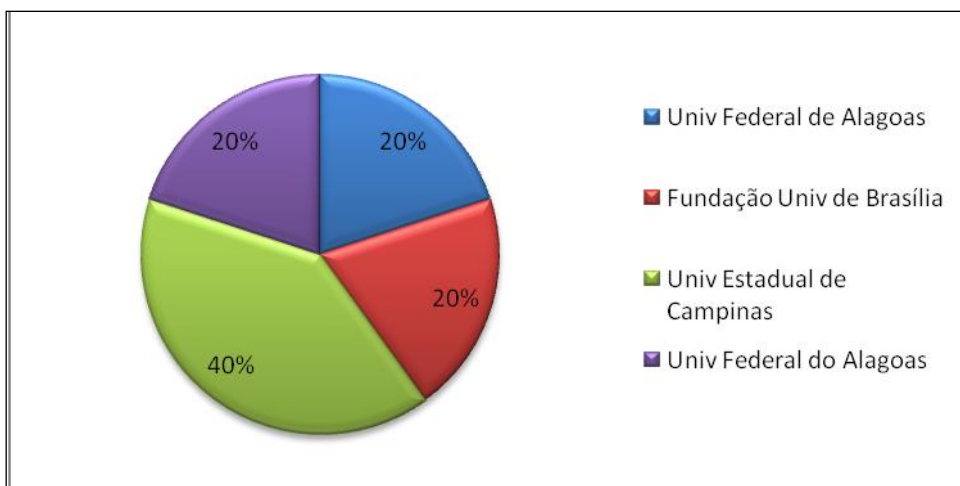


Figura 33 - Contribuição em percentual dos depósitos de documentos de patentes no INPI por universidades brasileiras (período 1996-2015) - Fonte: elaboração própria.

Quando o assunto é a publicação de artigos, as universidades lideram, tanto no Brasil quanto no mundo. Entretanto, quando trata-se de patentear e proteger suas aquisições científicas, as universidades perdem espaço para as empresas.

Em princípio seria óbvio que as universidades solicitassem um maior número de pedidos de patentes, já que estes documentos são um mecanismo para inovação, além de agregarem valor às aquisições científicas e abrir portas para que as universidades consigam mais recursos. Entretanto, os entraves burocráticos do processo de pedido de patentes, aliados à falta de conhecimentos em proteção da propriedade intelectual das próprias universidades geram desinteresse das mesmas pelo processo de registro. Além do fato de que a publicação de artigos traz mais visibilidade na comunidade científica internacional.

Torna-se importante ressaltar que a maioria das universidades brasileiras é implacável na cobrança de seu corpo docente e discente em relação à submissão de artigos. A publicação é, muitas vezes, uma condição essencial à defesa de dissertações de mestrado e teses de doutorado. Isso acarreta em uma profusão de periódicos que publicam e que nem sempre possuem alta relevância científica. Este é um problema sério e preocupante, mas que as universidades brasileiras vêm atravessando - mesmo aquelas instituições que deveriam prezar pela excelência da pesquisa no país. Na verdade, o processo de patenteamento das descobertas não deve ser visto como proteção da sociedade, e sim, como resguardo do conhecimento produzido com relação ao plágio. Entretanto, poucas patentes são concedidas e menos ainda são licenciadas. Se a universidade não patenteia, alguma outra instituição, em geral uma multinacional, o

fará.

Há expectativa de que os números de depósitos de patentes aumentem no Brasil, pois instituições como a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) começaram a incentivar seus pesquisadores a solicitarem o registro de patentes para as suas descobertas de pesquisa e inovações científicas.

No Brasil, um pedido de patente chega esperar entre 8 e 11 anos para ser concedido. Se for considerado que o volume de pedidos no país é muito baixo quando comparado a outros países, esse entrave burocrático é injustificável e denota o quanto o país não está comprometido com uma cultura de inovação. Este longo período de espera, faz com que as tecnologias que adentram o mercado já estejam obsoletas, quando a patente é concedida, além de impedir o aparecimento de novas tecnologias. Por exemplo, uma descoberta que era inovadora em 2005, poderá nem mais existir em 2015. Outra justificativa importante para o baixo número de depósitos de patentes no país é que, pela lei brasileira, o titular da patente é a universidade, e não o pesquisador. Ficando o mesmo com uma pequena parcela do valor adquirido com a patente. Assim, o importante para o pesquisador acaba sendo a valorização curricular.

11.2.3 Análise Micro

As análises foram concentradas nos métodos de extração dos feromônios em laboratório e na distribuição por tipos de solventes utilizados na extração.

11.2.3.1 Distribuição de pedidos de patentes no INPI por método utilizado na extração dos feromônios em laboratório

Os resultados da pesquisa por depósitos de patentes no INPI (Tabela 13) apontam para o fato de que a extração por solvente é a metodologia mais utilizada para a coleta de feromônios, sobretudo a extração com fêmeas vivas.

Tabela 13 - Distribuição dos depósitos dos documentos de patentes no INPI por método de extração (período 1996-2015) - Fonte: elaboração própria.

Método de extração	Nº de publicações
Extração por solvente - com fêmeas vivas (direto da glândula)	8
Extração por solvente - com fêmeas congeladas (direto da glândula)	3
Extração por aeração	2

O método direto de extração por solvente - com fêmeas vivas representou 62% e o método direto de extração por solvente - com fêmeas congeladas, representou 23% dos depósitos. Somados, fazem com que a extração direta por solvente, detenha 85% das publicações sobre o assunto, ficando o restante para o método de extração por aeração.

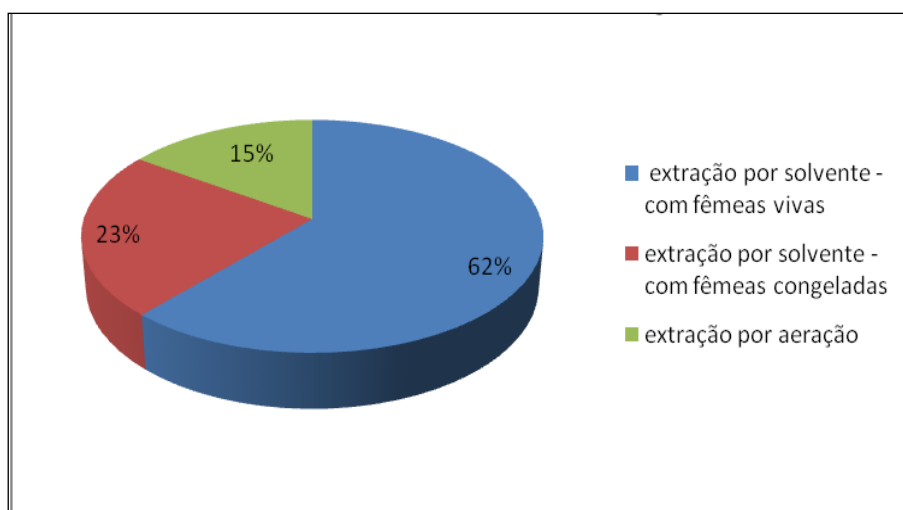


Figura 34 - Contribuição em percentual dos documentos de patente no INPI por método de extração dos feromônios (período 1996-2015) - Fonte: elaboração própria.

O interesse pela extração por solventes com fêmeas vivas deve-se ao fato deste método oferecer maior seletividade no isolamento do feromônio e proporcionar maiores concentrações da molécula de interesse no extrato final. Além da utilização de menor número de insetos, uma vez que pode-se realizar o processo extrativo em momento de maior estimulação (chamamento) e produção dos feromônios de atração sexual pelo inseto em estudo.

O método de extração com utilização de fêmeas congeladas é menos eficaz porque não tem a colaboração do chamamento feromonal do inseto recém abatido. O método de aeração é o menos eficiente dentre os três estudados, pois através desse

processo, são coletados todos os voláteis emitidos, inclusive os feromônios. Com isso, a extração torna-se menos específica.

11.2.3.1 Distribuição de depósitos de patentes no INPI por solventes utilizados para extração dos feromônios em laboratório

As Figuras 35 e 36 mostram que o hexano foi o solvente empregado com maior frequência, de um total de 13 pedidos de patentes sobre o tema, 5 pedidos fazem referência à pesquisa por extração com hexano nos três métodos de extração.

Tabela 14 - Distribuição dos depósitos dos documentos de patentes no INPI por solvente de extração (período 1996-2015) - Fonte: elaboração própria.

Solvente	Nº de publicações
Diclorometano	2
Hexano	5
Éter	2
Isoctano	3
Outros	1

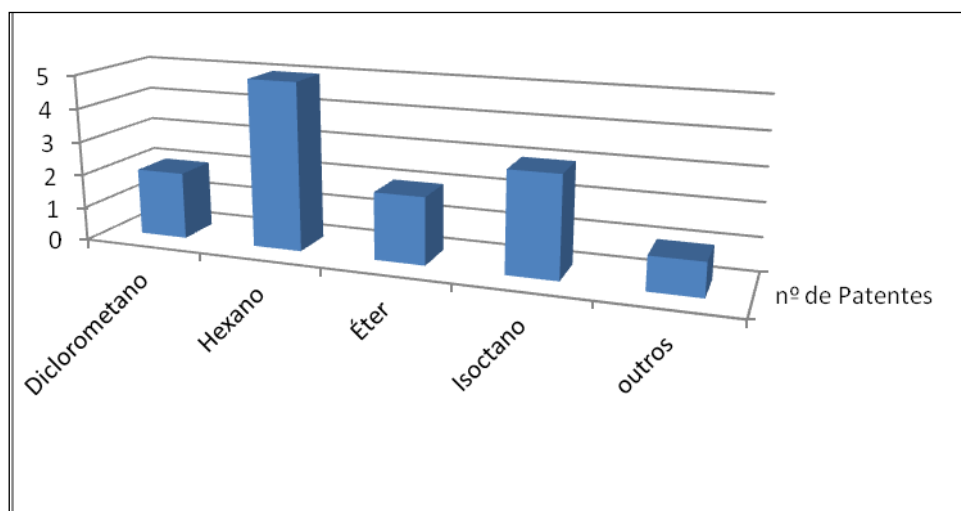


Figura 35 - Distribuição dos documentos de patentes depositados no INPI por tipo de solvente empregado na extração dos feromônios (período 1996-2015) - Fonte: elaboração própria.

O segundo solvente mais utilizado é o isoctano, com 3 publicações; os 5 pedidos restantes fazem referência aos solventes éter (2 pedidos), diclorometano (2 pedidos) e outros (1 pedido).

11.2.3.1.a Contribuição percentual dos documentos de patentes no INPI por solventes de extração

A Figura 36 mostra que os percentuais de hexano (39%) somados aos percentuais do isoctano (23%), totalizam 62% dos depósitos de patentes relativas à extração de feromônios de extração sexual. O montante final é composto por diclorometano e éter (15% cada) e 8% para outros solventes, com citações de dimetil-sulfóxido.

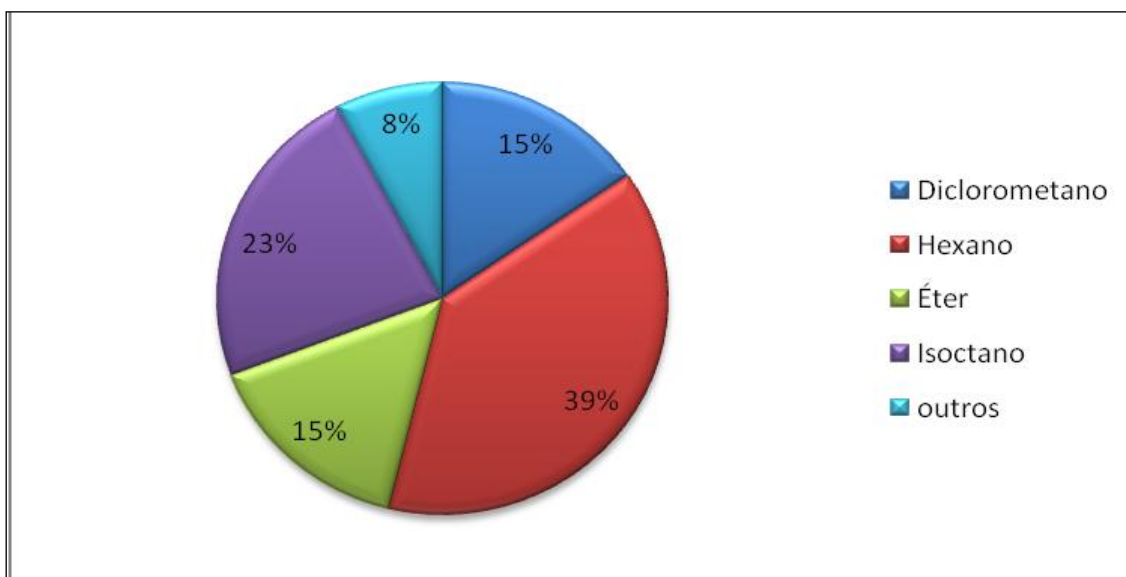


Figura 36 - Contribuição em percentual dos documentos de patente do INPI por solventes utilizados na extração dos feromônios - Fonte: elaboração própria.

Possivelmente, o hexano e o isoctano se sobreponham aos outros solventes em números de pedidos de patentes devido ao fato de ambos serem hidrocarbonetos apolares de alta estabilidade química, conferida pelo tamanho da cadeia carbônica que, em extração com as moléculas dos feromônios, os extraem com maior eficiência, uma vez que grande parte dessas moléculas também são apolares ou de baixa polaridade. Assim, os feromônios são extraídos com maior rendimento e os solventes evaporam com facilidade ao final do processo, devido ao baixo ponto de ebulição desses solventes. Em menor percentual surgem éter e diclorometano, cujas moléculas apresentam certa polaridade.

11.3 Distribuição de pedidos de patentes no USPTO por país no período 1998-2015

11.3.1 Análise Macro - Distribuição por ano e por países

A Tabela 15 apresenta os resultados da pesquisa, onde foram encontrados 100 documentos de patentes concedidas. Entretanto, excluindo-se as duplicatas e as patentes não pertinentes ao foco deste trabalho, restaram 33 documentos de patentes para serem analisadas sob os níveis: macro, meso e micro.

Tabela 15 - Número de depósitos de patentes no USPTO por palavras-chave (período 1998-2015) - Fonte: elaboração própria.

Palavras-Chave (USPTO)	Nº de depósitos de pedido de patentes
“Sexual” and “Pheromone extraction” no resumo	100
“Sexual” and “Pheromone extraction” no título	65
“Sexual” and “Pheromone extraction” no resumo com truncagem “NOT LIVESTOCK”	33

11.3.1.1 Distribuição de documentos de patentes por ano

Tabela 16 - Distribuição dos documentos de Patentes no USPTO por ano de depósito (período 1998-2015) - Fonte: elaboração própria.

ANO	Nº Patentes
1998	1
1999	4
2000	2
2001	0
2002	0
2003	2
2004	3
2005	3
2006	3
2007	1
2008	1
2009	2
2010	5
2011	0
2012	3
2013	0
2014	2
2015	1

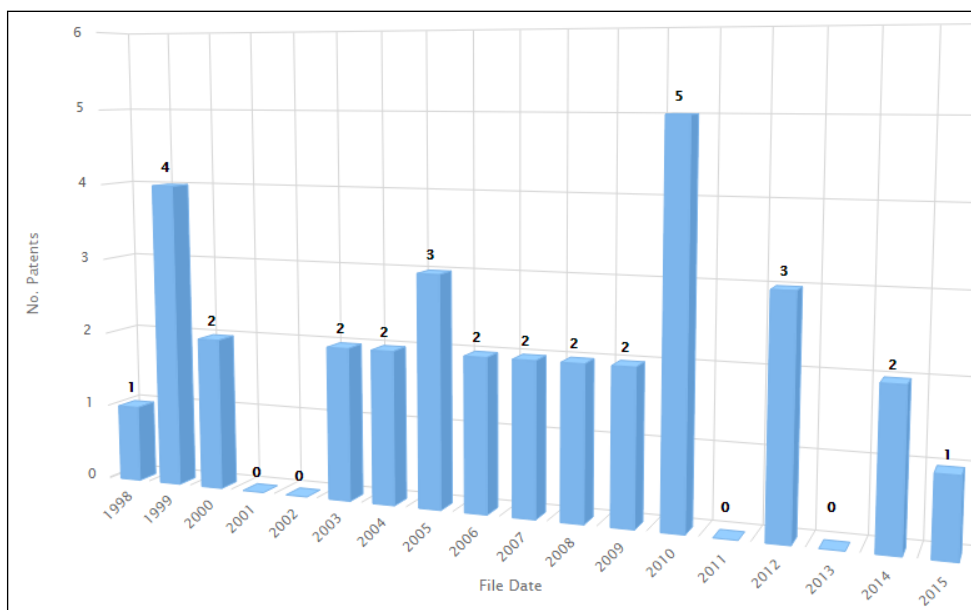


Figura 37 – Número de depósitos de patentes no USPTO por ano (período 1998 - 2015) - Fonte: AcclamIP

Observa-se um maior número de depósitos de patentes nos anos de 1999 e 2010 (Figura 37) e comparando-se com o número de publicações por ano (Figura 38), percebe-se o intervalo de dois a três anos, necessários para a publicação das patentes, após a entrada do pedido pelo requerente no USPTO.

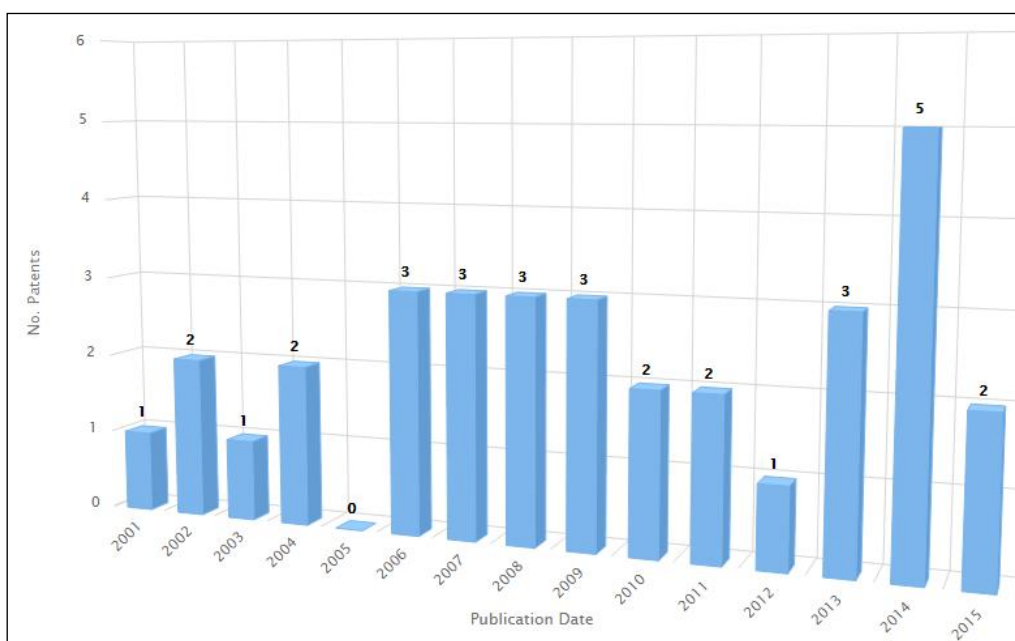


Figura 38 – Número de publicações de documentos de patentes no USPTO por ano (período 2001 - 2015) - Fonte: AcclamIP.

A soma dos pedidos de patentes por ano apresentada nas Tabelas 37 e 38, não totaliza 33, porque duas patentes (2007 e 2008) caíram em exigências que não foram cumpridas e acabaram não sendo publicadas.

Percebe-se que o número de depósitos ainda é pequeno, considerando o papel social e a importância dos feromônios como ferramenta de desenvolvimento de uma agricultura mais sustentável.

11.3.1.2 Distribuição de documentos de patentes por país

Tabela 17 - Distribuição dos documentos de Patentes no USPTO por país de depósitos (período 1998-2015) - Fonte: elaboração própria.

País	Nº Patentes Publicadas
Brasil	1
Canadá	5
Estados Unidos	19
Inglaterra	3
Israel	2
Portugal	1
República da Korea do Sul	1
África do Sul	1

Os resultados da pesquisa, apresentados na Tabela 17 e na Figura 39, mostram a liderança com grande margem de vantagem dos Estados Unidos. Dos 33 documentos analisados, 19 são depósitos realizados por este país, seguido por Canadá (5 depósitos) e Inglaterra (3 depósitos).

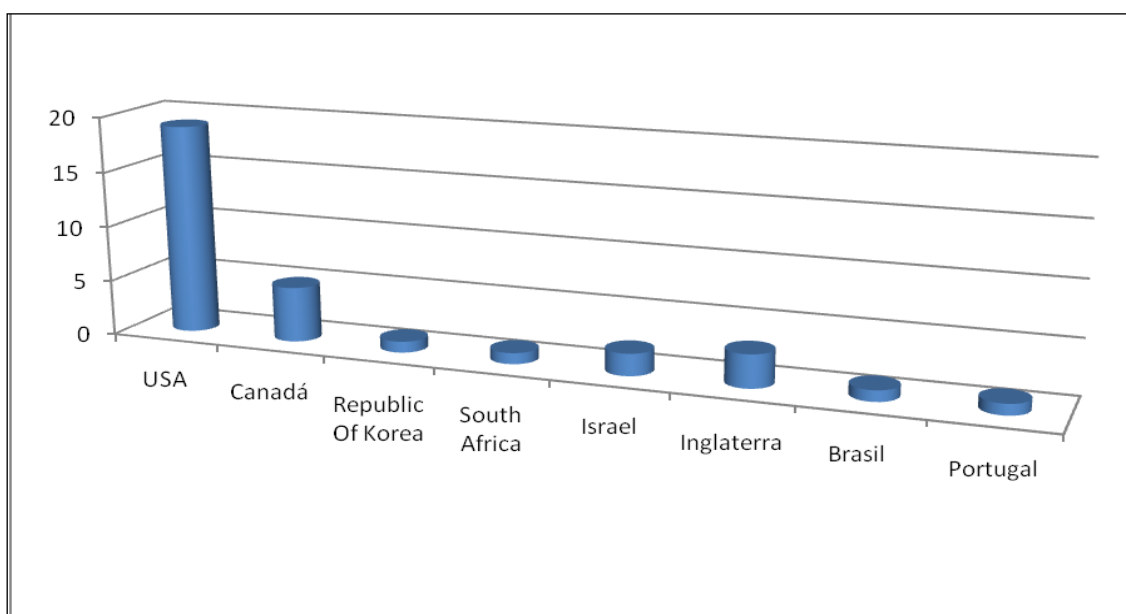


Figura 39 – Número de depósitos de documentos de patentes no USPTO por país (período 1998 - 2015) - Fonte: elaboração própria.

O Brasil, apesar de sua agricultura de produção em larga escala, não figura entre os países mais expressivos, quando o assunto são os depósitos de patentes voltadas para

os feromônios de atração sexual no USPTO. Possivelmente, devido aos entraves burocráticos e à própria falta de cultura do país em proteger suas inovações.

11.3.1.2.a Contribuição percentual dos pedidos de patentes no USPTO por país no período 1998-2015

A confirmação dos Estados Unidos como principal depositante de patentes na base de dados do USPTO é denotada pelo seu grande percentual de documentos depositados (58%), seguido pelo Canadá (15%), Inglaterra (9%) e Israel (6%). O restante dos depósitos fica distribuído de forma uniforme (3% para cada país) entre República da Coreia, África do Sul, Brasil e Portugal.

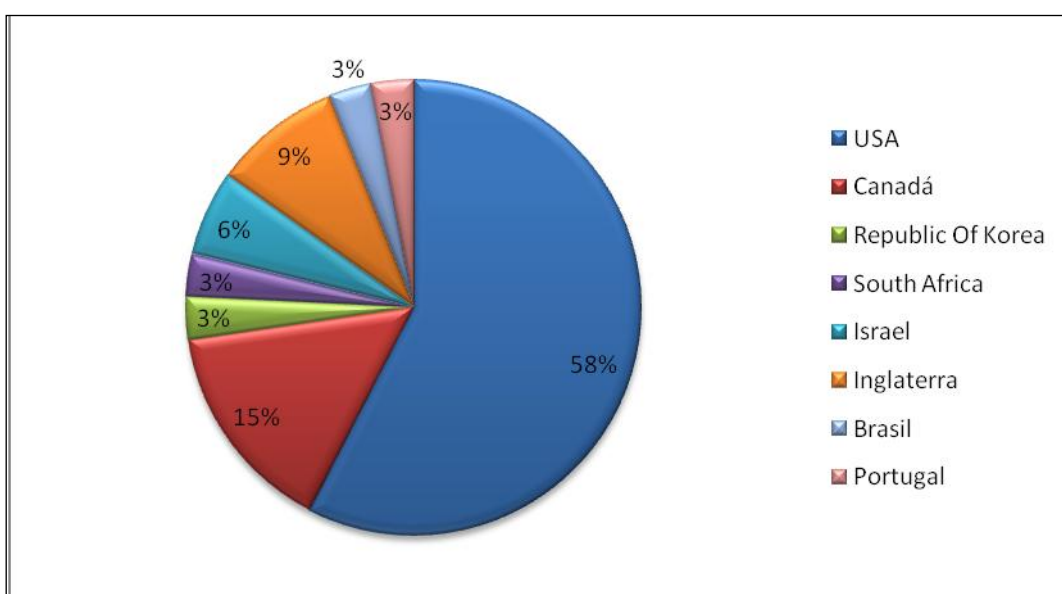


Figura 40 – Contribuição em percentual dos depósitos de patentes no USPTO por país (período 1998-2015) - Fonte: elaboração própria.

Provavelmente essa liderança dos norte-americanos se deva aos incrementos na agricultura, sobretudo após a crise econômica que assolou o mundo, em 2010, aliados às exigências ambientais das novas conferências como a Rio+20 e o tratado de Lima, no Perú, pressionaram para que país, apesar de não ter assinado o protocolo de Kyoto, concentrasse esforços de produção na agricultura e, provavelmente, tenha desencadeado maior incentivo à produção baseada nos princípios da Química Verde, traduzidos nesta pesquisa através do número de documentos de patentes depositados sobre o tema foco.

11.3.2 Análise Meso

A análise meso avaliou a distribuição por área do conhecimento e por tipo de instituição depositante.

11.3.2.1 Distribuição de pedidos de patentes no USPTO por área do conhecimento no período 1998-2015

Os resultados encontrados nos depósitos de patentes demonstram que o controle de pragas continua sendo o grande foco dos estudos dos feromônios de atração sexual (Figura 41), sendo responsável por aproximadamente 38% dos estudos voltados para estes semioquímicos.

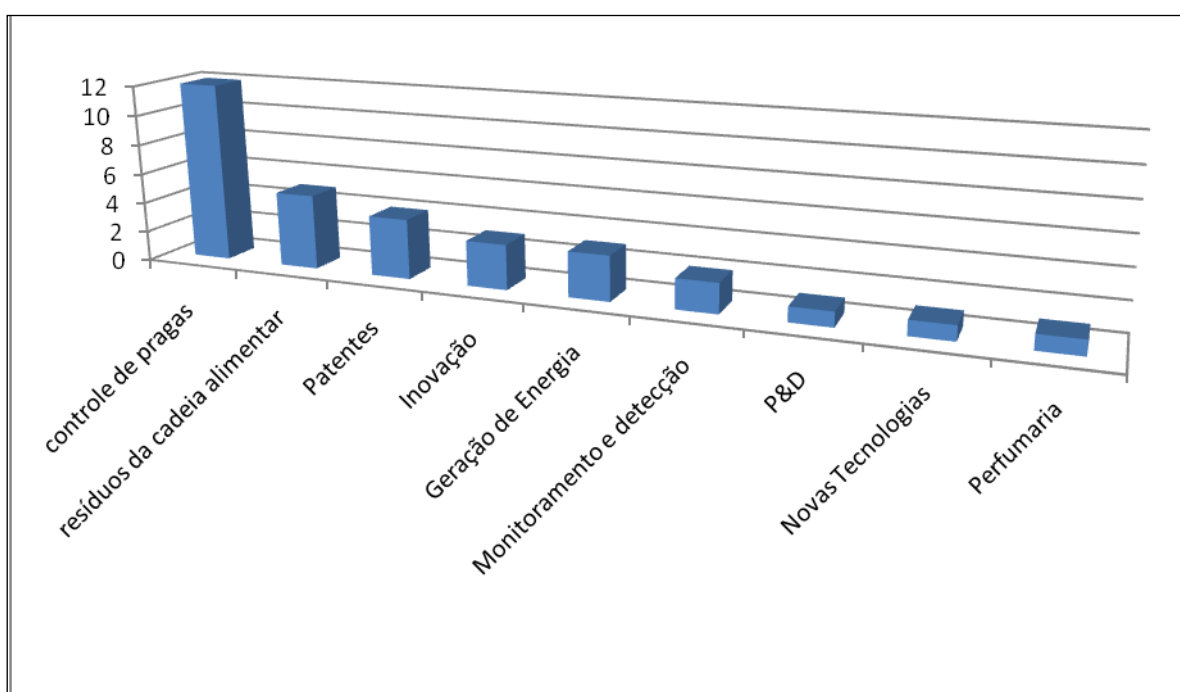


Figura 41 - Número de depósitos de documentos de patentes por área do Conhecimento no USPTO (período 1998-2015) - Fonte: elaboração própria.

Entretanto, na base de dados do USPTO há um maior equilíbrio entre as áreas do conhecimento, quando comparadas ao INPI. Há também, nos Estados Unidos, uma preocupação que encara os resíduos alimentares como grandes atratores de pragas; além desse fator, os depósitos concentram-se também em áreas de geração de energia, pesquisa e desenvolvimento.

11.3.2.2 Distribuição de pedidos de patentes no USPTO por instituição no período 1998-2015

Tabela 18 – Distribuição dos documentos de patentes no USPTO por instituição de depósitos (período 1998-2015) - Fonte: elaboração própria.

Instituição	Nº de Patentes
Dow Acrosience	10
Exosext LTD	5
Forskaropatent	4
3M Innovative	3
Energy Invest ME	3
Pheronet AB	2
Univ SouthHampton	2
Consejo Superio	1
ECS Environment	1
Endura SPA	1

Os depósitos reafirmam a máxima de que as universidades, que outrora lideravam as publicações de artigos de pesquisa, não são tão eficientes, quando o assunto é proteger suas invenções.

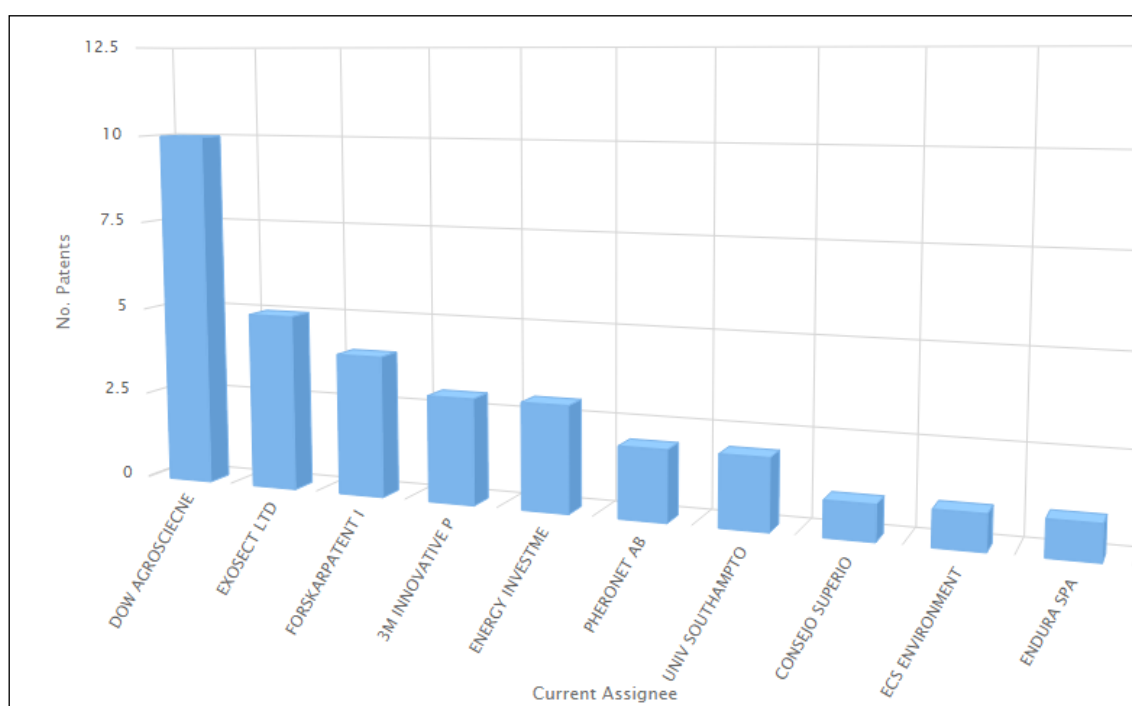


Figura 42 - Número de publicações de documentos de patentes depositados no USPTO por instituição (período 1998-2015) – Fonte: AcclaimIP.

Foram observadas muitas pesquisas realizadas por universidades com aporte financeiro de grandes empresas que representam significativo potencial mercadológico e que, acabaram por patentear os inventos e descobertas científicas geradas.

11.3.2.2.a Contribuição percentual dos depósitos de pedidos de patentes no USPTO por instituição no período 1998-2015

Mundialmente, as universidades representam fatia muito pequena em termos de depósitos (6%). Entretanto, muitos dos depósitos feitos por empresas privadas fazem referência a trabalhos desenvolvidos nas mesmas.

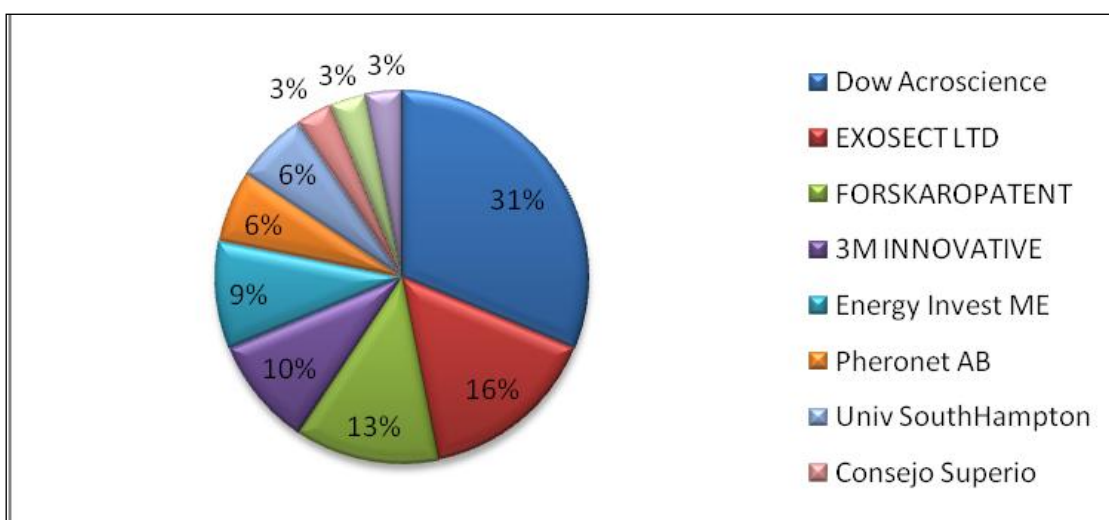


Figura 43 - Contribuição em percentual dos documentos de patentes depositados no USPTO por instituição (período 1998-2015) - Fonte: elaboração própria.

A Dow Acrosience é a empresa que mais se concentra nos feromônios de atração sexual para a agricultura, com 31% dos depósitos, seguida pela Exisect LTD (16%) e pelo escritório de patentes Forskaropatent (13%).

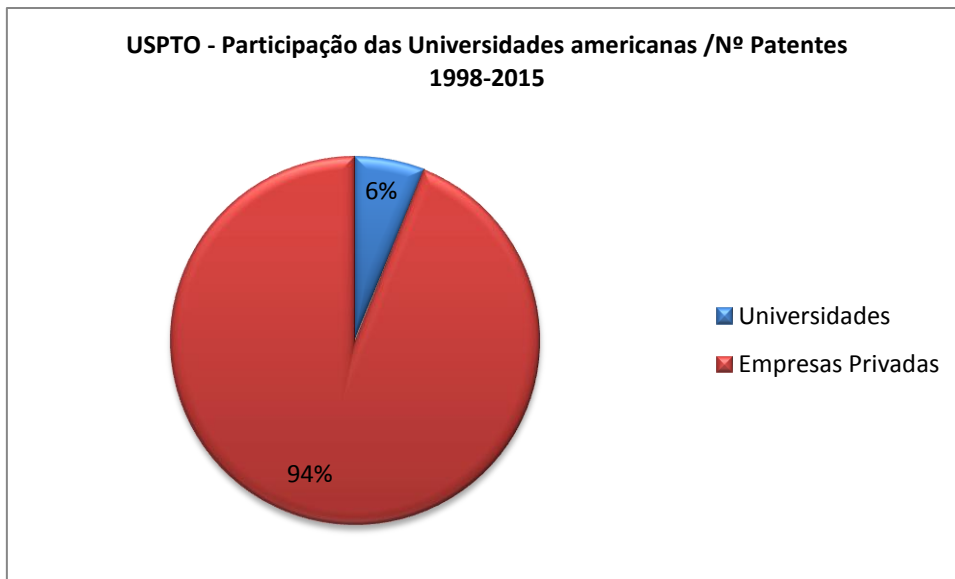


Figura 44 – Estudo comparativo entre os depósitos de patentes realizados no USPTO pelas universidades americanas e instituições privadas (período 1998-2015) - Fonte: elaboração própria.

Os Estados Unidos, mesmo com todo o seu aporte e estímulo financeiro aos depósitos, não conseguem ter representatividade, quando o assunto é o registro de patentes de suas universidades (Figura 44). Há, inclusive críticas ao modelo estadunidense, segundo Bubela & Caulfield (2010), que ressaltam outras formas de análise, entre elas a conexão de redes de cooperação para pesquisa, compartilhamento de titularidade na produção de patentes, entre outros.

Os norte-americanos reconhecem que o número de depósitos de patentes serve como índice indicativo para representar o desempenho dos países, suas empresas e suas instituições de pesquisa, no que tange ao desenvolvimento tecnológico. Com o intuito de aumentar os números de depósitos, os Estados Unidos realizam interações importantes entre as universidades e empresas. Esse pensamento está em acordo com Marchiori & Colenci Jr (1998), que afirmam que estabelecer parcerias entre os centros acadêmicos e setor produtivo, é muito importante para o desenvolvimento tecnológico e para o afloramento de novas descobertas.

11.3.3 Análise Micro

A análise micro foi concentrada nos métodos de extração dos feromônios em laboratório e na distribuição por tipos de solventes utilizados na extração.

11.3.3.1 Distribuição de pedidos de patentes no USPTO por método de extração no período 1998-2015

Os resultados da pesquisa por depósitos dos documentos de patentes na base do USPTO (Tabela 22) apontam para o fato de que a extração por solvente também é a metodologia mais utilizada para a coleta dos feromônios nesta base de dados.

Tabela 19 – Distribuição dos depósitos de documentos de patentes no USPTO por método de extração (período 1998-2015) - Fonte: elaboração própria.

Método de Extração	Nº de Patentes
Extração por solvente - com fêmeas vivas	21
Extração por solvente - com fêmeas congeladas	7
Extração por aeração	3
Extração por desmagnetização	1
Extração por recobrimento de material particulado electrostaticamente	1

O método direto de extração por solvente - com fêmeas vivas representou 64% e o método direto de extração por solvente - com fêmeas congeladas, representou 21% dos depósitos. O que somados, fazem com que a extração direta por solvente, detenha 85% das publicações sobre o assunto, restando 9% para o método de extração por aeração.

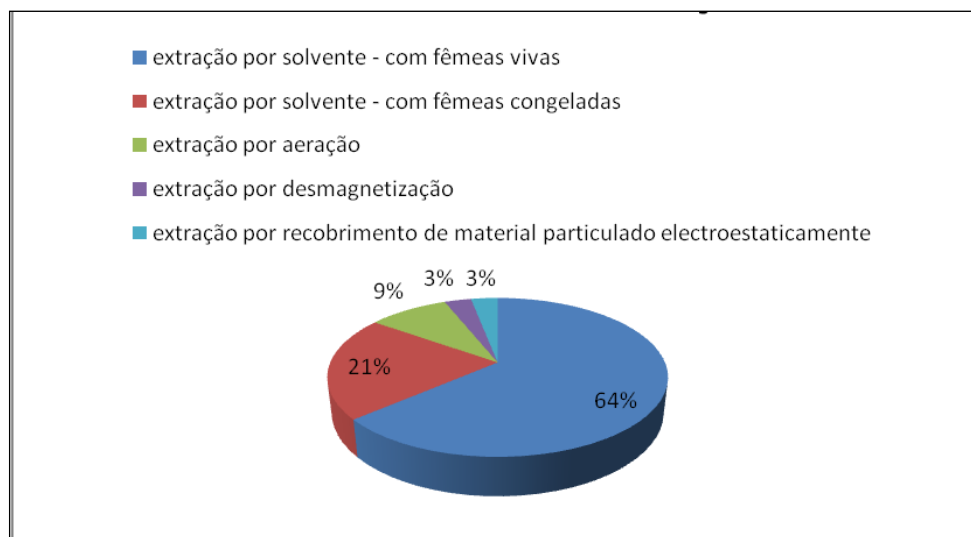


Figura 45 – Contribuição em percentual dos documentos de patente depositados no USPTO por método de extração dos feromônios (período 1998-2015) - Fonte: elaboração própria.

Novos métodos de extração de feromônios que não haviam aparecido nos estudos realizados para o *Science Direct* nem para o INPI foram encontrados na

pesquisa para o USPTO. São os métodos de extração por desmagnetização (1 pedido) e extração por recobrimento de material particulado eletrostaticamente (1 pedido). Ainda não há dados com relação ao rendimento de obtenção dos feromônios a partir destes dois métodos. Entretanto, a notícia é animadora e mostra que a ideia dos feromônios continua latente na área de pesquisa.

A extração por solvente direto da glândula também é um método vantajoso, se comparado ao método de extração direta por solvente utilizando o inseto inteiro, onde o material coletado apresenta uma quantidade muito maior de impurezas, como hidrocarbonetos, ácidos graxos e outros, provenientes das partes do inseto além da glândula, havendo extração de gorduras, cutículas e outros compostos voláteis.

11.3.3.2 Distribuição de pedidos de patentes no USPTO por solvente utilizado na extração no período 1998-2015

A Tabela 23 e a Figura 46 reafirmam o que já havia sido observado para a análise micro dos resultados obtidos no INPI.

Tabela 20 – Distribuição dos depósitos de documentos de patentes no USPTO por solvente de extração (período 1998-2015) - Fonte: elaboração própria.

Solvente	Nº de patentes
Diclorometano	2
Hexano	19
Éter	6
Isocetano	3
etanol/acetato de etila	1
Dimetil Sulfóxido	1
Outros	1

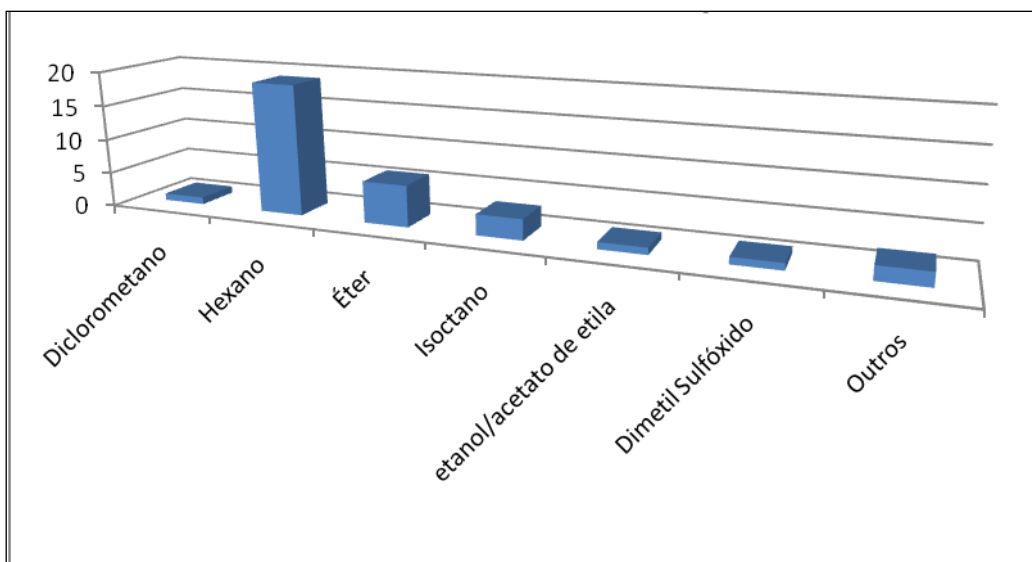


Figura 46 – Distribuição dos documentos de patentes depositados no USPTO por tipo de solvente empregado na extração dos feromônios (período 1998-2015) - Fonte: elaboração própria.

O hexano é o solvente empregado com maior frequência. De um total de 33 pedidos de patentes sobre o tema, 19 pedidos fazem referência à pesquisa por extração com hexano nos três métodos de extração. O segundo solvente mais utilizado é o éter, com 5 pedidos de patentes. O isoctano ocupava o 2º lugar dos pedidos do INPI e caiu para terceiro lugar, com 3 pedidos de patentes. Enquanto os 6 pedidos restantes fazem referência aos solventes acetato de etila/etanol (1 pedido), diclorometano (1 pedido), dimetil sulfóxido (1 pedido) e outros (2 pedidos).

11.3.3.2.a Contribuição percentual dos depósitos de pedidos de patentes no USPTO por solvente (período 1998-2015):

Os percentuais de hexano (58%) somados aos percentuais do éter (18%), totalizam 74% dos depósitos de patentes relativas à extração de feromônios de extração sexual.

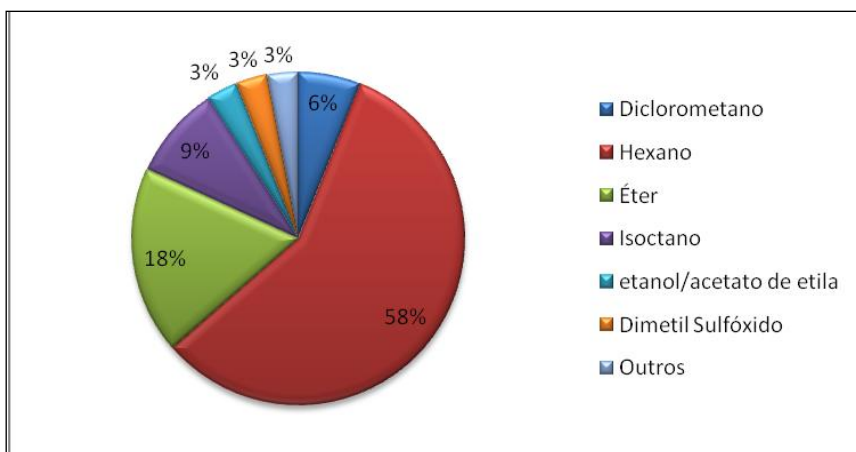


Figura 47 – Contribuição em percentual dos documentos de patente do USPTO por solventes utilizados na extração dos feromônios (período 1998-2015) - Fonte: elaboração própria.

O montante final é composto por isoctano (9%), diclorometano (6%), mistura etanol/acetato de etila (3%), dimetil sulfóxido (3%) e 3% para outros solventes, com uma citação de acetona.

CAPÍTULO 12 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES

Este trabalho permitiu concluir que a prospecção tecnológica é um método eficiente para avaliar o desenvolvimento ou o aperfeiçoamento de novos produtos e tecnologias já existentes.

O objetivo geral foi avaliar o uso de biopesticidas no Brasil, tendo em vista o cenário de crescimento populacional e os princípios da química verde. Foi percebido que esta área é bastante promissora e que as pesquisas e inovações apresentam um caminho de menor impacto ao meio ambiente e à saúde da sociedade como um todo.

Um dos objetivos específicos foi avaliar o mercado dos biodefensivos ou pesticidas verdes e seus segmentos, sobretudo no que diz respeito aos feromônios de atração sexual, bem como identificar a situação no Brasil, analisando a cadeia produtiva. Ficou claro que as exigências do mercado por atendimento às demandas fazem com que a extensão de área de abrangência tornem os agrotóxicos mais vantajosos economicamente que os feromônios. Isto somado às políticas implementadas pelo próprio governo, constitui o gargalo que faz com que a agricultura se mantenha dependente dos agrotóxicos. Assim, torna-se cada dia mais difícil quebrar o paradigma de que os agrotóxicos são essenciais à agricultura competitiva. E este era o segundo objetivo específico deste trabalho.

Através dessas pesquisas conseguiu-se traçar um panorama com relação às tendências de mercado e acompanhar o desenvolvimento tecnológico nessa área, identificando os principais defensivos agrícolas naturais; os métodos de extração mais sustentáveis, bem como os principais solventes empregados em suas extrações.

Concluiu-se que os biopesticidas voltados para os feromônios de atração sexual para a agricultura constituem um campo amplo a ser trabalhado e explorado. Principalmente no Brasil, onde foi verificada uma enorme dependência dos agrotóxicos e pouco avanço na área direcionada aos defensivos à base da química verde. O investimento nesta área possibilitaria que o país assumisse a liderança estratégica na produção agrícola de qualidade. Isto tiraria o nome do Brasil da lista negra de maior consumidor mundial de agrotóxicos; além do benefício de que o país entraria na era da geração de produtos agrícolas com alto valor agregado, o que seria um avanço muito interessante, em se tratando das dificuldades que o país precisa enfrentar por conta das suas grandes extensões de terra, diversificação de espécies e de climas.

No caso específico dos biopesticidas, esses derivados trazem consigo vantagens competitivas e inovadoras para a produção agrícola, visto que nenhum agrotóxico apresenta menor agressão ao meio ambiente. Além de os biopesticidas serem derivados de fontes renováveis, atóxicos, compatíveis com o meio ambiente. Com isso, consegue-se satisfazer ao último dos objetivos específicos deste trabalho, que é o de propiciar reflexão sobre o pensamento capitalista da agricultura frente aos impactos causados ao meio ambiente e ao uso dos agrotóxicos.

Esta dissertação tornou também evidente que, diversas pesquisas nesta área são realizadas pelas universidades, porém, patenteadas por grandes empresas, indicando um tipo de convênio entre empresas e universidades. Sendo possível constatar também que há resistência quanto à utilização do biocontrole por interesses diversos (políticos, econômicos, sociais, praticidade, etc).

As universidades, sobretudo na área de síntese de produtos naturais, demonstram grande interesse na extração dos feromônios, para identificar as moléculas por cromatografia acoplada à espectrometria de massa e tentar sintetizá-las em laboratório, levando o processo para a indústria e, aumentando assim, a escala de produção, que é outro grande gargalo à utilização dos feromônios no controle de praga na agricultura.

O número de artigos publicados pelas universidades comparados com o número de patentes depositadas pelas mesmas torna claro que a pesquisa é feita na universidade, entretanto, na hora de oficializar a proteção da descoberta com o documento de patente,

são as grandes empresas multinacionais que entram no circuito, reavivando a máxima de que as universidades desempenham excelentes trabalhos de pesquisa, mas não possui a mesma eficiência quando o assunto captar recursos.

A grande carga tributária, os altos encargos trabalhistas e a pressão feita pelas indústrias que produzem agrotóxicos fazem com que investir na pesquisa, sobretudo, dos feromônios seja caro, particularmente no Brasil, onde grande quantidade dos materiais utilizados nos estudos é importada, apesar das universidades contarem com o incentivo da isenção fiscal.

Os incentivos fiscais facilitados às universidades não trazem retorno para que haja mudança de forma considerável. Sem contar os riscos inerentes à própria inovação.

Outro fator a ser analisado ainda é que os resultados do processo de pesquisa necessitam de 10 anos, em média, para aparecerem e, após esse tempo, se for imediatamente solicitado o pedido de patente, mais 10 anos terão que ser aguardados para a publicação do documento.

O Brasil apresenta baixo número de depósitos de patentes, quando comparado a outros países mundiais. Tanto as empresas privadas e públicas quanto as universidades brasileiras, não desenvolveram seriamente a preocupação em proteger suas aquisições tecno-científicas. Um dos motivos é que o principal estímulo à inovação é a concorrência. Se o mercado interno brasileiro apresenta baixa concorrência quando comparado ao mercado externo, não há porque investir e aguardar dez anos, em média, para ter seu registro de patente. Neste tempo, possivelmente aquela descoberta terá caído em obsolescência.

Há muitos processos de pedidos de patente estagnados no INPI, que conta com número pequeno de técnicos para analisá-los. Essa situação é conhecida há anos e nada foi feito para mudar esse quadro.

Esses fatores já alertam para o fato de que uma cultura de base científica legítima somente irá surtir efeito se houver uma atuação mais efetiva dos órgãos governamentais, já que as partes envolvidas são as empresas e as universidades, e o interlocutor é o governo. Não há economia que consiga transformar conhecimento em tecnologia, por mais que ela seja benéfica a seus nacionais, como é o caso do uso dos feromônios na agricultura, sem que haja vontade e esforço político e sem uma profunda ação governamental para a sua efetivação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAMOVAY, Ricardo; PIKETTY, Marie-Gabrielle. **Política de crédito do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF): resultados e limites da experiência brasileira nos anos 90.** Cadernos de ciência & tecnologia, v. 22, n. 1, p. 53-66, 2005. *administrativa*. Porto Alegre: Livraria do Advogado Ed., 2006, p. 21-22.
- ALTIERI, Miguel A. et al. **Agroecology: the science of sustainable agriculture.** Westview Press, 1995.
- ALTIERI, Miguel A. et al. **Biodiversity and pest management in agroecosystems.** Food Products.
- ALVES FILHO, José Prado. **Uso de Agrotóxicos no Brasil: controle social e interesses corporativos.** São Paulo: Annablume; Fapesp, 2002, p. 24-25.
- ALVES, José Eustáquio Diniz. **A polêmica Malthus versus Condorcet reavaliada à luz da transição demográfica.** Textos para discussão, v. 4, 2002.
- ALVES, L. F. A., Alves, S. B., Pereira, R. M., & Capalbo, D. M. F. (1997). **Production of Bacillus thuringiensis Berliner var. kurstaki grown in alternative media.** Biocontrol Science and Technology, 7(3), 377-384.
- Andersson, K. **LCA of food products and production systems.** International Journal of Life Cycle Assessment, v.5, p.239- 248, 2000. Andersson, K; Ohlsson, T.; Olsson, P.; Screening life cycle assessment (LCA) of tomato ketchup: A case study. Journal of Cleaner Production, v.6, p.277-288, 1998.
- Andréa, M. M.; Papini, S.; Peres, T. B.; Bazarin, S.; Savoy, V. L.T.; Matallo, M. B. Glyphosate: **Influência na bioatividade do solo e ação de minhocas sobre sua dissipação em terra agrícola Planta Daninha**, v.22, p.95-100. 2004.
- ARAGÃO, Maria Alexandra de Souza. **O princípio do poluidor-pagador.** Pedra angular da política comunitária do ambiente. São Paulo: Coimbra, 1997.
- ARAÚJO, Adélia CP; NOGUEIRA, Diogo P.; AUGUSTO, Lia GS. **Impacto dos praguicidas na saúde:** Estudo da cultura de tomate. Revista de Saúde Pública, v. 34, n. 3, p. 309-313, 2000.
- AUTO, HELVIO JOSE DE FARIAS; CONSTANT, ANDRE BL; CONSTANT, JOSE MARIA CAVALCANTI. **Antibióticos e quimioterápicos.** UFAL, 1987.
- BAIRD, Colin. **Química Ambiental**, trad. Maria Angeles Lobo Recio e Luiz Carlos Marques Carrera, 2002.
- BAIRD, Colin; CANN, Michael. **Química ambiental.** 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011. 844 p. Localização na Biblioteca: 628.5 47 4.ed.

- BARBOSA, CZ dos R. et al. **Qualidade de sementes de soja BRS Tracajá, colhidas em Roraima em função do tamanho no armazenamento.** Embrapa Roraima-Artigo em periódico indexado, 2011.
- BARBOSA, Fernando Sérgio; PINTO, Hudson Alves; MELO, A. L. **Biomphalaria straminea (Mollusca: Planorbidae) como hospedeiro intermediário de Zygotocotyle lunata (Trematoda: Zygotocotylidae) no Brasil.** Neotrop Helminthol, v. 5, p. 241-6, 2011.
- BARBOSA, Luiz Cláudio de Almeida. **Os pesticidas, o homem e o meio ambiente.** Viçosa: UFV, 2004.
- BENTO, J. M. S.; **Resumos do Workshop tecnológico sobre pragas da cana-de-açúcar,** Piracicaba, Brasil, 2007.
- BETTIOL, W.; GHINI, R. **Controle físico de doenças e de plantas invasoras.** Métodos alternativos de controle fitossanitário. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, p. 165-190, 2003.
- BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas.** Embrapa Meio Ambiente-Livros científicos (ALICE), 2010.
- BHAT, Sullivan, T., Escalante-Alcalde, D., Bhatt, H., Anver, M., N., Nagashima, K., & Burke, B. (1999). **Loss of A-type lamin expression compromises nuclear envelope integrity leading to muscular dystrophy.** The Journal of cell biology, 147 (5), 913-920.
- BOGUSZ, Stanislaw et al. **Contaminação por compostos organoclorados em salsichas hot-dog comercializadas na cidade de Santa Maria (RS),** Brasil. Ciência Rural, v. 34, n. 5, p. 1593-1596, 2004.
- BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes; ZAPPE, Janessa Aline. **A química dos agrotóxicos.** Química Nova na Escola, v. 34, n. 1, p. 10-15, 2012.
- BUBELA, Tania M.; CAULFIELD, Timothy. **Role and reality: technology transfer at Canadian universities.** Trends in biotechnology, v. 28, n. 9, p. 447-451, 2010.
- BULL, David; HATHAWAY, David. **Pragas e venenos: agrotóxicos no Brasil e no terceiro mundo.** Vozes, 1986.
- BURLANDY, Luciene. **A construção da política de segurança alimentar e nutricional no Brasil: estratégias e desafios para a promoção da intersectorialidade no âmbito federal de governo.** Centro, v. 24015, p. 110, 2009.
- CAETANO, M. **Venda de defensivos cresceu em ritmo menor no Brasil em 2014.** Valor Econômico, São Paulo, 28 abr. 2015. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/agro/4024022/venda-de-defensivos-cresceu-em-ritmo-menor-no-brasil-em-2014>>. Acesso em: maio 2015.

- CANONGIA, C. **A Prospecção na Gestão de Tecnologia e Inovação: Uma Vivência**
- CAPRA, Fritjof. **A Teia da Vida**. Uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. Cultrix, Tradução de Newton.
- CAPRA, Fritjof. **As conexões ocultas: ciência para uma vida sustentável**. Tradução Marcelao Brandão Cipola. Cultrix, 2002.
- CARNEIRO, Fernando Ferreira et al. **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. 2015. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015. Pag. 624
- CARRARA, AMANDA CAMARGO HEINRICH. **A adoção da abordagem de empreendimentos para a gestão ambiental de cidades**. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Ambiental. EESC/USP. São Carlos, 2010.
- CARSON, Rachel. **Primavera Silenciosa**. Tradução de Raul de Polillo. 2ªed. São Paulo: Portico, 1962, p. 16.
- CASSIOLATO, José Eduardo; LASTRES, Helena Maria Martins. **Sistemas de inovação e desenvolvimento: as implicações de política**. São Paulo em perspectiva, v. 19, n. 1, p. 34-45, 2005.
- COLBORN, Theo; DUMANOSKI, Dianne; MYERS, John Peterson. **O futuro roubado**. L&PM, 2002. 354 p., 2002.
- COLTRO, L., Mourad, A. L., GARCIA, E. E. C., QUEIROZ, G. C., Gatti, J. B., & Jaime, S. B. M. (2007). **Avaliação do ciclo de vida como instrumento de gestão**. Campinas: Cetea/ital, 1.
- CONWAY, Gordon. **Produção de Alimentos no século XXI: biotecnologia e meio ambiente**. Tradução Celso Mauro Paciornik. São Paulo: Estação Liberdade, 2003, p. 80.
COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2008.
- CORDEIRO, Patrícia Tavares. **Estudo cinético da fermentação alcoólica com células imobilizadas em alginato de cálcio**. UFU, 2008.
- COSTA, Laís Silveira, GADELHA, Carlos Augusto Grabois, MALDONADO, José - **A perspectiva territorial da inovação em saúde: a necessidade de um novo enfoque** Rev Saúde Pública; 46(Supl): 59-67, 2012.
- COSTA, Nilson Luiz; DE SANTANA, Antônio Cordeiro. **Estudo da Concentração de Mercado ao Longo da Cadeia Produtiva da Soja no Brasil**. Revista de Estudos Sociais, v. 16, n. 32, p. 111-135, 2014.
- CRUZ, Gielli Vieira. **O quadro de contaminação de frutas, legumes e verduras (FLVs) - resíduos de agrotóxicos no Brasil e as oportunidades emergentes**. 2014.

DA SILVA, MS VLADIMIR SCHUINDT et al. **Prevalência e fatores associados ao excesso de peso em adultos do Brasil:** um estudo de base populacional em todo. Rev. bras. ciênc. esporte, v. 34, n. 3, p. 713-726, 2012.

DC: United States Environmental Agency, **Office of Pesticide Programs**, 1985.

DE LIRA DANTAS, Raquele Mendes et al. **Movimentos que impulsionaram a avaliação de impactos ambientais no Brasil**,2008.

DE OLIVEIRA NETO; CORREIA, José Lira Francisco. **Aquecimento Global:** alternativas Para a Busca do Entrosamento Entre as Partes Vivas e Não Vivas do Planeta.

DE SOUZA, Donaldo Bello; DE ARAUJO NOVICKI, Victor. **A participação social na questão ambiental:** limites e possibilidades nos Conselhos de Meio Ambiente no Brasil. Revista Meta: Avaliação, v. 3, n. 7, p. 25-40, 2011.

Desenvolvimento Tecnológico. Química Nova, v. 28, Suplemento, S36-S40, 2005. Economics, 32(4): 441-467.

EDWARDS, Clive A. **The impact of pesticides on the environment.** In: The Pesticide Question. Springer US, 1993. p. 13-46.

EPA (Environmental Protection Agency). **Pesticide safety for farmworkers.** Washington

FAQUIN, Valdemar. "**Nutrição mineral de plantas.**" Lavras: ESAL/FAEPE, 1994.

FARIA, Neice Müller Xavier; FASSA, Anaclaudia Gastal; FACCHINI, Luiz Augusto. **Intoxicação por agrotóxicos no Brasil:** os sistemas oficiais de informação e desafios para realização de estudos epidemiológicos. Ciência & Saúde Coletiva, v. 12, n. 1, p. 25-38, 2007.

FERRARI, Antenor. **Agrotóxicos: a praga da dominação.** 2ª ed. Porto Alegre, Mercado Aberto, 1986, p.26.

FIALHO, JOSÉ TARCISO. **As pequenas propriedades rurais e sua inclusão na cadeia produtiva da madeira:** uma percepção dos atores florestais paranaenses. 2007. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

FLEURY, Afonso CC; FLEURY, Maria Tereza Leme. **Estratégias competitivas e competências essenciais:** perspectivas para a internacionalização da indústria no Brasil. Gestão & Produção, v. 10, n. 2, p. 129-144, 2003.

FLORAX, R., Travisi, C., Nijkamp, P. (2005). **A meta-analysis of the willingness to pay for reductions in pesticide risk exposure.** European Review of Agricultural.

GASQUES, J. G. et al. Brasil: **Projeções do agronegócio 2011/2012 a 2021/2022.** In: Área de Informação da Sede-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA,

ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 50., 2012, Vitória. Agricultura e desenvolvimento rural com sustentabilidade: anais. Vitória: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural; UFES, 2012. p. 1-20., 2012.

GONÇALVES, Carlos Walter. **A globalização da natureza e a natureza da globalização**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006, p. 229.

HECK, M. C. et al. **Estimation of children exposure to organochlorine compounds through milk in Rio Grande do Sul, Brazil**. Food chemistry, v. 102, n. 1, p. 288-294, 2007.

HELD, Thaisa Maira Rodrigues; BOTELHO, Tiago Resende. **A relevância dos mandamentos nucleares do direito agroambiental na sociedade de risco**. Revista Jurídica - Volume 13 - Nº.27 – Unigran.

HIGASHI, H., Naiki, M., Matuo, S., & Ōkouchi, K. (1977). **Antigen of “serum sickness” type of heterophile antibodies in human sera: identification as gangliosides with N-glycolylneuraminic acid**. Biochemical and biophysical research communications, 79(2), 388-395.

HINZ, Roberta Tomasi Pires; DALLA VALENTINA, Luiz V.; FRANCO, Ana Claudia. **Sustentabilidade ambiental das organizações através da produção mais limpa ou pela Avaliação do Ciclo de Vida**. Estudos Tecnológicos em Engenharia, v. 2, n. 2, p. 91-98, 2006.

HOLT GIMÉNEZ, Eric; SHATTUCK, Annie. **Food crises, food regimes and food movements: rumblings of reform or tides of transformation**. The Journal of peasant studies, v. 38, n. 1, p. 109-144, 2011.

HOOKER, J. E.; JAIZME-VEGA, M.; ATKINSON, D. **Biocontrol of plant pathogens using arbuscular mycorrhizal fungi. In: Impact of arbuscular mycorrhizas on sustainable agriculture and natural ecosystems**. Birkhäuser Basel, 1994. p. 191-200.

Informação de Patentes: Ferramentas Indispensáveis para a Pesquisa e o INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA - IEA. Relação de troca. São Paulo: IEA, 2015. (Projeto IEA/FUNDEPAG).

Disponível em: <<http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/RelaTroca.aspx>> - Acesso: abril. 2015.

JOLLIET, Olivier et al. **The LCIA midpoint-damage framework of the UNEP/SETAC life cycle initiative**. The International Journal of Life Cycle Assessment, v. 9, n. 6, p. 394-404, 2004.

JÚNIOR, Dorgival Moraes Lima et al. **Alimentos funcionais de origem animal**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 6, n. 2, 2011.

JUNIOR, Luiz José Marques; PLONSKI, Guilherme Ary. **Gestão de projetos em empresas no Brasil: abordagem “tamanho único”**. São Paulo, 2011.

KARAM, Décio et al. **Características do herbicida s-metolachlor nas culturas de milho e sorgo**. Embrapa Milho e Sorgo, 2003.

KEIFER, M, C.; MAHURIN, R. K. **Chronic neurologic effects of pesticide overexposure**. Occupational medicine (Philadelphia, Pa.), v. 12, n. 2, p. 291-304, 1996.

KUPFER, D.; TIGRE, P. Cap. 2: **Prospecção Tecnológica–Modelo Senai de Prospecção documento metodológico**, Montevideo. OIT/CINTERFOR, 2004.

KUSSUMI, T. A. **Desenvolvimento de método multirresíduo para determinação de pesticidas benzimidazóis, carbamatos e triazinas em milho por cromatografia líquida acoplada a espectrometria de massas em tandem e sua certificação**. 2007. 150 p. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestre em Ciências).

LEFF, Enrique. **Ecologia, capital e cultura: a territorialização da racionalidade ambiental**. Tradução Jorge E.Silva. Petrópolis, RJ: Vozes, 2009, p. 251.

LEFF, Enrique. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Saraiva, 2004.

LENARDÃO, Eder João et al. **Green chemistry: the 12 principles of green chemistry and its insertion in the teach and research activities**. Química Nova, v. 26, n. 1, p. 123-129, 2003.

LIMA, A.A. et al.- **Interdisciplinaridade no ensino médio: O caso dos semioquímicos**. VIII Encontro Nacional em Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Campinas, 2011. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec>> Acesso em 14/01/2014.

LUNDBERG, J. M. **Pharmacology of cotransmission in the autonomic nervous system: integrative aspects on amines, neuropeptides, adenosine triphosphate, amino acids and nitric oxide**. Pharmacological Reviews, v. 48, n. 1, p. 113-178, 1996.

LUTZENBERGER, José. **Manual de Ecologia: do jardim ao poder**. vol. I, Porto Alegre: L&PM, 2004, p.51. e p. 52.

MALTHUS, T.R.. **First essay on population**, 1798. Macmillan, 1966.

MADIGAN, Michael T. et al. **Microbiologia de brock**. Artmed Editora, 2009.

MARASCHIN, Leandro. **Avaliação do grau de contaminação por pesticidas na água dos principais rios formadores do Pantanal Mato-Grossense**. 2003. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.

MARCHIORI, Mirella Prates; JUNIOR, Alfredo Colenci. **Transferência de tecnologia universidade-empresa: a busca por mecanismos de integração efetiva**. Revista de Ciência e Tecnologia, Política e Gestão para a Periferia. RECITEC, Recife, v. 4, n. 1, p. 144-153, 2000.

MARCO, Renata Garbin Stanislaw Bogusz Junior; MONTANO, Aurélio. **Níveis de cobre em amostras de cachaça produzidas na região noroeste do Rio Grande do Sul**, Brasil. *Ciência Rural*, v. 35, n. 6, 2005.

MARENGO, Jose A.; VALVERDE, Maria C. **Caracterização do clima no Século XX e Cenário de Mudanças de clima para o Brasil no Século XXI usando os modelos do IPCC-AR4**. *Revista Multiciência*, v. 8, p. 5-28, 2007.

MARTINS, C.J.M. **Aplicação de Ferramentas Computacionais para Prospecção**. UFRJ, COPPE, 2008

MARTINS, José de Souza. **Reforma agrária: O impossível Diálogo sobre a História do**, 2000.

MARTINS, Fátima et al. **Índices de desenvolvimento sustentável para localidades: uma proposta metodológica de construção e análise**. *Environmental & Social Management Journal/Revista de Gestão Social e Ambiental*, v. 6, n. 1, 2012.

MATEO, Ramón Martín. **Tratado de Derecho Ambiental**. Volume I. Spain: Editorial Trivium. Madrid, 1991.

MAYERHOFF, Z. D. V. L. **Uma análise sobre os estudos de prospecção tecnológica**. *Cadernos de prospecção*, v. 1, n. 1, p. 7-9, 2008.

McKINLAY, R. G; ATKINSON, D. (Ed.). **Integrated crop protection: towards sustainability?** Farnham: BCPC/SFS, 1995. 488p. (BCPC. Symposium Proceedings, 63). Proceedings of a Symposium held at Heriot Watt University, Edinburgh, Scotland, September, 1995.

MEDINA, M. et al. **Age-and sex-related variation in sensitivity to the pyrethroid cypermethrin in the marine copepod *Acartia tonsa* Dana**. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, v. 42, n. 1, p. 17-22, 2002.

MEIRELLES, S. L. **Química verde: a indústria química e seus impactos na indústria da construção**. Rio de Janeiro, 2009.

MIRANDA, L.S.M. et al. **Coleção Química no Cotidiano: A Química do Amor**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2010.

MIRON, Maria Vitória G., CAVALCANTI, Flávio do Couto Bezerra; Wongtschowski, Pedro - **Inovação tecnológica e produção no setor químico** - *Quim. Nova*, Vol. 28, Suplemento, S86-S90, São Paulo – SP, 2005.

MORANDI, M.A.B et al. **Controle biológico de doenças de plantas no Brasil. Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna-SP: Embrapa Meio Ambiente, p. 7-14, 2009.

MORIN, Edgar. **O método 6 – Ética**. Trad. de Juremir Machado da Silva. Porto Alegre: Sulina, 2005, p. 70.

- MOSHFEGH, Alanna J. et al. **The US Department of Agriculture Automated Multiple-Pass Method reduces bias in the collection of energy intakes.** The American journal of clinical nutrition, v. 88, n. 2, p. 324-332, 2008.
- NASCIMENTO, R. R., Schoeters, E., Morgan, E. D., Billen, J., & Stradling, D. J. (1996). **Chemistry of metapleural gland secretions of three attine ants, *Atta sexdens rubropilosa*: *Atta cephalotes*, and *Acromyrmex octospinosus*** (Hymenoptera: Formicidae). Journal of chemical ecology, 22 (5), 987-1000.
- NETO, Carla Reis de Souza et al. **Biotecnologia para saúde humana: tecnologias, aplicações e inserção na indústria farmacêutica.** BNDES Setorial, n. 29, mar. 2009, p. 359-392, mar. 2009, 2009.
- NETO, Frederico Steffen. **Projetos complexos de infra-estrutura no setor do agronegócio.** Uninove - São Paulo, 2014.
- NORMAN, Wayne; MACDONALD, Chris. **Getting to the bottom of “triple bottom line”.** Business Ethics Quarterly, v. 14, n. 02, p. 243-262, 2004.
- OLIVEIRA, F. das C.; DE SOUSA, V. F.; DE OLIVEIRA JÚNIOR, J. O. L. **Estratégias de desenvolvimento rural e alternativas tecnológicas para a agricultura familiar na Região Meio-Norte.** Embrapa Meio-Norte-Livros científicos, 2009.
- OLIVEIRA, L. G. ; SUSTER, R. ; PINTO, A. C. ; RIBEIRO, N. M. ; SILVA, R. B. PASCHOAL, Adilson Dias. **Pragas, praguicidas e a crise ambiental: problemas e soluções.** In: Pragas, praguicidas e a crise ambiental: problemas e soluções. 1979.
- PATUSSI, Carina; BÜNDCHEN, Márcia. **Avaliação in situ da genotoxicidade de triazinas utilizando o bioensaio Trad-SHM de Tradescantia clone 4430.** Revista Ciência & Saúde Coletiva, v. 18, n. 4, 2013.
- PAYNE, R., & PUGH, D. S. (1971). **Organizations as psychological environments.** In P. B. Warr, (Org.), Psychology at work (pp. 374- 402). Harmondsworth: Penguin
- PEIXOTO, Sandra Cadore. **Estudo da estabilidade a campo dos pesticidas Carbofurano e Quincloraque em água de lavoura de arroz irrigado empregando SPE E HPLC-DAD.** Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Química)– Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.
- PELAEZ, Victor; DA SILVA, Leticia Rodrigues; ARAÚJO, Eduardo Borges. **Regulation of pesticides: A comparative analysis.** Science and Public Policy, v. 40, n. 5, p. 644-656, 2013.
- PELIZER, Lúcia Helena; PONTIERI, Márcia Helena; DE OLIVEIRA MORAES, Iracema. **Utilização de resíduos agro-industriais em processos biotecnológicos como perspectiva de redução do impacto ambiental.** Journal of Technology Management & Innovation, v. 2, n. 1, p. 118-127, 2007.

PERES, F., MOREIRA, J.C., and DUBOIS, G.S. **Agrotóxicos, saúde e ambiente: uma introdução ao tema**. In: PERES, F., and MOREIRA, J.C., orgs. *É veneno ou é remédio?: agrotóxicos, saúde e ambiente*. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2003. p. 21-41. ISBN 85-7541-031-8.

PIMPÃO, Cláudia Turra et al. **Evaluation of Toxicity in Silver Catfish – UFPR - Paraná**, 2012.

PINHEIRO, Sebastião. **A agricultura ecológica e a máfia dos agrotóxicos no Brasil**. Rio de Janeiro: Edição dos Autores, 1998, p. 119-120.

QUINTELLA, Cristina Maria et al. **Prospecção tecnológica como uma ferramenta aplicada em ciência e tecnologia para se chegar à inovação**. *Revista Virtual de Química*, v. 3, n. 5, p. 406-415, 2011.

REIS, Alexandre Libanio Silva. **Perfil fermentativo de uma linhagem de *Dekkera bruxellensis van der Walt (1964)* a partir de hidrolisados lignocelulósicos e suas implicações na produção de etanol de segunda geração**. 2014.

RESUMIDA de Prospecção Tecnológica. INMETRO, 2008, disponível em: *Rev. bras. Saúde ocup.*, São Paulo, 37 (125): 17-50, 2012.

RIBEIRO, C.M.R. **Comunicação Química no Ensino Fundamental e Médio**. In: COUTINHO, L.G.R.; FERREIRA, V.F. (org). *Contribuições aos Professores de Química do Ensino Médio*. Niterói, UFF, 2005.

RIBEIRO, C.M.R.; CHACON, E.P.; BORGES, M.N. e R.D. V.L., Oliveira. **Software «Comunicação Química»**. Banco Internacional de Objetos Educacionais, 2012. Disponível em: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/20027> - Acesso em 06/2/2014.

RIBEIRO, M. L., Lourencetti, C., Pereira, S. Y., & de Marchi, M. R. R. (2007). **Contaminação de águas subterrâneas por pesticidas: avaliação preliminar**. *Química Nova*, 30 (3), 688.

ROTH, Thais Caetano. **Análise comparativa de rentabilidade entre as variedades monsoy 7908rr e syngenta 3358rr, região de ponta porã-ms safra 2010/2011**. Anais do Encontro Científico de Administração, Economia e Contabilidade, v. 1, n. 1, 2011.

ROY, P.; Nei, D.; Orikasa, T.; Xu, Q.; Okadame, H.; Nakamura, N.; Shiina, T. **A review of life cycle assessment (LCA) on some food products**. *Journal of Food Engineering*, v.90, p.1-10, 2009.

SANTOS, Celly Kelly Neivas dos. **Metodologia do carbono social: manual do multiplicador**. 2008.

SANTOS, M. A. T.; AREAS, Miguel Arcanjo; REYES, Felix Guillermo Reyes. **Piretróides—uma visão geral. Alimentos e Nutrição** - Araraquara, v. 18, n. 3, p. 339-349, 2008.

SANTOS, Selene Herculano dos. **Reflexos críticos sobre o Relatório Brundtland:** as questões do "desenvolvimento sustentável" e da "Nova ordem econômica internacional. Niterói: ICHF/UFF, 1991 - São Paulo: Cultrix, 2005, p. 23.

SCHLESINGER, Sergio. **A soja no Brasil.** Brasil Sustentável e Democrático. Seminário do Cone sul, 2010.

SEIBER, J.N. & Ragsdale, N. N., **Pesticides:** managing risks and optimizing benefits. ACS Symposium Series, 734. American Chemical Society, Washington, DC, 286p., 1999.

SHIBAO, Fábio Ytoshi; MOORI, Roberto Giro; SANTOS, MR dos. **A logística reversa e a sustentabilidade empresarial.** Seminários em administração, v. 13, 2010.

SILBERG, William M.; LUNDBERG, George D.; MUSACCHIO, Robert A. **Assessing, controlling, and assuring the quality of medical information on the Internet:** Caveant lector et viewer—Let the reader and viewer beware. *Jama*, v. 277, n. 15, p. 1244-1245, 1997.

SOARES, Vicente Eduardo; CARNEIRO, Fernando Ferreira; VILELA, Nirlene Junqueira. **Agrotóxicos em hortaliças:** segurança alimentar, riscos socioambientais e políticas públicas para promoção da saúde. *Tempus*, v. 4, n. 4, p. 84-99, 2009.

SOARES, Wagner Lopes; DE SOUZA PORTO, Marcelo Firpo. **Estimating the social cost of pesticide use:** An assessment from acute poisoning in Brazil. *Ecological Economics*, v. 68, n. 10, p. 2721-2728, 2009.

SOUZA, Cleversom da Silva. **Conhecimentos e práticas na utilização de agrotóxicos e seu impacto na saúde de assentados de Jardim Alegre/PR.** Paraná, 2015.

STACEY D, 2003. **Climate and biological control in organic crops.** *International Journal of Pest Management* 49, 205–14.

STRUBLE, D. L. et al. **Techniques in Pheromone Research.** eds. Hummel HE and Miller TA, Springer-Verlag, New York, p. 161-178, 1984.

SULLIVAN, Teresa et al. **Loss of A-type lamin expression compromises nuclear envelope integrity leading to muscular dystrophy.** *The Journal of cell biology*, v. 147, n. 5, p. 913-920, 1999.

TADEO, J. L. et al. **Analysis of herbicide residues in cereals, fruits and vegetables.** *Journal of Chromatography A*, v. 882, n. 1, p. 175-191, 2000.

MINERAÇÃO Tecnológica de por Dados Não-Estruturados Sobre Patentes Industriais em Tradução Lúcia Mathilde Endlich Orth. 6ª ed.. Petrópolis, RJ - Vozes, 2008.

TREMATERRA, P.; J. - **Feromônios de insetos: tecnologia e desafios para uma agricultura competitiva no Brasil** - Pest Sci. 1997, 70, 41.

VALENTE, Nuno Ilídio Pereira. **Análise de pesticidas organofosforados em toxicologia forense**. Universidade de Aveiro - Departamento de Química, 2012.

VALENTE, Thomas W.; CHOU, Chich Ping; PENTZ, Mary Ann. **Community coalitions as a system**: Effects of network change on adoption of evidence-based substance abuse prevention. American Journal of Public Health, v. 97, n. 5, p. 880-886, 2007.

VAZ, Paulo Afonso Brum. **O Direito Ambiental e os agrotóxicos**: responsabilidade civil, penal - Livraria do Advogado Editora; Direito edition - 2000.

VILARINHO, Fernanda. **Pesticidas** - Repositório Instituto Nacional da Saúde, 2011.

WAICHMAN, Andrea Viviana; EVE, Evaldice; DA SILVA NINA, Nailson Celso. **Do farmers understand the information displayed on pesticide product labels**. A key question to reduce pesticides exposure and risk of poisoning in the Brazilian Amazon. Crop Protection, v. 26, n. 4, p. 576-583, 2007.

WOODBURY, Dale et al. **Adult rat and human bone marrow stromal cells differentiate into neurons**. Journal of neuroscience research, v. 61, n. 4, p. 364-370, 2000.

ZARBIN, Paulo HG; RODRIGUES, Mauro ACM; LIMA, Eraldo R. **Insect pheromones**: technology and challenges for a competitive agriculture in Brazil. Química Nova, v. 32, n. 3, p. 722-731, 2008.

ZHOURI, Andréa; ROTHMAN, Franklin D. **Assessoria aos atingidos por barragens em Minas Gerais**: desafios, limites e potenciais. Vidas alagadas: Conflitos socioambientais, licenciamento e barragens, Viçosa: UFV, p. 122-167, 2008.

ANEXOS

ANEXO 01 – PARÂMETROS DE BUSCA POR ARTIGOS NO *SCIENCE DIRECT*

The image shows the ScienceDirect advanced search interface. At the top, there is a navigation bar with 'ScienceDirect' on the left and 'Journals', 'Books', 'Shopping cart', 'Sign in', and 'Help' on the right. Below this is a search bar with fields for 'Search all fields', 'Author name', 'Journal or book title', 'Volume', 'Issue', and 'Page', followed by a search icon and a link to 'Advanced search'. The main content area is divided into several sections. On the left, there are tabs for 'All', 'Journals', 'Books', and 'Reference Works', with 'Advanced search | Expert search' selected. Below these tabs is a 'Search tips' link. The 'Search for' section contains two search criteria: 'extraction sexual pheromone' and 'pest control crop', both set to search in 'All Fields'. The 'AND' operator is selected between them. The 'Refine your search' section includes checkboxes for 'Journals' and 'Books' (both checked), and 'Open Access articles only' (unchecked). A dropdown menu for 'All Sciences' is open, showing 'Agricultural and Biological Sciences', 'Arts and Humanities', and 'Biochemistry, Genetics and Molecular Biology'. The 'All Years' section shows a date range from '1996' to 'Present'. A 'Search' button is located at the bottom of the search form. On the right side, there is a 'Search history' section with a 'Turn on' link and a brief explanation of the search form's capabilities. At the bottom of the page, there are links for 'About ScienceDirect', 'Contact and support', 'Terms and conditions', and 'Privacy policy', along with copyright information and a 'Switch to Mobile Site' link.

ScienceDirect Journals Books Shopping cart Sign in Help

Search all fields Author name Journal or book title Volume Issue Page Advanced search

All Journals Books Reference Works **Advanced search | Expert search** [? Search tips](#)

Search for

extraction sexual pheromone in All Fields

AND

pest control crop in All Fields

Refine your search

Journals Open Access articles only

Books

- All Sciences -
Agricultural and Biological Sciences
Arts and Humanities
Biochemistry, Genetics and Molecular Biology

Hold down the Ctrl key (or Apple Key) to select multiple entries.

All Years 1996 to Present

Search

Search history [Turn on](#)

Search for articles from our full-text collection using this search form. Click the **Help** button for step-by-step conducting a search using this form. Consult the [Search Tips](#) for information about the use of connectors, w search options which can improve the precision of your search.

[About ScienceDirect](#) [Contact and support](#) [Terms and conditions](#) [Privacy policy](#)

Copyright © 2015 Elsevier B.V. or its licensors or contributors. ScienceDirect® is a registered trademark of Elsevier B.V. Cookies are used by this site. To decline or learn more, visit our [Cookies page](#).

[Switch to Mobile Site](#)

ANEXO 02 – Resultado da busca por artigos no *Science Direct*

Search results: 277 results found. Save search alert RSS

Refine filters

Year

- 2016 (3)
- 2016 (7)
- 2014 (10)
- 2013 (8)
- 2012 (11)
- 2011 (6)
- 2010 (14)
- 2009 (8)
- 2008 (9)
- 2007 (9)
- 2006 (6)
- 2005 (13)
- 2004 (6)
- 2003 (6)
- 2002 (13)
- 2001 (6)
- 2000 (7)
- 1999 (2)
- 1998 (3)
- 1997 (10)
- 1996 and earlier (123)

[View less >>](#)

Publication title

- Deep Sea Research Part B, Oceanographic Literat... (21)
- Chemistry of the Environment (Second Edition) (12)
- Journal of Insect Physiology (12)
- Journal of Chromatography A (11)
- Advances in Insect Physiology (9)
- Fungal Genetics and Biology (9)
- Mycological Research (7)
- Crop Protection (6)
- FEBS Letters (6)
- General and Comparative Endocrinology (6)
- Studies in Natural Products Chemistry (6)
- Advances in Botanical Research (3)
- Advances in Genetics (3)
- Comprehensive Molecular Insect Science (3)
- Vitamins & Hormones (3)
- Comparative Biochemistry and Physiology Part A... (2)
- Industrial Crops and Products (2)
- Insect Biochemistry and Molecular Biology (2)
- International Journal of Insect Morphology and ... (2)
- Plant Science (2)

[View less >>](#)

Topic

- insect (22)
- unite state (21)
- sex pheromone (18)
- plant (17)
- water (17)
- atlantic (16)
- cell (16)
- english (16)
- indian ocean (14)

Search results:

Purchase Export Relevance All access types

- A larval specific OBP able to bind the major female sex pheromone component in *Spodoptera exigua* (Hübner) Original Research Article

Journal of Integrative Agriculture, Volume 14, Issue 7, July 2016, Pages 1366-1368

Rong JIN, Nai-yong LIU, Yan LIU, Shuang-lin DONG

[Abstract](#) | [Purchase PDF - \\$27.96](#)
- Combining 1,4-dimethoxybenzene, the major flower volatile of wild strawberry *Fragaria vesca*, with the aggregation pheromone of the strawberry blossom weevil *Anthonomus rubi* improves attraction Original Research Article

Crop Protection, Volume 64, October 2014, Pages 122-128

Ate Wibe, Anna-Karin Borg-Karlson, Jerry Cross, Helena Bichão, Michelle Fountain, Ilme Liblikas, Lene Sigsgaard

[Abstract](#) | [Research highlights](#) | [Purchase PDF - \\$36.96](#)
- A putative pheromone signaling pathway is dispensable for self-fertility in the homothallic ascomycete *Gibberella zeae* Original Research Article

Fungal Genetics and Biology, Volume 46, Issue 8, August 2008, Pages 1188-1196

Hee-Kyoung Kim, Theresa Lee, Sung-Hwan Yun

[Abstract](#) | [Purchase PDF - \\$39.96](#) | [Supplementar content](#)
- RNA interference of pheromone biosynthesis-activating neuropeptide receptor suppresses mating behavior by inhibiting sex pheromone production in *Plutella xylostella* (L.) Original Research Article

Insect Biochemistry and Molecular Biology, Volume 41, Issue 4, April 2011, Pages 236-243

Dae-Weon Lee, Sony Shrestha, A. Young Kim, Seok Joo Park, Chang Yeol Yang, Yonggyun Kim, Young Ho Koh

[Abstract](#) | [Graphical abstract](#) | [Purchase PDF - \\$39.96](#) | [Supplementar content](#)
- Response of two tephritid species, *Bactrocera oleae* and *Ceratitis capitata*, to different emission levels of pheromone and parapheromone Original Research Article

Crop Protection, Volume 30, Issue 7, July 2011, Pages 913-918

V. Navarro-Llopis, C. Alfaro, J. Primo, S. Vacas

[Abstract](#) | [Graphical abstract](#) | [Purchase PDF - \\$36.96](#)
- Chapter Twenty-Two - Aphid Pheromones

Vitamins & Hormones, Volume 63, 2010, Pages 661-674

Sarah Y. Dewhurst, John A. Pickett, Jim Hardie

[Abstract](#) | [Purchase PDF - \\$31.60](#)
- Reidentification of pheromone composition of *Sparganothis sulfureana* (Clemens) and evidence of geographic variation in male responses from two US states Original Research Article

Journal of Asia-Pacific Entomology, Volume 12, Issue 4, December 2009, Pages 247-262

Junwei Zhu, Sridhar Polavarapu, Kye-Chung Park, Carolyn Garvey, Daniel Mahr, Satoshi Nojima, Wendell Roelofs, Tom Baker

[Abstract](#) | [Purchase PDF - \\$36.96](#)
- QTL analysis of sex pheromone blend differences between two closely related moths: Insights into divergence in biosynthetic pathways Original Research Article

Insect Biochemistry and Molecular Biology, Volume 39, Issue 8, August 2009, Pages 666-677

Astrid T. Groot, Marie L. Estock, Joy L. Horovitz, Jennifer Hamilton, Richard G. Santangelo, Coby Schal, Fred Gould

[Abstract](#) | [Purchase PDF - \\$39.96](#)
- Tracking the sex pheromone of codling moth against a background of host volatiles with an electronic nose Original Research Article

Crop Protection, Volume 27, Issue 10, October 2008, Pages 1296-1302

R. Martin Negri, D.L. Bernik

[Abstract](#) | [Purchase PDF - \\$36.96](#)
- Sex Pheromone Composition of the Diamondback Moth, *Plutella xylostella* (L.) (L.) in Korea Original Research Article

Journal of Asia-Pacific Entomology, Volume 8, Issue 3, September 2006, Pages 243-248

Suk Lee, Dae-Weon Lee, Kyung Saeng Boo

[Abstract](#) | [Purchase PDF - \\$36.96](#)
- Identification of sex pheromone components in *Trissolcus brochymenae* females Original Research Article

Journal of Insect Physiology, Volume 68, Issue 12, December 2012, Pages 1636-1642

Gianandrea Salerno, Alessia Iacovone, Silvia Carlin, Francesca Frati, Eric Conti, Gianfranco Anfora

[Abstract](#) | [Graphical abstract](#) | [Purchase PDF - \\$39.96](#)

ANEXO 03 – Busca de Patentes na base do INPI

BRASIL Acesso à informação Participe Serviços Legislação Canais

Instituto Nacional da Propriedade Industrial
Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

Consulta à Base de Dados do INPI [Início | Ajuda?]

» Consultar por: Base Patentes | Finalizar Sessão

RESULTADO DA PESQUISA (02/11/2015 às 18:32:10)

Pesquisa por:
Título: 'FEROMÔNIO' \

Foram encontrados **13** processos que satisfazem à pesquisa. Mostrando página **1** de **1**.

Pedido	Depósito	Título	IPC
BR 10 2012 024667 8	27/09/2012	PREPARAÇÃO PARA LIBERAÇÃO CONTINUADA DE FEROMÔNIO SEXUAL DO TIPO DE DISPERSÃO EM ÁGUA, E, MÉTODO PARA PRODUZIR	A01N 25/04
BR 10 2012 017317 4	20/06/2012	COMPOSIÇÃO PARA CONTROLE DA BROCA DE PEDÚNCULO FLORAL DO COQUEIRO HOMALINOTUS CORIACEUS CONTENDO O FEROMÔNIO DE AGREGAÇÃO E SEU USO	A01N 63/02
PI 0903698-9	22/06/2009	COMPOSIÇÃO DO FEROMÔNIO SEXUAL E SEU USO NO CONTROLE DA BROCA DE CANA-DE-AÇÚCAR	A01N 31/02
PI 0706271-0	18/01/2007	INGREDIENTES PERFUMANTES COM ODOR DO TIPO FEROMÔNIO	C07C 49/447
PI 0621901-2	15/12/2006	MÉTODO DE ESTABILIZAR UM FEROMÔNIO SINTÉTICO DE NINHADA DE ABELHAS MELÍFERAS E COMPOSIÇÃO DE FEROMÔNIO SINTÉTICO DE NINHADA DE ABELHAS MELÍFERAS	A61K 31/23
PI 0315265-0	07/10/2003	COMPOSTO DE FEROMÔNIO DAUER FARMACOLOGICAMENTE ATIVO PARA CONTROLAR O ENVELHECIMENTO E TENSÃO E MÉTODO PARA ISOLAR E CARACTERIZAR O MESMO	C07D 309/12
PI 0303854-8	18/09/2003	PROCESSO DE OBTENÇÃO DO SITOFILATE, FEROMÔNIO DE AGREGAÇÃO DO BESOURO SITOPHILUS GRANARIUS	C07C 69/675
PI 0103185-6	02/05/2001	PROCESSO DE OBTENÇÃO DO FEROMÔNIO SEXUAL DE ELDANA SACCHARINA	A01N 43/08
PI 9700636-0	30/04/1997	PROCESSO DE SÍNTESE DA FORMA NATURAL DO FEROMÔNIO DE AGREGAÇÃO DO CARUNCHO DO MILHO E DO ARROZ	C07C 49/17
PI 9700637-8	30/04/1997	PROCESSO DE SÍNTESE DA FORMA NATURAL DO FEROMÔNIO SEXUAL DE LASIODERMA SERRICORNE F	C07C 49/17
PI 9103528-7	16/08/1991	PROCESSO DE OBTENÇÃO DO FEROMÔNIO DE AGREGAÇÃO DO CARUNCHO DO MILHO E DO ARROZ	C07C 49/345
PI 8801402-9	25/03/1988	PROCESSO PARA PREPARAÇÃO DE 5,9-DIMETILPENTADECANO (I) OU DE 5 , 9-DIMETIL HEXADECANO (II), COMPOSIÇÃO COM ATIVIDADE DE FEROMÔNIO, COMPOSIÇÃO APLICÁVEL NO COMBATE A TRAÇA DO CAFÉ, E, PROCESSO PARA COMBATER A TRAÇA DO CAFÉ.	C07C 6/00
PI 8702215-0	22/04/1987	SÍNTESE DO FEROMÔNIO SEXUAL DE LASIODERMA SERRICORNE (F)	A01N 49/00

Páginas de Resultados:
1

ANEXO 04 - Busca de Patentes na base do USPTO

Search Results

Refine Search

Display Query Update Search

My Query
("sexual pheromone")

Search Options

Collections
USPTX USAPPX

Patent Type
All Global TypesX

Dates
Filed NOW-20YEA - NOW

Word Stemming On Off

Remove Granted Apps On Off

Remove Expired Patents On Off

Family Dedupe On Off

Filters Applied
Cooperative Patent Classification
A01

Document No.	Title	Assignee (Original)	Assignee
US20070122...	Pheromone and method of preventing infesta...		FOR:
US20080219...	PERHOMONES AND METHOD OF PREVENT...	FORSKARPATENT I SYD...	FOR:
US6432476 B1	Production of semiochemical emitters having a ...	CONSEJO SUPERIOR IN...	CON
US20070004...	Attractant for apple fruit moth and other insect ...		FOR:
US20100173...	METHOD FOR MODULATING THE RELEASE ...	ENDURA SPA	ENDI
US8828374 B2	Sustained pheromone releaser	SHIN ETSU CHEMICAL CO	SHIN
US20060051...	Lipid carriers	EXOSECT LTD	EXO
US8399004 B2	Lipid carriers	EXOSECT LTD	EXO
US6032406	Insect trap device	UNIV SOUTHAMPTON	UNIV
US6221375	Pesticidal or herbicidal compositions	UNIV SOUTHAMPTON	UNIV
US20040020...	Device for catching flying insects		ECS
US7076914 B1	Insect control device	EXOSECT LTD	EXO
US7343710 B2	Method and apparatus for controlling pests	IDA LTD	ENEI
US20040200...	Method and apparatus for controlling pests		ENEI
US8088367 B2	Gall midge pheromone mixture	PHERONET AB	PHEI
US20090274...	GALL MIDGE PHEROMONE MIXTURE		PHEI
US7299587 B1	Method and apparatus for controlling pests	IDA LTD	ENEI
US20060021...	PEST CONTROL METHOD AND APPARATUS...		EXO
US6505434 B1	Device for luring and catching insects	LTS LOHMANN THERAPI...	LTS
US20090084	TRAP OR DISPENSER	EXOSECT LTD	EXO

Page 1 of 1 Displaying results 1 - 37 of 37