



Alcoolquímica – Mapeamento tecnológico e mercadológico no Brasil

Artur Boechat Andrade
Pedro Augusto Vieira Abrantes

Projeto Final de Curso

Orientadores:

Prof. Suzana Borschiver, D.Sc.
Prof. Adailson Santos, D.Sc.

Novembro de 2011

ALCOOLQUÍMICA – MAPEAMENTO TECNOLÓGICO E MERCADOLÓGICO NO BRASIL

Artur Boechat Andrade

Pedro Augusto Vieira Abrantes

Projeto Final de Curso submetido ao Corpo Docente da Escola de Química, como parte dos requisitos necessários à obtenção de grau de Engenheiro Químico.

Aprovado por:

Carolina de Sá Monteiro de Barros, Engenheira Química

Mario Sergio O. Castro, Engenheiro Químico

Lorena Fernanda dos S. de Souza, Engenheira Químico

Orientado por:

Suzana Borschiver, D. Sc.

Adaílson Santos, D. Sc.

Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Novembro de 2011

Andrade, Artur Boechat; Abrantes, Pedro Augusto Vieira.

Alcoolquímica – Mapeamento tecnológico e mercadológico no Brasil / Artur Boechat Andrade e Pedro Augusto Vieira Abrantes. Rio de Janeiro: UFRJ / EQ, 2011. x, 92 il.

(Projeto final de Curso) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, 2011.

Orientador: Prof. Suzana Borschiver, D.Sc.

1. Alcoolquímica. 2. Química Verde 3. Monitoramento Tecnológico. 4. Projeto Final (Graduação – UFRJ / EQ). 5. Adailson Santos e Suzana Borschiver. I. Alcoolquímica – Mapeamento tecnológico e mercadológico no Brasil.

AGRADECIMENTOS

Aos nossos familiares, pela paciência ao longo dessa jornada acadêmica e pelo apoio integral nos momentos mais complicados.

As namoradas, por terem que suportar tanto de nós e ainda assim motivarem com palavras de incentivo e carinho.

Aos amigos, por entenderem os nossos momentos de ausências e darem sempre um suporte emocional necessário.

A nossa professora e orientadora Suzana Borschiver e ao nosso co-orientador Adailson da Silva Santos, pela disponibilidade e sábias orientações.

Resumo do Projeto Final de Curso apresentado à Escola de Química como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenheiro Químico.

ALCOOLQUÍMICA – MAPEAMENTO TECNOLÓGICO E MERCADOLÓGICO NO BRASIL

Artur Boechat Andrade
Pedro Augusto Vieira Abrantes

Orientadores: Adailson Santos, D. Sc. e Suzana Borschiver, D.Sc.

Os estudos acerca da produção de insumos através do uso de matérias primas renováveis estão se multiplicando pelo mundo. O Brasil é um dos países com maior *knowhow* no plantio e transformação de cana de açúcar em etanol, comprovado pela enorme frota automotiva movida a álcool no país e pela presença de indústrias que utilizam este etanol para produzir insumos concorrentes da petroquímica. Atualmente contempla-se um novo ciclo nesta área, onde se inicia a produção de insumos de maior valor agregado com o auxílio de pesquisas e tecnologias limpas de ponta. A aplicação da alcoolquímica é apontada como um forte pilar da indústria nacional para as décadas que estão por vir. A produção de commodities a partir da alcoolquímica, antes provenientes (majoritariamente) de compostos fósseis, para produção de materiais utilizados no nosso cotidiano é um salto importante para sustentabilidade e menor índice de emissões. Desta forma este projeto tem o objetivo de realizar um estudo mercadológico, incluindo análise de dados de investimentos, gastos, produção, vendas, quais caminhos estão sendo tomados para o cumprimento de leis ambientais, e uma análise de prospecção tecnológica, de três commodities específicas, eteno, n-butanol e acetato de etila. Por fim, com base nos resultados desse estudo, serão apontados os produtos e tecnologias com melhores perspectivas.

ÍNDICE GERAL

I.	Introdução	1
I.1.	Histórico.....	1
I.2.	Perspectivas da Alcoolquímica	4
I.3.	Objetivo.....	5
I.4.	Seleção de Produtos	6
I.5.	Apresentação do Trabalho	6
II.	Análise mercadológica.....	7
II.1.	Capacidade instalada.....	7
II.1.1.	Eteno	7
II.1.2.	Acetato de Etila	10
II.1.3.	N-Butanol	12
II.2.	Produção e comércio	13
II.2.1.	Eteno	13
II.2.2.	Acetato de Etila	14
II.2.3.	N-Butanol	16
II.3.	Destino das vendas internas	17
II.3.1.	Eteno	17
II.3.2.	Acetato de Etila	19
II.3.3.	N-Butanol	20
II.4.	Projetos de Investimento.....	21
III.	Meio Ambiente	24
III.1.	Leis Ambientais	24
III.2.	Entidades Ambientais	25
III.3.	Norma Ambiental.....	27
III.4.	Série ISO 14001	28
III.5.	Acompanhamento de Investimentos Ambientais.....	29
III.5.1.	Eteno	29
III.5.2.	Acetato de Etila	30
III.5.3.	N-Butanol	31
IV.	Análise de Patentes e Artigos Científicos	33
IV.1.	Metodologia	33
IV.2.	Análise de Patentes	34
IV.2.1.	Eteno	34
IV.2.1.1.	Monitoramento de patentes no portal INPI	34
IV.2.1.2.	Monitoramento de patentes na base USPTO.....	35
IV.2.1.3.	Monitoramento de patentes na base Espacenet	36
IV.2.1.4.	Análise Macro	37
IV.2.1.5.	Análise Meso	40
IV.2.1.6.	Análise Micro	44
IV.2.2.	Acetato de Etila	45
IV.2.2.1.	Monitoramento de patentes no portal INPI	45
IV.2.2.2.	Monitoramento de patentes na base USPTO.....	46
IV.2.2.3.	Monitoramento de patentes na base Espacenet	47
IV.2.2.4.	Análise Macro	48
IV.2.2.5.	Análise Meso	50

IV.2.2.6. Análise Micro	51
IV.2.3. N-Butanol	53
IV.2.3.1. Monitoramento de patentes no portal INPI	53
IV.2.3.2. Monitoramento de patentes na base USPTO	53
IV.2.3.3. Monitoramento de patentes na base Espacenet	54
IV.2.3.4. Análise Macro	55
IV.2.3.5. Análise Meso	57
IV.2.3.6. Análise Micro	58
IV.3. Análise de Artigos Científicos	60
IV.3.1. Eteno	60
IV.3.1.1. Monitoramento de artigos na base Scopus	60
IV.3.1.2. Análise Macro	60
IV.3.1.3. Análise Meso	62
IV.3.1.4. Análise Micro	65
IV.3.2. Acetato de Etila	67
IV.3.2.1. Monitoramento de artigos na base Scopus	67
IV.3.2.2. Análise Macro	67
IV.3.2.3. Análise Meso	69
IV.3.2.4. Análise Micro	73
IV.3.3. N-Butanol	75
IV.3.3.1. Monitoramento de artigos na base Scopus	75
IV.3.3.2. Análise Macro	76
IV.3.3.3. Análise Meso	78
IV.3.3.4. Análise Micro	81
V. Conclusão	83
VI. Sugestões para trabalhos futuros	90
VII. Referências Bibliográficas	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Evolução histórica da produção de álcool no Brasil e sua correlação com as fases do Programa Nacional do Álcool.....	4
Figura 2- Evolução da capacidade instalada de eteno no Brasil.	8
Figura 3- Evolução da capacidade instalada de acetato de etila no Brasil.....	11
Figura 4- Evolução da capacidade instalada de n-butanol no Brasil.	12
Figura 5- Evolução da quantidade de eteno produzida no Brasil.....	13
Figura 6- Evolução da quantidade de acetato de etila produzida no Brasil	15
Figura 7- Evolução da quantidade de n-butanol produzida no Brasil	16
Figura 8- Evolução da aplicação de eteno produzido no Brasil	18
Figura 9- Evolução da aplicação de acetato de etila produzido no Brasil.....	19
Figura 10- Evolução da aplicação de n-butanol produzido no Brasil.....	21
Figura 11- Organograma do SISNAMA	25
Figura 12- Acompanhamento de Investimento em Meio Ambiente pela BRASKEM S.A.	30
Figura 13- Acompanhamento de Investimento em Meio Ambiente	31
Figura 14- Distribuição de documentos de patentes por ano para o eteno	38
Figura 15- Distribuição de patentes concedidas por país para o eteno	39
Figura 16- Distribuição de patentes concedidas por tipo de instituição para o eteno (%)	40
Figura 17- Distribuição de patentes concedidas por tipo de reivindicação para o eteno (%)	41
Figura 18- Distribuição de patentes concedidas por instituições depositantes para o eteno (%)	42
Figura 19- Distribuição de patentes concedidas por empresas depositantes para o eteno (%)	43
Figura 20- Distribuição de patentes concedidas por reivindicação para o eteno (%)	45
Figura 21 - Distribuição de patentes concedidas por ano para o acetato de etila... ..	48
Figura 22- Distribuição de patentes concedidas por país para o acetato de etila... ..	49
Figura 23- Distribuição de patentes concedidas por tipo de instituição para o acetato de etila (%)	49

Figura 24- Distribuição de patentes concedidas por tipo reivindicação para o acetato de etila (%).....	50
Figura 25- Distribuição de patentes concedidas por empresas depositantes para o acetato de etila (%).....	51
Figura 26- Distribuição de patentes concedidas por reivindicação para o acetato de etila (%).....	52
Figura 27- Distribuição de patentes publicadas por ano para o n-butanol.....	56
Figura 28- Distribuição de patentes publicadas por país para o n-butanol.....	56
Figura 29- Distribuição de patentes concedidas por tipo de instituição para o n-butanol (%).....	57
Figura 30- Distribuição de patentes concedidas por tipo de reivindicação para o n-butanol (%).....	58
Figura 31- Distribuição de patentes concedidas por empresas depositantes para o n-butanol (%).....	58
Figura 32- Distribuição de patentes concedidas por reivindicação para o n-butanol (%).....	59
Figura 33- Distribuição de artigos publicados por ano para o eteno.....	61
Figura 34- Distribuição de artigos publicados por país para o eteno.....	62
Figura 35- Distribuição de artigos por instituição para o eteno.....	64
Figura 36 - Classificação dos Artigos por tema para o eteno.....	66
Figura 37- Distribuição de artigos por ano para o acetato de etila.....	68
Figura 38- Distribuição de artigos por ano para o acetato de etila.....	69
Figura 39- Distribuição de artigos por instituição para o acetato de etila.....	71
Figura 40- Classificação dos artigos por tema para o acetato de etila.....	74
Figura 41- Distribuição de artigos publicados por ano para o n-butanol.....	77
Figura 42- Distribuição de artigos publicados por país para o n-butanol.....	78
Figura 43- Distribuição de artigos por instituição para o n-butanol.....	80
Figura 44- Classificação dos artigos por tema para o n-butanol.....	81

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela II.1.: Capacidade Instalada no Brasil de eteno via petroquímica por empresa (t/ano)	8
Tabela II.2.: Capacidade Instalada no Brasil de acetato de etila por empresa (t/ano).....	10
Tabela II.3.: Capacidade Instalada no Brasil de n-butanol por empresa (t/ano)...	12
Tabela II.4.: Produção e vendas declaradas de eteno	13
Tabela II.5.: Produção e vendas declaradas de acetato de etila	14
Tabela II.6.: Produção e vendas declaradas (t/ano)	16
Tabela II.7.: Destino aproximado das vendas internas de eteno no Brasil (%).....	17
Tabela II.8.: Destino aproximado das vendas internas de acetato de etila no Brasil (%)	19
Tabela II.9.: Destino aproximado das vendas internas de n-butanol no Brasil (%)	20
Tabela IV.1.: Estratégia de busca de patentes para o eteno no portal INPI.....	34
Tabela IV.2.: Estratégia de busca de patentes para o eteno na base USPTO.....	35
Tabela IV.3.: Estratégia de busca de pedidos de patente para o eteno na base USPTO	36
Tabela IV.4.: Estratégia de busca de patentes para o eteno na base Espacenet.....	36
Tabela IV.5.: Instituições com apenas uma patente depositada	42
Tabela IV.6.: Empresas com apenas uma patente depositada	43
Tabela VI.7.: Percentual das categorias mescladas (%)	44
Tabela IV.8.: Estratégia de busca de patentes para o acetato de etila no portal INPI.....	46
Tabela IV. 9.: Estratégia de busca de patentes concedidas para o butanol na base USPTO.....	46
Tabela IV.10.: Estratégia de busca de pedidos de patente para o acetato de etila na USPTO.....	47
Tabela IV.11.: Estratégia de busca de patentes para o acetato de etila na base Espacenet.....	47
Tabela IV.12.: Percentual das categorias mescladas para o acetato de etila (%)...	52
Tabela IV.13.: Estratégia de busca de documentos de patentes para o butanol no portal INPI	53

Tabela IV.14.: Estratégia de busca de patentes concedidas para o butanol na USPTO.....	54
Tabela IV.15.: Estratégia de busca de pedidos de patente para o n-butanol na USPTO.....	54
Tabela IV.16.: Estratégia de busca de pedidos de patente para o n-butanol na ESPACENET	55
Tabela IV.17.: Distribuição de instituições publicantes por país.....	63
Tabela IV.18.: Periódicos com artigos publicados para o eteno	64
Tabela IV.19.: Distribuição de instituição publicante por país.....	70
Tabela IV.20.: Periódicos com artigos publicados para o acetato de etila.....	72
Tabela IV.21.: Área de conhecimento e número de artigos publicados para o acetato de etila.....	73
Tabela IV.22.: Distribuição de instituições publicantes por país.....	79

I. Introdução

I.1. Histórico

A alcoolquímica é o ramo da indústria que utiliza álcool etílico como matéria-prima para a produção de diversos produtos químicos, através de processos como desidratação, desidrogenação, esterificação entre outros. A utilização dessa rota no Brasil está datada desde as primeiras décadas do século 20, quando surgiram as empresas Elekeiroz, Usina Colombina e Rhodia com a fabricação de cloreto de etila, ácido acético, anidrido acético, éter etílico e acetato de celulose. (CGEE, 2010)

Na década de 40, a Fábrica Piquete, pertencente ao Ministério da Guerra, e a Victor Sense, além dos produtos já citados, começaram a fabricar também butanol, acetato de butila e acetona. Nos anos 50 e 60 a indústria alcoolquímica cresceu significativamente, visando complementar a produção das refinarias, passando-se a processar etileno a partir de etanol. A partir de 1970, esse panorama mudou drasticamente com o fortalecimento da indústria petroquímica. A grande disponibilidade de matéria-prima e uma tecnologia mais moderna fizeram com que os processos que utilizavam etanol como insumo se tornassem menos interessantes. (CGEE, 2010)

Se o petróleo promovia progresso e riqueza nas grandes potências, o mesmo não acontecia nos países de onde se extraía o óleo. Grandes empresas ocidentais, denominadas de “Sete Irmãs”¹ eram responsáveis por mais de 90% da exploração petrolífera, até que os países detentores das reservas resolveram se unir, formando a Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP²). (LEE-MEDDI, 2009)

A briga contra as grandes companhias petrolíferas começou a ser travada, com vitórias lentas, mas definitivas, para os países exportadores do óleo. Interesses políticos e econômicos moveram esta luta e transformaram o petróleo em uma arma econômica. Para pressionar os Estados Unidos e a Europa, que apoiaram Israel nos conflitos contra os árabes nas guerras dos Seis Dias (1967) e do Yom Kippur (1973), os árabes reduziram a produção de petróleo, forçando o aumento drástico no preço do barril, que deu origem a segunda e maior crise do petróleo, afetando toda a economia mundial e encerrou o período chamado de “Milagre Econômico Brasileiro”. (LEE-MEDDI, 2009)

¹As Sete Irmãs: Anglo-Persian Oil Company (APOC), Esso, Gulf Oil, Royal Dutch Shell, Standard Oil of California (Socal), Standard Oil of New York (Socony) e Texaco.

² Na época era composta por Árabes Unidos, Arábia Saudita, Argélia, Emiratos Árabes Unidos, Indonésia, Irã, Iraque, Kuwait, Líbia, Nigéria, Qatar e Venezuela.

Como alternativa à crise energética global, no ano de 1975 o Governo brasileiro criou o Proálcool, programa que ofereceu incentivos sob a forma de subsídios e garantia de fornecimento de matéria-prima. Muitas empresas que haviam fechado as portas retomaram suas atividades e várias outras plantas surgiram. Nessa fase, além da utilização do álcool etílico como combustível produziam-se também diversos compostos por meio das antigas rotas químicas. (CGEE, 2010)

Em 1982, o preço do etanol estava praticamente igual ao da nafta petroquímica. Em 1984 os subsídios à exportação foram retirados. Com todos esses problemas e o baixo investimento em tecnologia nesse segmento industrial, algumas unidades industriais foram desativadas e outras foram convertidas para o eteno petroquímico. (CGEE, 2010)

Entre 1986 e 1995 o programa passou pelo período de estagnação, quando o preço do petróleo bruto caiu do patamar de US\$ 40 para US\$ 15, colocando em xeque o plano de substituição da matéria-prima fóssil. Por outro lado, o sucesso nas vendas dos automóveis movidos a etanol fez com que a demanda do mercado interno pelo álcool continuasse constante, fato não acompanhado pela produção, gerando uma crise de abastecimento da entressafra de 1989-1990, fazendo o país importar álcool etílico. (PEREIRA JÚNIOR *et alli*, 2008)

No início dos anos 90, o Programa Nacional do Álcool sofreu sua pior baixa desde que foi criado e foi oficialmente extinto pelo governo do Presidente da República Fernando Collor de Mello. Pouco sobrou do modelo do programa, assim, a produção de cana e derivados fortemente regulada pelo governo, passou a uma extrema liberdade, surpreendendo produtores e deixando-os desorientados. Acostumados a seguir as regras ditadas pelo governo federal, os usineiros tiveram que desenvolver aptidão para negociar de acordo com a livre-economia, além de optar pela produção de açúcar ou de etanol, de acordo com a cotação de cada um no mercado. Com isso, alguns produtos anteriormente obtidos via alcoolquímica passaram a ser importados. (PEREIRA JÚNIOR *et alli*, 2008)

Esbarrando na desconfiança das montadoras em relação à disponibilidade do combustível “verde” e na preferência dos usineiros pela produção do açúcar em vez do etanol, o governo brasileiro decidiu pela reimplantação do Programa Nacional do Álcool no final de 1995, decisão motivada pelos problemas no abastecimento mundial de combustíveis fósseis em 1994, resultado da invasão do Kuwait pelo Iraque. (PEREIRA JÚNIOR *et alli*, 2008)

No ano de 1998, manobras políticas como elevação do percentual obrigatório de adição de álcool na gasolina e aplicação de parte dos recursos arrecadados com a venda de gasolina, diesel e lubrificantes para compensar os custos de produção de etanol, serviram como estímulos à produção nessa nova fase do programa. Tais medidas contribuíram para uma relação de paridade de preços entre o álcool e o açúcar para o produtor e incentivos de financiamento para as fases agrícola e industrial de produção do combustível. (PEREIRA JÚNIOR *et alli*, 2008)

Os ataques terroristas contra os Estados Unidos, em 11 de setembro de 2001, deram início a quarta crise do petróleo. Uma grande área de instabilidade no Oriente Médio foi criada, com aumento das pressões sobre os países produtores. Nesse mesmo período, a Venezuela, um dos maiores produtores mundiais, passou por forte crise institucional, paralisando várias vezes a produção, o que culminou em um golpe de estado em 2002 e uma longa greve da companhia estatal venezuelana. (PEREIRA JÚNIOR *et alli*, 2008)

Outro choque do petróleo marcou a última fase do Programa Nacional do Álcool, nos anos de 2004 e 2005, foi uma agitação da economia mundial em torno dos preços do petróleo, quando o preço do barril ultrapassou a casa dos US\$50 e atingiu o valor de US\$70. Fato que não ocorreu sob a forma de um impacto inesperado e direto, desde 2003 vinha-se desenhando as condições suficientes para a crise do mercado mundial do petróleo através dos seguintes acontecimentos: além da instabilidade venezuelana e da guerra no Iraque; a derrubada da petroleira russa Yukos, das agitações sociais e políticas na Nigéria; os conflitos trabalhistas na Noruega entre a federação operária e a patronal. (PEREIRA JÚNIOR *et alli*, 2008)

Após quase vinte anos de altos e baixos, a produção de etanol no Brasil ganhou um novo fôlego em março de 2003, com a introdução dos motores flexíveis em termos de combustível, ou *flex fuel*. Tratam-se, como o nome indica, de motores que podem operar com etanol, gasolina ou misturas em quaisquer proporções entre eles. Dessa forma, a demanda por combustíveis desses veículos será determinada pela relação entre os preços do álcool e da gasolina, fornecendo assim, opção ao consumidor em períodos de flutuação do valor dessas. (MILANEZ *et alli*, 2008)

No ano de 2008, o sistema de crédito imobiliário nos Estados Unidos provocou uma crise financeira que se espalhou rapidamente pela comunidade internacional, atingindo todos os tipos de indústrias e derrubando as bolsas de todo o mundo. A oferta de etanol foi tremendamente afetada, os projetos *greenfield* tiveram problemas de

financiamento e os investimentos das empresas focaram as fusões e aquisições externas, em detrimento da expansão da capacidade produtiva da indústria. A participação das empresas estrangeiras no setor de etanol aumentou de 7% em 2007 para 22% em 2010. (ALMEIDA *et alli*, 2011)

Depois da crise de 2008, a demanda potencial de etanol cresceu muito comparada à oferta de etanol. Em março de 2011, o setor automotivo alcançou a marca de 13,19 milhões de veículos *flex fuel* e a participação destes veículos na frota total de veículos leves alcançou 43%. (ALMEIDA *et alli*, 2011)

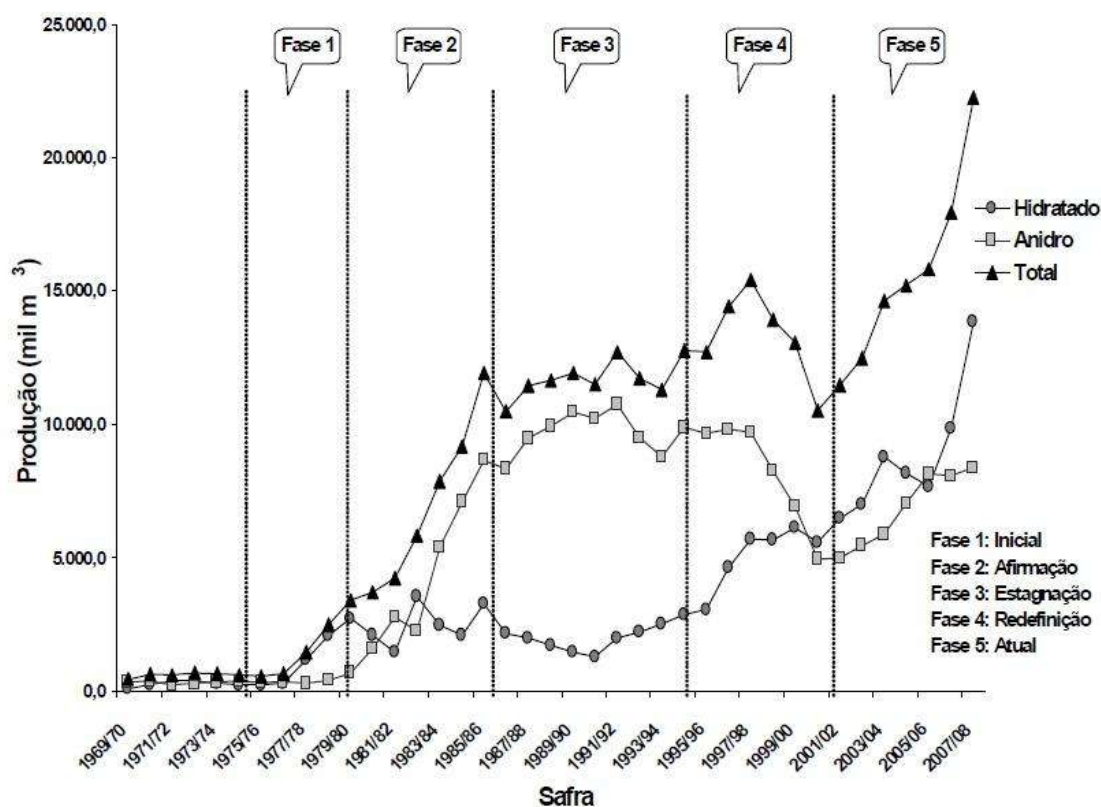


Figura 1- Evolução histórica da produção de álcool no Brasil e sua correlação com as fases do Programa Nacional do Álcool.

Fonte: Adaptado de PEREIRA JÚNIOR *et alli*, 2008.

I.2. Perspectivas da Alcoolquímica

Atualmente o cenário é bem favorável para a produção de etanol. Com a busca por energias renováveis e a enorme frota de veículos com a tecnologia *flex fuel*, o etanol e o seu uso como combustível vem atraindo a atenção de diversos países. Além disso, o mundo está à procura de insumos renováveis e nesse perfil, situa-se a biomassa como matéria-prima na geração de produtos ou intermediários químicos. Graças a enorme

disponibilidade e o baixo custo de produção do etanol, o Brasil tem grande destaque nesse ambiente. (CGEE, 2010)

Porém, desde o surgimento, o grande desafio do estabelecimento da álcoolquímica é a viabilidade econômica. A relação entre oferta e demanda de etanol e petróleo irão compor seus respectivos preços, o que determina se a utilização da matéria-prima verde é economicamente vantajosa. (DURÃO, 2011)

O presente momento é fundamental para que o Brasil se torne líder no que se refere ao desenvolvimento de modernos processos álcoolquímicos. Essa evolução está associada a futuros processos que tenham menores custos de produção e investimentos que os atuais, aumentando viabilidade da rota álcoolquímica. (CGEE, 2010)

Outra barreira para a consolidação desses processos, é a garantia de fornecimento do álcool no curto e longo prazo para suprimento da demanda. Segundo a gerente de tecnologia de processo da unidade de insumos básicos da Braskem na Bahia, Suzana Domingues, no ano de 2007 a Braskem consumiu quatro e meio milhões de toneladas de nafta, não havia etanol suficiente para atender à produção de eteno, afirmou ainda, que não é viável construir uma planta com pouca capacidade. (DURÃO, 2011)

I.3. Objetivo

Este trabalho visa identificar as tendências e o estado da arte de alternativas de valorização do etanol, por meio da transformação deste produto em outros mais especializados, com maior valor agregado. Foram selecionados o eteno, o n-butanol e o acetato de etila. Serão analisadas a capacidade instalada para produzi-los, a produção e as vendas ao mercado interno e externo, a produção nacional, os destinos das vendas internas e projetos de investimentos. As questões ambientais envolvidas na produção também serão discutidas, afim de se revelar quais as medidas que vêm sendo tomadas pelas empresas produtoras e quais os gastos envolvidos na preservação do meio ambiente e no cumprimento das leis ambientais. Serão feitas análises Macro, Meso e Micro em estudos publicados em documentos de patentes e artigos científicos para que se tenha um mapeamento das tecnologias estudadas para estes produtos.

I.4. Seleção de Produtos

O critério para seleção dos produtos foi baseado em pesquisas bibliográficas tais como: livros, artigos, patentes, notícias da área e etc. Foram então pré-selecionados alguns produtos derivados da etanolquímica, dentre os quais foi feita uma análise dos possíveis três produtos mais promissores do setor, sendo eles: eteno, n-butanol e acetato de etila. Esse projeto final de curso faz parte de um projeto maior coordenado pela professora Suzana Borchiver junto a Cosan (Raízen), onde foram priorizados alguns produtos a serem estudados do setor alcoolquímico.

I.5. Apresentação do Trabalho

A partir dessa seleção foi feito um monitoramento da produção, vendas internas e externas no período compreendendo os anos de 1999 a 2008. Com este estudo, pretende-se obter resultados acerca das oscilações que ocorreram ao longo desses dez anos. Identificou-se ainda, setores demandantes e empresas produtoras, através de pesquisas em anuários da Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM).

Após a análise dos dados de mercado, pesquisando notícias relacionadas ao setor alcoolquímico e relatórios da ABIQUIM, foi feito um levantamento de estudos e projetos de investimentos, que visam a instalação de novas plantas ou a ampliação da capacidade de produção desses insumos, o que reduziria a quantidade de importações.

Com o intuito de analisar o potencial de novas aplicações, a disponibilidade e maturidade de tecnologia de produção, buscou-se documentos de patentes e artigos científicos dos produtos selecionados.

Cada produto teve seus investimentos e gastos em meio ambiente dos últimos anos analisados, assim como a utilização de instrumentos de sistemas de gestão que auxiliem estas organizações a atingir suas metas ambientais e garantir o cumprimento da Lei.

II. Análise mercadológica

Para analisar a distribuição do mercado, os setores demandantes e a evolução da quantidade comercializada do acetato de etila, eteno e n-butanol, levantou-se a capacidade instalada, quantidade produzida, as vendas para o mercado interno e externo, o percentual das principais aplicações desses insumos nos últimos dez anos e os projetos de investimentos que envolvam a fabricação desses produtos.

Como o acetato de etila, eteno e o n-butanol sintetizados a partir do etanol possuem propriedades físicas e químicas idênticas aos de origem fóssil, além de não possuir um histórico de mercado nacional, os dados apresentados neste capítulo são referentes à rota petroquímica.

II.1.Capacidade instalada

II.1.1. Eteno

A produção de eteno pela desidratação do álcool etílico, teve início nos anos 50 e 60, complementando a produção a partir do petróleo. Porém na década de 70, devido a grande oferta dessa matéria-prima fóssil, a produção de etileno via alcoolquímica tornou-se inviável.

Em setembro do ano de 2010, a Braskem inaugurou em Triunfo-RS uma fábrica de eteno verde para alimentar a indústria de polietileno (PE) da própria companhia. Produzindo 200 mil toneladas anualmente de polietileno de etanol de cana-de-açúcar, essa empresa se tornou pioneira no mundo na produção desse polímero a partir de fonte 100% renovável. (BRASKEM, 2011)

Tabela II.1.: Capacidade Instalada no Brasil de eteno via petroquímica por empresa (t/ano)

Capacidade Instalada							
Ano	Braskem	Quattor	Copesul	Copene	Petroquímica União	Riopol	Total
2000	-	-	1.135.000	1.200.000	500.000	-	2.835.000
2001	-	-	1.135.000	1.200.000	500.000	-	2.835.000
2002	1.200.000	-	1.135.000	(1)	500.000	-	2.835.000
2003	1.200.000	-	1.135.000	-	500.000	-	2.835.000
2004	1.280.000	-	1.135.000	-	500.000	-	2.915.000
2005	1.280.000	-	1.135.000	-	500.000	-	2.915.000
2006	1.280.000	-	1.135.000	-	500.000	520.000	3.435.000
2007	1.280.000	-	1.135.000	-	500.000	520.000	3.435.000
2008	2.532.000	1.240.000	(2)	-	(3)	(3)	3.772.000
2009	2.532.000	1.240.000	-	-	-	-	3.772.000

(1) - Passou a chamar-se Braskem

(2) - Incorporada pela Braskem

(3) - Incorporadas pela Quattor

Fonte: Elaborado a partir de ABIQUIM, 2001 a 2010.

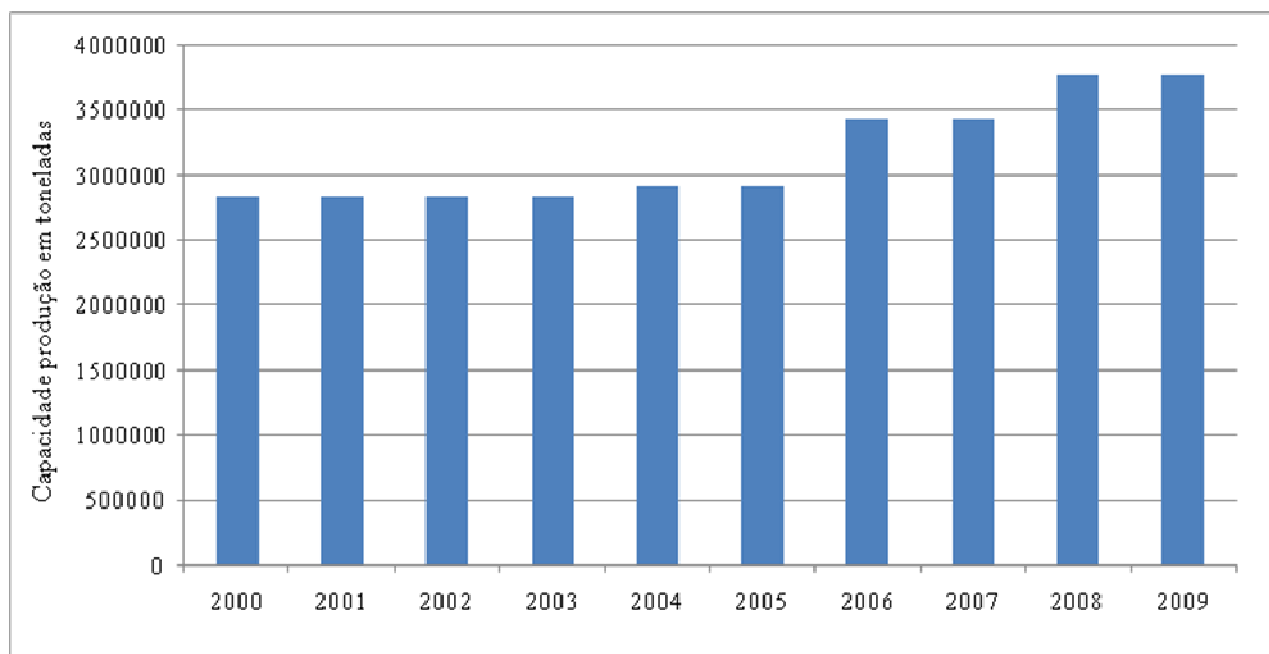


Figura 2- Evolução da capacidade instalada de eteno no Brasil.

Fonte: Elaborado a partir de ABIQUIM, 2001 a 2010.

A capacidade de produção de eteno no Brasil vem aumentando nos últimos dez anos, o que revela que as empresas produtoras têm investido em ampliações de suas unidades ou conseguindo otimizar o processo.

Durante o período inicial da pesquisa, havia apenas três empresas que sintetizavam etileno a partir de gases residuais do refino do petróleo. A empresa responsável pelas menores quantidades, com aproximadamente 17,6 % da produção total anual, representados por 500.000 toneladas/ano, foi a PQU –Petroquímica União S.A. Essa empresa surgiu da iniciativa privada sob a liderança do grupo Soares Sampaio, na época também proprietário da vizinha Refinaria União e foi a primeira central de matérias-primas do Brasil. Começou a operar oficialmente em 1972, e já nos primeiros anos de operação, seu controle passou ao poder estatal, tendo retornado à iniciativa privada apenas em 1994, depois de um leilão conduzido pelo BNDES, dentro do Plano Nacional de Desestatização (FAIRBANKS, 2002).

A COPESUL - Companhia Petroquímica do Sul , localizada em Triunfo-RS, criada em 1976 e privatizada em 1992, é a indústria com a segunda maior produção nessa época, com 40,0 % (1.135.000 toneladas/ano). A construção de uma nova unidade com capacidade de 450 mil toneladas/ano em 1999 contribuiu muito para esse resultado. (LANGARO, 2006)

A COPENE – Companhia Petroquímica do Nordeste S.A. foi a maior produtora de eteno no Brasil até 2001, quando a Odebrecht uniu-se ao Grupo Mariani para assumir seu controle e iniciar o processo de integração para formar a Braskem. Por isso, a partir do anuário de 2002, o valor em toneladas fabricado de eteno pertencentes à coluna COPENE, passa para a parte denominada Braskem. Nos anos entre 1999 e 2003, produziu 1.200.000 toneladas de eteno, o que representa 42,3%. (WIKIPEDIA, 2011)

Esta última, conseguiu aumentar a capacidade de fabricação em 80.000 t/ano em 2004, enquanto as outras duas mantiveram o valor constante até 2007. Nos anos de 2004, 2005 e 2006, tem a entrada da Riopol no panorama nacional, que efetivamente começou a produzir em meados de 2005 e logo em 2008 se fundiu com a Petroquímica União e iniciou a Quattor.

Em 2007, a Braskem concluiu a aquisição das ações da concorrente COPESUL e passou a representar 67,2% da produção total de eteno no país. No ano de 2008, a produção de eteno ficou polarizada entre Braskem, com 2.415.000 toneladas, e Quattor, com 1.020.000 toneladas, observa-se um aumento de 33,1 % na produção total de 2000 até 2008.

Os processos de fusão destas companhias chamam bastante atenção, tendência que favorece a competitividade dos produtos, pois possibilita a otimização da produção e a redução de custos operacionais da empresa. Mas, por outro lado, põe o mercado sob o risco de ações monopolistas (REBOUÇAS, 2011). Observa-se a criação da Quattor, união de algumas empresas privadas do setor petroquímico em parceria com a Petrobrás. E no ano de 2010, a aquisição desta pela Braskem, negócio que movimentou cerca de 800 milhões de reais, colocando o grupo como o maior do setor na América Latina e o único a produzir etileno no Brasil.

II.1.2. Acetato de Etila

Tabela II.2.: Capacidade Instalada no Brasil de acetato de etila por empresa (t/ano)

Capacidade Instalada				
Ano	Butilamil	Cloroetil	Rhodia Poliamida	Total
2000	12.000	12.000	80.000	104.000
2001	12.000	18.000	80.000	110.000
2002	14.000	18.000	80.000	112.000
2003	14.000	18.000	80.000	112.000
2004	14.000	18.000	100.000	132.000
2005	14.000	18.000	100.000	132.000
2006	14.000	18.000	100.000	132.000
2007	14.000	18.000	131.000	163.000
2008	14.000	18.000	131.000	163.000
2009	14.000	18.000	131.000	163.000

Fonte: Elaborado a partir de ABIQUIM, 2001 a 2010.

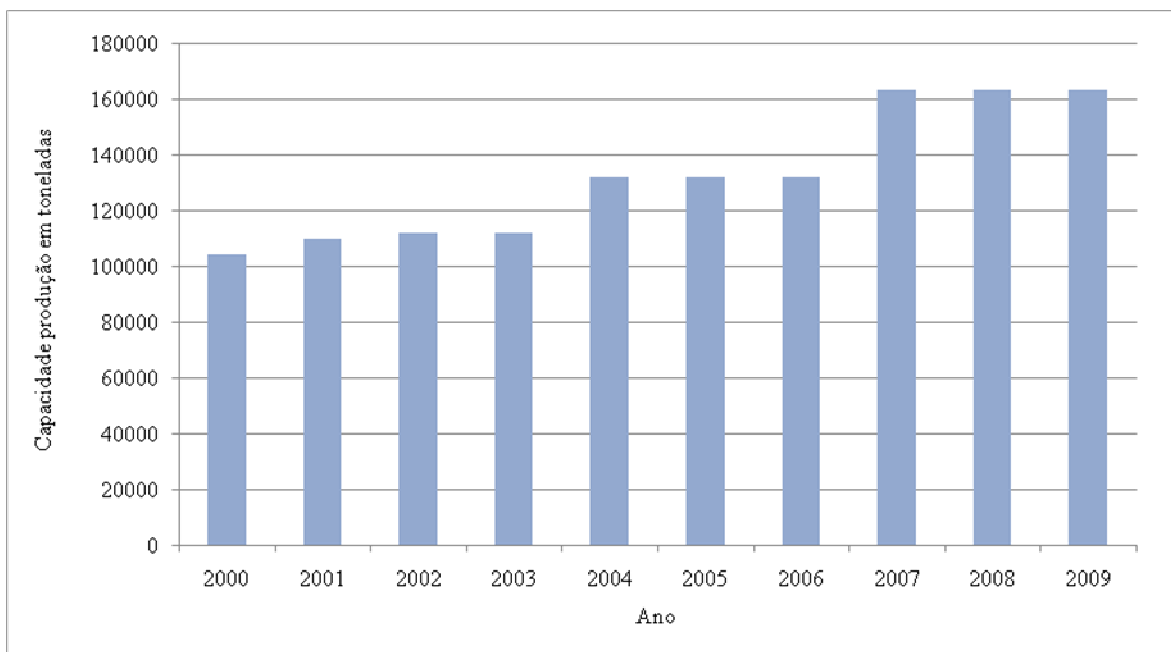


Figura 3- Evolução da capacidade instalada de acetato de etila no Brasil.

Fonte: Elaborado a partir de ABIQUIM, 2001 a 2010.

Como o observado para o etileno, a capacidade de produção de acetato de etila no Brasil vem aumentando nos últimos dez anos, demonstrando que as indústrias têm investido em ampliações ou otimizando o processo de fabricação.

Nesse período de pesquisa, constatou-se que existem três empresas que fabricam o acetato de etila no Brasil, Rhodia, Cloroetil e Butilamil.

Maior fabricante de acetato de etila no país, responsável por um pouco mais de 80% da produção, a Rhodia está presente no país desde 1919. Durante o período analisado, foi o grupo que mais investiu na ampliação da produção, o crescimento foi de 63,75% comparado aos primeiros anos.

A Cloroetil, empresa de capital nacional que opera no Brasil desde 1982, é a segunda maior produtora desse solvente acético, mas a planta localizada em Mogi Mirim-SP é responsável por apenas 11% do total produzido no país. Em relação aos primeiros anos da pesquisa, a capacidade atual é 50% maior.

Com o menor potencial de produção, a Butilamil situa-se em Piracicaba-SP e foi fundada em 1959. Porém não fica muito atrás da segunda colocada com aproximados 10% da capacidade nacional, observa-se ainda que entre os fabricantes mencionados foi o que menos investiu para aumentar as instalações.

II.1.3. N-Butanol

Tabela II.3.: Capacidade Instalada no Brasil de n-butanol por empresa (t/ano)

Capacidade Instalada			
Ano	Ciquine	Elekeiroz	Total
2000	23.000	-	23.000
2001	40.000	-	40.000
2002	40.000	-	40.000
2003	-	29.000	29.000
2004	-	40.000	40.000
2005	-	40.000	40.000
2006	-	40.000	40.000
2007	-	40.000	40.000
2008	-	40.000	40.000
2009	-	40.000	40.000

Fonte: Elaborado a partir de ABIQUIM, 2001 a 2010.

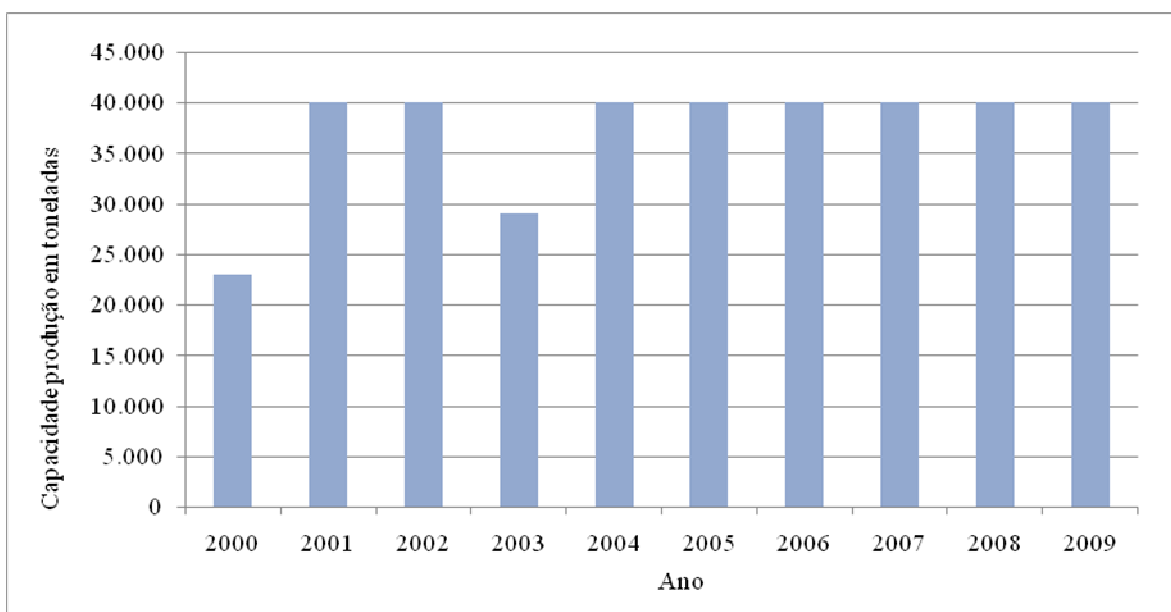


Figura 4- Evolução da capacidade instalada de n-butanol no Brasil.

Fonte: Elaborado a partir de ABIQUIM, 2001 a 2010.

A Ciquine Companhia Petroquímica foi a única produtora de n-butanol no Brasil até o ano de 2002 quando foi incorporada à Elekeiroz S.A. devido a dificuldades financeiras agravadas pela retração das exportações e mercado interno pouco aquecido do período. (MAZZONI, 2002)

A partir da aquisição, a Elekeiroz S.A. manteve a capacidade de produção de n-butanol constante no patamar de 40.000 toneladas por ano. Este número é muito pequeno se comparado com a capacidade de produção de eteno, que chega a 3.435.000 toneladas por ano.

II.2. Produção e comércio

II.2.1. Eteno

Tabela II.4.: Produção e vendas declaradas de eteno

Ano	Produção (t)	Vendas Internas (t)	Vendas Externas (t)	Importação (t)	Varição da Produção (%)
2000	2633818,0	2625675,0	0,3	2418,8	0,090
2001	2462155,0	2444080,0	0,4	17728,7	-0,065
2002	2414222,0	2434338,0	0,4	9127,1	-0,019
2003	2575893,0	2597766,0	1,1	13423,3	0,067
2004	2702525,0	2696579,0	0,0	5329,6	0,049
2005	2699830,6	2694968,6	0,0	6022,4	-0,001
2006	3135114,4	3106066,9	14613,0	1,4	0,161
2007	3223594,8	3232923,1	21479,2	4,7	0,028
2008	2903352,0	2851338,5	0,0	19,1	-0,099
2009	3082505,0	3078800,0	0,0	21,4	0,062

Fonte: Elaborado a partir de ABIQUIM, 2001 a 2010.

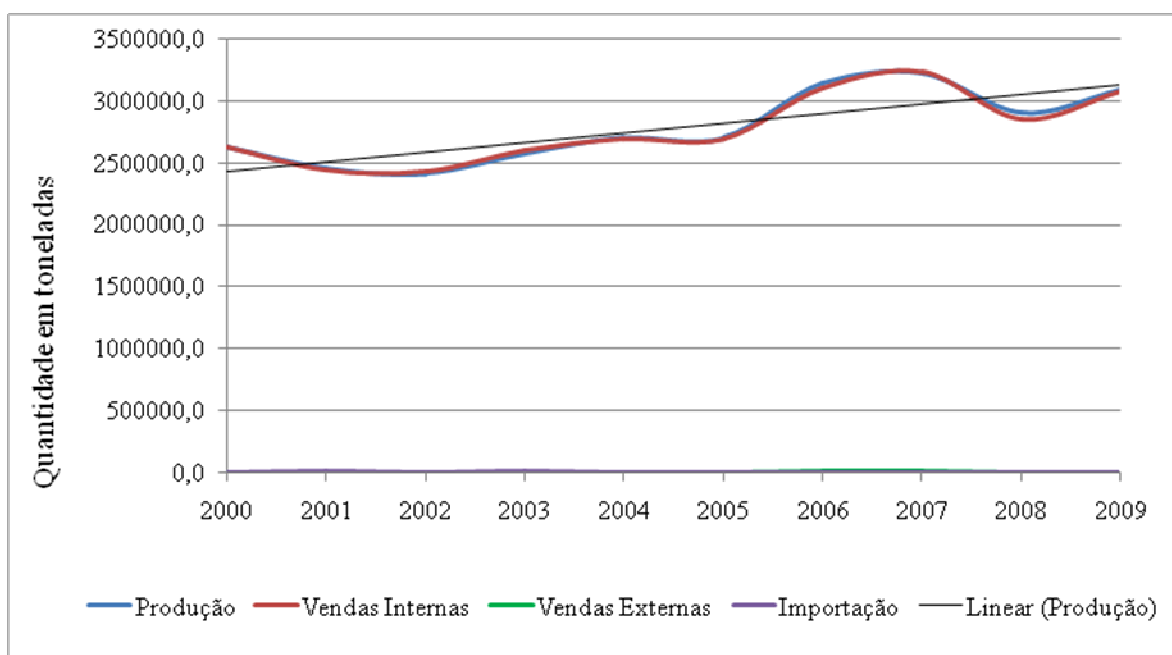


Figura 5- Evolução da quantidade de eteno produzida no Brasil

Fonte: Elaborado a partir de ABIQUIM, 2001 a 2010.

Com os dados acima, nota-se que as quantidades produzidas não tiveram grandes variações em relação aos anos precedentes, a maior delas foi o aumento de 0,161% no ano de 2006. Os números referentes ao quantitativo negociado internamente e ao montante fabricado foram praticamente iguais (as curvas no gráfico destas variáveis ficam sobrepostas, dificultando a visualização de cada uma).

A partir do gráfico é possível observar que a exportação e importação de etileno não foi significativo quando comparada ao montante vendido no país, portanto, deduz-se que a produção deste insumo no Brasil é praticamente voltada para o mercado interno.

Pode-se afirmar também que, durante esse período, a linha de tendência das quantidades produzidas tem o coeficiente linear positivo, isto é, espera-se aumento nestes valores caso mantido esse ritmo. Outro fato que chama atenção, é a queda de 0,099% da produção ocorrida no ano de 2008, explicada pela grande crise financeira global ocorrida naquele ano.

II.2.2. Acetato de Etila

Tabela II.5.: Produção e vendas declaradas de acetato de etila

Ano	Produção (t)	Vendas Internas (t)	Vendas Externas (t)	Importação (t)	Varição da Produção (%)
2000	79431,0	54433,0	19266,0	1039,2	0,137
2001	76376,0	61790,0	20158,0	1144,6	-0,038
2002	101317,0	65457,0	32714,0	1763,8	0,327
2003	87202,0	59034,0	26238,0	2934,6	-0,139
2004	122680,7	64188,8	54305,8	4046,2	0,407
2005	127925,3	65871,8	60624,1	4211,7	0,043
2006	141375,9	67084,1	72469,5	4553,8	0,105
2007	146697,2	68849,0	78669,6	4943,0	0,038
2008	148405,3	58459,7	79423,7	5379,3	0,012
2009	N.D.	N.D.	N.D.	3492,0	-

Fonte: Elaborado a partir de ABIQUIM, 2001 a 2010.

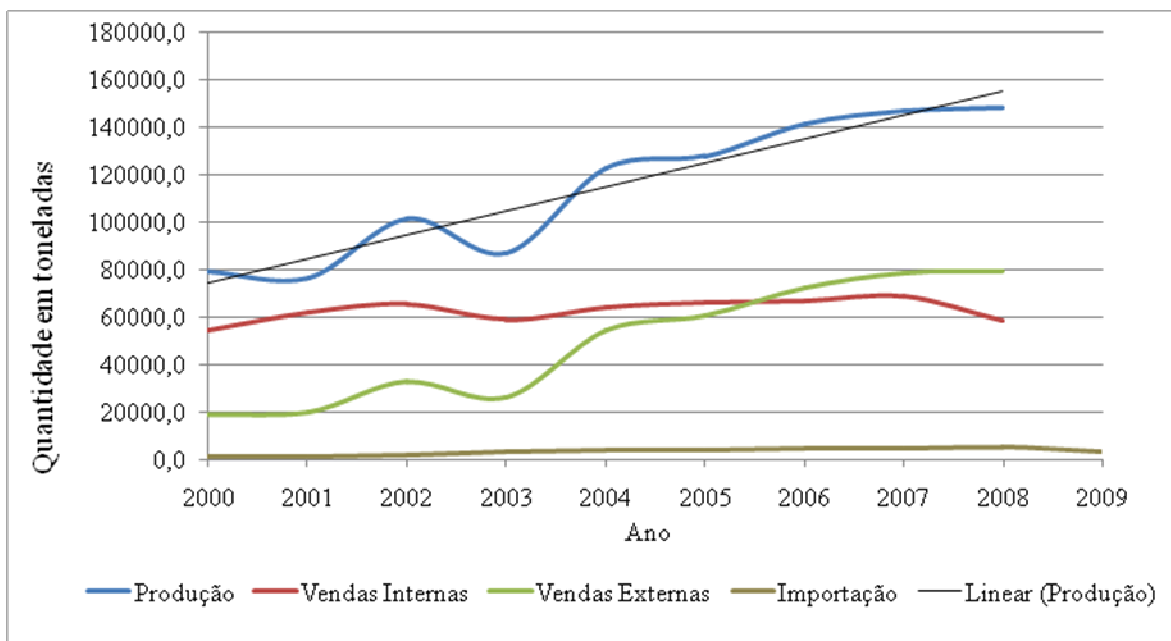


Figura 6- Evolução da quantidade de acetato de etila produzida no Brasil

Fonte: Elaborado a partir de ABIQUIM, 2001 a 2010.

Observando os números de fabricação e comércio de acetato de etila dos últimos dez anos, repara-se que as exportações mantêm um certo ritmo de crescimento, acompanhado pelo montante fabricado, enquanto a quantidade importada é baixa quando comparada a produção nacional.

As vendas no mercado interno de acetato de etila não tiveram variações tão acentuadas quanto às outras curvas, reforçando o fato da demanda externa ter motivado a elevação da produção no país.

Como já afirmado anteriormente, a variação da quantidade manufaturada nesse período foi bem positiva, exceto em 2001 e 2003, anos em que as taxas de crescimento per capita foram negativas e iguais a -0,2%. Cabe destacar também o grande aumento na fabricação em 2004, explicado pela ampliação da capacidade de produção da Rhodia e pelo bom momento vivido pela economia brasileira, ano em que a taxa de crescimento do PIB foi de 5,7%, um dos maiores desse intervalo de pesquisa. (IBGE, 2009)

II.2.3. N-Butanol

Tabela II.6.: Produção e vendas declaradas (t/ano)

Ano	Produção (t)	Vendas Internas (t)	Vendas Externas (t)	Importação (t)	Varição da produção (%)
2000	21946,0	17397,0	4196,0	8340,3	-0,077
2001	20737,0	16825,0	2584,0	16502,6	-0,055
2002	22360,0	17845,0	6100,0	24318,4	0,078
2003	20324,0	16699,0	3504,0	25914,4	-0,091
2004	23827,0	18780,0	4987,0	31580,2	0,172
2005	21659,0	19374,0	2116,0	35169,0	-0,091
2006	26137,0	22191,0	2788,0	32143,6	0,207
2007	31137,0	25785,0	6538,0	28237,2	0,191
2008	29902,0	27416,0	2895,0	31754,7	-0,040
2009	22806,0	19341,0	2237,0	29996,0	-0,237

Fonte: Elaborado a partir de ABIQUIM, 2001 a 2010.

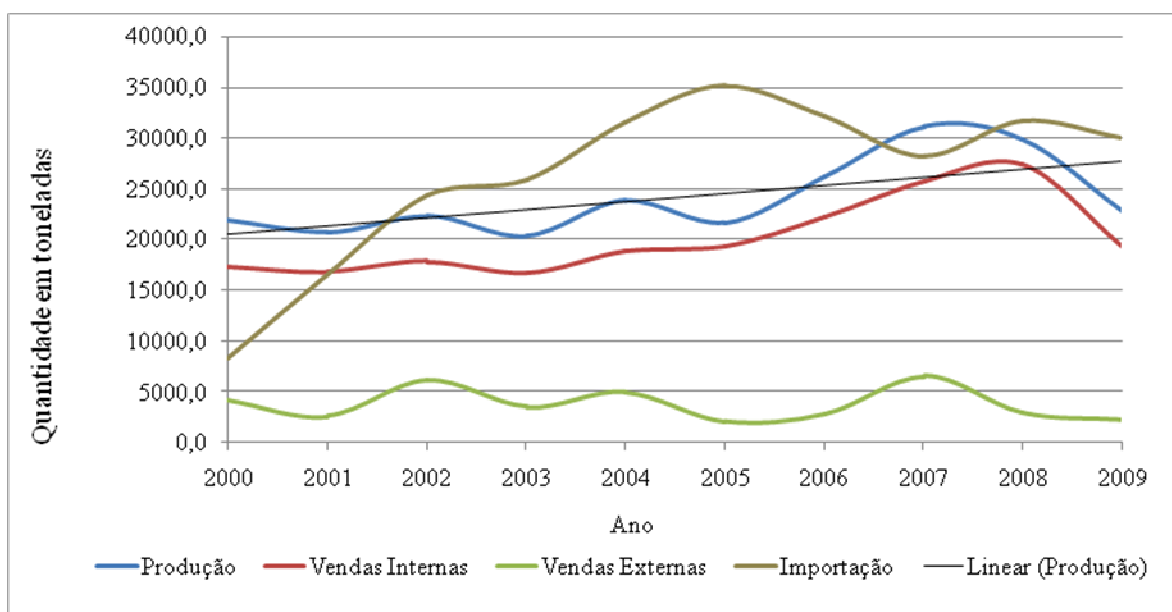


Figura 7- Evolução da quantidade de n-butanol produzida no Brasil

Fonte: Elaborado a partir de ABIQUIM, 2001 a 2010.

Observando os dados de fabricação e comercialização do n-butanol nos últimos dez anos, pode-se reparar certa estagnação na produção que se mantém oscilatória entre o período de 1999 até 2004 quando sobe 0,172%, e em seguida cai 0,091% em 2005,

vindo a crescer de forma substancial em 0,206% e 0,192% nos dois anos que se seguem e voltando a cair, mas de forma moderada em 2008, em -0,040%.

As variações do gráfico da produção foram acompanhadas pelo das vendas externas, mas possuíram um volume bem menor. As variações das vendas internas não oscilou muito entre os anos de 2000 a 2005, mas a partir desse período, a quantidade comercializada internamente obteve um crescimento significativo até o ano de 2008, quando caiu bruscamente devido ao início da crise econômica mundial.

Diferente do que observado para o eteno e acetato de etila, após o ano de 2001 o montante importado tornou-se bastante relevante, superando a produção interna. Estes dados apontam uma deficiência de suprimento de n-butanol para o mercado interno, além de representar um segmento em potencial.

II.3. Destino das vendas internas

II.3.1. Eteno

Tabela II.7.: Destino aproximado das vendas internas de eteno no Brasil (%)

Ano	Plásticos	Intermediário Químico	Borrachas
2000	89,3	10,7	0
2001	90,1	9,9	0
2002	88,9	11,1	0
2003	88,7	9,8	1,5
2004	96,7	2,7	0,6
2005	87,9	11,8	0,3
2006	87,4	12,1	0,5
2007	51,7	47,7	0,6
2008	66,0	32,4	1,6
2009	59,0	38,0	3,0

Fonte: Elaborado a partir de ABIQUIM, 2001 a 2010.

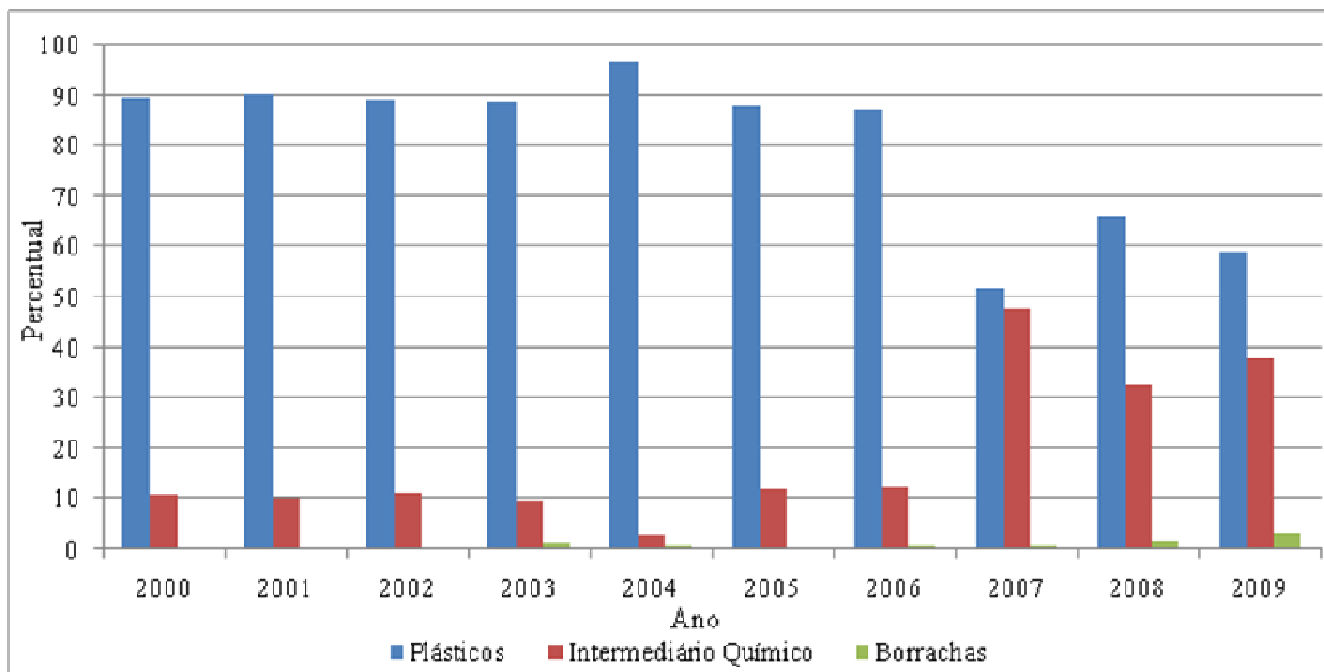


Figura 8- Evolução da aplicação de eteno produzido no Brasil

Fonte: Elaborado a partir de ABIQUIM, 2001 a 2010.

As principais aplicações do etileno vendido no Brasil nos anos analisados foram destinadas à fabricação de compostos poliméricos (plásticos e borrachas), com destaque maior para os plásticos, que obtiveram quantidades bem mais significativas do que as das borrachas, com percentual máximo de 3,0%.

O emprego de etileno como intermediário em processos químicos manteve uma parcela praticamente constante nos primeiros anos (com aproximadamente 10%), exceto em 2004 com apenas 2,7%, ano em que o preço do barril de petróleo subiu consideravelmente. Nos últimos três anos porém, esse cenário passou por mudanças, e por isso esta parcela teve um grande crescimento, demonstrando assim que este tipo de aplicação é uma possível tendência para os próximos anos.

II.3.2. Acetato de Etila

Tabela II.8.: Destino aproximado das vendas internas de acetato de etila no Brasil (%)

Ano	Tintas e Vernizes	Colas e Adesivos	Solventes	Revenda
2000	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2001	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2002	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2003	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2004	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2005	45,3	6,3	39,8	8,6
2006	39,2	5,2	43,6	12,0
2007	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2008	76,2	14,9	8,9	0
2009	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

N.D. – Não disponível

Fonte: Elaborado a partir de ABIQUIM, 2001 a 2010.

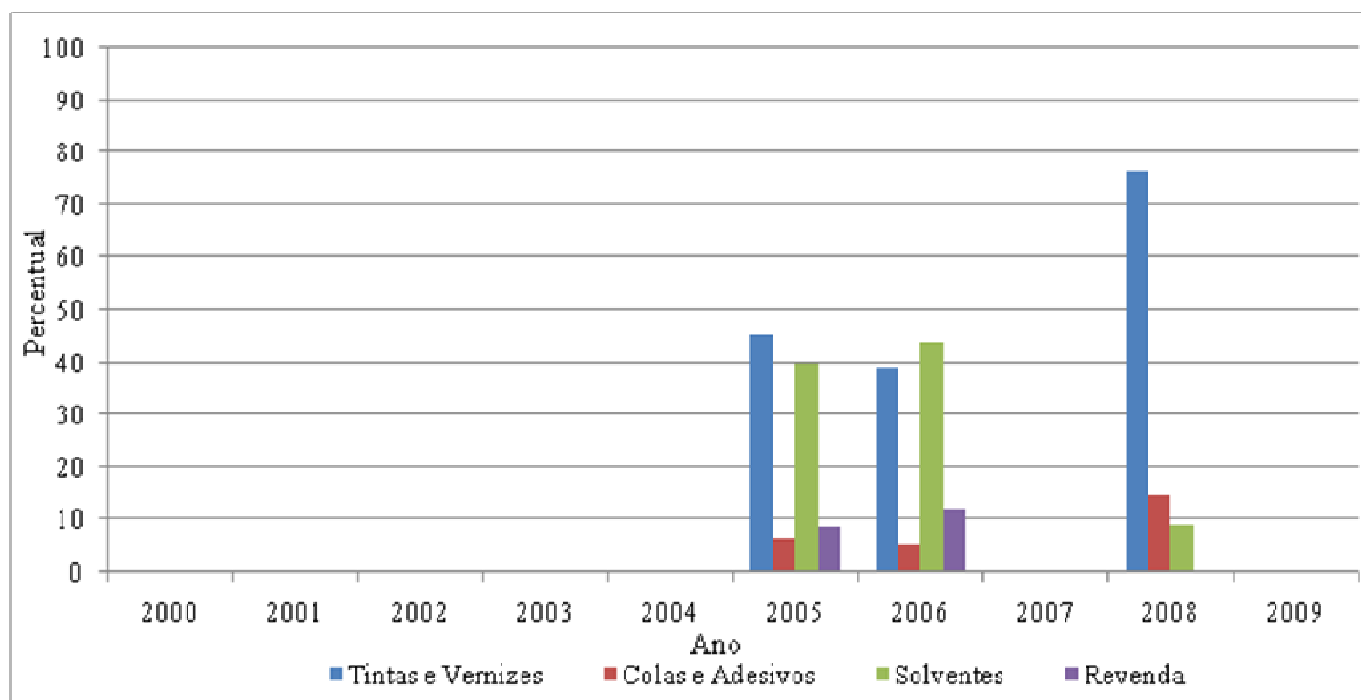


Figura 9- Evolução da aplicação de acetato de etila produzido no Brasil

Fonte: Elaborado a partir de ABIQUIM, 2001 a 2010.

Ao avaliar estes dados, nota-se que a maior parte da aplicação do acetato de etila no ano de 2005 era nas indústrias de tintas e vernizes com 45,3% das vendas, 39,8% foi

utilizado como solvente e 8,6% revendido, os 6,3% restante foi destinado à fabricação de colas e adesivos.

Em 2006, o destino do acetato produzido no país não variou muito em relação ao período anterior, a diferença mais notável foi a inversão das principais aplicações, em que a utilização como solvente superou o montante destinado à produção de tintas e vernizes.

No ano de 2008, cabe destacar a predominância do uso em tintas e solventes com 76,2% das aplicações e a queda muito brusca do emprego deste produto como solvente. Observa-se ainda, que não foi registrado vendas, enquanto o percentual destinado para colas e adesivos obteve crescimento aproximado de 185% em relação ao ano de 2006.

II.3.3. N-Butanol

Tabela II.9.: Destino aproximado das vendas internas de n-butanol no Brasil (%)

Ano	Plastificantes	Defensivos Agrícolas	Solventes	Aditivos para Lubrificantes	Outros
1999	10,6	4,6	23,7	0	61,1
2000	9,6	2,9	28,2	0	59,3
2001	8,3	1,2	24	0	66,5
2002	7,7	0,1	15,3	0	76,9
2003	9	75	16	0	0,6
2004	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2005	8	0	52	0	40
2006	7,7	40	0	0	52,3
2007	4	0	38	0	58
2009	71	0	29	0	0

N.D. – Não disponível

Fonte: Elaborado a partir de ABIQUIM, 2001 a 2010.

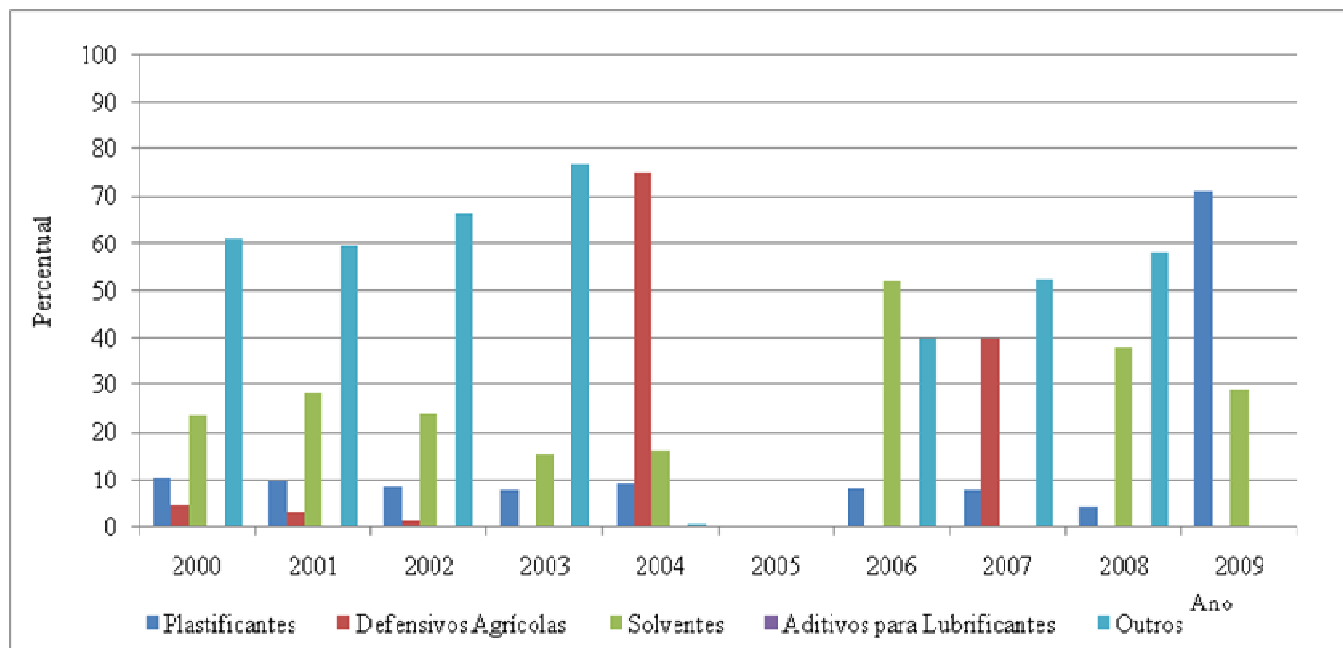


Figura 10- Evolução da aplicação de n-butanol produzido no Brasil

Fonte: Elaborado a partir de ABIQUIM, 2001 a 2010.

Analisando-se o destino das vendas internas, pode-se observar que os destinos das vendas entre o ano de 2009 e o resto dos anos é bem distinto. Em 2009, 71% da produção foi destinada para plastificantes, enquanto nos anos seguintes esta parcela se manteve inferior a 11%.

A categoria contemplada como “Outros” é muito vaga e não permite uma análise mais precisa acerca do destino das vendas, pois a partir de 2000 ela se mantém acima de 50% chegando a 76,9% em 2003, isto mostra que, na realidade, o destino das vendas internas não está claro nas fontes da ABIQUIM para este produto. Porém, é sabido que além dessas categorias discriminadas, este produto é utilizado nas indústrias de tintas e vernizes, como intermediário químico para fabricação de detergentes, ésteres e antibióticos.

II.4. Projetos de Investimento

A possibilidade do uso do etanol como matéria-prima tem atraído a atenção de muitas empresas no Brasil. Como exemplo, pode-se citar o projeto desenvolvido pela Dow Química – produção de polietileno a partir do etanol, o chamado “polietileno verde”. Anunciado desde 2007, o projeto foi fechado neste ano em parceria com a empresa japonesa Mitsui & Co. Ltd., com investimento estimado em de US\$ 1,5 bilhão, a planta ficará localizada na cidade de Santa Vitória em Minas Gerais e envolverá todas

as etapas da cadeia produtiva, desde o plantio da cana-de-açúcar até a obtenção do polímero. (CGEE, 2010)

Outras grandes empresas também estão envolvidas na produção de eteno e polietileno a partir do etanol. A Braskem, petroquímica brasileira líder no mercado de resinas termoplásticas na América Latina, inaugurou em 2010 a maior fábrica de eteno derivado de etanol do mundo em Triunfo, Rio Grande do Sul. (CGEE, 2010)

Depois de investir mais de R\$ 500 milhões na unidade que possui capacidade instalada de 200 mil toneladas por ano, a fábrica de eteno verde da Braskem já iniciou as atividades com 75% da produção destinada a 20 clientes – entre eles, empresas como Tetra Pak, Toyota, Johnson & Johnson e Procter & Gamble. Em 2010, o presidente da empresa afirmou que a demanda já era muito maior do que a oferta e a Braskem já analisava a possibilidade de fazer uma nova investida na fabricação de plástico verde. (LACERDA, 2010)

A empresa química Solvay, da Bélgica, também se interessou e irá investir US\$ 500 milhões até 2012 na implantação de uma unidade de produção de eteno a partir de etanol de cana de açúcar, permitindo um aumento da produção de policloreto de vinila (PVC) no país. No ano passado, o gerente de comunicação e marketing da Solvay afirmou que o início da operação da planta do PVC verde está prevista para 2012. (LACERDA, 2010)

A Rhodia, maior consumidora de álcool químico do Brasil, fechou um contrato para construir uma planta de acetato de etila com a petroquímica *Sipchem* (Companhia Petroquímica Saudita Internacional), da Arábia Saudita. Nesse acordo, a companhia saudita investirá cerca de US\$ 100 milhões para erguer a unidade com capacidade de produção de 100 mil toneladas, e a subsidiária brasileira fornecerá a tecnologia, o etanol destinado à produção do insumo e ainda comercializará o produto final. (VALOR ECONÔMICO, 2010)

Desde 2003, a segunda maior fabricante de solventes acéticos do país, Cloroetil, vem anunciando um investimento para a construção de uma nova fábrica de acetato de etila. Esta unidade utilizaria uma nova tecnologia de produção, adquirida da empresa inglesa *Davy Process Technology*, cujo o processo é cerca de 30% mais barato e realizado em uma única etapa, chegando ao produto sem passar pelas etapas intermediárias de acetaldeído e ácido acético (ATTUY, 2003). Porém esse projeto ainda

está em estudo, e provavelmente vem sendo adiado por causa das recentes crises econômicas internacionais.

III. Meio Ambiente

Neste capítulo foram analisados as questões ambientais que envolvem a produção do eteno, acetato de etila e n-butanol. Identificou-se os órgãos que controlam estas questões e analisou-se a evolução das normas da série ISO14000, que servem como um forte instrumento para as empresas produtoras se adequarem à legislação. Por fim, foi feita uma análise dos gastos e investimentos com meio ambiente das principais empresas produtoras no Brasil.

III.1. Leis Ambientais

Segundo a Constituição Federal Brasileira: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de proteger e preservá-lo para as futuras gerações. Cabe ao poder público exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade. Outra atribuição é controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente” (CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL, ARTIGO 225, TÍTULO III, CAPÍTULO IV, 1988).

Isto demonstra que a legislação possui certas exigências que demandam uma atenção de quem está interessado em iniciar uma produção em escala industrial. Medidas têm que ser tomadas, caso contrário não será possível obter a licença ambiental, sem a qual não se pode produzir.

Um exemplo dessas medidas foi observado quando a Dow e a Crystalsev deram a notícia em 2007 de que iriam iniciar a construção de um pólo alcoolquímico integrado de escala industrial e que estavam alinhados com as leis ambientais, que prevêm cultivo da cana de açúcar predominantemente mecanizado (dispensa a queima de resíduos, comum no corte manual). Foi dito também que todos os resíduos gerados na produção seriam reutilizados. (FAIRBANKS et alli, 2007)

O bagaço de cana pode ser reaproveitado como fonte energética para operação do próprio complexo, além de ser possível a comercialização de 25% a 35% de energia excedente. A vinhaça, subproduto da fermentação, retorna ao ciclo produtivo como

fertilizante no cultivo da própria cana de açúcar. O dióxido de carbono (CO₂) gerado no processo se incorpora à cadeia molecular do polietileno e é retirado do ar pela fotossíntese da cana de açúcar. Calcula-se que anualmente 700 mil toneladas de CO₂ serão convertidas em plástico. A água liberada no processo de transformação do etanol em eteno será utilizada na geração de vapor para o sistema de produção. (FAIRBANKS et alli, 2007)

Estas medidas são tomadas visando não infringir a legislação ambiental, que classifica como crime contra o meio ambiente ações que causam poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora. (LEI DE CRIMES AMBIENTAIS, 1998)

Para zelar pelo meio ambiente, foi criado o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA). Este sistema foi instituído em 31 de agosto de 1981 pela Lei 6.938 e regulamentado em 06 de junho de 1990 pelo Decreto 99.274. É constituído pelos órgãos e entidades da União, dos Estados, incluindo o Distrito Federal, dos Municípios e pelas Fundações instituídas pelo Poder Público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental.(MMA,2011)



Figura 11- Organograma do SISNAMA

Fonte: Elaborado a partir de RIBEIRO, M. et alli, 2011.

III.2. Entidades Ambientais

- Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA:

O Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA é o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA. Foi instituído por lei

em 1981 e dispõe sobre a política nacional do meio ambiente. É um colegiado representativo de cinco setores: órgãos federais, estaduais e municipais, setor empresarial e sociedade civil.

Uma de suas competências é estabelecer, mediante proposta do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, além dos demais órgãos integrantes do SISNAMA e de Conselheiros do CONAMA, normas e critérios para o licenciamento de atividades efetivas ou potencialmente poluidoras, a ser concedido pela União, pelos Estados, pelo Distrito Federal e Municípios e supervisionado pelo referido Instituto.

- Ministério do Meio Ambiente – MMA:

O Ministério do Meio Ambiente é um Órgão Central e tem como funções formular, planejar, coordenar, supervisionar e controlar a política nacional e as diretrizes governamentais para o meio ambiente.

- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA:

O IBAMA é um órgão Executor e como o próprio nome já sugere, tem com função executar e fazer executar as políticas e diretrizes governamentais definidas para o meio ambiente.

- Entidades Estaduais:

São órgãos Seccionais, órgãos ou entidades da Administração Pública Federal direta ou indireta, têm como funções a proteção da qualidade ambiental e/ou a de disciplinamento do uso dos recursos ambientais. Exemplos destes órgãos são a Superintendência de Administração do Meio Ambiente do Estado da Paraíba (SUDEMA-PB) e o Instituto Estadual do Ambiente (Inea-RJ).

- Entidades Municipais:

Órgãos Locais, órgãos ou entidades municipais, responsáveis pelo controle e fiscalização dessas atividades, nas suas respectivas jurisdições, como exemplo pode-se citar a Secretaria Municipal de Meio Ambiente.

Outros temas como segurança no trabalho, garantia da qualidade e saídas para contornar a situação dos problemas ambientais foram direcionadas para a definição de Normas de Gestão Ambiental, permitindo às organizações desenvolver e implementar uma política e objetivos que levem em conta não só os requisitos legais, mas também

outros de interesse da própria organização. Esta ferramenta é de extrema acurácia e minimiza perdas econômicas ligadas ao fator ambiental.

III.3. Norma Ambiental

Atualmente é muito valorizada a preocupação com o atingimento e demonstração de um desempenho ambiental correto. Análises e auditorias vêm sendo realizadas por organizações para garantir que seu desempenho atenda e continue a atender aos requisitos legais e às suas políticas. Entretanto, para garantir que sejam eficazes esses procedimentos, devem ser realizados dentro de um sistema de gestão estruturado que esteja integrado na organização. A Norma Brasileira ABNT NBR ISO 14001:2004 permite um alto nível de conhecimento e gerenciamento dos parâmetros ambientais, que estão cada vez mais exigentes nos contextos da legislação e econômico. (ABNT, 2004)

Os primeiros passos para o processo de elaboração das normas ambientais ocorreram em junho de 1992 na Conferência das Nações sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD – Rio 92) no Rio de Janeiro. Durante o evento foi proposta a criação, junto à ISO, de um grupo para estudar a elaboração de normas de Gestão Ambiental, que propôs a criação de um comitê específico independente na ISO para tratar as questões de Gestão Ambiental

Em 1993 foi estabelecido pela ISO o Comitê Técnico 207 – Gestão Ambiental (TC207), e logo em 1994 a ABNT – Agência Brasileira de Normas Técnicas, criou o Grupo de Apoio a Normalização Ambiental (GANNA) cujo objetivo é acompanhar e analisar os trabalhos desenvolvidos pelo TC 207 da ISO, além de analisar o impacto das normas ambientais nas organizações brasileiras.

O GANNA realizou um trabalho com participação efetiva no TC 207 da ISO, isto foi fundamental para que a série ISO 14000 levasse em conta interesses nacionais e não apenas focasse os interesses de nações desenvolvidas.

Ao fim da primeira rodada de trabalhos do ISO/TC207, o GANNA encerrou seus trabalhos e a ABNT criou o Comitê Brasileiro de Gestão Ambiental – CB38, para discutir as normas da série ISO 14000 a nível internacional e para elaborar as normas ambientais brasileiras correspondentes.

O TC207 criou a série nomeada de ISO 14000, refere-se a vários aspectos como, sistemas de gestão ambiental, auditorias ambientais, rotulagem ambiental, avaliação de

desempenho ambiental, avaliação de ciclo de vida, terminologia, projeto para o ambiente e comunicação ambiental. (ABNT, 2004)

III.4. Série ISO 14001

Nesta Norma, aspectos ambientais são definidos como uma denominação dada ao elemento das atividades, produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente. A série trata como organização toda empresa, firma, empreendimento, autoridade, instituição, ou parte de uma combinação desses, incorporada ou não, pública ou privada, que tenha funções e administração próprias. E orienta estas organizações a desenvolver uma Política Ambiental baseadas em um escopo de seu sistema de gestão ambiental, que:

- Seja apropriada à natureza, escala e impactos ambientais de suas atividades, produtos e serviços;
- Inclua um comprometimento com a melhoria contínua e com a prevenção a poluição;
- Inclua um comprometimento em atender aos requisitos legais aplicáveis e outros requisitos subscritos pela organização que se relacionem a seus aspectos ambientais;
- Forneça uma estrutura para o estabelecimento e análise dos objetivos e metas ambientais;
- Seja documentada, implementada, mantida, e comunicada a todos que trabalhem na organização ou que atuem em seu nome;
- Esteja disponível para o público.

A organização deve definir os objetivos, metas e programas, para implementar e operar seu Sistema de Gestão Ambiental. A implementação bem sucedida requer o comprometimento de todos os empregados da organização, ou que atuem em seu nome, e para isto deve-se disponibilizar recursos, distribuir funções, responsabilidades e autoridades.(ABNT, 2004).

A Norma destaca também a importância de se disponibilizar treinamentos e programas de conscientização das pessoas para que tenham competência para realizar suas tarefas com plena consciência da política ambiental. Aborda o tema comunicação, que trata de assegurar que a organização mantenha um diálogo interno, para assegurar a

eficaz implementação do sistema de gestão, e externo, para levar em consideração o ponto de vista e as necessidades das partes interessadas. (ABNT, 2004).

Documentação, controle de documentos, controle operacional, preparação, resposta a emergências, monitoramentos e medições também são descritos na Norma de forma a reduzir impactos e minimizar desperdícios de matéria prima e energia. Estes quesitos serão avaliados pelos auditores que poderão verificar não-conformidades, em casos mais graves de desvio da política ambiental, ações corretivas ou ações preventivas. Tudo dever ser analisado pela administração periodicamente, cobrindo o escopo do sistema de gestão ambiental. (ABNT, 2004).

III.5. Acompanhamento de Investimentos Ambientais

III.5.1. Eteno

A Braskem possui em suas unidades de produção de eteno da Bahia e do Rio Grande do Sul os seguintes certificados: ISO 9001/08, OHSAS 18001/07, ISO 14001/04. Os dois primeiros não serão tratados neste trabalho, pois se referem ao Sistema de Gestão da Qualidade e ao Sistema de Gestão voltado para segurança e saúde ocupacional. (BRASKEM S.A., 2009)

Como mostra a figura 12, a Braskem S.A. alcançou gastos de R\$40,1 milhões em 2002, R\$51,7 milhões em 2003, R\$58,1 milhões em 2004, R\$71,7 milhões em 2005, R\$73,8 milhões em 2006, R\$92,7 milhões em 2007 e R\$98,9 milhões em 2008 em atendimento ao contínuo controle e monitoramento ambiental. Isto demonstra a preocupação da organização em investir continuamente em meio ambiente. (BRASKEM S.A., 2009)

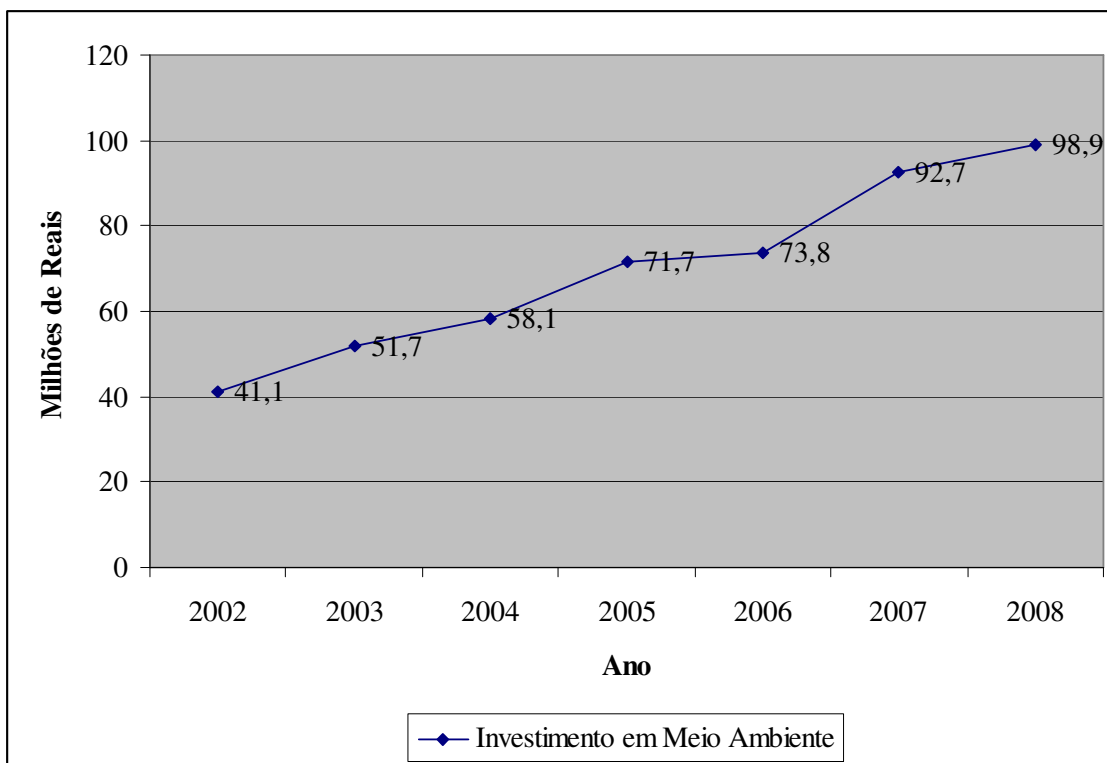


Figura 12- Acompanhamento de Investimento em Meio Ambiente pela BRASKEM S.A.

Fonte: Elaborado a partir de BRASKEM S.A.,2009.

Ao adquirir o selo de qualidade ISO 14000/04, a Braskem S.A. garante a melhoria contínua nos aspectos relativos ao meio ambiente e cumprimento das normas ambientais, além de abrir as portas para novos mercados que estão dispostos a pagar cifras mais elevadas por produtos certificados. Além da conquista de mercados antes inacessíveis, a companhia aumenta sua capacidade de gerenciar riscos e diminuir acidentes ambientais significativos, diminuindo assim, gastos judiciais e pagamento de multas estreitando, também, os laços com as comunidades em que operam.

III.5.2. Acetato de Etila

Em seu relatório anual a Rhodia indica seus gastos de investimento em meio ambiente e gastos com operações relacionadas ao meio ambiente, que foram acompanhados ao longo dos últimos anos:

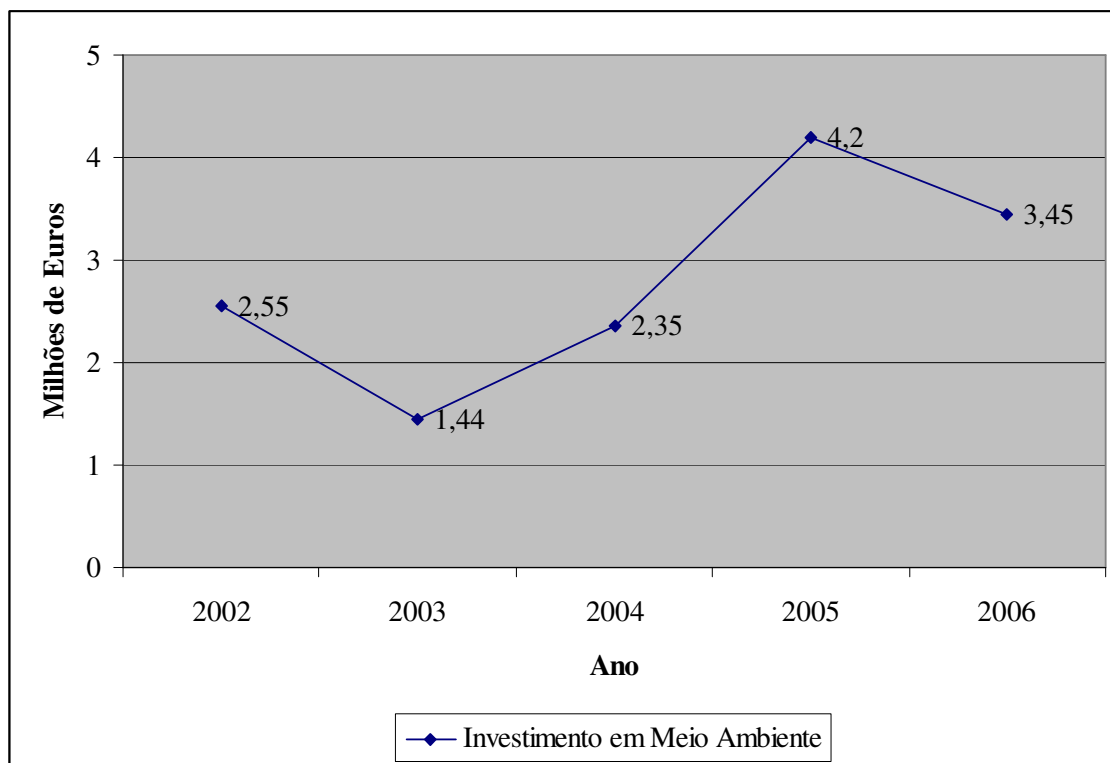


Figura 13- Acompanhamento de Investimento em Meio Ambiente

Fonte: Elaborado a partir de GRUPO RHODIA.

A Rhodia é uma empresa multinacional que investe em meio ambiente. O investimento descrito na figura 13 representa o montante investido apenas na América Latina, sem diferenciar entre Brasil e demais países. Corresponde, em média, entre 6% e 10% do seu gasto anual com investimentos em meio ambiente. (GRUPO RHODIA, 2007)

Pode-se observar a grande diferença dos investimentos que existe entre a Braskem S.A. e a Rhodia no Brasil que fica em 41,1 milhões de reais investidos pela Braskem S.A. em 2002 e 2,55 milhões de euros investidos pela Rhodia no mesmo ano. Em 2006, a Rhodia atingiu 3,45 milhões de euros investidos enquanto que a Braskem S.A. investiu 73,8 milhões de reais.

III.5.3. N-Butanol

A Elekeiroz S.A., única fabricante de n-butanol relacionada no anuário da ABIQUIM atuante no Brasil, participa do programa da Atuação Responsável. O programa tem por objetivo promover o aperfeiçoamento da gestão das indústrias químicas brasileiras e da cadeia de valor visando sustentabilidade ambiental, econômica e social dos processos e produtos, bem como contribuir para permanente melhoria da

qualidade de vida da sociedade, criando uma relação de confiança através de mecanismos de verificação das ações do Programa. (ABIQUIM, 2009)

O programa Atuação Responsável teve seu início em 1985 no Canadá e está atualmente com mais de cinquenta associados. É reconhecido por órgãos internacionais como ONU (Organização das Nações Unidas) e UNEP (*United Nations Environment Programme*) além de ser considerado como uma assinatura de ética por partes das indústrias participantes. (ABIQUIM, 2009)

Este programa define comprometerimentos por parte das indústrias como aumento de segurança, saúde, performance ambiental de produtos e processos, contribuição para desenvolvimento sustentável e programas de responsabilidade corporativa. Para isto ele fornece à empresa uma plataforma de gestão. (ABIQUIM, 2009)

Através de sua implementação, as indústrias conseguem melhorar sua performance e seus processos, reduzir riscos e melhorar sua reputação. É uma importante ferramenta para adquirir licenças, além de facilitar negociações, especialmente com governos, e possuir acordos com agências reguladoras em diversos países inclusive nações emergentes. (ABIQUIM, 2009)

Foi possível observar que esta empresa não possui o certificado da Norma ISO 14.001/04 isto se reflete em seus dados de exportação. De acordo com os anuários da ABIQUIM a Elekeiroz S.A. exportou em 2008 2.885 toneladas de uma produção de 29.902 toneladas. Isto representa menos de 10% de venda da sua produção para o mercado externo que possui, em muitos casos, exigências ambientais para compra de insumos da indústria química, ou a política da empresa está relacionada ao suprimento de um mercado interno fortemente demandante. (ABIQUIM, 2009)

O fato de ser uma das poucas empresas atuantes na produção de n-butanol no Brasil torna a Elekeiroz S.A. menos propensa a adquirir o certificado ISO 14.001/04. No entanto ela patrocina projetos voltados para o meio ambiente, e possui em sua planta de produção de n-butanol, o certificado de Sistema de Gestão da Qualidade ISO 9.001:2008. (ABIQUIM, 2009).

Através de seu Relatório Anual de Sustentabilidade 2008, a Elekeiroz S.A. revela que gastou e investiu em programas de proteção ambiental um total de R\$525.200,00 em 2008 e R\$2.475.000,00 em 2007. Ao comparar estes valores aos investimentos da Braskem S.A. que chegam a R\$98.900.000 observa-se uma grande diferença que pode ser justificada pela dimensão da produção da Braskem S.A. que é muito maior que a da Elekeiroz S.A..(ELEKEIROZ S.A., 2009).

IV. Análise de Patentes e Artigos Científicos

IV.1. Metodologia

Visando analisar o grau de domínio dos processos de síntese, mapear os países onde mais investem em pesquisas no setor e observar uma possível tendência do comércio destas commodities, realizou-se buscas de documentos de patentes e artigos científicos relacionados aos produtos selecionados neste trabalho. Com estes dados também é possível saber como decorre o processo de aprimoramento das tecnologias, como são aplicadas, os países e empresas que investem em pesquisa e desenvolvimento e o interesse mundial no assunto.

Para a busca de patentes, foram utilizadas as bases Espacenet, www.epo.org, (base do Escritório Europeu de Patentes), INPI-BR, www.inpi.gov.br, (Instituto Nacional de Propriedade Industrial), USPTO, www.uspto.gov, (*United States Patent and Trademark Organization* – Escritório Norte-Americano de Marcas e Patentes).

A Espacenet é um serviço da Organização Europeia de Patentes (EPO), em colaboração com a Organização Mundial da Propriedade Intelectual e da Comissão Europeia que disponibiliza via Web, a maior fonte de informação de patentes a nível mundial, contando com mais de setenta milhões de documentos. A USPTO, disponibiliza as categorias “patentes já depositadas” e “patentes com solicitação em análise”, com documentos de patentes completos depositados no referido escritório. Além de permitir livre acesso, estas bases possuem opção de busca avançada fácil de se trabalhar.

Para os artigos científicos, foi utilizada a base de dados Scopus, www.scopus.com, escolhida por ser um dos maiores bancos de dados, incluindo referências, resumos de periódicos, livros e relatórios técnicos com citações da literatura de qualidade. Possui também ferramentas inteligentes que auxiliam na busca e na análise da pesquisa. Para utilizar esta base é necessária uma licença paga. Por este motivo, toda a pesquisa foi realizada na Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Com o objetivo de selecionar todos os documentos referentes à rota verde dos últimos anos, procurou-se os nomes dos produtos associados a outras palavras-chave como: etanol, álcool, verde e cana de açúcar. Como nem todos os documentos referentes ao assunto apresentam estes termos no título, foram procurados também nos resumos

dos documentos. No caso de documentos de patentes coincidentes, foi selecionada a mais recente.

Existem diversos métodos de prospecção tecnológica. A análise dos documentos de patentes e de artigos científicos realizada neste trabalho é baseada no modelo desenvolvido pelo IAD (Instituto Alemão de Desenvolvimento), aplicado a análises econômicas, entende-se a competitividade de forma sistêmica, considerando que a economia tem como base um suporte pluridimensional e multinível. O modelo considera quatro níveis de fatores que afetam a competitividade, descritos como: Nível meta; nível macro; nível meso e nível micro. Nesse trabalho serão utilizadas apenas as análises macro, meso e micro. (PASSOS, 2010)

Na análise Macro, considera-se o cenário geral, classificam-se as patentes por ano, país e o tipo de depositante. O contexto das reivindicações das patentes, que definem o objeto da proteção requerida, as empresas, universidades e institutos de pesquisas serão apresentados na análise Meso. No nível Micro é realizada uma análise minuciosa das reivindicações e a principal inovação do documento de patente é apontada.

IV.2. Análise de Patentes

IV.2.1. Eteno

IV.2.1.1. Monitoramento de patentes no portal INPI

A primeira busca foi feita através da opção de pesquisa avançada na base de documentos de patentes do portal INPI. Foram realizadas diversas tentativas com diferentes palavras-chave no resumo. Introduziu-se também, o período de 01/01/2008 a 31/12/2010 no campo da data de depósito e os resultados destas pesquisas são mostrados abaixo:

Tabela IV.1.: Estratégia de busca de patentes para o eteno no portal INPI

Busca	Número de Patentes
etileno and alcool	4
eteno and alcool	0
etileno and etanol	1
eteno and etanol	1
etileno and verde	0
eteno and verde	0

etileno and cana	0
eteno and cana	0
Total	5

Fonte: Elaborado a partir de INPI, 2011.

Além do reduzido resultado, ao analisar-se cada um, foi observado que nenhuma destas patentes poderiam ser aproveitadas, pois não estavam relacionadas ao produto de interesse, por isso, foi necessário investigar em outras fontes.

IV.2.1.2. Monitoramento de patentes na base USPTO

Seguindo a mesma linha de consulta utilizada no portal INPI, uma primeira busca nesse portal foi realizada na opção de pesquisa avançada das patentes concedidas desde 1976, varrendo os documentos que possuam os termos “*ethene*” ou “*ethylene*” acompanhado por pelo menos uma das palavras “*ethanol*”, “*alcohol*”, “*green*” ou “*sugarcane*” nos resumos de descrição dos depósitos.

Tabela IV.2.: Estratégia de busca de patentes para o eteno na base USPTO

Query	Número de Patentes
<i>(ISD/20080101->2011231 AND ABST/((ethylene OR ethene) AND (green OR sugarcane)))</i>	89
<i>(ISD/20080101->2011231 AND ABST/((ethylene OR ethene) AND (ethanol OR alcohol)))</i>	2
Total	91

Fonte: Elaborado a partir de USPTO, 2011.

Estas buscas resultaram, a princípio, em um resultado significativo para se fazer estudo de tendência, com total de noventa e um documentos. Porém, ao ler o resumo dos depósitos, identificou-se que havia apenas duas patentes diretamente relacionadas ao tema, enquanto a maioria das patentes descreviam processos de polimerização ou composição de copolímeros.

Utilizou-se a mesma estratégia de busca na base de dados de depósito de pedidos de patente, “*USPTO Patent Application Full-Text and Image Database (AppFT)*” .

Tabela IV.3.: Estratégia de busca de pedidos de patente para o eteno na base USPTO

Query	Número de Patentes
<i>(APD/20080101->20100131 AND ABST/((ethylene OR ethene) AND (ethanol OR alcohol)));</i>	88
<i>(APD/20080101->20110212 AND ABST/((ethylene OR ethene) AND (green OR sugarcane)));</i>	4
Total	92

Fonte: Elaborado a partir de USPTO, 2011.

Um total de noventa e dois pedidos de patenteamento foram encontrados nessa etapa, sendo que apenas dois desse montante puderam ser aproveitados para a realização das análises macro, meso e micro.

IV.2.1.3. Monitoramento de patentes na base Espacenet

A última base de patentes usada foi o banco de dados europeu de patentes, a Espacenet, que possibilita além de busca de patentes depositadas por países europeus, uma busca de patentes em âmbito mundial. Para isso, selecionou-se a opção “*Worldwide - full collection of published patent applications from, 80+ countries*” na opção da base de dados do link “advanced search”. Quando realizada a pesquisa, havia uma limitação do sistema que não permitia fazer a seleção de um período de tempo para a busca, por isso a estratégia de busca explicitada abaixo foi utilizada.

Tabela IV.4.: Estratégia de busca de patentes para o eteno na base Espacenet

<i>Keyword(s) in title or abstract:</i>	<i>Publication date:</i>	Número de Patentes
<i>ethanol and ethylene</i>	2008	99
<i>ethene and ethanol</i>	2008	3
<i>ethanol and ethylene</i>	2009	106
<i>ethene and ethanol</i>	2009	6
<i>ethanol and ethylene</i>	2010	106
<i>ethene and ethanol</i>	2010	4
<i>alcohol and ethylene</i>	2010	352
<i>alcohol and ethylene</i>	2009	438
<i>alcohol and ethylene</i>	2008	432

<i>alcohol and ethene</i>	2008	2
<i>alcohol and ethene</i>	2009	4
<i>alcohol and ethene</i>	2010	3
<i>ethene and green</i>	2010	2
<i>ethene and green</i>	2009	0
<i>ethene and green</i>	2008	0
Total	2008 - 2010	1557

Fonte: Elaborado a partir de ESPACENET, 2011.

Esta pesquisa produziu resultados mais significativos e numerosos e desse montante foram pré-selecionados setenta e dois documentos de patentes que interessam a este trabalho.

No total, somando as patentes aproveitadas em ambas as bases, retiradas as duplicatas e as patentes irrelevantes, para o monitoramento tecnológico foram considerados cinquenta e dois documentos de patentes.

IV.2.1.4. Análise Macro

A análise do macro cenário tem por objetivo apresentar um panorama da produção de eteno no âmbito da alcoolquímica, com os países desenvolvedores, os tipos das instituições depositantes e a evolução da pesquisa no ramo durante o período considerado neste trabalho.

A análise por ano, como mostra a figura 14, destaca que o número de documentos de patentes vem sofrendo queda nesses últimos três anos. Uma possível explicação, é por 2008 ser o ano de início da crise econômica mundial, dificultando os investimentos em pesquisa e desenvolvimento nos anos seguintes.

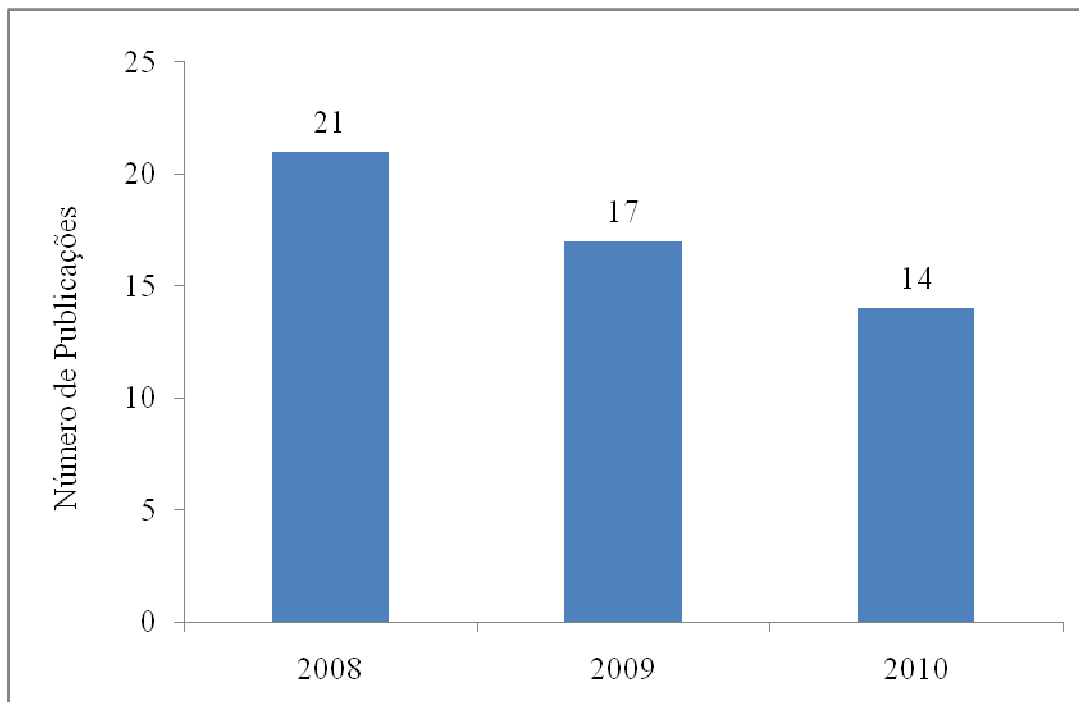


Figura 14- Distribuição de documentos de patentes por ano para o eteno

Fonte: Elaborado a partir de ESPACENET, 2011 e USPTO, 2011.

Foi realizada também uma análise de patentes por país do depositante, tendo como resultado a China como principal país, possuindo 67,3% do total das patentes pesquisadas com 35 documentos. O Japão, em segundo lugar, ficou com 11,5% e 6 patentes publicadas. Em seguida, Reino Unido, Bélgica e Estados Unidos aparecem com 7,7%, 5,8%, 3,8% respectivamente. E com apenas uma patente cada, equivalente a 1,9% do montante, Brasil e França aparecem como os países que menos fizeram pedido de depósito no período estudado.

Esses números são reflexos dos gastos de cada país com pesquisa e desenvolvimento. A China é o segundo país do mundo que mais investe neste setor, na frente do Japão e atrás apenas dos Estados Unidos, que não apresentou tantos depósitos quanto o esperado. Exceção esta, possivelmente explicada pelo fato de ter sido o lugar onde deu início a crise financeira global de 2008.

A figura 15 mostra a quantidade de patentes distribuídas por países encontradas na pesquisa.

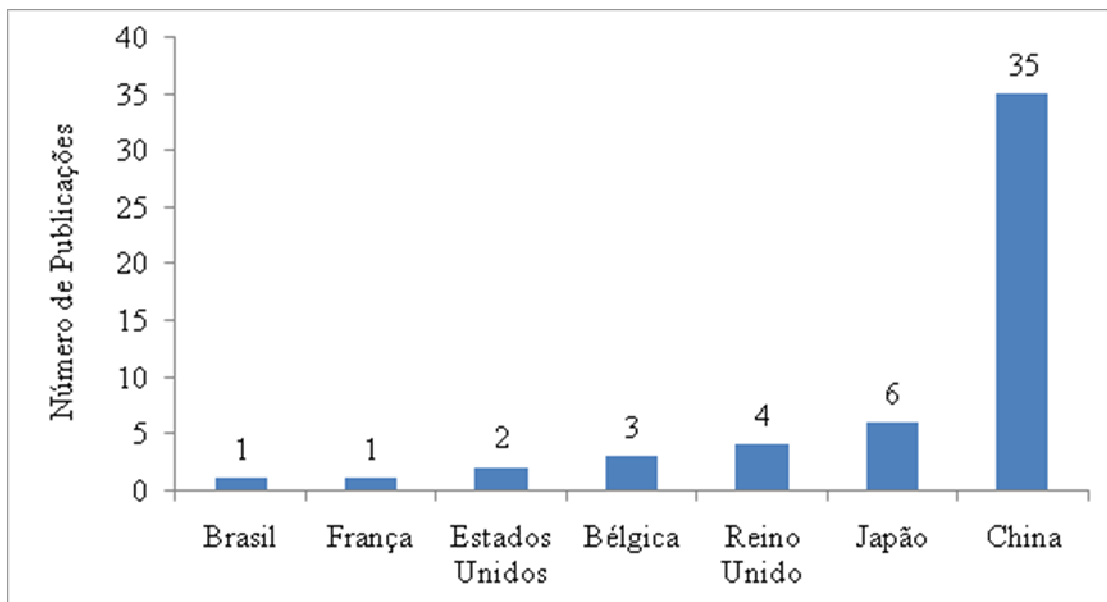


Figura 15- Distribuição de patentes concedidas por país para o eteno

Fonte: Elaborado a partir de ESPACENET, 2011 e USPTO, 2011.

O terceiro parâmetro utilizado na análise macro foi o tipo de instituição depositante de patente. A divisão foi feita entre empresas, universidades / institutos de pesquisa, pessoa física ou pela parceria entre estes.

A figura 16 apresenta esta distribuição. Nota-se que na fatia ocupada por pessoa jurídica, os representantes de empresas petroquímicas, alcoolquímicas e de produtos químicos em geral são predominantes, com 42,3% dos resultados, seguidas de perto pela parcela referente às universidades e institutos de tecnologia e pesquisas, com 40,4%. As pessoas físicas foram responsáveis por 7,7%, os depósitos realizados em nome de empresas mais pessoas físicas ou institutos de pesquisas atingiram, respectivamente a marca de 5,8% e 3,8%.

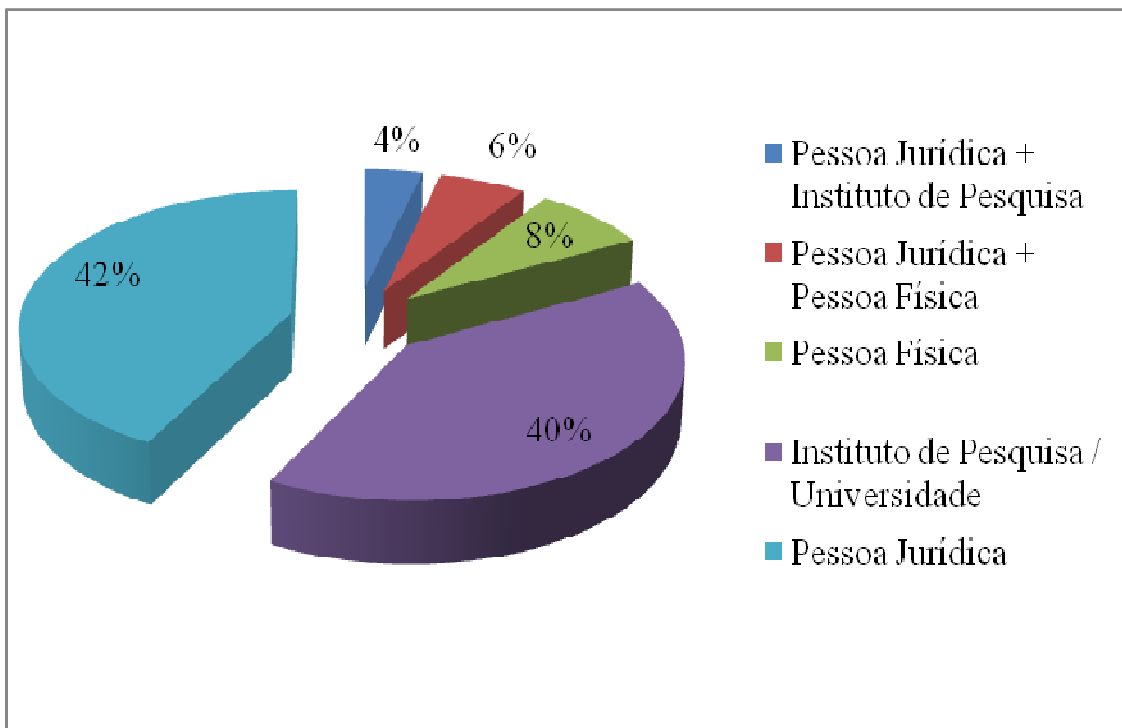


Figura 16- Distribuição de patentes concedidas por tipo de instituição para o eteno (%)

Fonte: Elaborado a partir de ESPACENET, 2011 e USPTO, 2011.

IV.2.1.5. Análise Meso

Nesta análise meso, as patentes estudadas foram classificadas nas categorias catalisador ou processo, de acordo com a reivindicação.

Catalisador, engloba os documentos que apresentam o processo de produção e/ou a composição química do catalisador, e como pode-se observar na figura 17, responde por 38,5% dos casos.

O outro grupo denominado de processo, responsável pelos 61,5% restantes, é preenchido pelos documentos de patentes que descrevem métodos e técnicas, e/ou revelam dados de processo como: pressão e temperatura de operação, composição molar da carga.

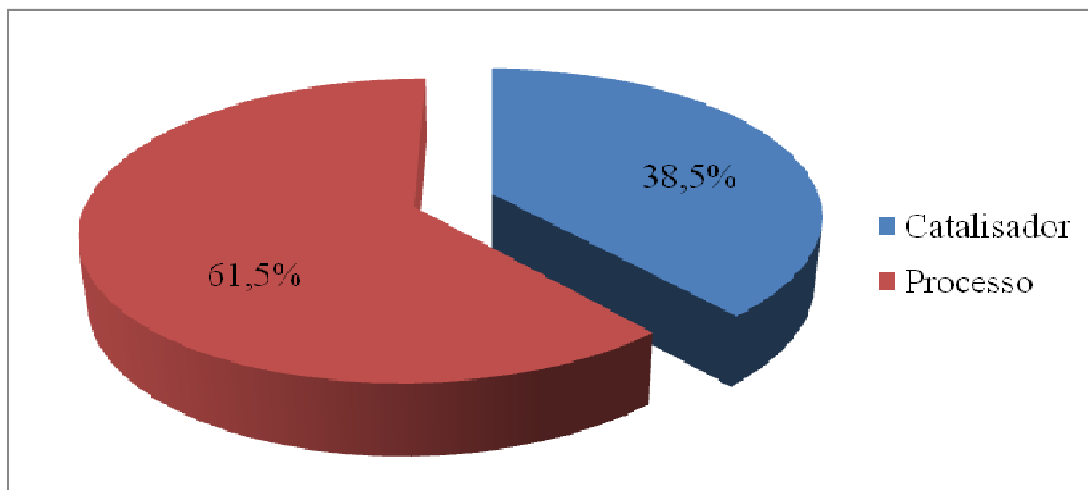


Figura 17- Distribuição de patentes concedidas por tipo de reivindicação para o eteno (%)

Fonte: Elaborado a partir de ESPACENET, 2011 e USPTO, 2011.

As duas maiores parcelas da distribuição por tipo de depositante, Instituto de Pesquisa / Universidade e Pessoa Jurídica também serão desmembrados nesse nível de análise, os pólos de pesquisas que levam o nome de empresas foram considerados na fatia de pessoa jurídica.

Interpretando os resultado da figura 18, nota-se que maior parte das publicações em nome de centros de ensino ou instituições de pesquisas e tecnologia, foram realizadas por universidades chinesas, com destaque para *Fujian University* e *Nanjing University* responsáveis por quatro depósitos cada. A exceção desse quadro é o Instituto de Tecnologia Japonês, *National Institute of Advanced Industrial & Technology*, detentor de três patentes.

Completam o gráfico, as Universidades de Hunan e Tsinghua, cada uma com dois documentos depositados. Outras instituições são aquelas com apenas 1 registro e serão listadas na tabela IV.5.

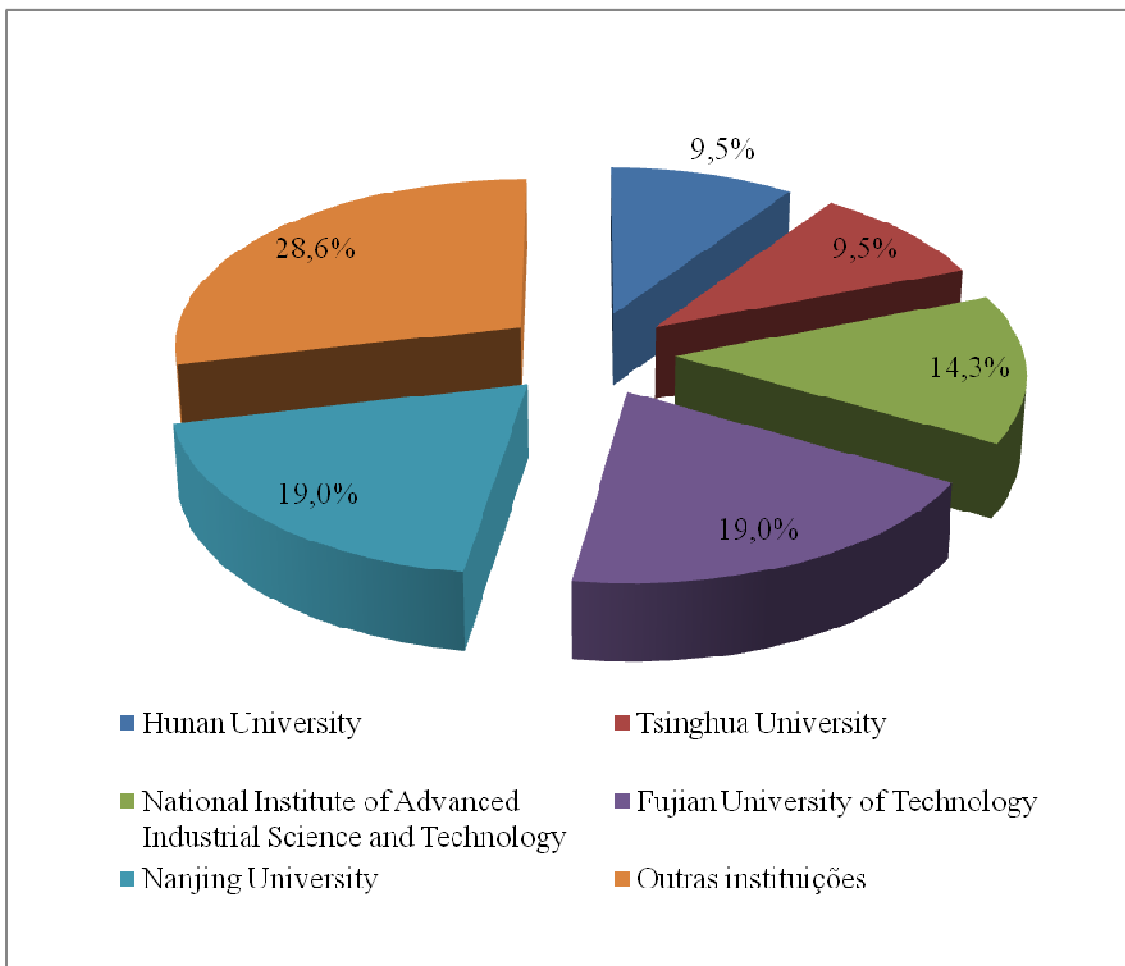


Figura 18- Distribuição de patentes concedidas por instituições depositantes para o eteno (%)

Fonte: Elaborado a partir de ESPACENET, 2011 e USPTO, 2011.

Tabela IV.5.: Instituições com apenas uma patente depositada

Guangxi Research Institute of Chemical Industry
Guangzhou Institute of Energy Conversion, Chinese Academy of Sciences
Shanghai Research Institute of Petrochemical Technology Sinopec
Institute of Chemistry the Chinese Academy of Sciences
Shanghai institute of Organic Chemistry,CAS
Dalian University

Fonte: Elaborado a partir de ESPACENET, 2011 e USPTO, 2011.

Dentre os depósitos realizados em nome de pessoa jurídica, predominaram as companhias petroquímicas e fabricantes de produtos químicos. Destaca-se a China Petrochemical Corporation com treze do total de cinquenta e dois depósitos levantados,

e que representa 48,1% das publicações feitas por empresas. Depois desta, aparecem a britânica *British Petroleum* e a *Total Petrochemicals* com 11,1% e 7,4% respectivamente.

As corporações que possuem apenas um depósito formam o grupo “outras empresas”, que serão apresentadas na forma de tabela IV.6.

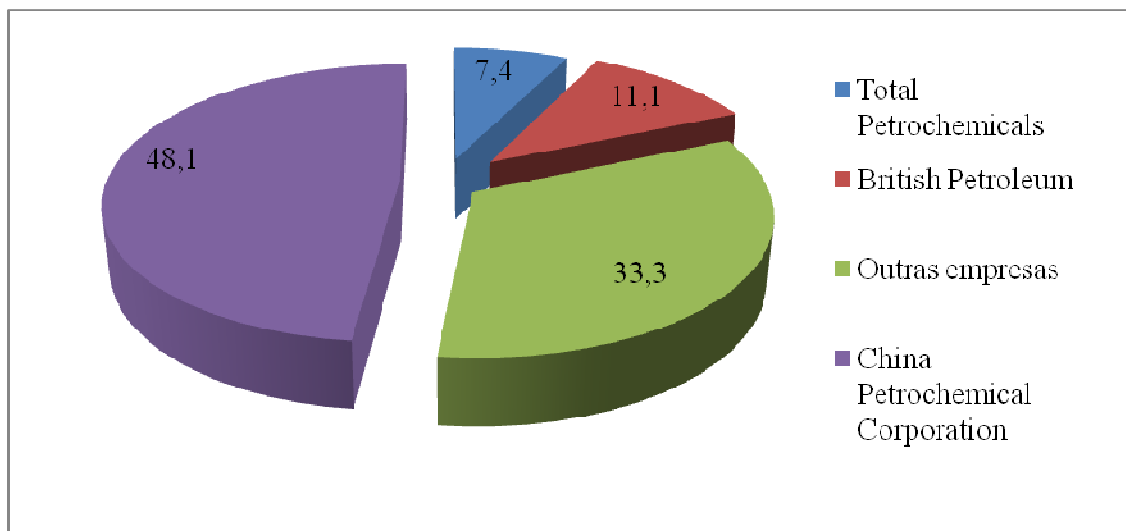


Figura 19- Distribuição de patentes concedidas por empresas depositantes para o eteno (%)

Fonte: Elaborado a partir de ESPACENET, 2011 e USPTO, 2011.

Tabela IV.6.: Empresas com apenas uma patente depositada

Exxon Mobil Corporation
Guangdong Zhongke Tianyuan New Energy Technology Corporation
Idemitsu Kosan Corporation
Jiaozuo Heyang Alcohol Industry Corporation
Mitsui Chemicals
Petrobrás
Tosoh Corporation
Arkema
Dow Global Technologies Inc

Fonte: Elaborado a partir de ESPACENET, 2011 e USPTO, 2011.

IV.2.1.6. Análise Micro

Neste nível, foi realizada um tipo de classificação mais detalhada. Considerou-se também a reinvidicação das patentes como parâmetro de estudo.

A parcela chamada de “composição do catalisador” com 15,4% total de patentes, compreende as publicações que revelam os componentes químicos do mesmo. Na “descrição do processo”, 7,7%, engloba aquelas que descrevem a matéria-prima e a sequência de equipamentos dos sistemas de produção de etileno verde. As que apresentam dados de processo, fazem parte da categoria “especificação de processo”, 9,6%. Algumas apresentam algum tipo de melhoria no processo, que promove maiores rendimentos ou economia de energia, esses casos foram abordados em “otimização de processo” (9,6%) e “otimização de energia” (7,7%). Existem duas classificações com apenas uma patente cada, que corresponde a 1,9%, são elas: “regeneração de catalisador” e “tratamento de efluentes de processo”. Há ainda, alguns grupos formados pelos documentos que se encaixam em duas ou mais destas categorias, e serão discriminados na tabela abaixo com a porcentagem correspondente.

Tabela VI.7.: Percentual das categorias mescladas (%)

Composição do catalisador/Descrição e Especificação de dados de Processo	1,9
Descrição / Especificação de dados de Processo	5,8
Especificação de dados de Processo / Composição do catalisador	9,6
Especificação de dados de Processo / Otimização de processo	1,9
Otimização de Processo / Especificação de Catalisador	3,8
Produção / Composição do catalisador	19,2
Otimização de Processo / Otimização de Energia	3,8

Fonte: Elaborado a partir de ESPACENET, 2011 e USPTO, 2011.

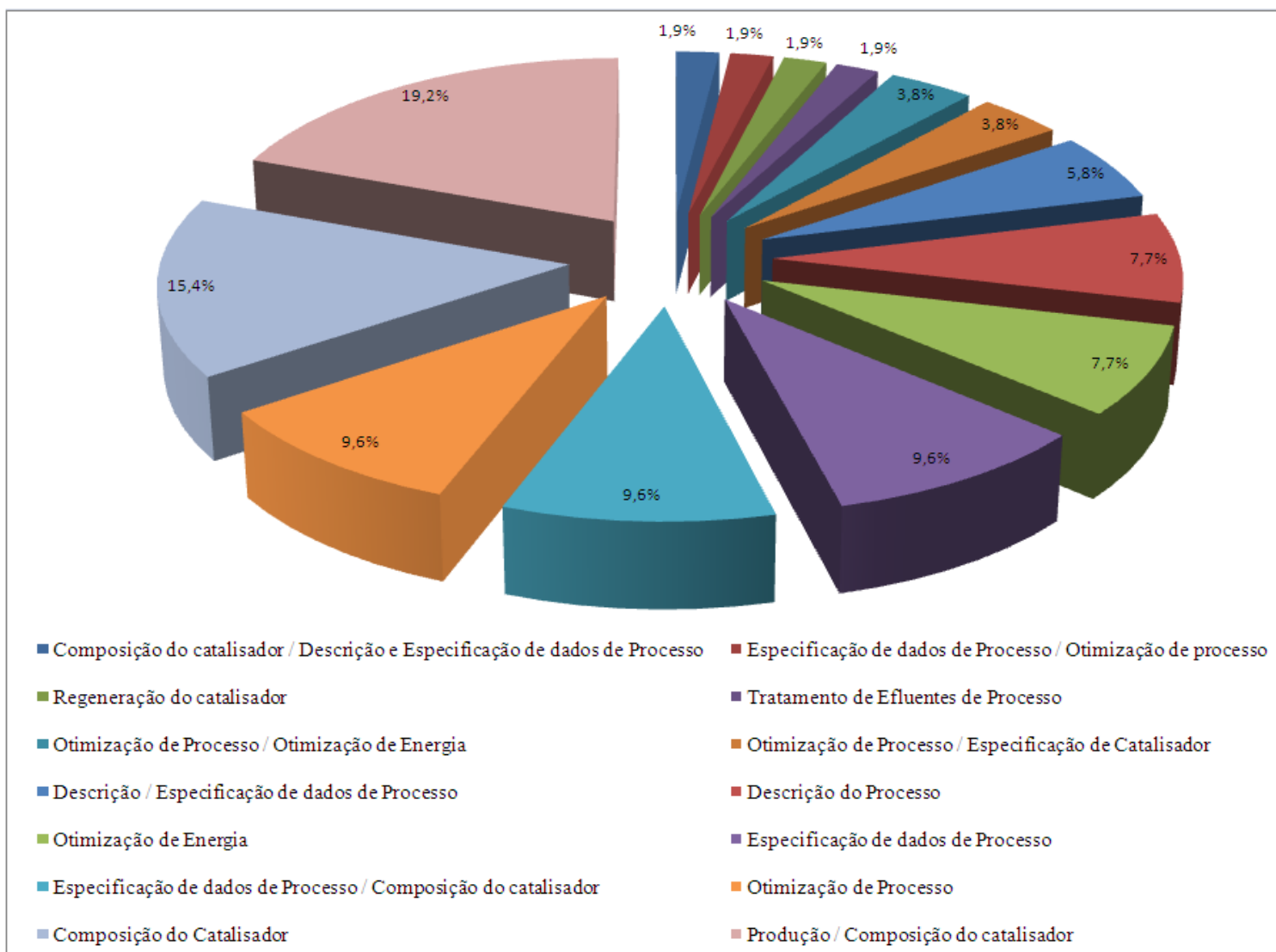


Figura 20- Distribuição de patentes concedidas por reivindicação para o eteno (%)

Fonte: Elaborado a partir de ESPACENET, 2011 e USPTO, 2011.

IV.2.2. Acetato de Etila

IV.2.2.1. Monitoramento de patentes no portal INPI

Na opção de pesquisa avançada na base de patentes do portal INPI, utilizou-se a mesma estratégia de pesquisa dos outros produtos, introduziu-se o período de 01/01/2008 a 31/12/2010 no campo da data de depósito e um conjunto de palavras-chave no resumo, os resultados das buscas são explicitados na tabela que segue:

Tabela IV.8.: Estratégia de busca de patentes para o acetato de etila no portal INPI

Busca	Número de Patentes
acetato and etila and etanol	2
acetato and etila and álcool	0
acetato and etila and cana	0
acetato and etila and verde	0
Total	2

Fonte: Elaborado a partir de INPI, 2011.

Poucos documentos de patentes foram obtidos como resultado, e ao ler cada um, observou-se que nenhum deles está relacionado ao produto de interesse.

IV.2.2.2. Monitoramento de patentes na base USPTO

Na opção de pesquisa avançada das patentes concedidas desde 1976, varrendo os documentos que possuam os termos "*Ethyl ester*" ou "*ethyl acetate*" acompanhado por pelo menos uma das palavras "*ethanol*", "*alcohol*", "*green*" ou "*sugarcane*" nos resumos de descrição dos depósitos.

Tabela IV. 9.: Estratégia de busca de patentes concedidas para o butanol na base USPTO

Query	Número de Patentes
<i>(ISD/20080101->20101231 AND ABST/("Ethyl ester" OR "ethyl acetate") AND (ethanol OR alcohol))</i>	7
<i>(ISD/20080101->20101231 AND ABST/("Ethyl ester" OR "ethyl acetate") AND (sugar OR green))</i>	1
Total	8

Fonte: Elaborado a partir de USPTO, 2011.

De um total de oito resultados, aproveitou-se uma para a realização das análises Macro, Meso e Micro.

Utilizou-se a mesma metodologia de pesquisa na base de dados de depósito de pedidos de patente, "*USPTO Patent Application Full-Text and Image Database (AppFT)*" .

Tabela IV.10.: Estratégia de busca de pedidos de patente para o acetato de etila na USPTO

Query	Número de Patentes
<i>(ISD/20080101->20101231 AND ABST/("Ethyl ester" OR "ethyl acetate") AND (ethanol OR alcohol))</i>	7
<i>(ISD/20080101->20101231 AND ABST/("Ethyl ester" OR "ethyl acetate") AND (sugar OR green))</i>	1
Total	8

Fonte: Elaborado a partir de USPTO, 2011.

Vinte e sete pedidos de patenteamento foram encontrados nesta etapa, porém, apenas 4 são referentes ao acetato de etila obtido via alcoolquímica.

IV.2.2.3. Monitoramento de patentes na base Espacenet

Conforme realizado para os outros produtos, pesquisou-se também na base Espacenet, selecionou-se a opção “Worldwide - full collection of published patent applications from, 80+ countries” na opção da base de dados do link “advanced search”. A estratégia de busca é explicitada abaixo.

Tabela IV.11.: Estratégia de busca de patentes para o acetato de etila na base Espacenet

Keyword(s) in title or abstract:	Publication date:	Número de Patentes
<i>ethanol and "ethyl acetate"</i>	2008	124
<i>ethanol and "ethyl acetate"</i>	2009	197
<i>ethanol and "ethyl acetate"</i>	2010	182
<i>alcohol and "ethyl acetate"</i>	2008	121
<i>alcohol and "ethyl acetate"</i>	2009	87
<i>alcohol and "ethyl acetate"</i>	2010	149
<i>green and "ethyl acetate"</i>	2008	5
<i>green and "ethyl acetate"</i>	2009	6
<i>green and "ethyl acetate"</i>	2010	11
<i>“sugar cane” and "ethyl acetate"</i>	2008	0
<i>“sugar cane” and "ethyl acetate"</i>	2009	0
<i>“sugar cane” and "ethyl acetate"</i>	2010	0
Total	2008 - 2010	882

Fonte: Elaborado a partir de ESPACENET, 2011.

Esta base de documentos produziu muitos resultados, após separar os documentos relativos a álcoolquímica, restaram quatorze. Somando estas às patentes da base USPTO, retiradas as duplicatas, foram considerados quinze documentos de patentes para o estudo de tendência.

IV.2.2.4. Análise Macro

Na análise por ano, observa-se que o número de publicações de documentos de patentes vem crescendo nos últimos três anos. Destaca-se o grande aumento, em relação aos anos anteriores, na quantidade de depósitos no ano de 2010. Porém, para uma melhor avaliação se quantidade de pesquisa vem crescendo ou diminuindo na área, seria necessário um período maior de busca.

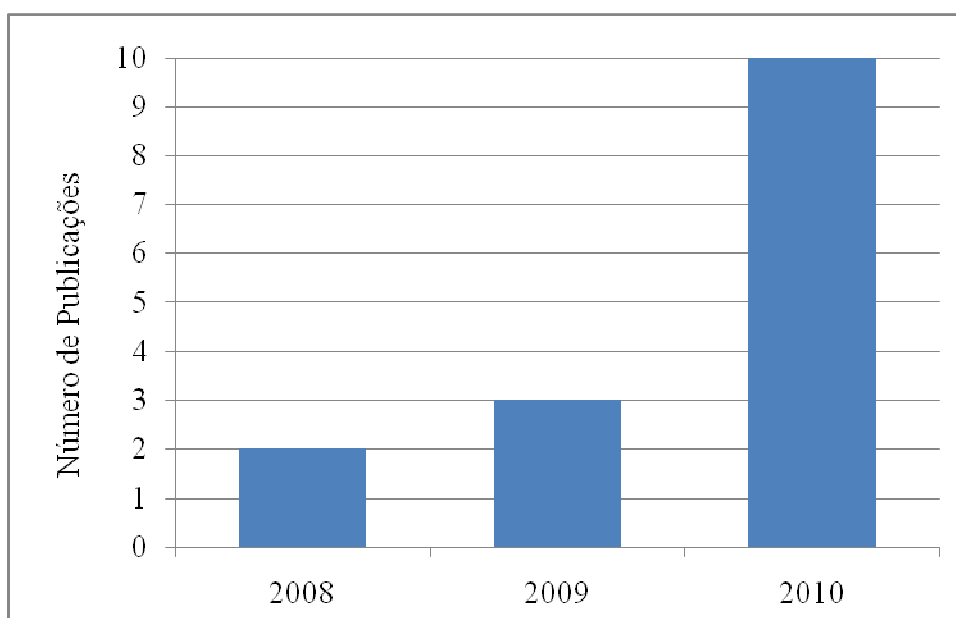


Figura 21 - Distribuição de patentes concedidas por ano para o acetato de etila

Fonte: Elaborado a partir de ESPACENET, 2011 e USPTO, 2011.

Na análise de documentos de patentes por países, como para o eteno, a República da China obteve o maior número de depósitos (7), os Estados Unidos da América foi o segundo com cinco e os outros países que aparecem na pesquisa possuem apenas uma patente, são eles: Coréia do Sul, Dinamarca e Reino Unido.

Para o acetato de etila, também é possível notar que os países que mais investem em pesquisa e desenvolvimento (P&D) aparecem como detentores de mais documentos de patentes.

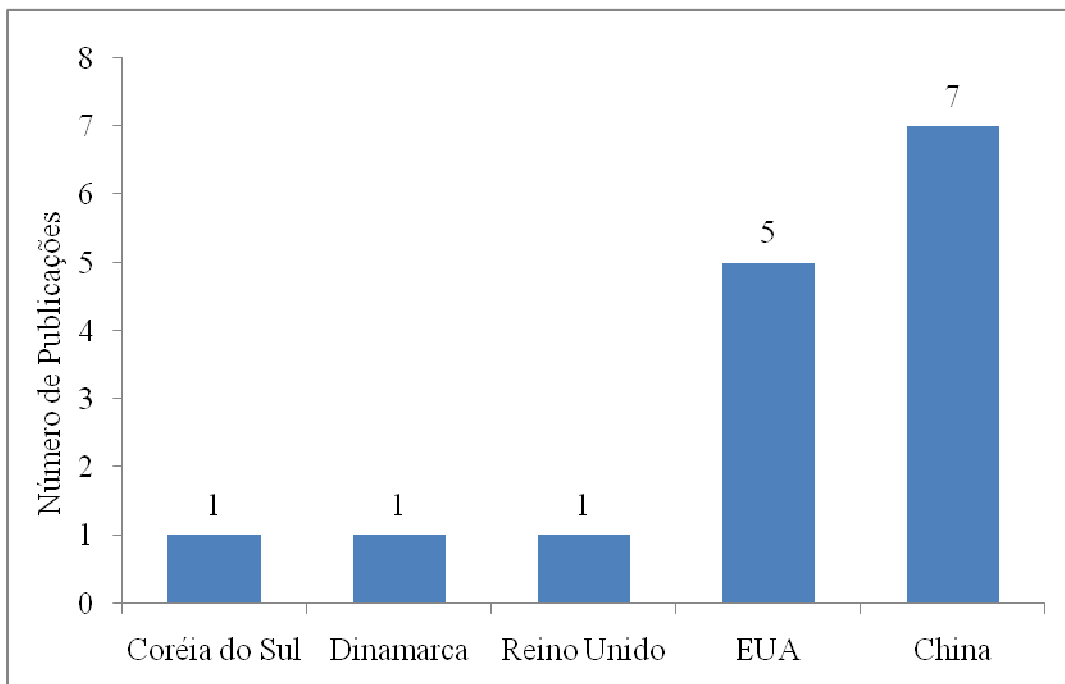


Figura 22- Distribuição de patentes concedidas por país para o acetato de etila

Fonte: Elaborado a partir de ESPACENET, 2011 e USPTO, 2011.

O último parâmetro nesse nível de análise foi o tipo de instituição depositante, a figura 23 apresenta os resultados. Observa-se que a maior parcela é referente aos Institutos de Pesquisa e Universidades, com dez dos quinze documentos de patentes. Depósitos feitos em nome de Pessoa Física somam três documentos. Pessoas Jurídicas totalizam 13,3%, um registro para cada empresa de desenvolvimento de processos, *Hassan Research Development Coporation* e *Davy Process Technology*.

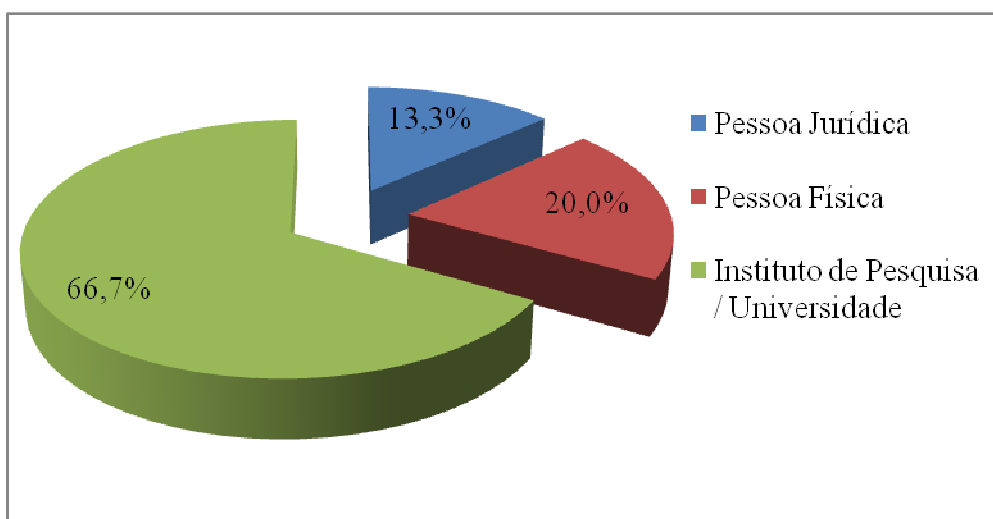


Figura 23- Distribuição de patentes concedidas por tipo de instituição para o acetato de etila (%)

Fonte: Elaborado a partir de ESPACENET, 2011 e USPTO, 2011.

IV.2.2.5. Análise Meso

As maiores fatias, “Processo” com 33,3%, é preenchida pelos documentos de patentes que descrevem a sequência equipamentos dos sistemas de produção e/ou revelam variáveis de processo. Com o mesmo percentual, “Processo / Catalisador”, corresponde aos documentos com as mesmas informações do grupo Processo, além disso, revelam o catalisador utilizado.

Os documentos de patentes que revelam o processo de fabricação e/ou a composição química do catalisador, como é observado na figura 24, respondem por 20,0% dos casos e formam o conjunto “Catalisador”. Os 13,3% restantes, são referentes aos registros que abordam processos de separação dos produtos e reagentes da reação.

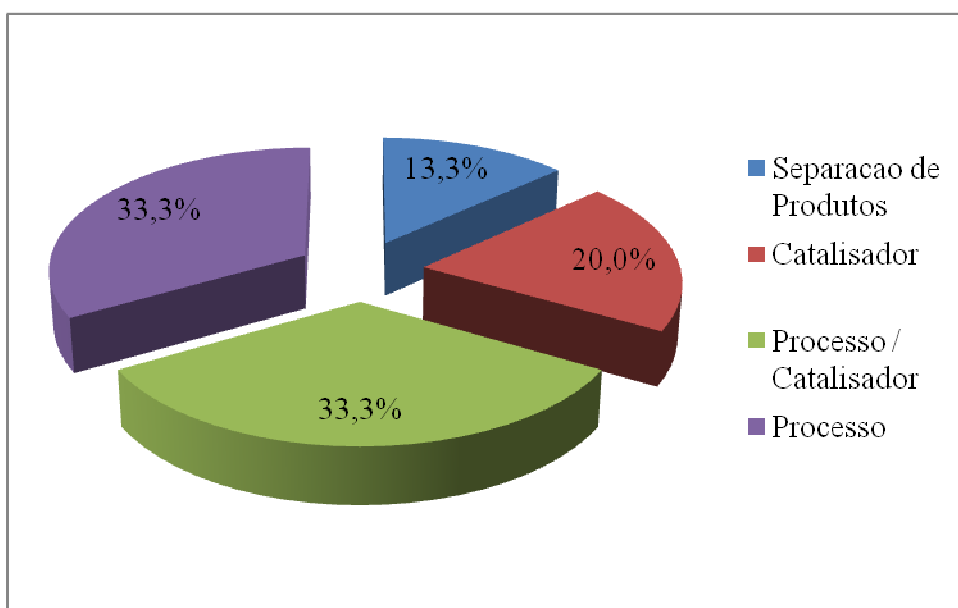


Figura 24- Distribuição de patentes concedidas por tipo reivindicação para o acetato de etila (%)

Fonte: Elaborado a partir de ESPACENET, 2011 e USPTO, 2011.

A parcela Institutos de Pesquisa e Universidades, que na análise por tipo de depositante obteve a maior parte dos resultados, será desmembrada nesse nível de análise. Pode-se interpretar na figura 25, dentre os depósitos realizados em nome de Universidades, *Nanjing University* aparece com a maioria dos depósitos, dois de um total de oito. As outras instituições, aparecem como detentoras de 12,% dos registros cada, são elas: *China University of Petroleum, Korea Forest Research Institute, Jiangsu University, Sun Yat-Sen University, Guangdong University Of Technology e Guilin University of Technology.*

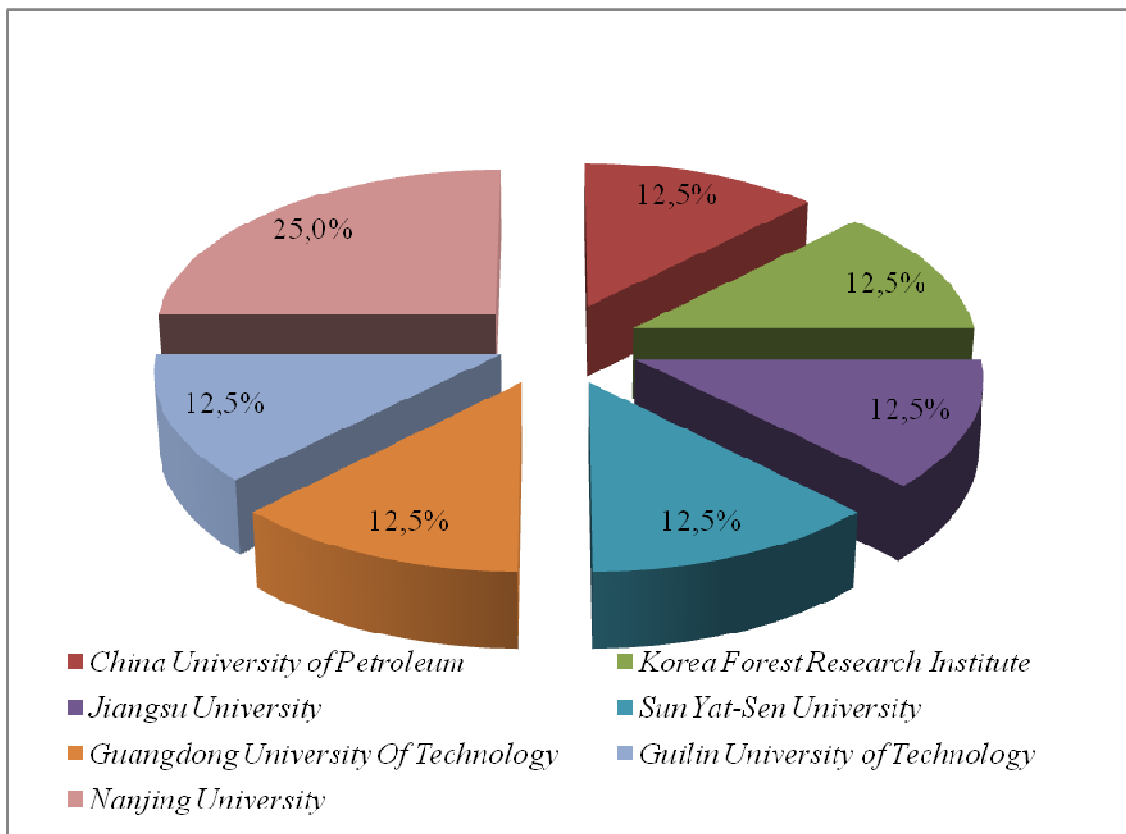


Figura 25- Distribuição de patentes concedidas por empresas depositantes para o acetato de etila (%)

Fonte: Elaborado a partir de ESPACENET, 2011 e USPTO, 2011.

IV.2.2.6. Análise Micro

Os documentos de patentes que descrevem os elementos químicos que compõem o catalisador, nomeados de “Composição do Catalisador” são 13,3% do total analisado, com o mesmo percentual, temos os classificados como “Separação de Produtos”.

Outras patentes enquadradas em grupos de reivindicação simples, possuem um único documento de patente cada o que em resulta em 6,7% do total. Encontram-se nesta situação os grupos, “Descrição do processo”, que descreve a sequência equipamentos de produção de acetato de etila verde e “Especificação de Processo”, que apresenta as variáveis de processo.

Como na análise para o etileno verde, há ainda, alguns grupos formados pelos documentos que se encaixam em duas ou mais destas categorias, estes serão mostrados na tabela abaixo com a respectiva percentagem.

Tabela IV.12.: Percentual das categorias mescladas para o acetato de etila (%)

Descrição de Processo / Composição do Catalisador	20,0
Composição do catalisador / Descrição e Especificação de dados de Processo	6,7
Especificação de dados de Processo e Catalisador	6,7
Descrição e Especificação de dados de Processo	13,3
Descrição de Processo / Otimização de processo	6,7
Produção / Composição do catalisador	6,7

Fonte: Elaborado a partir de ESPACENET 2011.

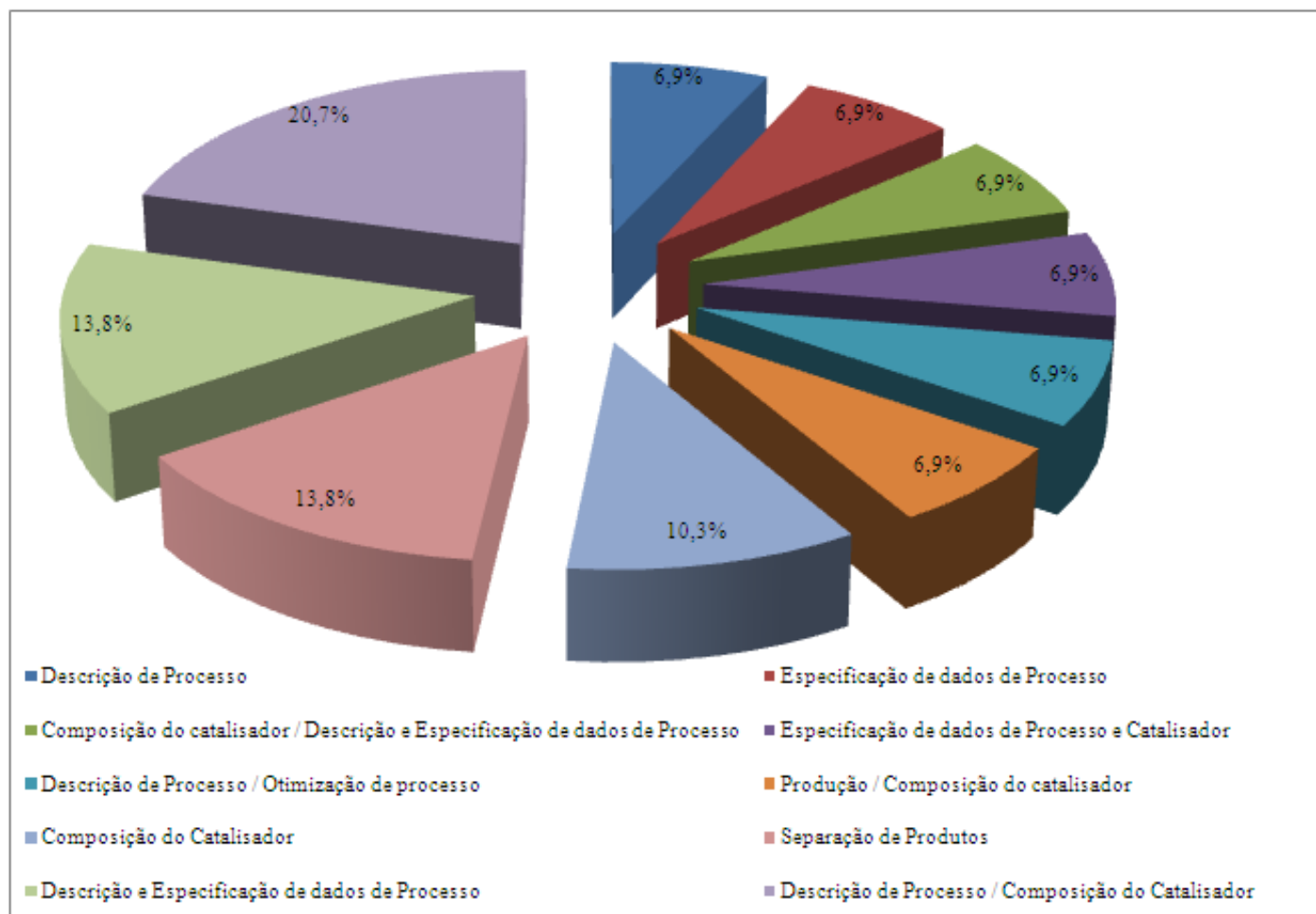


Figura 26- Distribuição de patentes concedidas por reivindicação para o acetato de etila (%)

Fonte: Elaborado a partir de ESPACENET, 2011 e USPTO, 2011.

IV.2.3. N-Butanol

IV.2.3.1. Monitoramento de patentes no portal INPI

Na opção de pesquisa avançada na base de patentes do portal INPI, a metodologia da pesquisa utilizada para o eteno foi reaplicada, o período de 01/01/2008 a 31/12/2010 foi introduzido no campo da data de depósito e os resultados das tentativas com diversas palavras-chave no resumo são mostrados abaixo:

Tabela IV.13.: Estratégia de busca de documentos de patentes para o butanol no portal INPI

Busca	Número de Patentes
butanol and etanol	2
butanol and álcool	1
butanol and verde	0
butanol and cana	0
álcool and butílico and etanol	0
álcool and butílico and verde	0
álcool and butílico and cana	0
Total	3

Fonte: Elaborado a partir de INPI, 2011.

Como o ocorrido para o eteno, obteve-se poucos documentos de patentes como resultado, e ao ler cada um, observou-se que nenhum destes está relacionado ao produto de interesse.

IV.2.3.2. Monitoramento de patentes na base USPTO

Na opção de pesquisa avançada das patentes concedidas desde 1976, varrendo os documentos que possuam os termos “*butanol*” ou “*butyl alcohol*” acompanhado por pelo menos uma das palavras “*ethanol*”, “*alcohol*”, “*green*” ou “*sugarcane*” nos resumos de descrição dos depósitos.

Tabela IV.14.: Estratégia de busca de patentes concedidas para o butanol na USPTO

Query	Número de Patentes
<i>(ISD/20080101->20101231 AND ABST/((butanol OR "butyl alcohol") AND (ethanol OR alcohol)))</i>	25
<i>(ISD/20080101->20101231 AND ABST/((butanol OR "butyl alcohol") AND (green OR sugarcane))).</i>	1
Total	26

Fonte: Elaborado a partir de USPTO, 2011.

De um total de vinte e seis resultados, foram aproveitadas apenas quatro patentes, enquanto a maioria das patentes eram referentes ao biobutanol, produção de álcool butílico por meio de fermentação microbiana. Como a proposta deste trabalho é analisar tendências de produtos obtidos a partir do álcool etílico, esses resultados não foram considerados.

Utilizou-se a mesma estratégia de busca na base de dados de depósito de pedidos de patente, “*USPTO Patent Application Full-Text and Image Database (AppFT)*” .

Tabela IV.15.: Estratégia de busca de pedidos de patente para o n-butanol na USPTO

Query	Número de Patentes
<i>(APD/20080101->20110212 AND ABST/((butanol OR "butyl alcohol") AND (ethanol OR alcohol)))</i>	76
<i>(APD/20080101->20101231 AND ABST/((butanol OR "butyl alcohol") AND (green OR sugarcane))).</i>	4
Total	80

Fonte: Elaborado a partir de USPTO, 2011.

Foram encontrados nessa etapa um total de oitenta pedidos de patentes, sendo que 25 são referentes ao butanol obtido via alcoolquímica .

IV.2.3.3. Monitoramento de patentes na base Espacenet

Para complementar a pesquisa, a base Espacenet também foi utilizada. Selecionou-se a opção “*Worldwide - full collection of published patent applications from, 80+ countries*” na opção da base de dados do link “advanced search”. A estratégia de busca é explicitada a seguir.

Tabela IV.16.: Estratégia de busca de pedidos de patente para o n-butanol na ESPACENET

<i>Keyword(s) in title or abstract:</i>	<i>Publication date:</i>	Número de Patentes
<i>ethanol and butanol</i>	2008	155
<i>ethanol and butanol</i>	2009	220
<i>ethanol and butanol</i>	2010	215
<i>alcohol and butanol</i>	2008	118
<i>alcohol and butanol</i>	2009	121
<i>alcohol and butanol</i>	2010	111
<i>green and butanol</i>	2008	3
<i>green and butanol</i>	2009	6
<i>green and butanol</i>	2010	8
Total	2008 - 2010	957

Fonte: Elaborado a partir de ESPACENET, 2011.

Observa-se que essa base de documentos de patentes - Espacenet - produziu mais resultados, em um total de 957, após análise criteriosa dos documentos de patentes selecionou-se cinquenta e quatro.

Somando os documentos de patentes aproveitadas em todas as bases, retiradas as coincidentes e as patentes que não interessam, oito documentos de patentes foram utilizados para a realização das análises macro, meso e micro.

IV.2.3.4. Análise Macro

A análise por ano, como mostra a figura 27, mostra que o número de publicações de documentos de patentes são iguais nos últimos dois anos, enquanto não foi encontrado nenhum documento referente ao ano de 2008.

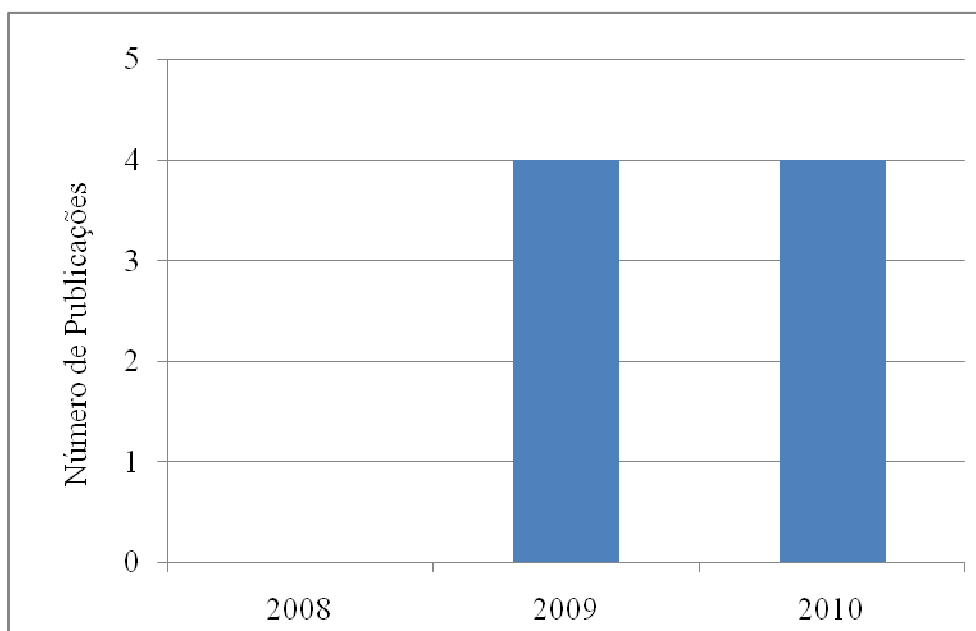


Figura 27- Distribuição de patentes publicadas por ano para o n-butanol

Fonte: Elaborado a partir de ESPACENET, 2011 e USPTO, 2011.

Na análise de documentos de patentes por região, os Estados Unidos obteve dois depósitos, os outros países que aparecem na pesquisa possuem apenas uma patente, são eles: Alemanha, China, Coréia do Sul, Japão, México e Reino Unido.

Mesmo com a pequena quantidade de documentos de patentes, os números retratam os gastos de cada país com pesquisa e desenvolvimento (P&D).

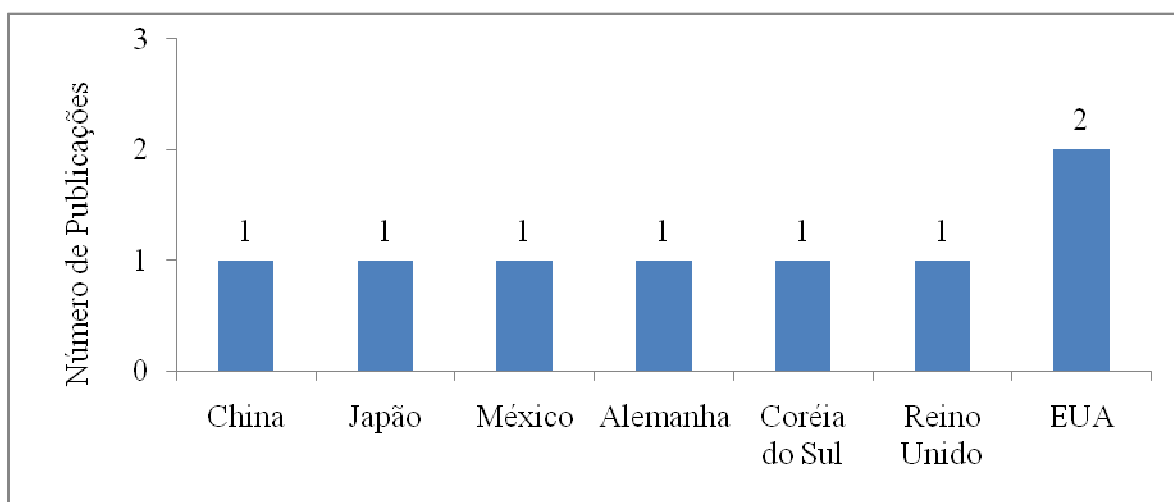


Figura 28- Distribuição de patentes publicadas por país para o n-butanol

Fonte: Elaborado a partir de ESPACENET, 2011 e USPTO, 2011.

O último parâmetro da análise macro foi o tipo de instituição depositante, a figura 29 apresenta os resultados. Observa-se que a maior fatia é referente a Pessoa Jurídica, representando indústrias de produtos químicos, com 62,5% dos resultados. Depósitos

feitos em nome de Universidades e Pessoa física totalizaram 25% e 12,5%, respectivamente.

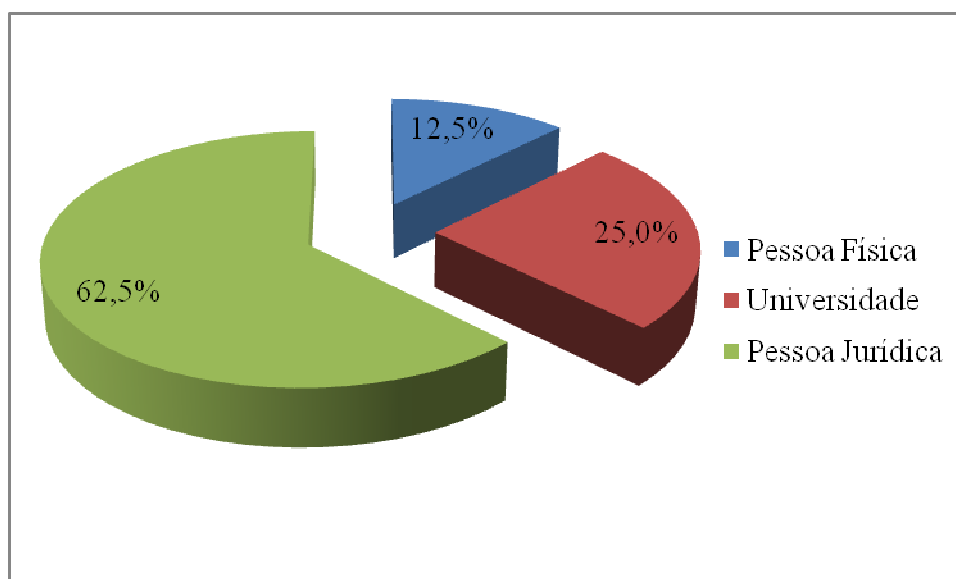


Figura 29- Distribuição de patentes concedidas por tipo de instituição para o n-butanol (%)

Fonte: Elaborado a partir de ESPACENET, 2011 e USPTO, 2011.

IV.2.3.5. Análise Meso

A fração “Processo”, com 12,5% do total analisado, é preenchido pelas patentes que descrevem e/ou revelam variáveis de processo como: pressão e temperatura de operação, composição molar da carga.

A maioria das patentes foi classificada no grupo “Catalisador”, representado pelos documentos que revelam o processo de fabricação e/ou a composição química do catalisador, como pode-se observar na figura 30, responde por 62,5% dos casos. Os outros 25%, são referentes aos registros que abordam os dois temas.

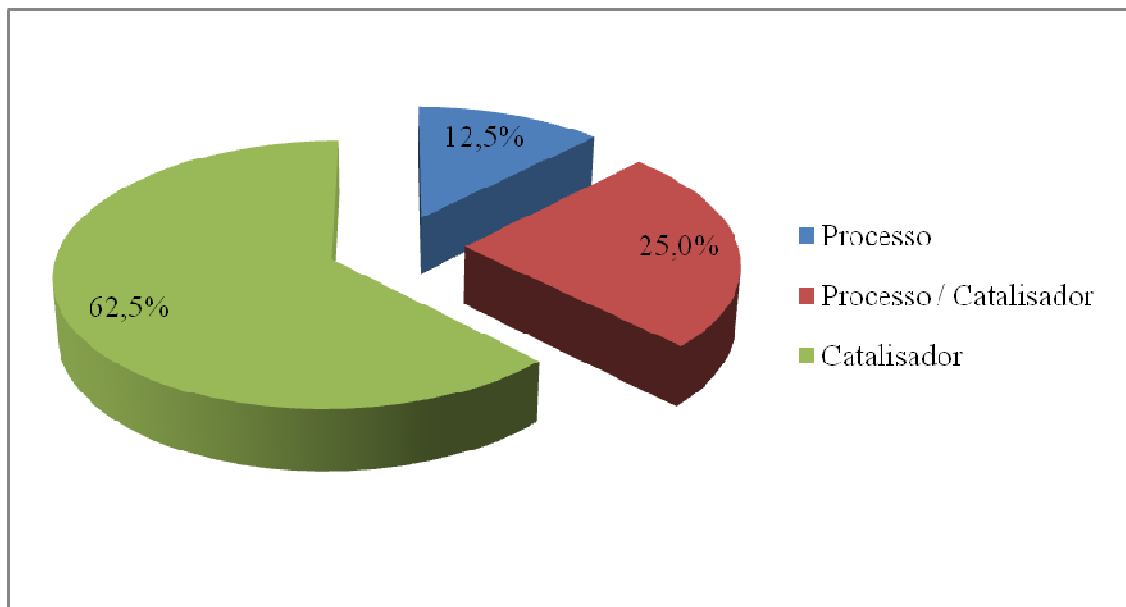


Figura 30- Distribuição de patentes concedidas por tipo de reivindicação para o n-butanol (%)

Fonte: Elaborado a partir de ESPACENET, 2011 e USPTO, 2011.

IV.2.3.6. Análise Micro

O grupo Pessoa Jurídica, que obteve a maior parte dos resultados, será aberto nesse nível de análise. Observa-se na figura 31, dentre os depósitos realizados em nome de empresas, o grupo fabricante de produtos químicos *Dupont* aparece com 3 depósitos de um total de 5, que equivale a 60%. A empresa de produtos alcoolquímicos *ZeaChem* e *Phoenix IPR* aparecem como detentoras de um registro cada.

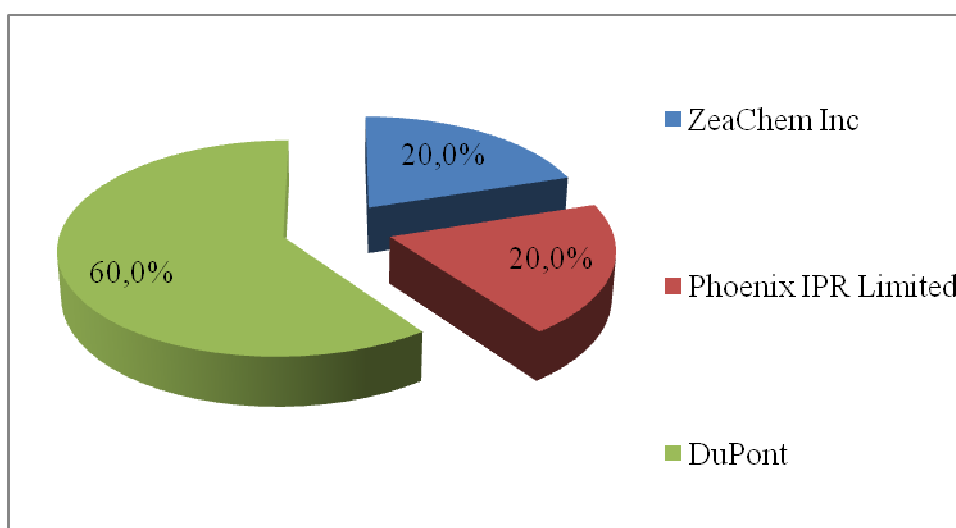


Figura 31- Distribuição de patentes concedidas por empresas depositantes para o n-butanol (%)

Fonte: Elaborado a partir de ESPACENET, 2011 e USPTO, 2011.

Os documentos de patentes que revelam os elementos químicos que compõem o catalisador, descritos por “Composição do Catalisador” são 50% do total analisado, os

classificados como “Especificação de dados de Processo e Catalisador” totalizam 25%, as parcelas “Descrição do processo” e “Produção / Composição do Catalisador” respondem por 12,5% cada, o critério de classificação são os mesmos já explicados na parte do eteno.

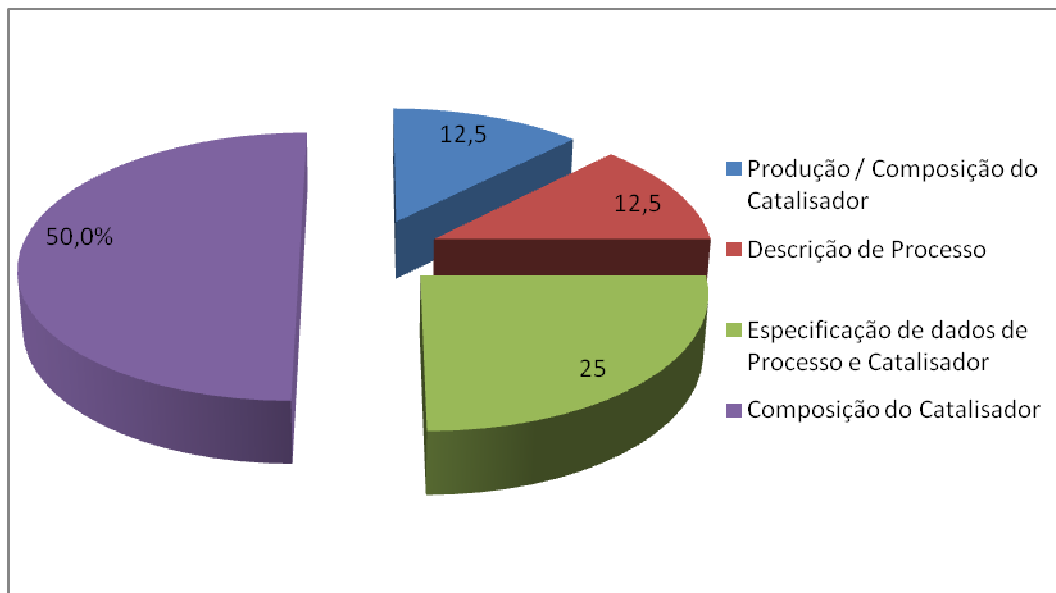


Figura 32- Distribuição de patentes concedidas por reivindicação para o n-butanol (%)

Fonte: Elaborado a partir de ESPACENET, 2011 e USPTO, 2011.

IV.3. Análise de Artigos Científicos

IV.3.1. Eteno

IV.3.1.1. Monitoramento de artigos na base Scopus

As palavras-chave utilizadas na pesquisa do eteno proveniente da alcoolquímica foram:

- “ethene”;
- “ethylene”;
- “production”;
- “process”;
- “reaction”;
- “ethanol”;
- “bio”;
- “green”;
- “sugarcane”;
- “biorefinary”.

O período de publicação foi limitado de 1998 à 2011. Assim, foi possível fixar o número de artigos encontrados em 25 artigos.

“TITLE(ethene OR ethylene AND production OR process OR reaction)
ABS(ethene OR ethylene OR ethanol AND production OR reaction OR process AND
bio OR green OR sugarcane OR biorefinery) PUBYEAR AFT 1998 PUBYEAR BEF
2011”.

IV.3.1.2. Análise Macro

Realizando a análise Macro, foi possível obter um panorama acerca do conhecimento da tecnologia de eteno relacionado à sucroquímica, o bioeteno. Os parâmetros analisados foram “Número de publicações por ano” e por países.

A análise por ano na figura 33 demonstrou um comportamento diferente do comportamento de patentes. O maior número de artigos encontrados foi no ano de 1999, no entanto esses artigos não tratavam do bioeteno. Os estudos e discussões sobre eteno de rotas verdes de 1999 até 2005 foram voltados para bioquímica e genética de microorganismos que vivem em frutas e produzem eteno ao longo do processo de amadurecimento.

Isto ocorreu devido a diferença temporal nas pesquisas. As patentes foram analisadas de 2008 a 2010 e os artigos, por serem em menor quantidade, foram analisados de 1999 até 2010.

Em 2004, não foi encontrado nenhum artigo com as palavras chave selecionadas para a busca, e em 2006 foi encontrado somente um artigo sobre a utilização de eteno.

A partir de 2008, observa-se publicações sobre produção e otimização dos processos para produção de bioeteno. Isto se dá possivelmente devido ao aumento da preocupação com o combate ao aquecimento global que se mostrou real, e que dirige a busca de conhecimento por tecnologias sustentáveis.

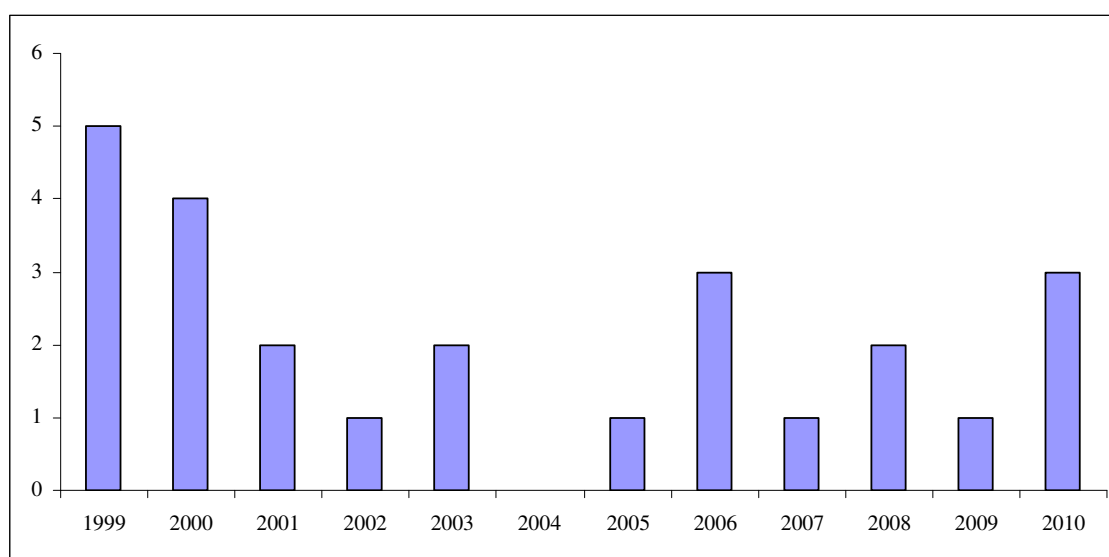


Figura 33- Distribuição de artigos publicados por ano para o eteno

Fonte: Elaborado a partir de SCOPUS, 2011.

Foi realizada também uma análise por países dos depositantes. Desde o ano de 1999, os Estados Unidos foi o país que mais publicou artigos relacionados ao bioeteno com o número de 9 publicações. O Japão ficou com 4 publicações. Isto demonstra o interesse norte americano no assunto. Os Estados Unidos possuem grande parte de sua matriz energética diretamente dependente do petróleo, e, por este motivo investem em tecnologias sustentáveis para se diversificar e diminuir esta dependência.

O Canadá foi o terceiro país, com 2 publicações e os demais países, incluindo o Brasil, obtiveram apenas uma publicação.

Quando estes resultados são comparados com os obtidos no estudo de patentes observa-se uma grande diferença. Pode-se ver que no estudo das patentes, a China aparece como o país que mais publicou, enquanto que no estudo de artigos ela não

detêm nenhuma publicação, os norte-americanos aparecem no estudo de patentes em quinto lugar enquanto no de artigos em primeiro, com 2 patentes e 9 artigos respectivamente.

O Japão se mantém em segundo lugar nos dois estudos com 6 patentes e 4 artigos, assim como a França e o Brasil, que também mantiveram a mesma tendência nos dois estudos obtendo menos de 5% das publicações.

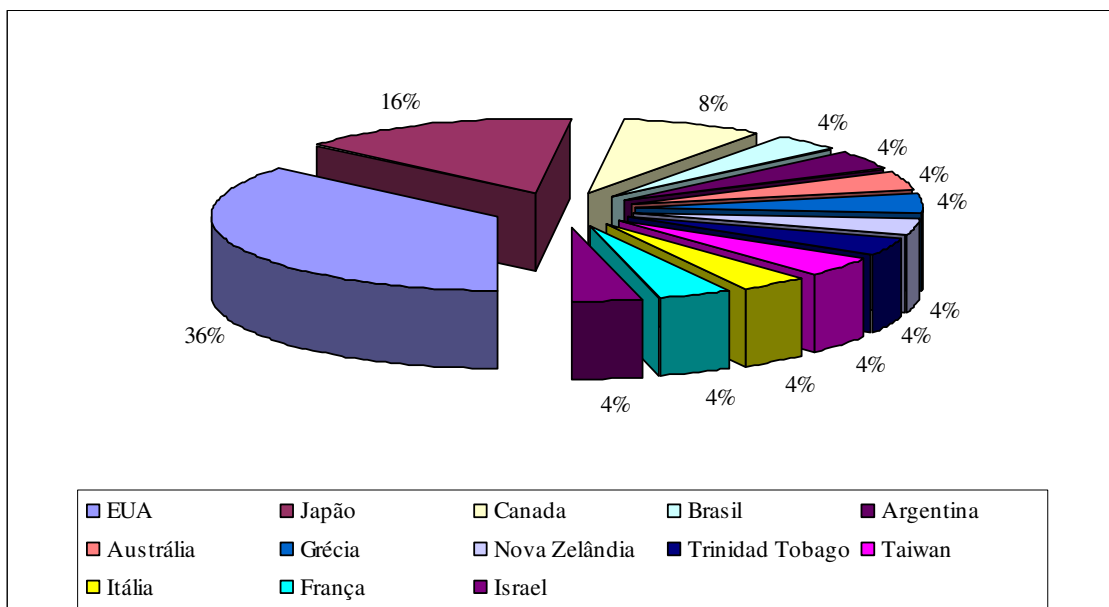


Figura 34- Distribuição de artigos publicados por país para o eteno

Fonte: Elaborado a partir de SCOPUS, 2011.

IV.3.1.3. Análise Meso

Com a análise Meso, a tendência de publicações em países por instituições que publicaram é observada, e a forma de divulgação deste estudo. Será feita uma especificação das instituições que publicaram os artigos e o meio de publicação utilizado.

Tabela IV.17.: Distribuição de instituições publicantes por país

	EUA (1)	Japão	Brasil	Argentina	Austrália	Grécia
Universidades	6	4	-	1	1	1
Instituição Pública	1	-	1	-	-	-
Instituição Privada	1	-	-	-	-	-

	Nova Zelândia	Trindad Tobago	Taiwan	Itália	França	Israel
Universidades	-	1	1	-	1	-
Instituição Pública	-	-	-	1	-	-
Instituição Privada	1	-	-	-	-	1

(1) - os EUA possuem um artigo sem referência de instituição que o publicou na conferência da ALChE (American Institute of Chemical Engineers) em 2010

Fonte: Elaborado a partir de SCOPUS, 2011.

Pode-se observar um maior número de publicações por parte de universidades por todo o mundo. Nos Estados Unidos, dos nove artigos publicados seis foram efetuados por universidades de diferentes partes do território norte americano.

No Japão, observa-se que todos os 4 artigos foram publicados por universidades, enquanto que no Brasil, o único publicante encontrado foi uma instituição pública, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), pertencente ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Ao todo, foram encontrados 16 artigos publicados por universidades ao redor do mundo no período de tempo analisado, enquanto que instituições públicas e privadas obtiveram 3 publicações cada.

Assim como no estudo de patentes, a maioria dos artigos foram publicados por universidades. Em ambos os casos as instituições aparecem com menor expressão, no entanto é mais acentuada para os artigos que ficaram predominantemente restritos às universidades como mostra a figura 35.

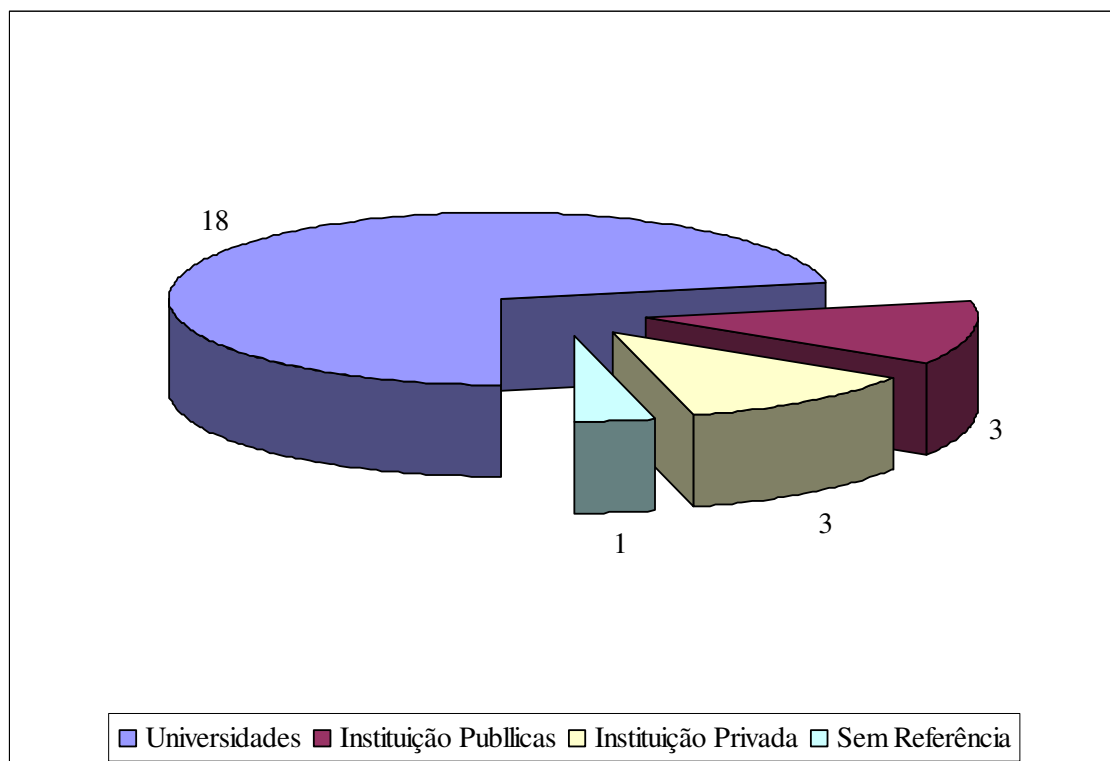


Figura 35- Distribuição de artigos por instituição para o eteno

Fonte: Elaborado a partir de SCOPUS, 2011.

Nesta análise foram avaliados também os principais periódicos utilizados como meio de publicação para os artigos. Como já era esperado, os Estados Unidos e o Japão possuem os periódicos com maior número de publicações.

Tabela IV.18.: Periódicos com artigos publicados para o eteno

Periódico	País	Número
<i>Acta Horticulturae</i>	Itália	1
<i>AIChE Ethylene Producers Conference Proceedings</i>	EUA	1
<i>Industrial and Engineering Chemistry Research</i>	Canada	1
<i>Postharvest Biology and Technology</i>	Grecia/Argentina	2
<i>Nihon Enerugi Gakkaishi/Journal of the Japan Institute of Energy</i>	Japão	1
<i>Plant Science</i>	Taiwan	1
<i>Brazilian Journal of Plant Physiology</i>	Brasil	1
<i>Journal of the Japanese Society for Horticultural Science</i>	Japão	2
<i>Transactions of the American Society of Agricultural Engineers</i>	Japão	1
<i>HortScience</i>	EUA	1

<i>Journal of Food Quality</i>	Trinidad e Tobago	1
<i>Physiologia Plantarum</i>	Canadá	1
<i>Theoretical and Applied Genetics</i>	EUA	1
<i>Journal of the American Society for Horticultural Science</i>	EUA	3
<i>Plant Physiology</i>	EUA	1
<i>Physiology and Molecular Biology of Plants</i>	EUA	1
<i>Functional Plant Biology</i>	Nova Zelândia	1
<i>Journal of Agricultural and Food Chemistry</i>	Austrália	1
<i>Plant Molecular Biology</i>	Israel	1

Fonte: Elaborado a partir de SCOPUS, 2011.

Observou-se que a abrangência dos periódicos vai desde a horticultura, passando por fisiologia vegetal, até a engenharia. No início da década os estudos estavam mais voltados para o cultivo e colheita, e, ao longo dos anos foi dando maior importância para pesquisas voltadas para o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis como o bioeteno.

IV.3.1.4. Análise Micro

Neste nível, foi realizada uma classificação mais detalhada acerca do assunto discutido nos artigos a fim de separá-los de acordo com a informação específica fornecida. Através desta análise pode-se fazer uma avaliação mais minuciosa nos artigos encontrados e percebeu-se que os estudos acerca do eteno através de bioprocessos não teve o mesmo foco que nos anos mais recentes. Estes artigos foram classificados como:

- Bioquímica e Genética – tratam especificamente de mecanismos bioquímicos de vegetais e microorganismos na produção de eteno em bioprocessos;
- Influência no Amadurecimento de Frutas – tratam dos parâmetros que influenciam a produção de eteno e como isto interfere no amadurecimento de frutos;
- Tempo de vida pós-colheita - tratam de como diminuir a produção de eteno e aumentar o tempo de vida dos vegetais após terem sido colhidos.

Totalizam 20 publicações, sendo apenas uma delas do ano de 2008.

Em trabalhos mais recentes, foi possível encontrar um número maior de estudos para o bioeteno voltado para consumo industrial. Estes foram classificados como:

- Avaliação / Otimização de Processos – Foram encontradas 2 publicações, onde os artigos analisam parâmetros que otimizam, ou podem incrementar o conhecimento do processo. Estes artigos foram publicados em 2007 e 2010;
- Aplicação – Foi encontrado um artigo que cita uma aplicação de eteno como matéria prima. Publicado em 2006;
- Produção – Foram encontradas 2 publicações, onde os artigos tratam sobre um processo de produção de bioeteno a partir de alguma fonte renovável. Estes artigos foram publicados em 2008 e em 2010, demonstrando o crescimento do interesse nesta área.

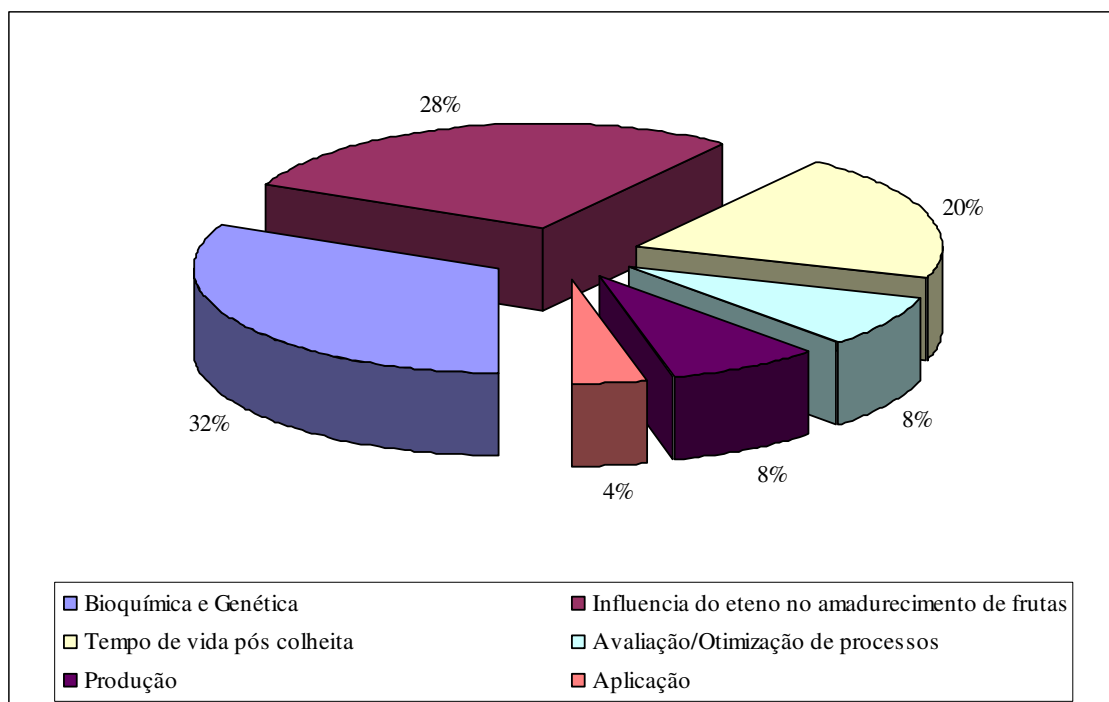


Figura 36 - Classificação dos Artigos por tema para o eteno

Fonte: Elaborado a partir de SCOPUS, 2011.

Os artigos relacionados a temas não referentes à produção de bioeteno voltado para o mercado de insumos químicos são maioria nesta pesquisa. Este resultado difere do que foi obtido pelo estudo das patentes que foi capaz de detectar um interesse maior nos estudos de desenvolvimento desta tecnologia.

IV.3.2. Acetato de Etila

IV.3.2.1. Monitoramento de artigos na base Scopus

As palavras-chave utilizadas na pesquisa do Acetato de Etila proveniente da cana de açúcar foram:

- Ethyl acetate;
- Ethanol;
- Process;
- Reaction;
- Production;

O período de publicação foi limitado de 1998 a 2011. Assim, foi possível fixar o número de artigos encontrados em 38. Quando adicionadas na busca uma das palavras *Bio;Green;Sugarcane;Renewable* o resultado caiu radicalmente para menos de 5 artigos. Devido a este fato, a pesquisa foi feita com as cinco palavras relacionadas acima, todos os resumos de artigos foram lidos para ser definido quais se enquadravam ou não no tema, 28 artigos foram utilizados.

O código utilizado da ferramenta de busca avançada na base Scopus foi:

TITLE(ethyl acetate AND ethanol) ABS(ethyl acetate AND ethanol AND production OR reaction OR process) PUBYEAR AFT 1998 PUBYEAR BEF 2011.

IV.3.2.2. Análise Macro

Realizando a análise Macro, foi possível obter um panorama acerca do conhecimento da tecnologia de acetato de etila proveniente do etanol. Os parâmetros analisados foram número de publicações por ano e por países.

Pode-se observar que nos três últimos anos abordados no estudo, obteve-se os maiores resultados. Em 2010 foram cinco artigos, em 2009 três e em 2008 quatro. Os artigos tratavam de diferentes assuntos, sendo estes: produção de acetato de etila a partir do etanol, otimização de processos de produção, catálise de processos, purificação do acetato de etila e tratamento de efluentes contaminados com acetato de etila.

No início do período analisado, nota-se que no ano 2000 não foi encontrado nenhum artigo e no ano de 2001 encontrou-se quatro artigos. Em seguida nos anos de 2002 e 2003 achou-se dois e três artigos respectivamente. Em meados da década obtive-

se em 2004, 2005 e 2006 uma publicação para cada ano, em 2007 dá início ao período de crescimento com dois artigos.

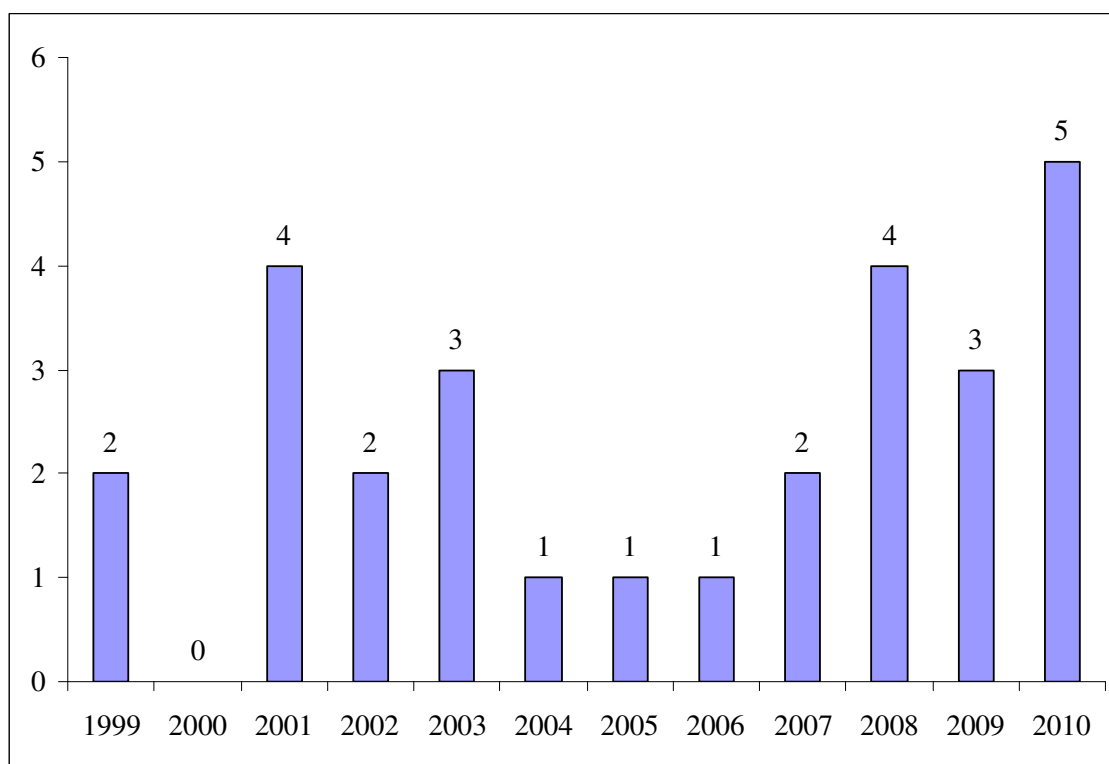


Figura 37- Distribuição de artigos por ano para o acetato de etila

Fonte: Elaborado a partir de SCOPUS, 2011.

A análise dos países depositantes mostrou a grande diferença entre a China, que possui 28% das publicações, frente aos outros países. O segundo maior depositante é o Japão que ficou com 13% das publicações, o que representa a metade do número de publicações da China. China e Japão obtiveram oito e quatro publicações respectivamente.

Os EUA, país que investe largamente em pesquisa e desenvolvimento, ficaram com apenas uma publicação, assim com Inglaterra, Austrália, Dinamarca e Portugal. Países de economia em desenvolvimento como Índia, Brasil, México, Irã e Turquia obtiveram também uma publicação cada. A Espanha aparece em terceiro lugar com três publicações, seguida por Taiwan com duas.

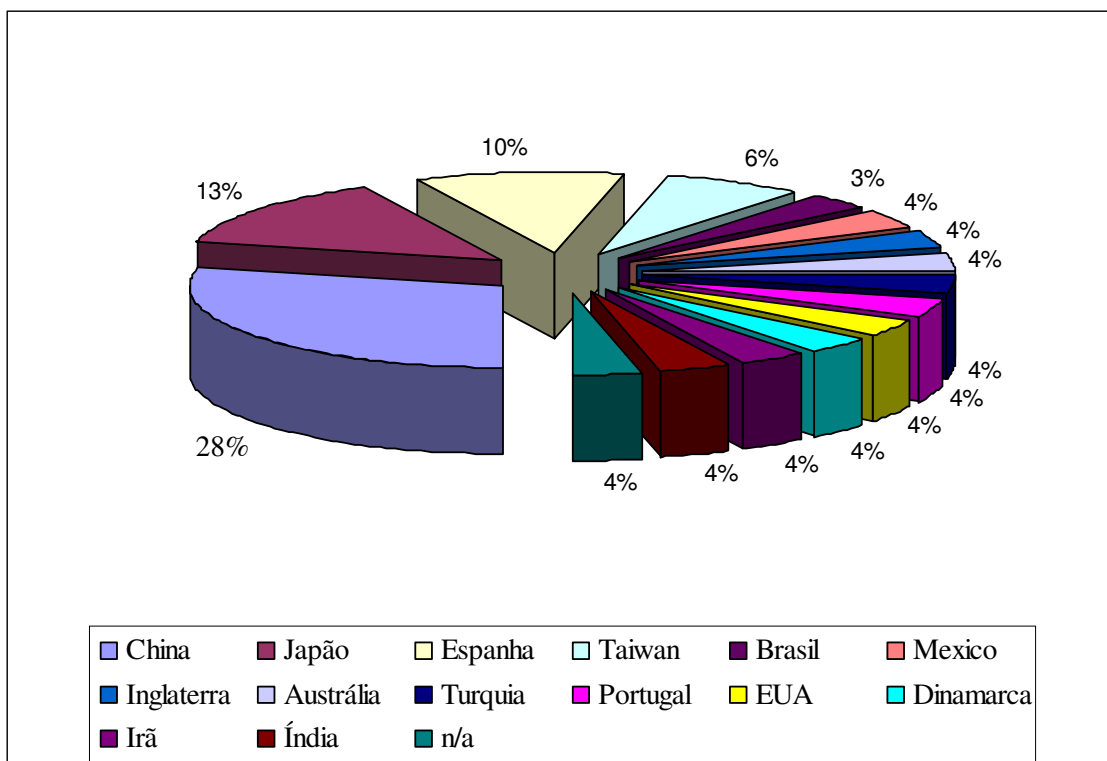


Figura 38- Distribuição de artigos por ano para o acetato de etila

Fonte: Elaborado a partir de SCOPUS, 2011.

Fazendo a comparação com o estudo de patentes, pode-se observar que a China obteve o maior número de publicações em ambos os estudos. Os EUA não aparecem com tantos artigos quanto patentes e outros países em comum são citados como Dinamarca e Reino Unido. O estudo de artigo abrangeu um tempo mais amplo, entretanto, comparando com o mesmo período de tempo do estudo de patentes, percebe-se um crescimento em comum nas publicações no ano de 2010.

IV.3.2.3. Análise Meso

Nesta etapa da pesquisa, a tendência de publicações em países por instituições que publicaram será observada, e a forma de divulgação deste estudo. Será feita também uma especificação destas instituições que publicaram os artigos e o meio de publicação utilizado.

Tabela IV.19.: Distribuição de instituição publicante por país

	China	Japão	Espanha	Taiwan	Brasil	Inglaterra	Austrália
Universidades	6	3	3	2	-	-	1
Instituição Pública	1	-	-	-	1	-	-
Instituição Privada	-	1	-	-	-	1	-

	México	Turquia	Portugal	EUA	Dinamarca	Irã	Índia
Universidades	1	1	1	1	1	1	-
Instituição Pública	-	-	-	-	-	-	1
Instituição Privada	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Elaborado a partir de SCOPUS, 2011.

A China obteve seis dos seus oito artigos de universidades espalhadas por todo o seu território, apenas um artigo publicado por uma instituição pública, a Academia de Ciências Chinesa e um artigo em que não foi encontrada a procedência.

O segundo país com maior número de artigos, o Japão, também apresenta a maior parte das publicações por universidades, assim como Espanha e Taiwan. Dos dez países que obtiveram apenas uma publicação, Brasil e Índia realizaram via instituições públicas e a Inglaterra através de uma instituição privada. O Brasil publicou o artigo através do Instituto Nacional de Tecnologia (INT), no Rio de Janeiro, em 2009.

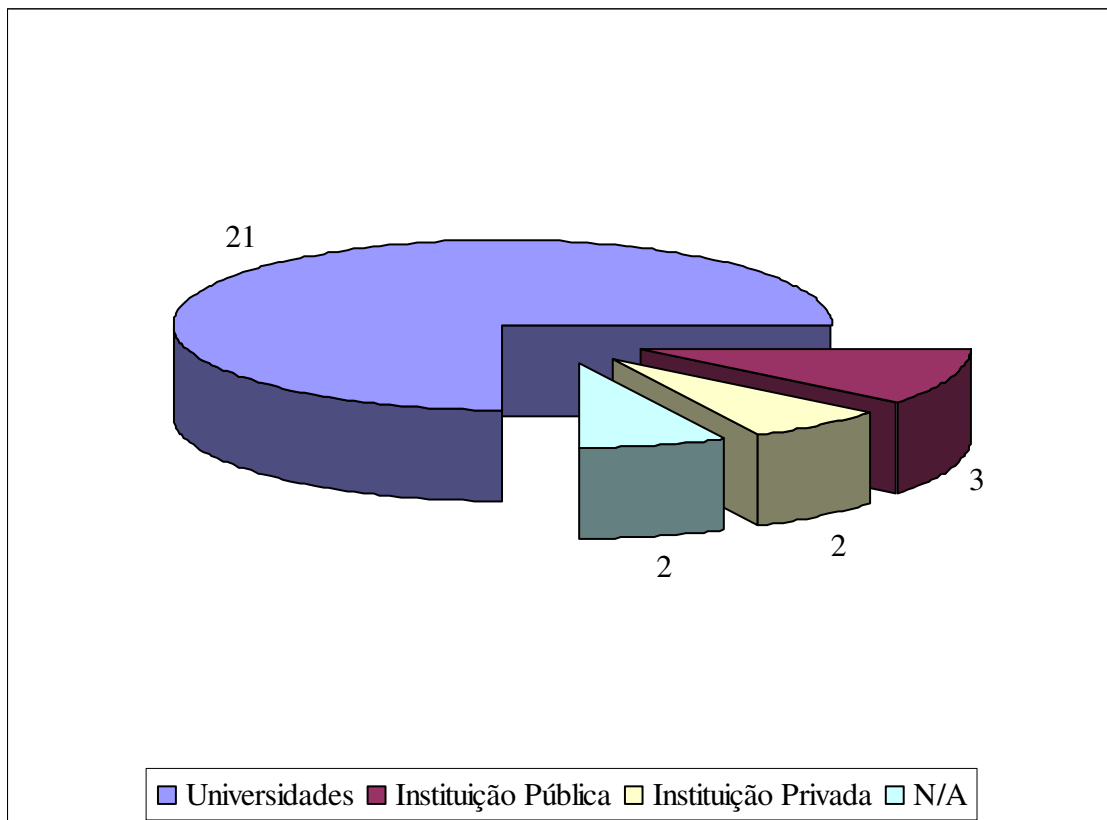


Figura 39- Distribuição de artigos por instituição para o acetato de etila

Fonte: Elaborado a partir de SCOPUS, 2011.

Ao todo foram encontrados vinte e um artigos publicados por universidades ao redor do mundo dentro do período analisado, instituições públicas obtiveram três publicações e instituições privadas duas. Dois artigos não continham as informações acerca das instituições que os publicaram.

Pode-se observar que a maioria dos artigos fora publicada em periódicos diferentes. O maior número de publicações em um mesmo periódico foi observado no *Applied Catalysis A*, com três publicações, uma dos Estados Unidos, uma do Japão e uma Brasil. Outros dois periódicos registraram dois artigos cada, o *Journal of Catalysis* e o *Industrial and Engineering Chemistry Research*.

Tabela IV.20.: Periódicos com artigos publicados para o acetato de etila

Periódico	País	Artigos
<i>Reaction Kinetics, Mechanisms and Catalysis</i> 101 (2), pp. 365-375	China	1
<i>Huaxue Gongcheng/Chemical Engineering (China)</i> 38 (12), pp. 5-7+11	China	1
<i>Shiyou Huagong/Petrochemical Technology</i> 39 (11), pp. 1232-1235	China	1
<i>Journal of Natural Gas Chemistry</i> 19 (2), pp. 161-164	Índia	1
<i>Physics and Chemistry of Liquids</i> 48 (4), pp. 461-476	Espanha	1
<i>Beijing Huagong Daxue Xuebao (Ziran Kexueban)/Journal of Beijing University of Chemical Technology (Natural Science Edition)</i> 36 (3), pp. 15-19	China	1
<i>Journal of Environmental Science and Health - Part A Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering</i> 44 (9), pp. 847-853	Irã	1
<i>Proceedings of the 2nd International Conference on Asian-European Environmental Technology and Knowledge Transfer</i> , pp. 151-153	China	1
<i>Microporous and Mesoporous Materials</i> 115 (1-2), pp. 170-175	Japão	1
<i>Industrial and Engineering Chemistry Research</i> 47 (6), pp. 1995-2001	China	1
<i>China Petroleum Processing and Petrochemical Technology</i> (1), pp. 16	China	1
<i>Petrochemical Technology</i> 36 (10), pp. 1025-1028	China	1
<i>Journal of Chemical and Engineering Data</i> 51 (4), pp. 1300-1305	Espanha	1
<i>Chemical Engineering and Processing: Process Intensification</i> 44 (3), pp. 375-381	Turquia	1
<i>Journal of Molecular Catalysis A: Chemical</i> 216 (1), pp. 147-156	Japão	1
<i>Chemical Engineering Science</i> 58 (23-24), pp. 5279-5289	Portugal	1
<i>Chemical Engineering</i> 110 (12), pp. 44	N/A	1
<i>Process Biochemistry</i> 38 (10), pp. 1451-1456	Espanha	1
<i>Journal of Catalysis</i> 212 (2), pp. 207-215	Japão/Dinamarca	2
<i>Journal of Physical Chemistry B</i> 105 (17), pp. 3400-3404	Taiwan	1
<i>Applied Catalysis A: General</i> 222 (1-2), pp. 369-392	EUA/Japão/Brasil	3
<i>ACS Division of Petroleum Chemistry, Inc. Preprints</i> 46 (4), pp. 385-388	Inglaterra	1
<i>Bioresource Technology</i> 68 (2), pp. 193-195	México	1
<i>Industrial and Engineering Chemistry Research</i> 38 (4), pp. 1271-1276	Austrália / Taiwan	2

Fonte: Elaborado a partir de SCOPUS, 2011.

Estes periódicos tratam de determinadas áreas de conhecimento, foram subdivididas em categorias: Engenharia Química, Petroquímica, Biotecnologia, Catálise, Meio Ambiente, Porosidade de Materiais e Físico-química.

Pode-se observar que a maior parte dos artigos fora publicada em periódicos de engenharia química, com oito publicações, em segundo lugar encontrou-se a petroquímica com cinco artigos, seguida de catálise com quatro. Com dois artigos cada um encontrou-se Biotecnologia, Meio Ambiente e Físico-química, e por último, com um artigo Porosidade de Materiais. No total foram encontrados vinte e quatro periódicos diferentes para os vinte e oito artigos publicados.

Tabela IV.21.: Área de conhecimento e número de artigos publicados para o acetato de etila

Área do Periódico	Número de Periódicos
Engenharia Química	8
Petroquímica	5
Biotecnologia	2
Catálise	4
Meio Ambiente	2
Porosidade de Materiais	1
Físico Química	2
Total	24

Fonte: Elaborado a partir de SCOPUS, 2011.

Em comparação com o estudo de patentes, pode-se observar que o número de publicações realizadas por universidades ao redor do mundo é maior do que o de qualquer outra instituição, seja ela pública ou privada.

IV.3.2.4. Análise Micro

Os estudos acerca do acetato de etila produzido a partir do etanol foram subdivididos nas seguintes categorias:

- Avaliação/Otimização de Processos – Foram encontradas nove publicações, onde os artigos analisam parâmetros que otimizam, ou podem incrementar o conhecimento do processo. Estes artigos foram publicados em 1999, 2001, 2003, 2006, 2009 e 2010.

- Produção – Foram encontradas quatro publicações, onde os artigos tratam sobre um processo de produção de acetato de etila a partir de etanol. Estes artigos foram publicados nos anos de 2002, 2003, 2008 e 2010.
- Purificação – foram encontradas seis publicações, onde os artigos se tratam da separação do acetato de etila de outros compostos através de diferentes operações. Estes artigos foram publicados em 2005, 2008 e 2010.
- Processo em Catálise – foram encontradas sete publicações, onde os artigos se tratam do estudo dos mecanismos e da implementação de catálise na produção do acetato de etila a partir do etanol. Estes artigos foram encontrados em 1999, 2002, 2004, 2007, 2009 e 2010.
- Tratamento de Efluente – foi encontrado um artigo sobre o tratamento de efluente contaminado com etanol e acetato de etila. O artigo foi publicado em 2008.
- Análise Instrumental – foi encontrado um artigo que trata sobre métodos de determinação analítica para identificar acetato de etila. O artigo foi publicado em 2009.

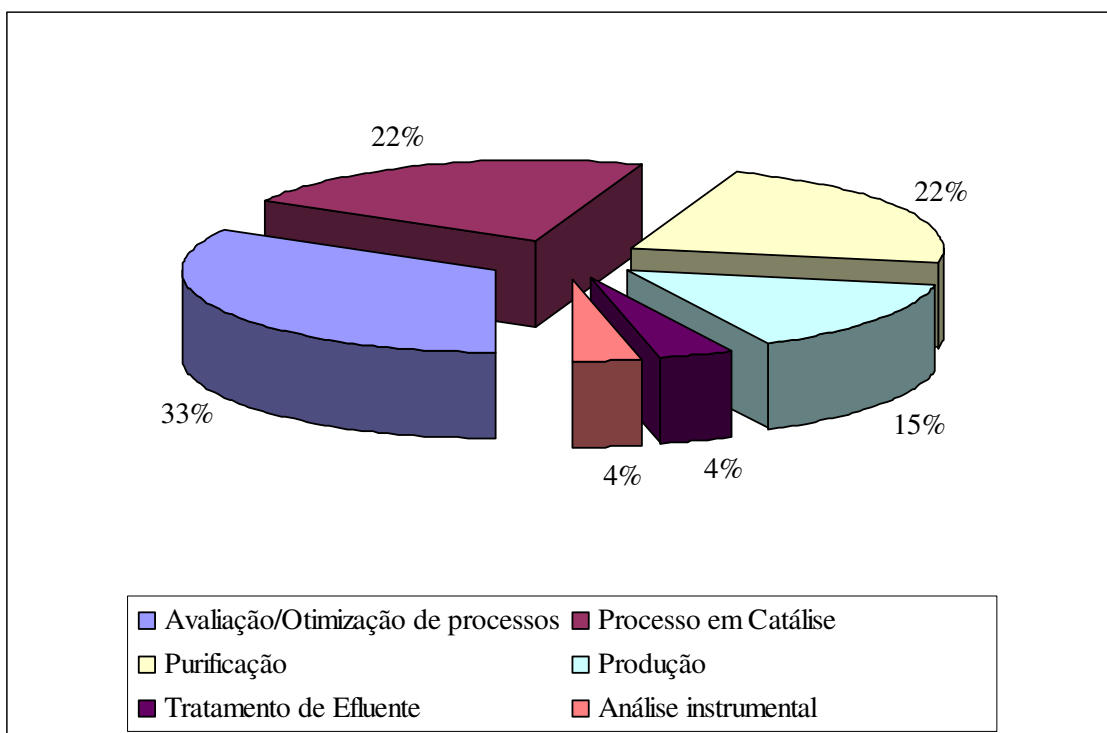


Figura 40- Classificação dos artigos por tema para o acetato de etila

Fonte: Elaborado a partir de SCOPUS, 2011.

Os artigos em “Avaliação/Otimização de Processos” obtêm destaque no início do período analisado. De 1999 até 2001 foram cinco publicações de cinco países diferentes, que demonstra que a tecnologia estava em um processo de expansão pelo mundo.

Os artigos em “Purificação” foram encontrados a partir de 2005, mostrando um aprimoramento do conhecimento do processo de produção do acetato de etila. Outros estudos que denominam também este aprimoramento são os de “Tratamento de Efluente” e “Análise Instrumental” publicados recentemente em 2008 e 2009 respectivamente.

Os estudos relacionados com os temas “Produção” e “Processo em Catálise” foram encontrados bem distribuídos pelos anos estudados. Isto demonstra que processos de produção e catálise estão sempre em evolução, à medida que o conhecimento amadurece estes estudos acompanham-no.

Diferente do estudo de patentes que encontrou 66,6% das suas publicações voltadas para produção, no estudo de artigos foi encontrado um total de 37% das suas publicações voltadas para produção de acetato de etila a partir de etanol (15% Produção mais 22% Processo em Catálise). Entretanto, resultados semelhantes se apresentam quando observados apenas os estudos de catálise. Nas patentes, 20% das publicações citam processos de fabricação e composição química de catalisadores e nos artigos, 22% estudam a utilização de catalisadores no processo de produção do acetato de etila.

IV.3.3. N-Butanol

IV.3.3.1. Monitoramento de artigos na base Scopus

As palavras-chave utilizadas na pesquisa do n-Butanol proveniente da cana de açúcar foram:

- Butanol;
- Biobutanol;
- Ethanol;
- Process;
- Reaction;
- Production;
- Bio;
- Green;
- Sugarcane;
- Renewable.

O período de publicação foi de 1998 à 2010. Assim, foi possível fixar o número de artigos encontrados em 14 artigos, sendo três destas publicações repetidas, e uma delas se tratava de tert-butanol envolvido na produção de biodiesel e por este motivo foram descartados da busca, restando 10 publicações.

O código utilizado na ferramenta de busca avançada da base Scopus foi:

```
TITLE(butanol OR bio-butanol AND process OR reaction OR production)
ABS(butanol OR bio-butanol AND ethanol AND process OR reaction OR production
AND bio OR green OR sugarcane OR renewable) PUBYEAR AFT 1998 PUBYEAR
BEF 2011
```

Ao realizar a busca, foi possível observar que o n-butanol ou biobutanol citado nas pesquisas não era necessariamente proveniente da sucroquímica, e sim de materiais lignocelulósicos. Estes materiais são encontrados na biomassa vegetal como florestas, gramíneas fibrosas (bambu), produtos agrícolas e resíduos agrícolas (bagaço de cana, palha de milho, palha de arroz). (CASTRO, 2001)

IV.3.3.2. Análise Macro

Realizando-se a análise Macro, obteve-se um panorama acerca do conhecimento da tecnologia do n-butanol, proveniente de sucroquímica ou outros materiais lignocelulósicos, também chamado de biobutanol. Os parâmetros analisados foram número de publicações por ano e por países.

Na pesquisa de artigos os resultados foram semelhantes aos da pesquisa de patentes. Observa-se que os períodos de tempo analisados no estudo foram diferentes, sendo o de patentes de 3 anos abrangendo 2008, 2009 e 2010 e o de artigos de 11 anos abrangendo 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009 e 2010.

O resultado do estudo de patentes aponta para a mesma tendência analisada no estudo de artigos. Nos últimos anos a busca pelo conhecimento de tecnologias acerca do biobutanol vem crescendo. O estudo de artigos constatou que nos anos de 2008, 2009 e 2010 houve maior quantidade de publicações e nenhuma em 2007, e o estudo de patentes encontrou publicações em 2009 e 2010.

O maior número de artigos encontrado na pesquisa foi no ano de 2008, onde se achou 4 artigos relacionados com a produção, avaliação e otimização de processos. Isto se dá possivelmente devido ao aumento da preocupação com o combate ao aquecimento global que se mostrou real, e que dirige a busca de conhecimento por tecnologias sustentáveis.

De 1999 até 2005 não foram encontrados artigos relacionados com a produção de biobutanol. Neste período, o estudo de biotecnologias para produção de materiais renováveis e bicomcombustíveis estava voltado para o bioetanol.

O ano de 2006 é quando pode-se observar o início das publicações referentes ao n-butanol proveniente de materiais renováveis, ficando 2007 sem nenhum artigo encontrado e tendo em 2008 um melhor resultado, como comentado acima.

Nos anos de 2008, 2009 e 2010 foi possível observar um número mais constante de publicações, embora decrescente neste breve período, isto mostra que o interesse na tecnologia vem sendo mantido devido ao potencial energético que o n-butanol possui e na sua utilização como combustível alternativo proveniente de biomassa.

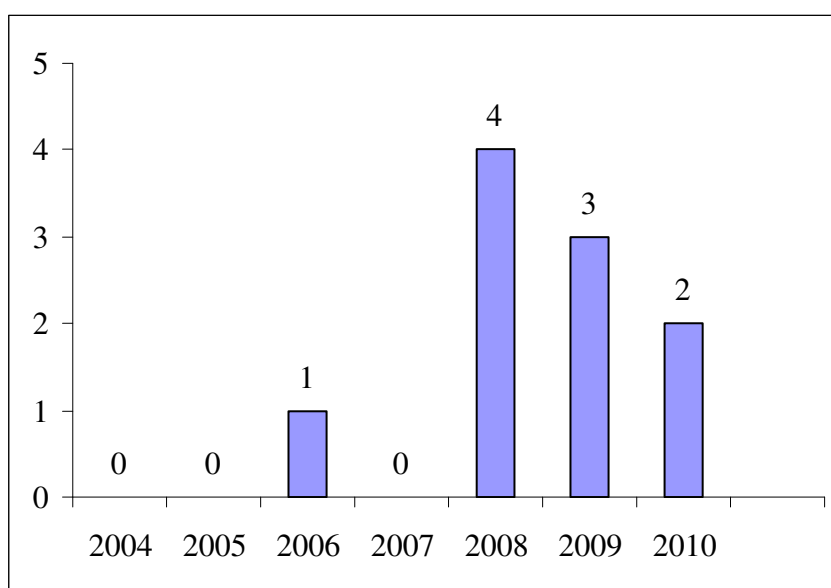


Figura 41- Distribuição de artigos publicados por ano para o n-butanol

Fonte: Elaborado a partir de SCOPUS, 2011.

Foi realizada também uma análise por país depositante. No período em foco, que consiste desde o ano de 1999 até 2011, obteve-se um maior número de publicações norte americanas que chegou a 50% do total, com 5 publicações das 10 encontradas. Em segundo lugar encontramos a Alemanha com duas publicações. Ambos os países trabalham para diversificar sua matriz energética e conseguir uma tecnologia de produção de biocombustíveis sustentável.

O interesse na produção de n-butanol a partir de materiais lignocelulósicos também foi constatado em outros países. Canadá, China e Coreia do Sul obtiveram uma publicação cada um, todas a partir de 2008, o que demonstra que o interesse é recente e

que possivelmente esta tecnologia ainda será explorada por outros países que não aparecem nessa busca.

O Brasil não aparece na pesquisa com publicações, no entanto, em 03/11/2010, a agência de notícias Reuters publicou a notícia da criação de uma joint venture formada pelas empresas multinacionais *British Petroleum Company* e *DuPont* chamada Butamax que funcionará em Paulínia, interior do estado de São Paulo. Este laboratório irá pesquisar e desenvolver o biobutanol no Brasil a partir do bagaço da cana de açúcar, de olho no mercado externo com previsões de funcionamento para 2013/2014. (GOMES, 2010)

Em comparação com os resultados da pesquisa de patentes, os artigos apontam para uma mesma tendência. Os Estados Unidos foram os que mais obtiveram publicações em ambas as pesquisas. Alemanha, China e Coréia do Sul foram citadas em ambas as pesquisas e Japão, México e Reino Unido foram citados apenas no estudo de patentes.

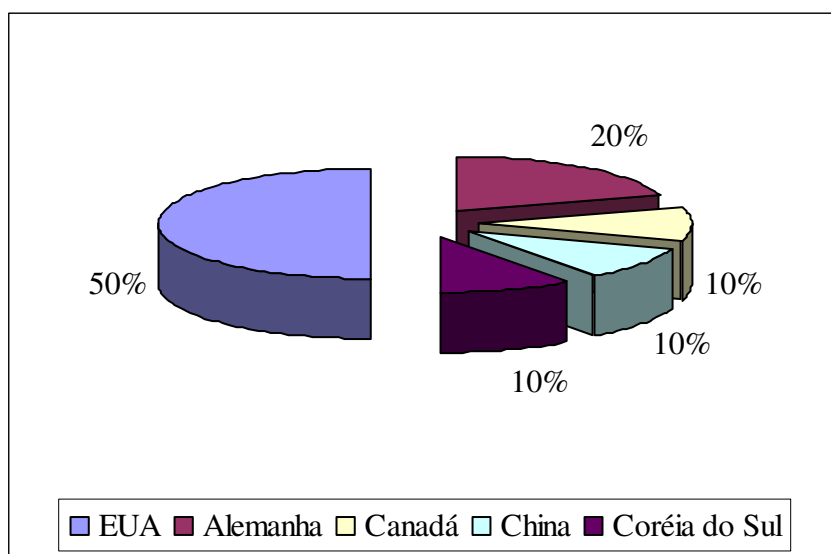


Figura 42- Distribuição de artigos publicados por país para o n-butanol

Fonte: Elaborado a partir de SCOPUS, 2011.

IV.3.3.3. Análise Meso

Com a análise Meso, observa-se a tendência de publicações em países por instituições publicantes, e a forma de divulgação destes estudos. Será feita uma especificação destas instituições que publicaram os artigos e o meio utilizado.

Tabela IV.22.: Distribuição de instituições publicantes por país

	EUA	Alemanha	Canadá	China	Coréia do Sul
Universidades	3	2	1	0	0
Instituição Públicas	1	0	0	1	1
Instituição Privada	1	0	0	0	0

Fonte: Elaborado a partir de SCOPUS, 2011.

Observa-se que há um predomínio das universidades nas publicações referentes a esta tecnologia. Nos Estados Unidos existem três publicações de universidades de diferentes estados e duas publicações de instituições sendo uma pública e outra privada.

Para Alemanha e Canadá as publicações foram feitas apenas por universidades locais, enquanto que China e Coréia do Sul apenas obtiveram publicações de instituições públicas.

O Brasil não aparece na relação, pois não foram encontradas publicações brasileiras acerca desta tecnologia neste período de tempo. Entretanto, novas empresas estão sendo criadas aqui através de *joint ventures*³ para explorar esta tecnologia, como é o caso da Butamax citada acima.

³ *Joint venture* é uma forma de aliança entre duas ou mais entidades que são juridicamente independentes e irão partilhar os riscos de negócio, as responsabilidades, os investimentos e os lucros de um projeto. (NUNES, 2008)

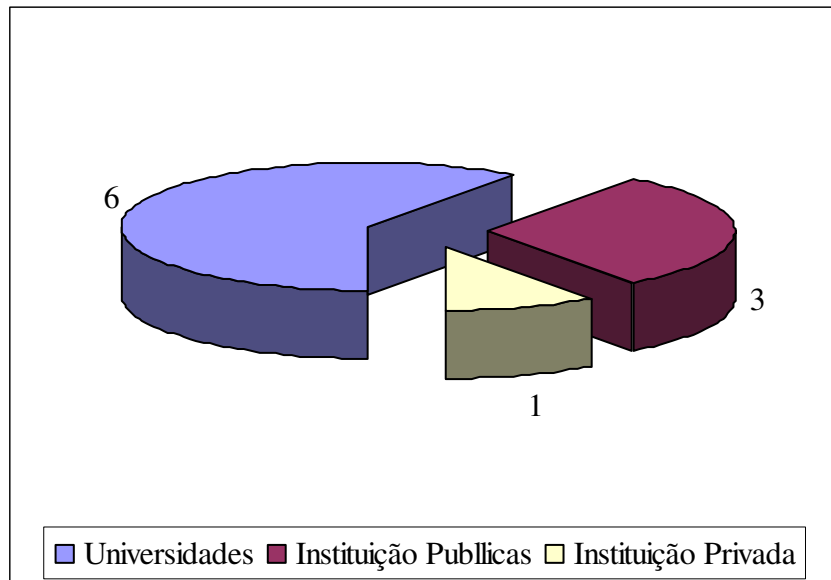


Figura 43- Distribuição de artigos por instituição para o n-butanol

Fonte: Elaborado a partir de SCOPUS, 2011.

Nesta etapa da análise foram avaliados também os principais periódicos utilizados como meio de publicação para os artigos. Os Estados Unidos possuem os periódicos com maior número de publicações através dos encontros anuais da *American Institute of Chemical Engineers* (AIChE) de 2008 e 2009. (AICHE, 2009)

Logo em seguida está Alemanha com dois periódicos e por fim Canadá, China e Coréia do Sul com um periódico para cada publicação que obteve. Estes países utilizaram jornais e simpósios distintos para divulgar seus estudos.

A abrangência dos periódicos varia entre engenharia química, biotecnologia, microbiologia e bioengenharia. Estas são áreas que se complementam no estudo de biobutanol, o fato das publicações estarem dentro de um domínio conjunto, mostra que o interesse dos pesquisadores pode ser semelhante em termos de resultado. Buscar um biocombustível mais eficiente que o bioetanol para se misturar a gasolina e reduzir a queima de derivados de petróleo.

Em comparação com o estudo de patentes, pode-se observar que os depósitos realizados neste domínio são predominantemente da iniciativa privada, seguida de longe, pelas universidades e pelas pessoas físicas. Já no domínio do estudo de artigos as universidades aparecem como as maiores publicantes e a iniciativa privada fica em último lugar.

IV.3.3.4. Análise Micro

Neste nível, foi realizada uma classificação mais detalhada acerca do assunto discutido nos artigos a fim de separá-los de acordo com a informação específica fornecida. Foi feita uma avaliação mais minuciosa dos artigos encontrados e percebeu-se que os estudos a respeito de n-butanol proveniente de materiais lignocelulósicos, o biobutanol, tratam de áreas de engenharia distintas que foram classificadas como:

- Avaliação/Otimização de processos – foram encontradas quatro publicações, onde os artigos analisam parâmetros para otimizar e/ou incrementar o conhecimento acerca do processo. Estes artigos foram encontrados em publicações de 2008 (1 artigo) e 2009 (3 artigos);
- Produção – foram encontradas quatro publicações, onde os artigos tratam sobre a produção de biobutanol. Estes artigos foram encontrados em 2006(1 artigo) e 2008 (3 artigos);
- Purificação – foi encontrada uma publicação, que tratava da separação do butanol no sistema acetona-butanol-etanol através de um processo de separação de hibrida extração-distilação. Este artigo foi publicado no ano de 2010;
- Bioquímica e Genética – foi encontrado um artigo de trata da análise genômica de bactérias na produção de biobutanol e na utilização de monóxido de carbono.

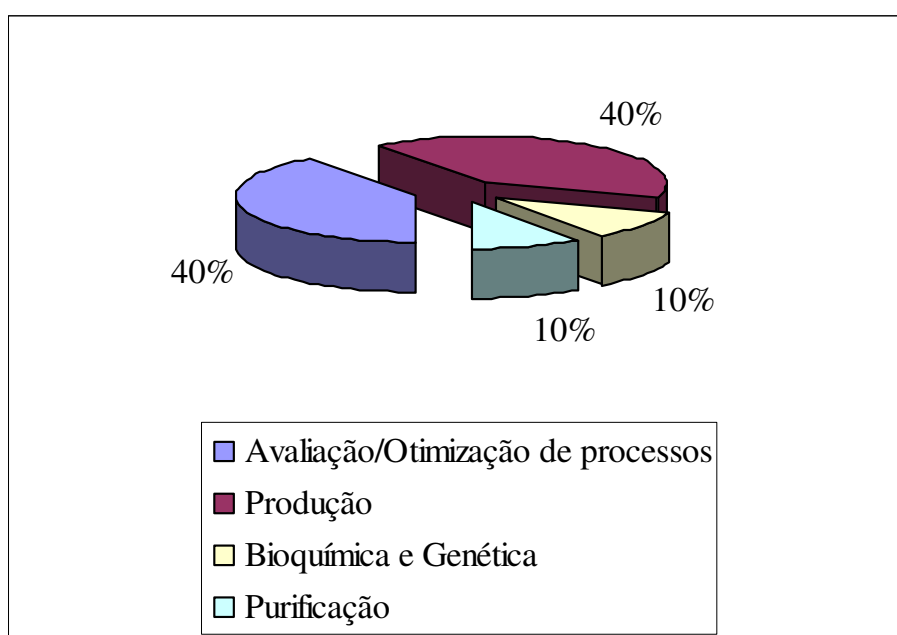


Figura 44- Classificação dos artigos por tema para o n-butanol

Fonte: Elaborado a partir de SCOPUS, 2011.

Os artigos relacionados com Produção e Avaliação/Otimização de processos obtiveram os maiores resultados com quatro publicações cada um. Isto pode ser entendido como característico de uma tecnologia que está sendo aprimorada para ser competitiva no mercado e se concretizar industrialmente.

As outras duas publicações encontradas, que tratam de Purificação e Bioquímica e Genética, são mais recentes e mostram que a o conhecimento da tecnologia está amadurecendo e se tornando mais amplo.

Fazendo a comparação dos resultados obtidos na pesquisa de artigos e patentes, observa-se que ambas obtiveram números semelhantes na parte de avaliação de parâmetros de processo, sendo responsável por 40% dos artigos encontrados e 37,5% das patentes (25% Especificação de Dados de Processo somados aos 12,5% Descrição de Processos).

Na pesquisa de patentes encontraram-se muitos resultados acerca de composição de catalisadores, o que não foi observado na pesquisa de artigos. Isto demonstra que apesar de tratar de um mesmo tema, os estudos de artigos e patentes têm foco diferente, sendo o primeiro de mais amplo conhecimento e de longínqua aplicação e o segundo mais específico para um processo ou uma demanda, e de aplicação mais imediata.

V. Conclusão

A indústria química nacional está ensaiando uma volta a um passado distante, quando nas primeiras décadas do século 20, empresas como Usina Colombina e Rhodia utilizaram etanol para fabricar insumos como cloreto de etila e ácido acético. Por utilizar matéria-prima renovável e menos poluente, a alcoolquímica é motivada por valores comerciais e ideológicos bem interessantes.

Desde essa época, um dos obstáculos do estabelecimento da alcoolquímica é a viabilidade econômica, determinada pela relação entre os preços do petróleo e álcool. Gastos com pesquisa e desenvolvimento são extremamente necessários, pois a descoberta de novos processos e a otimização dos já existentes colaborariam para que a produção de insumos químicos via rota verde se torne economicamente vantajosa.

Outro desafio para a utilização da referida rota, é a estabilidade do fornecimento do etanol. A opção dos fabricantes pela etanolquímica requer investimentos em novas plantas, por isso as companhias do setor têm que estar seguras quanto ao suprimento da matéria-prima no longo prazo. Uma possível solução é a criação de um contrato futuro de etanol na bolsa de mercadorias e futuros (BM&F). Porém essa garantia de fornecimento não é simples, uma vez que a safra de cana-de-açúcar depende de condições ambientais.

Analisando-se os dados de capacidade instalada de fabricação dos três produtos selecionados, nota-se que os números referentes ao eteno e acetato de etila no Brasil vem crescendo na última década, o que revela que as indústrias têm investido em ampliações e/ou otimizando o processo de fabricação. No entanto, o montante referente ao n-butanol se manteve constante, exceto no ano de 2003, quando o comércio deste solvente esteve desaquecido.

Atualmente, o etileno possui apenas a Braskem como fabricante. Três empresas sintetizam o éster de etila no Brasil: Rhodia Poliamida, Cloroetil e Butiamil, sendo que a Rhodia atende 80% do mercado, enquanto as outras duas dividem o restante. O álcool butílico sempre possuiu apenas uma produtora, Ciquine, que foi incorporada pela Elekeiroz S.A..

A média anual de produção dos três produtos foram bem discrepantes, o total para o eteno ficou em aproximadamente 2,7 milhões de toneladas, o acetato de etila teve 110.000 toneladas e o n-butanol o valor constante de 24.000 t/ano.

O principal destino da produção de etileno no país são as indústrias de plásticos em território nacional. Com grande parte das vendas feitas para o exterior, o éster de etila e o n-butanol abastecem principalmente os fabricantes de tintas e vernizes, ou são utilizados como intermediários químicos. A quantidade importada é significativa apenas para o álcool butílico. Por conta do processo de substituição das importações, demonstra ser um nicho em potencial.

Foi levantado também, notícias de projetos de investimentos nos produtos de interesse. Observou-se que as indústrias químicas Solvay e Dow anunciaram investimentos para o processamento do eteno verde. Nessa última década, a Cloroetil vinha cogitando a construção de uma nova fábrica de éster de etanol, porém esse projeto ainda não saiu da etapa de estudo. A Rhodia do Brasil, fechou um acordo para fornecer etanol e comercializar o acetato de etila produzido pela petroquímica saudita Sipchem. Não foram encontradas informações sobre investimentos em produção para o n-butanol obtidos a partir de álcool.

O estudo acerca da tecnologia de produção de eteno a partir do etanol proveniente da sucroquímica abrangeu análises de documentos de patentes e de artigos científicos. As bases de pesquisas dos documentos de patentes foram o USPTO (*Unites States Patent and Trademark Organization*) dos Estados Unidos, o INPI (Instituto Nacional de Propriedade Industrial) do Brasil e o Espacenet (pertencente ao European Patent Office) da Europa. A base utilizada na pesquisa de artigos foi o a base de dados Scopus.

As análises de documentos de patentes e artigos abrangeram períodos de tempo distintos. Nos documentos de patentes analisou-se o período de 2008 a 2010 enquanto que os artigos analisaram um período maior que foi de 1999 a 2010. Devido a esta diferença temporal, os resultados obtidos divergiram em alguns aspectos. Após o refino da pesquisa, cinquenta e dois documentos de patentes e vinte e cinco artigos foram aproveitados.

Nos anos de 2008 à 2010, foi possível observar uma queda no depósito de patentes com vinte e uma publicações em 2008, caindo 33%, para quatorze publicações em 2010. Espera-se que para os próximos anos, mais investimentos sejam feitos no setor, pois além do aumento da demanda, há uma permanente busca de alternativas para a utilização de petróleo como matéria-prima.

O estudo de documentos de patentes identificou a China como o país com maior número de depósitos, enquanto no estudo de artigos nem sequer aparece como depositante, onde os Estados Unidos lidera as pesquisas de eteno a partir de bioetanol.

Ambos os estudos identificam o Japão como o segundo país que mais realizou depósitos. Estes três países são os que mais investem em pesquisa e desenvolvimento e, devido a este fato, obtém os maiores números nas pesquisas.

Na análise de artigos, onde o período de busca foi mais extenso, 57% das publicações foram obtidos no início do período analisado, com artigos que não têm relação com o escopo do trabalho. O restante das publicações tratava sobre o eteno proveniente do etanol e foi possível observar um comportamento diferente do encontrado no estudo de patentes. Nesta análise o número de publicações aumentou entre os anos de 2008 e 2010, entretanto o aumento foi sutil, indo de duas em 2008 para três publicações em 2010, isto demonstra que há um interesse que permanece latente ou cresce lentamente ao longo dos anos.

A publicação de artigos se deu majoritariamente por universidades, enquanto que na publicação de patentes obtive-se mais resultados provenientes de empresas petrolíferas. Fato que é possivelmente explicado por conta dos artigos estarem mais voltados para o âmbito acadêmico, enquanto que patentes podem ter finalidade comercial e são, em alguns casos, muito vantajosas para as pessoas jurídicas.

Analisando mais detalhadamente a publicação de documentos de patentes por instituições de pesquisas e centros de tecnologia, nota-se que a maior parte destes são universidades chinesas, com destaque para *Fujian University* e *Nanjing University* com quatro depósitos cada uma. A empresa privada que mais obteve resultados de publicações foi a *China Petrochemical Corporation* com treze depósitos.

Os veículos mais utilizados pelos países que publicaram artigos referentes ao eteno, proveniente da sucroquímica, ao redor do mundo foram os periódicos norte-americanos com destaque para o “*AIChE Ethylene Procedures Conference*” e o “*Industrial and Engineering Chemistry Research*”.

Ao classificar os artigos científicos e documentos de patentes mais detalhadamente, foi possível observar que na pesquisa de artigos, entre os anos de 1999 e 2005 os estudos e discussões obtiveram dezenove publicações, mais uma de 2008, que eram voltadas para bioquímica e genética de microorganismos que vivem em frutas e produzem eteno ao longo do processo de amadurecimento e que não têm relação com este estudo, porém aponta uma vertente em gestação. Nos anos de 2006 a 2010 foi quando encontrou-se artigos que tratam da avaliação e otimização de processos, de aplicação e produção do bioeteno.

Diferentemente, no estudo de patentes foram encontradas publicações que tratavam sobre composição de catalisadores, descrição de processos, especificação de processos, otimização de processos e consumo de energia, regeneração de catalisadores e tratamento de efluentes de processo. Estes temas estão diretamente ligados à produção e ao interesse financeiro, isto explica a necessidade de serem publicados em patentes.

Nos dois estudos referentes às publicações sobre o biobutanol, encontrou-se oito publicações em patentes e dez em artigos. O que indica que o interesse nesta tecnologia é menor em relação aos outros dois produtos pesquisados.

Apesar da diferença de tempo entre os estudos, resultados semelhantes foram obtidos. A busca pelo conhecimento acerca desta tecnologia vem crescendo nos últimos anos. As publicações de patentes e artigos aumentaram nos últimos dois anos, isto demonstra um aquecimento no interesse nesta tecnologia, que pode ser interpretado como reflexo de movimentos ambientais e políticas de subsídios com incentivos para busca de novas tecnologias em um momento de preocupação com impactos ambientais.

Quando os países que realizam as publicações foram analisados, notou-se que os Estados Unidos são, atualmente, os maiores conhecedores da tecnologia. Países como Alemanha, China e Coréia do Sul que investem pesado em desenvolvimento tecnológico, também obtiveram publicações. No Brasil não foi encontrada nenhuma pesquisa referente ao estudo do biobutanol, entretanto existem projetos sólidos em andamento como o laboratório de pesquisas Butamax, em Paulínia – SP, que irá pesquisar e desenvolver o biobutanol no Brasil, de olho no mercado externo, com previsão de início das atividades para 2013/2014.

As instituições que pesquisam este tema ao redor do mundo se mostraram diferentes nos estudos de patentes e artigos. As patentes são publicadas, predominantemente, por instituições de pesquisa privadas enquanto que os artigos são publicados, em maioria, por universidades. Isto ocorre pois as instituições privadas estão voltadas para um mercado extremamente competitivo, onde a proteção de propriedade industrial pode representar ganho de lucros por determinado período de tempo. Dentre estes depositantes de patentes privados, o que mais se destaca é a Dupont, empresa norte americana de produtos químicos.

Ao separar e classificar os assuntos tratados nos estudos, observa-se que muitas patentes e artigos tratam de avaliação e otimização de processos. Outras patentes se destacam também na composição de catalisadores. Os temas tratados nas patentes são de aplicação industrial, e por isto estão sob proteção de propriedade industrial. Os

artigos estão voltados para o âmbito acadêmico e são uma predecessão das patentes que serão desenvolvidas.

Ao analisar os estudos acerca do acetato de etila proveniente da etanolquímica, observa-se que, apesar da diferença temporal nos estudos de patentes e artigos, onde a análise de patentes contemplou o período de 2008 a 2010 e a de artigos foi de 1999 a 2010, ambos apontam um aumento de publicações nos últimos anos.

O estudo de artigos pôde demonstrar o comportamento ao longo da década, que foi oscilatório, com os maiores resultados concentrados no início e no fim do período analisado com um período de poucas publicações entre 2004 e 2006. Este comportamento pode ser explicado pelo ressurgimento da sucroquímica no início da década e com o aumento do interesse em tecnologias ditas como limpas, que nos últimos anos têm obtido ampla ajuda de governos de todo o mundo. O investimento do poder público nestas tecnologias pode ser interpretado como uma tentativa de minimizar, perante a opinião pública, a imagem de que estão destruindo o planeta com o consumo de combustíveis fósseis e carvão, e a apatia perante os acontecimentos, de não se tomar decisões concretas para mitigar, ou pelo menos minimizar os impactos que estão por vir no nosso planeta.

A maior parte dos artigos e patentes encontrados foram publicados pela China. Observa-se que os Estados Unidos obtiveram mais resultados em documentos de patentes que em artigos, o que pode demonstrar que a tecnologia está em fase de implementação ou já em aprimoramento saindo do âmbito acadêmico.

Analisando as instituições depositantes, observa-se que a publicação de artigos é bastante superior em universidades (75%) e inferior em pessoa física e jurídica. Na análise de documentos de patentes os resultados foram semelhantes pois universidades e institutos de pesquisa obtiveram os maiores resultados. Entretanto, 40% das patentes publicadas por pessoas físicas e jurídicas. Isto demonstra que, em escala global, universidades e institutos de pesquisa dominam esta tecnologia. No Brasil, o único resultado para publicação de artigo foi depositado pelo INT – Instituto Nacional de Tecnologia no Rio de Janeiro, e na China, a universidade que mais obteve publicações de patentes (duas) foi a *Naijing University*.

Os periódicos utilizados para publicação dos artigos foram bem variados e abrangem diferentes áreas. Artigos publicados por periódicos voltados para Engenharia Química foram os mais encontrados seguidos da Petroquímica e Catálise. Isto demonstra que a própria indústria petroquímica e seus principais transformadores, os

engenheiros químicos, estão discutindo para aprimorar as rotas de obtenção de seus produtos.

O estudo de patentes aponta que a maior parte das publicações são voltadas para processos de produção enquanto que os artigos abrangem áreas mais distintas por estarem mais relacionados com o âmbito acadêmico.

Ao comparar as três tecnologias, nota-se que os únicos países que aparecem com números expressivos de publicação nos três campos são China e Estados Unidos. O Japão se destaca nos estudos do eteno e o Brasil é citado com pesquisas acerca de eteno e acetato de etila. Estados Unidos, China e Japão são potenciais da tecnologia e o Brasil deveria seguir alguns exemplos de investimentos feitos por estes países.

Para o eteno, a maior parte das patentes são depositadas por pessoa jurídica e universidades e os artigos por universidades. O n-butanol se enquadra como o eteno, com maioria das patentes depositadas por pessoa jurídica e artigos publicados por universidades. Para o acetato de etila a maioria das patentes foram publicadas por institutos de pesquisa e universidades, assim como os artigos. Isto demonstra a diferença em que se dá o estágio das duas primeiras tecnologias e a do acetato, onde as duas primeiras já estão nas mãos de produtores, enquanto que o acetato ainda pertence muito ao domínio da pesquisa e abrange estudos universitários.

Com base nos parâmetros levantados, dentre os três produtos abordados nesse trabalho, os que apresentam melhores oportunidades no contexto da alcoolquímica foram o eteno e acetato de etila. Exceto pela análise das importações, isto foi comprovado na maior parte dos números do estudo, desde a evolução da produção até o levantamento de documentos de patentes e artigos científicos, foram encontrados cinquenta e duas patentes e vinte e cinco artigos sobre o eteno, quinze patentes e vinte e cinco artigos para o acetato de etila e oito patentes e dez artigos para o n-butanol.

Dentre os processos vistos, a desidratação catalítica do álcool etílico para a produção de etileno aparece como a mais interessante. Para a síntese do acetato de etila, a tecnologia desenvolvida pela *Davy Process Technology*, possibilita chegar ao acetato de etila a partir do etanol sem passar pelas etapas intermediárias de acetaldeído e ácido acético se mostrou mais atraente.

Além disso, foram encontradas nesses últimos anos, três empresas diferentes investindo no etileno, duas no éster de etila e nenhuma no n-butanol via rota alcoolquímica. A conversão de etanol para a produção de álcool butílico não se mostra

tão interessante quanto os outros dois produtos, pois existem processos como o desenvolvido pela Butamax, que permite aproveitar qualquer fonte de carboidratos para gerar o butanol pela via fermentativa: cana, milho, trigo, celulose (bagaço) ou microalgas, eliminando a necessidade da produção intermediária de etanol.

VI. Sugestões para trabalhos futuros

Em um estudo de monitoramento tecnológico, quanto mais informações obtidas, maior será a abrangência da análise. Portanto, o estudo mais profundo é sugerido. Para isso, outras bases de dados também podem ser utilizadas. Na busca por documentos de patentes, por exemplo, softwares, como o Matheo Analyser (<http://www.matheo-software.com>) e VantagePoint (<http://thevantagepoint.com>) são alternativas de pesquisa e podem ser boas ferramentas para encontrar mais documentos patentes. Já para artigos, a sugestão é utilizar a base de dados *Science Direct* (www.sciencedirect.com), que é atualizada semanalmente.

Além disso, outras palavras-chave podem ser usadas ou até mesmo pesquisadas em outros campos de busca, fazendo com que o universo de pesquisa seja diferente e possivelmente, apresente outros documentos.

Pode-se também, aproveitar o interesse crescente na utilização da sacarose como matéria-prima, e selecionar outros produtos derivados da sucroquímica. Com isso, seria possível avaliar o potencial mercadológico e tecnológico de outras substâncias e comparar com os resultados obtidos nesse trabalho.

VII. Referências Bibliográficas

ABIQUIM _ Associação Brasileira da Indústria Química. Anuário da Indústria Química Brasileira. São Paulo. 2001 a 2010.

ABIQUIM _ Associação Brasileira da Indústria Química. Atuação Responsável. CST [Citado em 30 jul. de 2011 às 21:58 CST]. Disponível em: <URL:<http://www.abiquim.org.br/atuacaoresponsavel/visao.asp>>.

ABIQUIM _ Associação Brasileira da Indústria Química. Atuação Responsável. [on line]. 17 jul. de 2011, 08:52:41 CST. [Citado em 30 jul. de 2011 às 21:58 CST]. Disponível em: <URL: <http://www.abiquim.org.br/atuacaoresponsavel/visao.asp>>.

ABNT _ Associação Brasileira de Normas Técnicas. [on line]. 17 mai. de 2011 08:32:11 CST. [Citado em 10 jun. de 2011, 19:00:53 CST]. Disponível em: <URL: www.abnt.org.br/cb38/institucional_novo.htm>.

ABNT _ Associação Brasileira de Normas Técnicas. Sistema de Gestão Ambiental - ABNT NBR ISO14000, 2ª edição, 27 p.

ALMEIDA, E. *et alii*. Crise de oferta no mercado do etanol: conjuntural ou estrutural? [on line]. 30 mai. 2011, 00:15:36 CST [Citado em 25 jun. de 2011. 18:54:21 CST]. Disponível em: <URL: <http://infopetro.wordpress.com/2011/05/30/crise-de-oferta-no-mercado-do-etanol-conjuntural-ou-estrutural/>>.

ATTUY, G. Cloroetil prevê triplicar capacidade de produção e foca na exportação. [on line]. 12 nov. 2003. CST [Citado em 10 ago. de 2011. 15:212:10 CST]. Disponível em: <URL: <http://www.dci.com.br/Cloroetil-preve-triplicar-capacidade-de-producao-e-foca-na-exportacao-1-49473.html>>.

BRASKEM S.A. Formulário de Referência ao exercício social do ano de 2004. BRASKEM S.A. VERSÃO TEXTO LIVRE. p. 75. [on line]. 2 jul. de 2011, 09:12:42 CST. [Citado em 22 jul. de 2011 às 20:32:41 CST]. Disponível em: <URL: http://www.mzweb.com.br/braskem/web/arquivos/BRASKEM_Formulario_20F_2004_port.pdf>.

BRASKEM S.A. Formulário de Referência ao exercício social do ano de 2005. BRASKEM S.A. VERSÃO TEXTO LIVRE. p. 65. [on line]. 2 jul. de 2011, 09:22:56

CST. [Citado em 22 jul. de 2011 às 21:02:11 CST]. Disponível em: <URL: http://www.mzweb.com.br/braskem/web/arquivos/BRASKEM_Formulario_20F_2004_port.pdf>.

BRASKEM S.A. Formulário de Referência ao exercício social do ano de 2009. BRASKEM S.A. VERSÃO TEXTO LIVRE. p. 103. [on line]. 29 jun. de 2010, 7:33:17 CST. [Citado em 22 jul. de 2011 às 21:28:44 CST]. Disponível em: <URL:http://cvmautomatico.mzir.com/arquivos/4820/2011_07_27_FormularioReferencia.pdf>.

BRASKEM S.A. Qualidade. [on line]. 17 jun. de 2011, 09:34:21 CST. [Citado em 11 de Julho às 23:03:21 CST]. Disponível em: <URL: <http://www.braskem.com.br/site.aspx/Qualidade>>.

BRASKEM. Braskem faz história ao colocar em operação a primeira planta de Plástico verde de fonte 100% renovável. [on line]. 30 jan. 2011, 15:18:45 CST [Citado em 04 fev. de 2011. 09:26:41 CST]. Disponível em: <URL: http://www.braskem.com.br/plasticoverde/_HOME.html>.

CASTRO, H. F. Processos Químicos Industriais I- Anotações Apostila 4. 1º Semestre 2001. [on line]. 27 mai. 2011, 18:22:34 CST. [Citado em 30 jun. de 2011 às 22:34:13 CST]. Disponível em: <URL: www.ebah.com.br/content/ABAAAAYgAH/processos-quimicos-industriais-2-industria-papel>.

CGEE _ Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Química Verde no Brasil 2010-2030. Edição revista e atualizada. Brasília, 2010. p117-123

Constituição da República Federativa do Brasil. 1988. Título VIII, Capítulo VI do Meio Ambiente – Art.225.

DURÃO, M. Os novos desafios da álcoolquímica. [on line]. 23 abr. 2007, 18:45:27 CST [Citado em 08 ago. de 2011. 20:02:28 CST]. Disponível em: <URL: <http://www.bv.fapesp.br/namidia/noticia/8873/novos-desafios-alcoolquimica/>>.

ELEKEIROZ S.A. Relatório Anual de Sustentabilidade 2008. p.3. [on line]. 19 jul. de 2011, 10:32:11 CST. [Citado em 2 ago. de 2011 às 14:23:42 CST]. Disponível em: <URL: <http://www.itautech.com.ar/media/258150/itautech%20ra08%20miolo.pdf>>.

ESPAENET. Busca por nome dos produtos químicos. [on line]. 05 abr.2011, 11:27:41 CST [Citado em 12 abr. de 2011. 00:16:07 CST]. Disponível em: <URL: http://worldwide.espacenet.com/advancedSearch?locale=en_EP >.

FAIRBANKS, M. et alii. Polietileno retorna à Era do álcool. [on line]. 22 mai. de 2011, 11:12:42 CST. [Citado em 08 de jun. de 2011 às 14:26:32 CST]. Disponível em: <URL: www.plasticomoderno.com.br/revista/pm394/noticias2.html>.

FAIRBANKS, M. Petroquímica – PQU 30 anos. [on line]. mar. 2002, 18:18:42 CST [Citado em 06 jun. de 2011. 20:08:29 CST]. Disponível em: <URL: <http://www.quimicaederivados.com.br/index.php?sessao=reportagem&id=629&pagina=1>>.

GOMES, F. BP e Dupont inauguram unidade para biobutanol de cana no Brasil. [on line]. 5 jun. de 2011, 7:33:25 CST. [Citado em 12 jun de 2011 às 13:22:09 CST]. Disponível em <URL: <http://economia.uol.com.br/ultimas-noticias/reuters/2010/11/03/bp-e-dupont-inauguram-unidade-para-biobutanol-de-cana-no-brasil.jhtm>>.

GRUPO RHODIA. 2002 *Sustainable Development Report*. p. 23. [on line]. 7 jul. de 2011, 10:52:41 CST. [Citado em 7 ago. de 2011 às 21:11:42 CST]. Disponível em: <URL: http://www.rhodia.com/en/binaries/rhodia_sd_report_2002_en.pdf>.

GRUPO RHODIA. 2003 *Sustainable Development Report*. p. 2. [on line]. 16 jul. de 2011, 09:12:42 CST. [Citado em 7 ago. de 2011 às 21:21:33 CST]. Disponível em: <URL: http://www.rhodia.com/en/binaries/rhodia_sd_report_2003_en.pdf>.

GRUPO RHODIA. 2004 *Sustainable Development Report*. p. 20. [on line]. 16 jul. de 2011, 09:22:51 CST. [Citado em 7 ago. de 2011 às 21:31:12 CST]. Disponível em: <URL: http://www.rhodia.com/en/binaries/rhodia_sd_report_2004_2_en.pdf>.

GRUPO RHODIA. 2005 *Sustainable Development Report*. p. 24. [on line]. 16 jul. de 2011, 18:12:22 CST. [Citado em 7 ago. de 2011 às 21:38:28 CST]. Disponível em: <URL: http://www.rhodia.com/en/binaries/rhodia_sd_report_2005_en.pdf>.

GRUPO RHODIA. 2006 *Sustainable Development Report*. p. 23. [on line]. 16 jul. de 2011, 18:32:14 CST. [Citado em 7 ago. de 2011 às 21:49:37 CST]. Disponível em: <URL: <http://www.rhodia.com/static/en/SD%20Reports/DD2006/interface.html>>.

IBGE _ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Em 2008, PIB cresceu 5,1% e chegou a R\$ 2,9 trilhões. [on line]. 10 mar. 2009. CST [Citado em 04 ago. de 2011. 14:22:19 CST]. Disponível em: <URL: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1330&id_pagina=1>.

INPI. _ Instituto Nacional de Propriedade Industrial. Busca por nome dos produtos químicos. [on line]. 22 mar.2011, 20:25:37 CST [Citado em 30 mar. de 2011.

21:20:41 CST]. Disponível em: <URL: <http://pesquisa.inpi.gov.br/MarcaPatente/jsp/patentes/patenteSearchAvancado.jsp>>.

KNOOW.NET. Conceito de Joint Venture. [on line]. 11 jun. de 2011, 22:35:22 CST. [Citado em 19 jun. de 2011 às 22:33:16 CST]. Disponível em <URL: <http://www.knoow.net/cienceconempr/gestao/jointventure.htm>>.

LACERDA, R. Braskem já estuda nova planta de plástico verde. [on line]. 24 set. 2010. CST [Citado em 05 ago. de 2011. 18:32:59 CST]. Disponível em: <URL: <http://www.amanha.com.br/sustentabilidade-internas/58-sustentabilidade-1/822-braskem-ja-estuda-nova-planta-de-plastico-verde>>.

LANGARO, C. 30 anos da Copesul e do Pólo Petroquímico do Sul. [on line]. 05 jun. 2006, 21:08:19 CST [Citado em 06 jun. de 2011. 21:248:55 CST]. Disponível em: <URL: http://www.acionista.com.br/home/copesul/050606_copesul_30anos.htm>.

LEE-MEDDI, J. O Mundo e a Crise do Petróleo de 1973. [on line]. 28 mai. 2009, 03:22:08 CST [Citado em 30 ago. de 2011. 17:46:11 CST]. Disponível em: <URL: <http://jeocaz.wordpress.com/2009/05/28/o-mundo-e-a-crise-do-petroleo-de-1973/>>.

Lei de Crimes Ambientais. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.

MAZZONI, M. O. Elqueiroz compra Ciquine or R\$20,685 milhões. [on line]. 09 mai. 2002, 15:31:14 CST [Citado em 09 jun. de 2011. 16:58:29 CST]. Disponível em: <URL: http://geein.fclar.unesp.br/jornais_det.php?codigo=5283>.

MILANEZ, A. Y. *et alii*. BNDES Setorial, Energia, Perspectivas Para o Etanol Brasileiro, n. 27. Rio de Janeiro, 2008. 26p.

MMA _ Ministério do Meio Ambiente. SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente. [on line]. 22 mai. de 2011, 19:12:42 CST. [Citado em 08 jun. de 2011 às 15:42:39 CST]. Disponível em: <URL: www.mma.gov.br/port/conama/estr1.cfm>.

NUNES, P. Conceito de Joint [on line]. 06 out. de 2011, 09:36:25 CST. [Citado em 13 out. de 2011 às 15:01:21 CST]. Disponível em: <URL: <http://www.knoow.net/cienceconempr/gestao/jointventure.htm>>.

PASSOS, R.M. Nanomateriais aplicados à Indústria Química. Projeto Final de Curso. Ago 2010. 34 p.

PEREIRA JÚNIOR, N. A Indústria Brasileira do Etanol: Origem e Perspectivas. Artigo Científico. 19 dez 2008. p 2-6.

REBOUÇAS, F. Os novos desafios da álcoolquímica. [on line]. 05 jun. 2011, 19:28:32 CST [Citado em 08 jun. de 2011. 20:51:18 CST]. Disponível em: <URL: <http://www.infoescola.com/economia/fusao-de-empresas/>>.

RIBEIRO, M. *et alli*. Legislação Ambiental PNMA – Política Nacional de Meio Ambiente. [on line]. 12 jul. de 2011, 9:21:34 CST. [Citado em 13 jul. de 2011 17:41:12 CST]. Disponível em: <URL: http://www.hidro.ufcg.edu.br/twiki/pub/CienciasdoAmbiente/Semestre20092/PNMA_SISNAMA.ppt#597,30,Slide 30>.

SCOPUS. Busca de Periódicos Científicos por Palavras Chave. [on line]. 13 abr. de 2011. [Citado em 15 mai. de 2011]. Disponível em: <URL: www.scopus.com>.

USPTO. _ United States Patent and Trademark Office. Busca por nome dos produtos químicos. [on line]. 03 abr.2011, 09:58:17 CST [Citado em 10 abr. de 2011. 22:09:40 CST]. Disponível em: <URL: <http://patft.uspto.gov/netahtml/PTO/search-adv.htm>>.

VALOR ECONÔMICO. Rhodia fecha acordo com petroquímica saudita. [on line]. 09 ago. 2010. CST [Citado em 09 ago. de 2011. 19:34:00 CST]. Disponível em: <URL:http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1330&id_pagina=1>.

WIKIPEDIA. Braskem. [on line]. 02 mar. 2011, 19:18:30 CST [Citado em 04 jun. de 2011. 19:46:20 CST]. Disponível em: <URL: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Braskem>>.