



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE POLÍTICA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA



LUIZ FERNANDO RIGACCI VAZZOLÉR

Um breve estudo sobre a Organização da Pesquisa Paulista em Biodiesel

Monografia apresentada ao Instituto de Geociências como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Beatriz Machado Bonacelli

CAMPINAS
DEZEMBRO, 2011

*A todos que me
ajudaram até aqui,
um obrigado!*

Sumário

Introdução.....	1
Capítulo 1 – Revisão Bibliográfica e Referenciais Teóricos	4
Um breve estudo de Redes de Colaboração.....	4
Histórico do Programa Nacional de Uso e Produção de Biodiesel (PNPB).....	7
Capítulo 2 – Um Exercício de Monitoramento Tecnológico	13
Metodologia.....	13
Resultados Obtidos	13
Os Pólos de Concentração e Redes de Colaboração na Pesquisa sobre Biodiesel	21
Considerações Finais	24
Bibliografia	25

Introdução

A discussão acerca do biodiesel no Brasil renasce a partir dos anos 2000 com a nova ascensão do tema sobre fontes renováveis de energia. Entretanto, desde o final da década de 1970, pesquisadores brasileiros, têm se dedicado ao estudo de óleos vegetais e animais alternativos ao óleo diesel derivado do petróleo. Biodiesel e etanol são considerados os carros-chefes dos *combustíveis renováveis ou verdes*, assim caracterizados por serem provenientes de fontes naturais capazes de se regenerarem em um curto espaço de tempo.

A possibilidade de se utilizar óleos vegetais como combustível em motores de combustão interna de ciclo Diesel é conhecida desde o final do século XIX, quando Rudolph Diesel inventou o motor que carrega seu nome. Nos testes de bancada, Diesel abasteceu o motor com petróleo e óleo de amendoim e, do mesmo modo que o motor de ciclo Otto¹, os combustíveis provenientes de fontes naturais apresentavam melhores rendimentos; entretanto, na época, o álcool e os óleos vegetais apresentavam preços mais elevados que o petróleo e seus derivados (gasolina e óleo diesel) e uma oferta consideravelmente menor, o que apontava uma baixa viabilidade para o uso destes em larga escala.

Até a década de 1930, os combustíveis de origem vegetal caíram no esquecimento; entretanto o período de racionamento de matérias-primas e combustíveis ocorrido com a II Guerra Mundial reaqueceu as pesquisas alternativas ao petróleo. A primeira patente de processos relacionados com a fabricação do que hoje se conhece por biodiesel data de 1937 na Bélgica, do inventor G. Chavanne da Universidade de Bruxelas (Suarez e Meneghetti, 2007). O processo patenteado é chamado de transesterificação, um dos três possíveis para fabricar o biocombustível. Com o final da guerra, novamente a P&D em alternativas ao petróleo diminuiu de intensidade.

A crise do petróleo em 1973 reabriu a discussão de alternativas ao óleo diesel, e nesse momento o Brasil surge com grandes contribuições em pesquisas. A primeira patente puramente relacionada como a produção de biodiesel foi depositada pelo Prof. Expedito Parente e concedida no ano de 1988 – PI8007957-1 (Parente, 2003).

Para a produção do biodiesel existem três processos básicos: a transesterificação, a pirólise de óleos ou craqueamento, e a esterificação. O processo

¹ Nikolaus A. Otto (1832-1891), engenheiro alemão inventor de um motor de combustão interna, batizado de ciclo Otto. A diferença básica entre os dois motores é a utilização de uma vela de ignição por cilindro; desta forma, o ciclo Otto utiliza a vela para explosão do combustível enquanto o ciclo Diesel detona o combustível devido à alta compressão.

geral, exceto para o craqueamento, ocorre com a adição de um álcool de cadeia curta (metanol ou etanol) e um catalisador ao óleo vegetal ou animal. Destas reações derivam produtos com propriedades químicas e físicas semelhantes a combustíveis, como viscosidade e densidade, para que não sejam necessárias alterações de ordem mecânica nos motores.

Em termos de utilização, o principal destino do biodiesel são os veículos automotores, segundo a classificação da ANFAVEA: automóveis, comerciais leves, caminhões e ônibus. No âmbito deste estudo serão apenas estudados os veículos equipados com motores de combustão interna de ciclo Diesel. No intervalo de 2005 a 2009, a participação de autoveículos movidos a diesel esteve entre 8,0% e 11,4% do total produzido no país, com média de 280 mil veículos ao ano.

Em 2005, o governo brasileiro, por meio da Lei 11.097/2005, regulamentou a introdução e o uso do biodiesel na matriz energética brasileira. Além disso, especificou o que é considerado biodiesel:

Art. 4º inciso XXV - *Biodiesel: biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil (Brasil, 2005).*

Em 2005, quando da promulgação da lei 11.097, foi criado o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), com o objetivo de implementar de forma sustentável, tanto técnica como economicamente, a produção e uso do biodiesel, com enfoque na inclusão social e no desenvolvimento regional, através da geração de emprego e renda. As diretrizes básicas do PNPB são: implantar um programa sustentável, promovendo inclusão social, garantir preços competitivos, qualidade e suprimento; e produzir o biodiesel a partir de diferentes fontes oleaginosas em regiões diversas. A partir do ano de 2008, o diesel tradicional deveria ser acrescido obrigatoriamente com 2% de biodiesel, formando o chamado B2, e inicialmente foi estabelecido que a partir de 2013 o óleo diesel fosse aditivado com 5% de biodiesel; entretanto pela conjuntura favorável entrou em vigor no início deste ano o B5.

A expansão do biodiesel é recente e tem como base a utilização de diferentes fontes como matéria-prima. Em linhas gerais existem três possíveis origens: óleos vegetais, gorduras de animais e óleos e gorduras residuais. Os óleos vegetais possuem uma gama de culturas considerável, dentre elas: amendoim, dendê, algodão, babaçu, girassol, mamona, pinhão-manso, canola, linhaça, soja, palma (Paulillo et al., 2007).

A presente pesquisa tem por objetivo levantar a contribuição da pesquisa paulista para o biodiesel brasileiro, a partir da identificação de redes de colaboração e pólos de concentração de instituições de pesquisa baseadas no Estado de São Paulo, tanto no que toca à produção científica quanto tecnológica.

Este documento está dividido em três capítulos desta breve introdução. No primeiro encontra-se uma revisão da bibliografia, sobre redes de cooperação e a conformação do PNPB. Na sequência, o capítulo 2, é uma breve descrição da metodologia e os resultados das investigações: estatísticas básicas, a identificação dos pólos de concentração e o traçado da rede colaboração em pesquisa a partir das co-autorias de artigos científicos. Ao final, algumas considerações sobre os resultados alcançados na pesquisa frente às premissas do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel.

Capítulo 1 – Revisão Bibliográfica e Referenciais Teóricos

Um breve estudo de Redes de Colaboração

As redes de contato ou colaboração entre instituições estão presentes no sistema econômico desde o início do século XX; com o avanço do capitalismo e a flexibilização da produção, um insumo ganha destaque: a informação (Shima, 2006). A partir da globalização e a revolução das tecnologias da informação, as redes se tornam um instrumento de grande importância tanto na pesquisa, quanto nos processos produtivos.

“No novo modo informacional de desenvolvimento, a fonte de produtividade acha-se na tecnologia de geração de conhecimentos, de processamento da informação e de comunicação de símbolos. Na verdade, conhecimentos e informação são elementos cruciais em todos os modos de desenvolvimento, visto que o processo produtivo sempre se baseia em algum grau de conhecimento e no processamento da informação” (Castells, 1999, p. 35).

Com o declínio do modo fordista de produção, anos 70 do século XX, ocorreu a ascensão da produção flexível como estratégia dominante de organização do processo produtivo capitalista. As características gerais dessa nova forma de se organizar a produção estruturaram-se em um novo arranjo entre produtores e fornecedores, marcado pela distribuição de matérias-primas e insumos intermediários e a entrega de produtos acabados, seguindo um sistema *just in time* (Botelho, 2008).

A forma de produção flexível pode então ser materializada em arranjos descentralizados espacialmente. A descentralização do processo produtivo, por sua vez, pode envolver um regime de terceirização e subcontratação. Este arranjo parte de um princípio da divisão dos riscos e incertezas do mercado e é coordenado por meio de contratos e convênios (Botelho, 2008; Dias *et al.*, 2008). Da mesma forma, o estabelecimento de colaboração entre as instituições envolvidas, ou seja, empresas (grandes e pequenas), universidades, centros de P&D, entre outros, também se servem de contratos e convênios, os quais são passíveis de estudo sobre a formação de redes de cooperação.

Redes cada vez mais densas são constituídas para um melhor aproveitamento das competências de cada ator. O conhecimento, portanto, passa a ser insumo básico no processo de inovação. Mowery e Rosenberg (2005) mostram que entre o surgimento de uma idéia e a introdução de uma inovação no mercado há um grande salto de desenvolvimento. Melhorias, incrementais e radicais, são realizadas até que se constitua o produto final, nesse sentido se faz necessário o contato entre diferentes

áreas do conhecimento, ou seja, uma abordagem multidisciplinar do processo inovativo.

“Um dos aspectos mais destacados no estudo da formação de redes de firmas é o tema da inovação. As redes são consideradas um elemento relevante para a aquisição, a exploração e o desenvolvimento de novas tecnologias. Sob este aspecto, as redes são mecanismos que facilitam a cumulatividade de conhecimentos e permitem um intenso aprendizado entre os agentes” (Shima, 2006, p. 335).

Do ponto de vista territorial, a logística diferencia-se entre matéria e informação. Raffestin (1993) as diferencia entre circulação e comunicação: os bens materiais circulam, enquanto as ordens e informações são compreendidas no âmbito da comunicação.

Uma analogia válida para o entendimento das redes e de seus fluxos é uma corda com nós (fixos); esses nós são os pólos de concentração, ou seja, de atores – sedes de empresas e suas filiais, centros de pesquisa, universidades, instituições governamentais – que mantêm relação por meio de níveis de importância e subordinação. A ligação entre os pólos são os fluxos materiais e imateriais, caracterizados pela circulação e comunicação.

A partir de Callon (1992), entende-se que as redes de cooperação são formadas por um conjunto heterogêneo de atores que partilham a concepção e criação, desenvolvimento, produção, comercialização e/ou difusão dos processos e procedimentos para a produção de um bem ou execução de um serviço. Os atores são desde institutos públicos e privados de pesquisa, universidades, agências de fomento, empresas, governo até o usuário. É importante ressaltar que este movimento não é unidirecional, os atores envolvidos no processo cooperam em todas as instâncias, o que caracteriza um ciclo não hierarquizado, ilustrado na Figura 1.

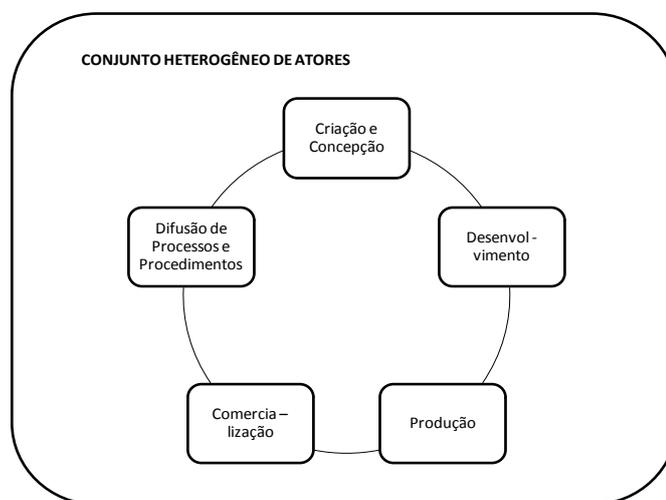


Figura 1 - Esquema de Redes de Cooperação
Fonte: Elaboração própria

Complementarmente a essa definição, Corrêa (1996) propõe três dimensões para a análise de redes geográficas: organizacionais, temporais e espaciais. O *aspecto organizacional* engloba os agentes sociais, a finalidade, a natureza e a intensidade dos fluxos, a função, entre outros; o *aspecto temporal* está atrelado à duração, velocidade e frequência dos fluxos; por fim, o *aspecto espacial* compreende a escala, a forma espacial e a conexão das redes.

Segundo Dias *et al* (2008), a análise de publicações científicas (como artigos, notas de pesquisa, relatórios, dissertações e teses) e publicações tecnológicas (pedidos de patentes de invenção, modelos de utilidade, desenhos industriais, relatórios técnicos etc.), bem como o cálculo de frequência de palavras e termos-chave (*text mining*) são capazes de caracterizar, dimensionar e compreender a dinâmica das redes formadas. Esta interpretação de dados é feita a partir de indicadores como o número e a frequência das publicações, dos trabalhos em conjunto como co-autorias, da divisão das publicações por Unidade da Federação e por município, das instituições, entre outros.

Com base em Marques (1999), entende-se que as interações entre os atores configuram-se, também, como redes sociais, materializadas por meio dos vínculos construídos pelos pesquisadores e instituições ao longo do tempo, sejam elas institutos públicos de pesquisa, universidades ou empresas. Dentro desse referencial, é possível traçar a rede formada com as co-autorias e, assim, pode ser observado o papel de cada instituição e encontrada a centralidade de algumas instituições, bem como a capacidade de intermediar contatos com novos atores, por exemplo.

Neste ponto pode se inserir a discussão de Mansfield e Lee (1996) sobre a importância da localização geográfica e da presença de instituições de pesquisa no processo inovativo, por meio de influências diretas e indiretas na resolução de problemas relacionados ao processo produtivo. Essa solução engloba desde a resolução direta de gargalos da pesquisa e desenvolvimento (P&D) industrial até a capacitação de recursos humanos, via treinamentos e formação de técnicos e especialistas.

A partir deste breve referencial teórico sobre a formação de redes de cooperação e colaboração, e sobre a difusão de conhecimento e informação prossegue-se ao estudo do arranjo institucional montado ao redor do biodiesel no Brasil.

Histórico do Programa Nacional de Uso e Produção de Biodiesel (PNPB)

Um marco político, recorrente na bibliografia sobre biocombustíveis, é a assinatura do Protocolo de Kyoto em 1997; até esta data a discussão sobre combustíveis de origem vegetal estava pautada no discurso de escassez do petróleo, sendo que posteriormente a emissão de gases estufa tornou-se o tema central (Paulillo *et al.*, 2007; Suarez e Meneghetti, 2007; Kohlhepp, 2010).

Nessa linha, as decisões tomadas visavam diminuir a dependência brasileira ao mercado liderado pela OPEP, lição aprendida após os Choques do Petróleo na década de 70. De um lado, para substituir a gasolina, foi criado o Proálcool (Brasil, 1975); por outro lado, a alternativa ao óleo diesel começou a ser buscada através de pesquisas com óleos vegetais no chamado Programa Nacional de Óleos Vegetais para Fins Carburantes ou Pró-Óleo (Brasil, 1985).

Este último teve pequena duração, de 1980 a 1986, mas resultados importantes foram obtidos, sobretudo por pesquisadores da Universidade Federal do Ceará, liderados pelo prof. Expedito Parente, e da Universidade Estadual de Campinas, sob responsabilidade do prof. Ulf Schuchard. Estas pesquisas resultaram em duas patentes registradas no INPI: Processo de Produção de Combustível a partir de Frutos ou Sementes Oleaginosas (PI8007957-1) e Reator Contínuo com Catalisadores Orgânicos Heterogeneizados para Transesterificação de Óleos Vegetais (PI8202429-4), respectivamente (Suarez e Meneghetti, 2007). Entretanto, não é possível afirmar que houve demanda para esses processos, pois o biodiesel só entrou no mercado nacional no século XXI.

No início dos anos 2000, várias iniciativas foram tomadas, principalmente no âmbito do Ministério da Ciência e Tecnologia (Campos e Carmélio, 2009). Como exemplo, a autorização de mistura de diesel do petróleo com biodiesel data do final de 2001 com a Portaria ANP nº310 de 28/12/2001; em 2002 foi instituído o Programa Brasileiro de Desenvolvimento Tecnológico do Biodiesel (Probiodiesel) que trabalhava diferentes processos produtivos de biodiesel, a principal rota então discutida era a etanólise de óleos vegetais (Azevedo, 2010; Suarez e Meneghetti, 2007).

A continuidade dessas políticas de alternativas limpas ao óleo diesel culmina com o lançamento do Programa Nacional de Uso e Produção de Biodiesel (PNPB) em janeiro de 2005 quando foi promulgada a Lei 11.097/2005. O objetivo do programa é implementar de forma sustentável, tanto técnica, como economicamente, a produção e uso do Biodiesel, com enfoque na inclusão social e no desenvolvimento regional, via geração de emprego e renda (PNPB, 2010).

Em linhas gerais, as diretrizes do PNPB são:

- implantar um programa sustentável, promovendo inclusão social;
- garantir preços competitivos, qualidade e suprimento;
- produzir o biodiesel a partir de diferentes fontes oleaginosas e em regiões diversas do país.

Um apelo feito na criação do PNPB foi desenvolver econômica e socialmente o Norte e Nordeste, sobretudo o Semi-Árido. Para isso, a carga tributária para a agricultura familiar de culturas típicas destas regiões (mamona e dendê) inicialmente era a mais baixa de todo o programa, um atributo do Selo Combustível Social². Mas em 2008, com a publicação do decreto 6.548, todas as culturas dessas regiões passaram a receber essa isenção, um indicativo de que a produção de biodiesel só seria viável em um horizonte temporal próximo com a utilização de culturas já amplamente estabelecidas no país (soja e algodão). A participação das diferentes matérias-primas na fabricação de biodiesel entre 2008 e 2010 é apresentada no Gráfico 1 abaixo. O que se vê é o predomínio da soja, que conta com mais de três quartos das matérias-primas em uso; a gordura animal representa um percentual maior que todas as demais culturas somadas (algodão, mamona, palma, dendê, pinhão-manso etc).

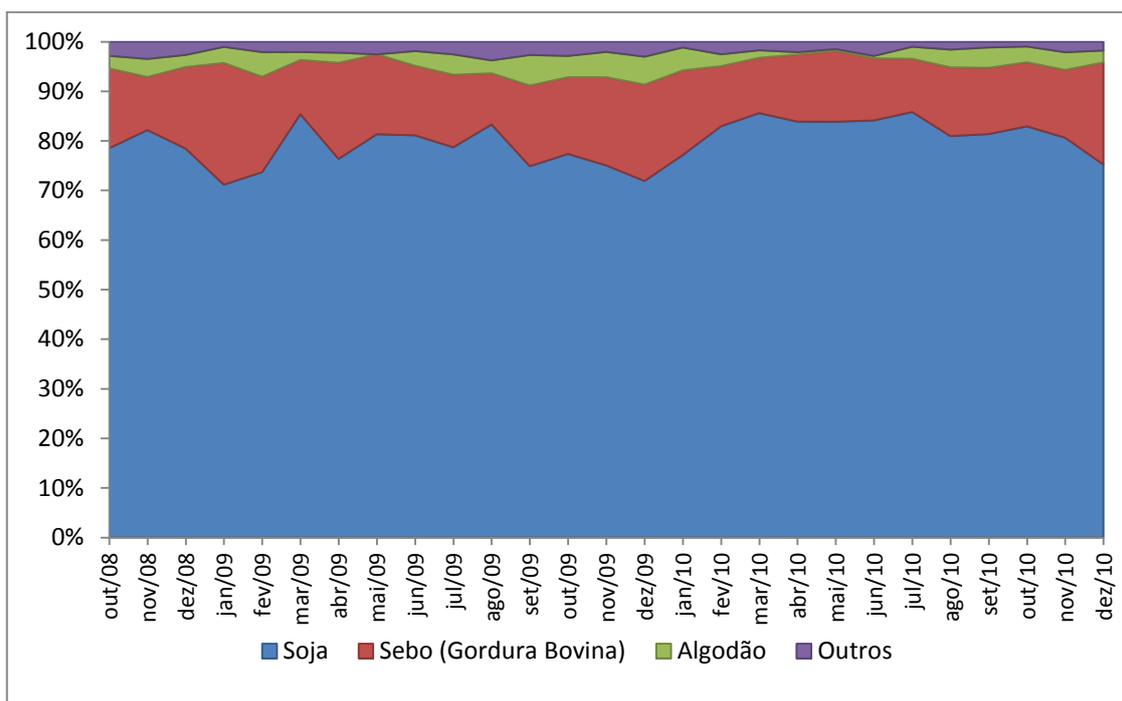


Gráfico 1 - Matérias-primas utilizadas na produção de biodiesel, Brasil, 2008-2010

Fonte: ANP (2010)

² Com este Selo os pequenos agricultores têm acesso aos recursos PRONAF, além de incentivos a práticas mais adequadas de manejo e sustentabilidade das culturas familiares. Do outro lado da cadeia produtiva, as usinas que adquirem essas produções recebem cargas tributárias diferenciadas.

O menor rendimento das culturas familiares (mamona, dendê, pinhão manso, babaçu, entre outras) se dá por alguns motivos, dentre eles: a eficiência ainda é potencial (o que significa que a utilização delas pode não gerar os resultados esperados), são mais suscetíveis a pragas, de manejo pouco conhecido e por isso, é necessário um período de pesquisa e desenvolvimento (P&D) para adequá-las ao uso em maior escala e mais intensivo, ou seja, as tecnologias agrônômicas e industriais ainda estão em desenvolvimento.

O Brasil tem o costume de se esquecer de outras tentativas de cultivo extensivo no próprio território que tiveram resultados pouco expressivos: a criação de Henri Ford na Floresta Amazônica, a Fordlândia, com o plantio de seringueiras; a utilização de mandioca no Proálcool para a produção em mini-destilarias, entre outros. Para o plantio em escala comercial é necessário que o ciclo biológico dessas culturas seja amplamente conhecido, por isso da necessidade da pesquisa agrícola bem conduzida (Durães *et al.*, 2009).

Um estudo da Embrapa Agroenergia (Durães *et al.*, 2009) chama atenção da sustentabilidade do pinhão manso, mas é possível estendê-la ao PNPB como um todo. Para o cumprimento das três diretrizes do PNPB acima citadas, as principais culturas têm de cumprir quatro requisitos:

1. Tecnologia agrônômica definida
2. Tecnologia industrial estabelecida
3. Logística e infraestrutura para produção
4. Escala de produção

Com essa problemática em vista, o Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011 (MAPA, 2006) elenca as culturas de acordo com as aptidões das regiões brasileiras. O Norte destaca-se no uso da palma ou dendê, o Nordeste com a mamona (naturalmente adaptada ao clima semi-árido) e o babaçu. Por fim, o Centro-Sul tem como culturas mais viáveis a soja, já produzida em grande escala, e a possibilidade do plantio de amendoim e girassol.

Quanto à utilização das outras culturas como matérias-primas (pinhão-manso, nabo-forrageiro, pequi e macaúba), os testes em laboratório mostram resultados satisfatórios, entretanto não há como avaliar precisamente seu potencial, pois os primeiros plantios comerciais se iniciaram recentemente, após o estímulo do PNPB. A Tabela 1 apresenta as principais culturas e o rendimento de cada uma delas.

Tabela 1 - Principais Culturas, teor de óleo da semente ou fruto e o rendimento por hectare

Espécie	Teor de Óleo (%)	Rendimento (t. óleo/ha)
Dendê/Palma	22	3,0 – 6,0
Côco	55 – 60	1,3 – 1,9
Babaçu	66	0,1 – 0,3
Girassol	38 – 48	0,5 – 1,9
Colza/Canola	40 – 48	0,5 – 0,9
Mamona	45 – 50	0,5 – 0,9
Amendoim	40 – 43	0,6 – 0,8
Soja	18	0,2 – 0,4
Algodão	15	0,1 – 0,2

Fonte: Paulillo *et al.*, 2007

Ou seja, são diversas as variáveis envolvidas para a produção de biodiesel envolvendo cada cultura e a busca de uma equação razoável implica na manutenção ou mesmo ampliação das pesquisas técnico-científicas de cada uma das matérias-primas para a produção de biodiesel.

Cerca de 63 usinas estão cadastradas e autorizadas pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) para a produção de biodiesel; a Tabela 2, que segue, mostra sua distribuição regional. A logística necessária para a distribuição de biodiesel é compartilhada com o diesel fóssil. Sendo assim pode ocorrer por meio de dutos, caminhões-tanque etc. Desta forma, este não é um gargalo para a distribuição e uso do combustível.

Tabela 2 - Distribuição regional das usinas de biodiesel no Brasil, 2010

Região	Usinas	%
Norte	6	9,5
Nordeste	5	7,9
Centro-Oeste	29	46,0
Sudeste	13	20,6
Sul	10	15,9
Total	63	100

Fonte: ANP (2010)

De toda forma, há uma maior concentração na região Centro-Oeste, sobretudo no estado de Mato Grosso, que conta com 22 usinas instaladas e em operação, região das maiores áreas plantadas com soja do país. Segue o Sudeste, com usinas concentradas em São Paulo e Minas Gerais, 7 e 5 respectivamente. Além de 6 plantas produtivas no Rio Grande do Sul, berço da soja no país. A Figura 2 ilustra com exatidão os municípios brasileiros com a presença de unidades produtoras de biodiesel.



Figura 2 - Localização das Usinas produtoras de Biodiesel no Brasil, segundo município
 Fonte: ANP (2010)

A produção de biodiesel no país tem crescido acima das expectativas; por lei, a adição de óleos vegetais ao diesel comum deveria alcançar 5% em 2013, mas essa meta se cumpriu no início de 2010. Esse adiantamento é fruto de investimentos privados no setor, os quais têm feito grande pressão sobre o programa e têm indicado a necessidade de novas políticas para o biodiesel (Ubrabio, 2010).

Nesse sentido, o PNPB perdeu o foco original de estabelecer políticas de inclusão social e de fomentar fontes de óleo alternativas. Com isso, o desenvolvimento social tão alardeado perde sustentação, pelo fato da agricultura familiar ceder mais espaço à grande produção de soja e algodão – não que esta também não empregue mão-de-obra e não contribua para a geração de renda do país (o que se está contrastando são as premissas do Programa). A curva de produção de biodiesel no Brasil está colocada no Gráfico 2, que segue.

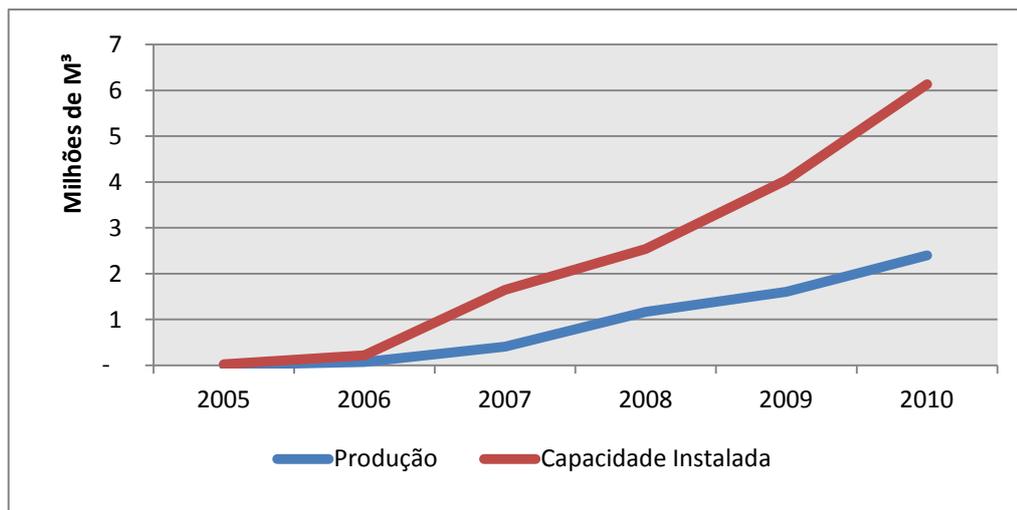


Gráfico 2 - Capacidade Instalada e Produção de Biodiesel no Brasil, 2005-2010, em milhões de M³

Fonte: ANP (2010)

Contudo, ao trazer a esta análise a capacidade produtiva instalada das 63 usinas, que é de superior a 6 milhões de m³ de biodiesel por ano, percebe-se que há um descompasso entre as tecnologias agrônomicas e de processamento industrial, pois a produção real do biocombustível está pouco além da casa dos 2 milhões de m³ em 2010 nas estimativas da ANP, para uma capacidade instalada muito superior.

Capítulo 2 – Um Exercício de Monitoramento Tecnológico

Metodologia

A metodologia da pesquisa baseia-se em indicadores de monitoramento tecnológico como proposto por Silva, Zackiewicz e Bonacelli (2005). Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico sobre a legislação, artigos científicos e técnicos sobre biodiesel. A partir destas leituras foi delimitada uma série de termos que nortearam as buscas dos objetos de estudo: grupos de pesquisa, artigos, patentes e cultivares.

Para o início das buscas foi estabelecido o ano de 1975; para artigos científicos, grupos de pesquisa e cultivares o ano de término foi 2010, enquanto que para as patentes, 2009 - esta diferença busca minimizar o período de sigilo dos pedidos de patente³.

As investigações foram realizadas em 6 diferentes bases de dados referenciadas: para os grupos de pesquisa foi utilizado o Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq (DGP/CNPq), para as patentes o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), para as cultivares⁴ o Registro Nacional de Cultivares (RNC) e o Sistema Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC), e, por fim, para os artigos científicos o *Scielo* e *Scopus*. Os passos das buscas para cada base de dados estão descritos na sequência do texto.

Resultados Obtidos

Levantamento da Produção Científica

Grupos de Pesquisa

A pesquisa no DGP/CNPq foi realizada a partir de quatro termos: biodiesel, biocombustíveis, óleos vegetais e combustíveis alternativos. O resultado sem tratamento corresponde a 675 grupos, eliminando-se duplicações chega-se ao número de 528 grupos. A distribuição estadual deles está ilustrada na Figura 3, abaixo. No universo de grupos de pesquisa estudado, o estado de São Paulo é sede de 77 grupos, o Rio de Janeiro de 55 grupos e Minas Gerais é base de 53.

³ Quando um pedido de patente é depositado, este fica 18 meses em sigilo, a não ser por vontade contrária do depositante

⁴ “A variedade de qualquer gênero ou espécie vegetal superior que seja claramente distinguível de outras cultivares conhecidas por margem mínima de descritores, por sua denominação própria, que seja homogênea e estável quanto aos descritores através de gerações sucessivas e seja de espécie passível de uso pelo complexo agroflorestal, descrita em publicação especializada disponível e acessível ao público, bem como a linhagem componente de híbridos” (BRASIL, 1997).



Figura 3- Distribuição dos Grupos de Pesquisa cadastrados no DGP/CNPQ, segundo UF

Esse universo está disperso em 40 áreas de pesquisa, cujas mais frequentes são química com 161 grupos, engenharia química totalizando 82 e agronomia com 48. No que toca as instituições, as mais frequentes são UFRJ (23 grupos), UNESP (19 grupos) e USP (19 grupos).

Artigos científicos

As buscas foram feitas seguindo diferentes estratégias: no Scielo, pelo fato do resultado apresentar-se bastante restrito, optou-se por utilizar somente o termo “biodiesel” para busca; com isso foram encontrados 84 artigos; já no Scopus, pelo universo maior, foram traçados três diferentes conjuntos de palavras-chave que totalizaram 753 artigos. Tais informações seguem na Tabela 3. Foram buscados apenas artigos de autores brasileiros.

Tabela 3- Número de Artigos segundo Palavras-Chave utilizadas para levantamento no Scopus

Frente de Busca	Palavras-Chave	Artigos
Matéria-Prima	Biodiesel and (Soybean or (Castor Bean) or Palm or Sunflower or Jatropha or Babassu or Peanut or Turnip or Lard or Tallow or (Vegetable Oils) or Microalgae or Oleaginous or Biomass)	293
Processos Produtivos	Biodiesel and (Esterification or Transesterification or Cracking or Glycerol or Biocatalyst or Biodigester or (Heterogeneous Catalyst) or Development or Biofuels or (Alternative Fuels) or (Sustainable Energy))	329
Impactos	Biodiesel and (Waste or Water or Pollution or (Environmental Impact) or (Land Management))	131

Os três conjuntos de palavras-chave traçados buscaram explorar diferentes dimensões das pesquisas referentes a biodiesel, a primeira delas as diferentes matérias-primas, na segunda os diversos processos produtivos através das diferentes reações, e por fim, alguns tipos de impactos ambientais que podem ocorrer com a maior escala de produção do óleo.

Ao consolidar as duas buscas em uma base única e realizar a exclusão dos artigos repetidos, o universo da análise totalizou 461 artigos. Os artigos científicos considerados possuem ao menos um afiliado em uma instituição brasileira. O resultado mais antigo data do ano 2000 e revela uma lacuna bastante expressiva da produção de artigos científicos no período em análise, com crescimento mais expressivo apenas a partir da 2ª metade da década de 2000, como ilustrado no Gráfico 3.

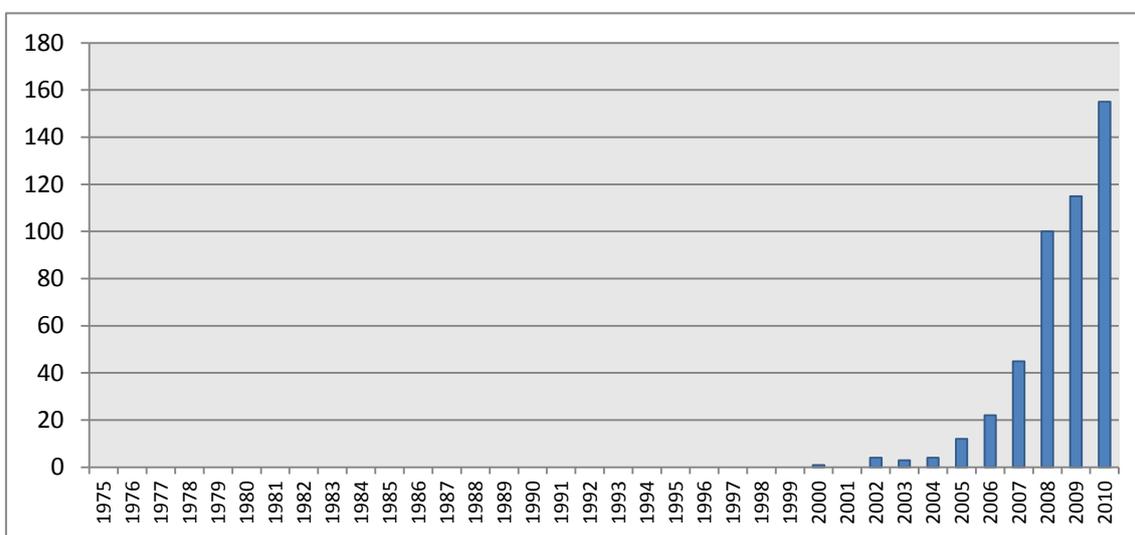


Gráfico 3 - Artigos Científicos brasileiros por Ano de Publicação, Scielo e Scopus, 1975 – 2010

Uma limitação neste tipo de busca é o alcance temporal das bases de dados, pois grande parte deles foi inserida nas bases no Scopus ou Scielo somente mais recentemente, o que pode mascarar o resultado das pesquisas brasileiras mais antigas. Este problema não ocorre com as patentes analisadas na base do INPI, que dispõe de todos os depósitos ali feitos em suas bases de dados. Quanto ao número de autores por artigo, a maior parte deles possui 4 co-autores, e a produção científica com mais pesquisadores totaliza 15 pessoas, como mostrado no Gráfico 4.

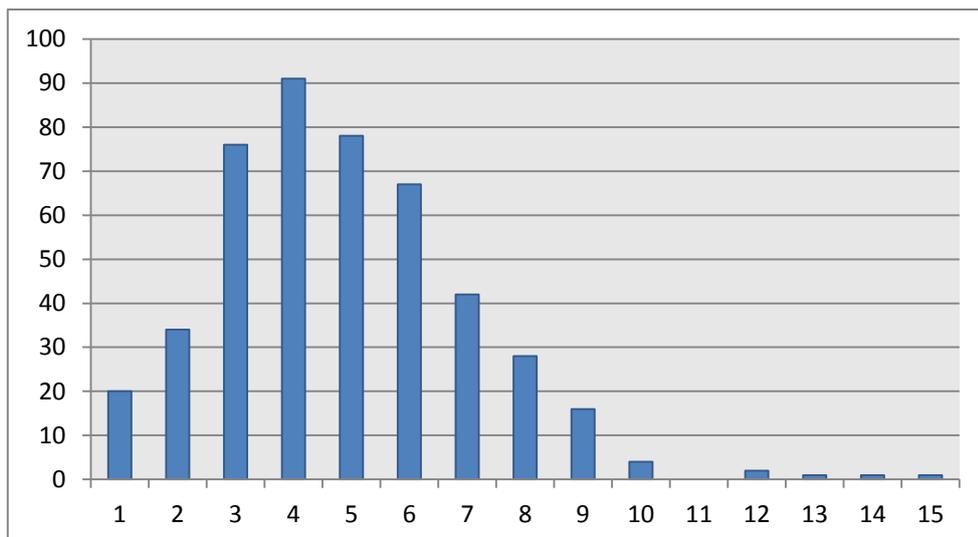


Gráfico 4 - Número de Co-Autores por Artigo Científico brasileiros, Scielo e Scopus

O universo dos artigos engloba um total de 208 instituições, e as mais freqüentes, ou seja, com o maior número de co-autorias nos artigos são: UFRJ (78), UNICAMP (61) e UFC (35). Essas duas últimas, as pioneiras na pesquisa brasileira sobre biodiesel. O resultado completo pode ser conferido na Tabela 4.

Tabela 4 - Número de Co-Autorias por Instituição, Scielo e Scopus

Instituição	Co-Autorias	Co-Autorias	Instituições
UFRJ	78	14 Co-Autorias	4
UNICAMP	61	13 Co-Autorias	3
UFC	35	11 Co-Autorias	4
UFBA	33	10 Co-Autorias	1
UNB	30	9 Co-Autorias	4
UFV	27	8 Co-Autorias	5
UFRGS	26	7 Co-Autorias	4
UFPR	23	6 Co-Autorias	3
UFSCar	22	5 Co-Autorias	8
UFAL	22	4 Co-Autorias	12
UFMG	19	3 Co-Autorias	14
Petrobras	18	2 Co-Autorias	33

Levantamento da Produção Tecnológica

Patentes

A procura por patentes foi realizada junto à base do INPI; para isso foram utilizadas três diferentes estratégias de busca, transcritas na Tabela 5 abaixo, e resultou em 125 diferentes processos de patente depositados a partir de 1976. Também foi realizada busca por depositantes brasileiros junto ao escritório norte-americano de patentes (USPTO), mas não foi localizado nenhum pedido com esses conjuntos de palavras, nem somente com o termo biodiesel.

Tabela 5 – Número de processos de patentes segundo Palavras-Chave utilizadas para levantamento junto às bases do INPI

Frente de Busca	Palavras-Chave	Processo de Patentes
Processos Produtivos	Biodiesel and (Produção or Oleaginosas or Vegetal or Esterificação or Craqueamento or Biocombustível or Catalisador)	61
Matéria-Prima	Combustível and ((Óleo Vegetal) or (Óleos Vegetais) or Oleaginosas or Oleaginosa)	9
	Óleo and (Soja or Mamona or Palma or Dendê or Girassol or (Pinhão Manso) or Babaçu or Amendoim or Algodão or (Nabo Forrageiro) or Sebo)	55

Foram encontrados 80 depósitos ainda em análise, 33 arquivados, 9 patentes vigentes e 3 patentes caducas. O Gráfico 5 abaixo mostra os despachos acima descritos de acordo com o ano do depósito. O período de busca das patentes é um ano menor que os demais objetos de estudo neste trabalho, e nota-se que o número é bastante inferior comparado aos artigos científicos. Entretanto observa-se uma curva ascendente desde o ano de 2004, período que marcado pela regulamentação do uso de biodiesel no país. Lembra-se do efeito do período de sigilo, o que causa uma quebra para os anos de 2008 e 2009.

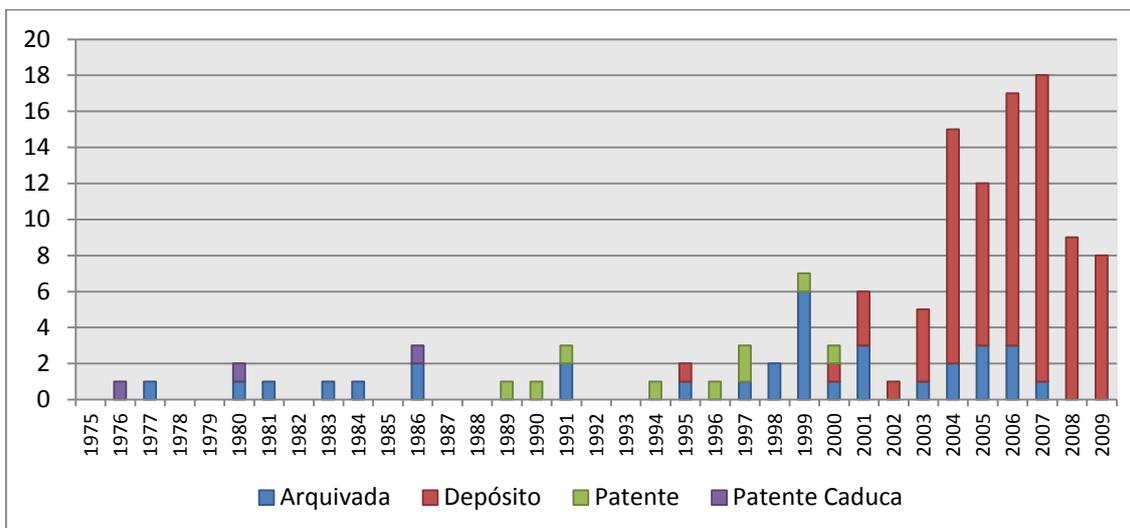


Gráfico 5 - Processos de Patentes depositados no INPI segundo Despacho, 1975-2009

O Gráfico 6 ilustra os pedidos de patentes de acordo com a natureza da instituição depositante; a maior parte dos depósitos é de empresas privadas, seguido por pedidos individuais e por fim, por universidades e institutos de pesquisa. Estes últimos aumentaram a participação nos anos mais recentes, com o estímulo dado pelo PNPB e com a maior discussão sobre biocombustíveis.

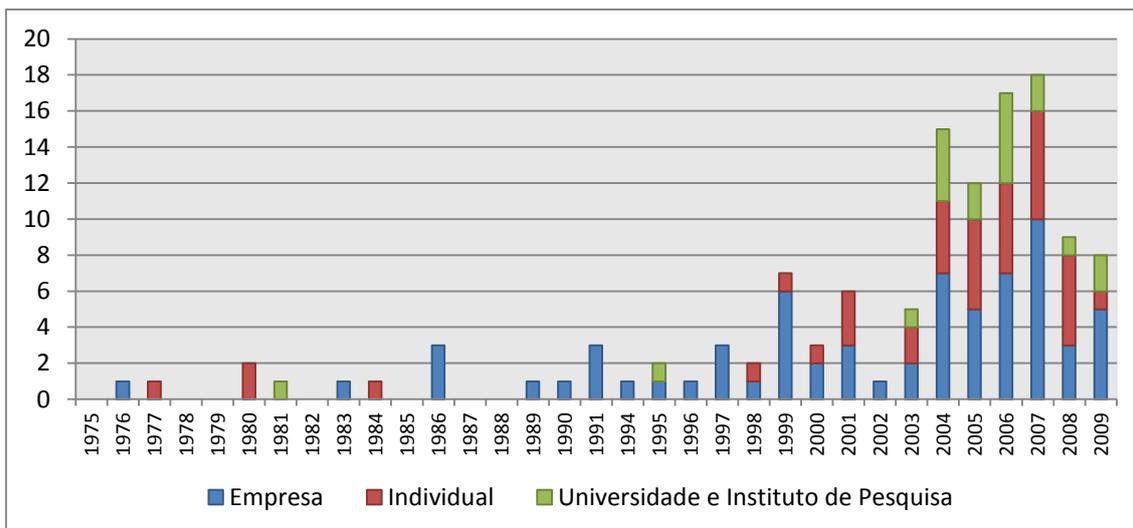


Gráfico 6 – Processos de Patentes depositados no INPI segundo a Natureza da Instituição, 1975-2009

Ao olhar para o país de origem dos depositantes tem-se que 70% dos processos foram realizados por depositantes brasileiros, em seguida por depositantes norte-americanos com 11%, e por fim por alemães com 9% dos pedidos. Os demais países que efetuaram depósitos de pedido de patente junto ao INPI podem ser conferidos na Tabela 6.

Tabela 6 - Processos de Patente no INPI segundo o País dos Depositantes

País	Processos
Brasil	106
Estados Unidos	16
Alemanha	13
Espanha	3
Japão	3
China	2
Malásia	2
Argentina	1
Bahamas	1
Holanda	1
Nova Zelândia	1
Suíça	1
Total geral	150

Um olhar mais atento para os depósitos brasileiros revela que a maior parte dos processos se originou nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Paraná. A Figura 4 mostra as unidades da federação que pediram patentes relacionadas a “biodiesel” no INPI.

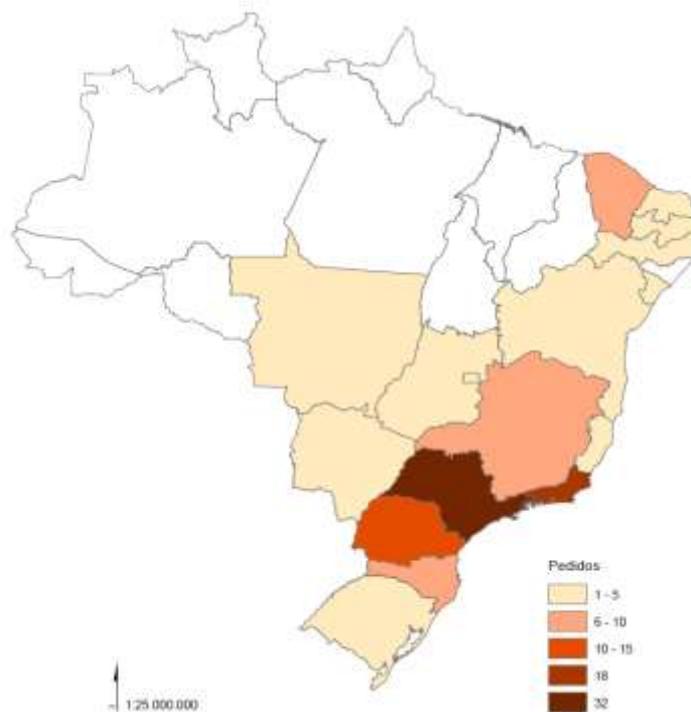


Figura 4 - Processos de Patente no INPI segundo a Unidade da Federação dos Depositantes

Cultivares

A investigação dos cultivares foi realizada junto a duas diferentes bases de dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e são elas o Registro Nacional de Cultivares (RNC) e o Sistema Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC); é importante frisar que estas bases não são excludentes. A pesquisa buscou cultivares que têm sido utilizados para produção de biodiesel, mas é importante frisar que não é possível ligar os resultados da busca à efetiva utilização na produção de biodiesel. Desta forma, a análise aqui trata mais da pesquisa destes cultivares.

Em linhas gerais, todo cultivar comercializado, beneficiado ou produzido em território nacional tem de estar registrado no RNC; com isso, todos os cultivares em uso no Brasil são minimamente conhecidos pelo MAPA. Já o cultivar protegido pelo SNPC assegura os direitos de propriedade intelectual aos detentores, desde que cumpridos quatro requisitos básicos: ser uma espécie passível de proteção, ser produto de melhoramento vegetal, não ter sido comercializada no exterior há mais de quatro anos, e ser distinta, homogênea e estável (Carvalho, Bianchetti e Reifschneider, 2009).

Nas culturas ligadas ao biodiesel, observa-se o predomínio de cultivares da soja tanto no RNC quanto no SNPC. O dado surpreendente é que as culturas de produção familiar que têm sido fomentadas pelo PNPB pouco aparecem no RNC, um indicativo que a P&D não tenha gerado resultados satisfatórios ainda, ou que ela nem

tenha ocorrido. A Tabela 7 que segue, mostra a quantidade de cultivares registrados e protegidos por cultura.

Tabela 7 - Números de Cultivares Registrados e Protegidos segundo Culturas

Culturas	RNC	SNPC
Soja	783	471
Girassol	184	
Algodão	117	59
Nabo Forrageiro	113	
Amendoim	23	1
Mamona	21	1
Dendê	19	
Pinhão-Manso	2	
Babaçu	1	
Total geral	1263	532

O Gráfico 7 que segue mostra os cultivares registrados no RNC por ano segundo as principais culturas, cuja distribuição é muito semelhante a da do SNPC. O ano de 1998 marca o início do funcionamento do RNC e do SNPC de acordo com a legislação atual; portanto o alto número de registros neste ano representa uma demanda represada dos anos anteriores.

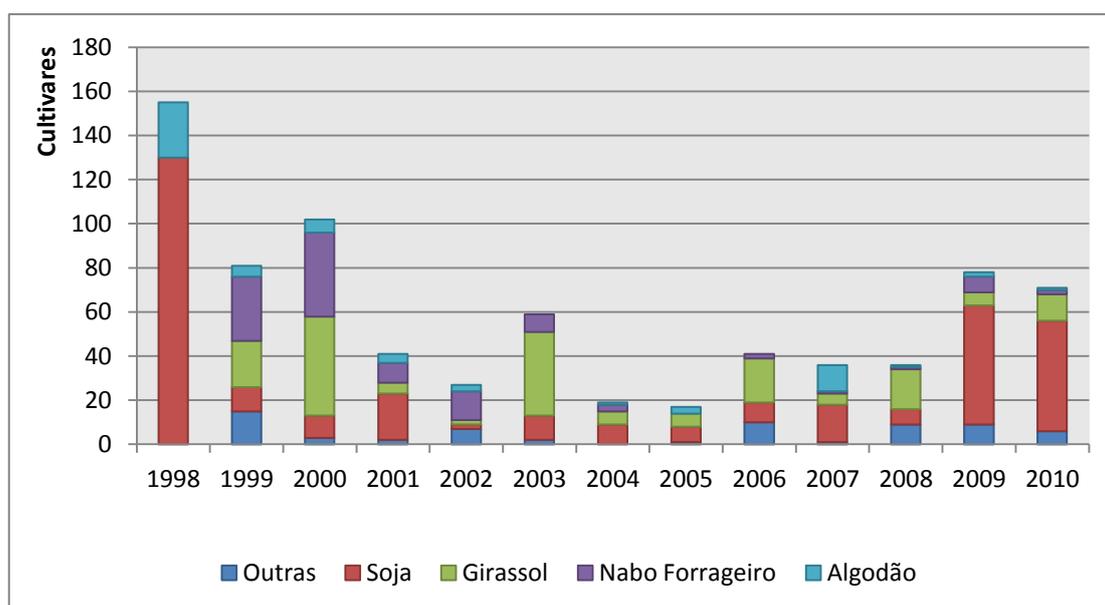


Gráfico 7 - Cultivares depositados por ano no RNC, segundo as principais culturas, 1998-2010

Após esse diagnóstico dos resultados obtidos em cada universo de busca: grupos de pesquisa, artigos científicos, patentes e cultivares, passa-se para uma análise mais pormenorizada dos pólos de concentração e das redes de colaboração.

Os Pólos de Concentração e Redes de Colaboração em Pesquisa sobre Biodiesel

Após a estatística básica e descritiva das bases de dados montadas, foi realizado um breve ensaio cartográfico sobre os pólos que concentram a pesquisa no estado de São Paulo, além do traçado das redes de colaboração que surgem a partir da análise de co-autorias nos artigos científicos em estudo.

Os grupos de pesquisa paulistas – levantados junto ao DGP/CNPq - totalizam 77 e localizam-se em 25 diferentes municípios, com maior concentração no município de Campinas (13 grupos) e distribuídos em três instituições: UNICAMP, Instituto Agrônomo (IAC) e Associação Brasileira de Tecnologia de Luz Síncrotron (ABTLuS); outro município de destaque é São Carlos com 11 grupos de pesquisa sediados entre a USP, a UFSCar e a Embrapa. Os municípios de Araraquara e São Paulo, por sua vez, sediam 7 grupos cada um, os demais grupos estando espalhados pelos municípios destacados na Figura 3 abaixo.



Figura 5 - Distribuição dos Grupos de Pesquisa no Estado de São Paulo, DGP/CNPq, 1975-2010

No que toca as produções tecnológicas, foram mapeadas as patentes depositadas por empresas, universidades e institutos de pesquisa; não é possível localizar o município dos pedidos individuais, apenas a Unidade da Federação. Desse modo, foram localizadas 18 pedidos de patente em 8 municípios. A Figura 4, que segue, indica os municípios.

A distribuição territorial destes pedidos revela que, em geral, há proximidade de centros universitários, de maneira muito semelhante ao que é colocado por Mansfield e Lee (1996) acerca da interação do desenvolvimento de tecnologias no setor

produtivo com a mão-de-obra que se qualifica nas universidades e institutos de pesquisa adjacentes.

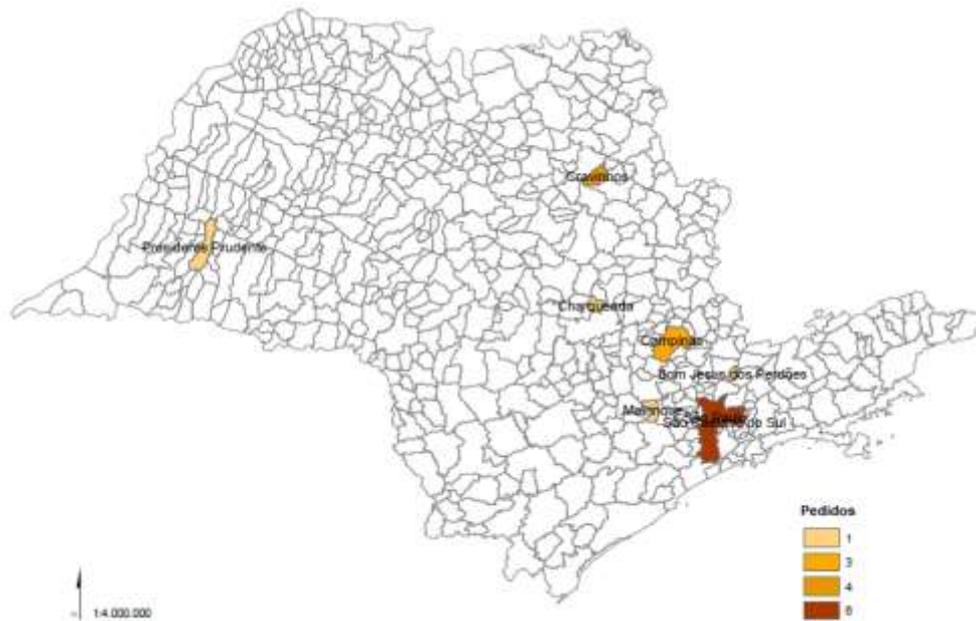


Figura 6 - Distribuição dos processos de Patente no Estado de São Paulo, exclusive processos individuais, INPI, 1975-2009

Por fim, os artigos científicos possuem uma distribuição espacial muito próxima dos grupos de pesquisa, como esperado. As co-autorias paulistas envolvem 41 diferentes instituições, espalhadas por 23 municípios, sendo que as maiores concentrações se dão em Campinas, São Carlos, São Paulo, Diadema e Piracicaba, como mostrado na Figura 5 abaixo.

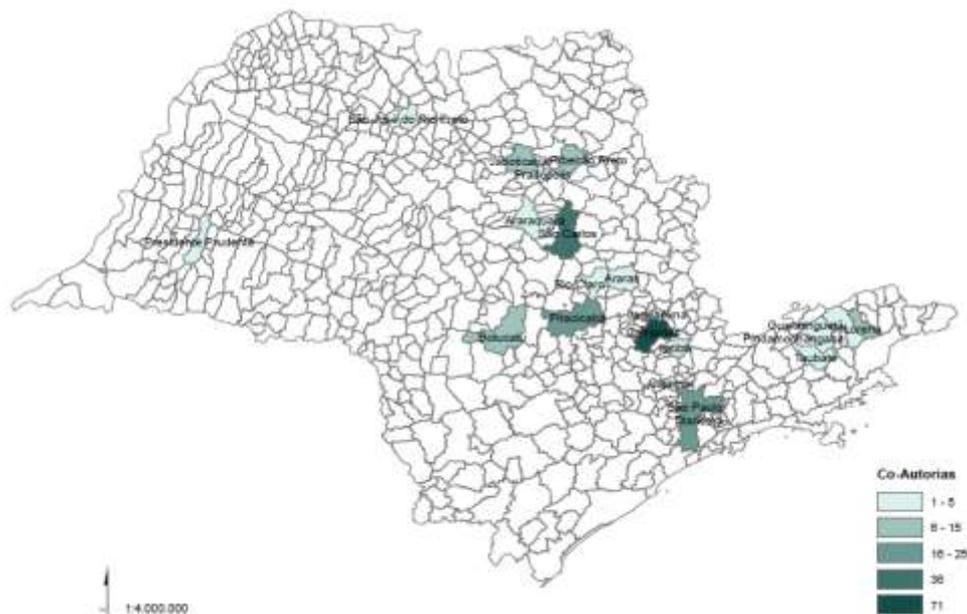


Figura 7 - Distribuição das instituições com Co-Autorias em Artigos Científicos no Estado de São Paulo, Scielo e Scopus, 1975-2010

A construção da rede de colaboração, com base nas co-autorias em artigos, pode ser conferida na Figura 6. Nesta análise, destacam-se em verde as instituições paulistas; além disso, o tamanho dos quadrados indica o número de contatos - quanto maior a forma maior o número de contatos, ou seja, de artigos. Estão nomeadas as dez instituições de maior centralidade, ou seja, as instituições que estabeleceram o maior número de contatos e com isso um maior fluxo de informação.

Destaca-se que a UFRJ é o ponto central, e ao olhar as instituições paulistas encontra-se UNICAMP, USP de São Carlos, UFSCar e USP de São Paulo como os principais nós da rede traçada. Ao redor da rede principal estão instituições que publicam sozinhas, e portanto, não participam dessas redes de co-autoria; bem como outras instituições que estabeleceram contatos fora da rede principal e formaram circuitos menos densos.

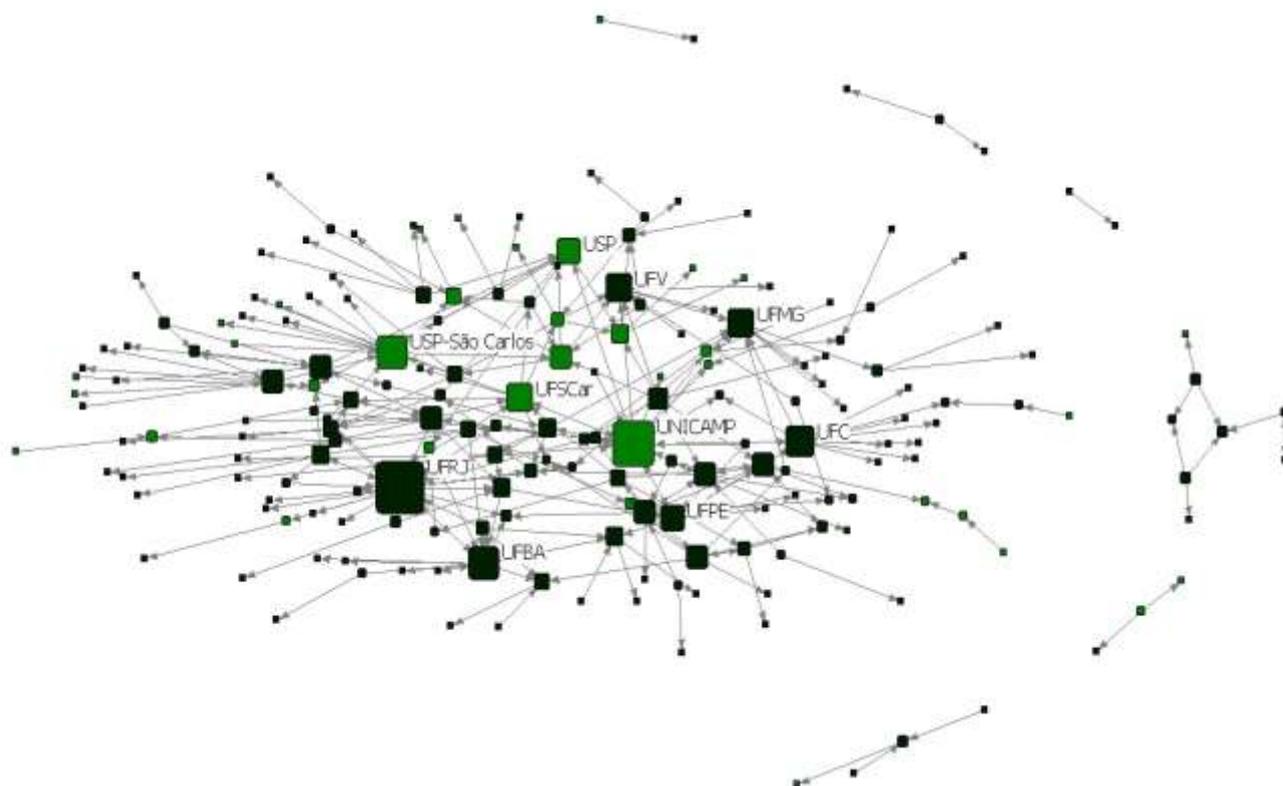


Figura 8 - Rede de Co-Autorias nos Artigos Científicos, Scielo e Scopus, 1975-2010

Nota-se que tanto a UNICAMP quanto a Universidade Federal do Ceará continuaram com suas linhas de pesquisa em óleos vegetais e biodiesel mesmo após a extinção do Pro-Óleo, inclusive como nós de grande importância e influência no cenário da pesquisa brasileira.

Considerações Finais

O método do monitoramento tecnológico permitiu a identificação das instituições que realizaram pesquisas nos últimos anos relacionadas a biodiesel, bem como sua localização geográfica. Um dos principais desafios encontrados na pesquisa passa por encontrar bases de dados que fossem abrangentes tanto no número de revistas científicas, nas patentes, nas diferentes áreas do conhecimento quanto no horizonte temporal. Outra dificuldade está na falta de padrão nas abreviações das instituições, o que dificulta o trabalho na identificação dos atores.

Com relação aos dados, é notável a resposta das universidades e instituições de pesquisa às políticas públicas em termos de desenvolvimento científico, pois percebe-se que o PNPB foi capaz de estimular a pesquisa por meio do crescimento do número de artigos publicados. A rede mapeada se mostra densa e com participação de um número grande de instituições federais e estaduais. Os atores estão descentralizados no território brasileiro, como mostrado na Figura 1, sendo que apenas uma unidade da federação não conta com a presença de grupos de pesquisa relacionados com pesquisa em biodiesel.

Entretanto, o número de proteções tecnológicas não se assemelha ao de artigos científicos, as patentes se apresentam em número reduzido e concentradas no estado de São Paulo, ilustrado nas Figuras 2 e 4.

Além de concentrar as produções tecnológicas, São Paulo, tem um papel efetivo nas discussões científicas, como exposto na Figura 6 em que quatro das dez instituições de maior centralidade estão localizadas em território paulista (Unicamp, UFSCar, USP de São Carlos e USP), por fim, é a unidade da federação que sedia mais grupos de pesquisa totalizando 77, localizados, sobretudo, em Campinas e São Carlos.

Nota-se que Campinas, como um dos berços do Pró-Óleo, foi capaz de influenciar as demais instituições paulistas acerca das discussões de óleos vegetais como combustível, e mais recentemente sobre biodiesel.

Contudo, o ponto crítico que é levantado refere-se à “utilização” da pesquisa - apesar dos resultados científicos apontados nas buscas, não se observa a aplicação desses conhecimentos gerados, vide o número de cultivares ser baixo nas culturas familiares e a produção de biodiesel concentrar-se ao redor de uma cultura única, a soja. Para que o PNPB cumpra suas diretrizes é necessário que se aplique o conhecimento já gerado de modo a quebrar a lógica até agora colocada, qual seja, a do avanço da ciência sem sua aplicação e uso pela sociedade de forma mais efetiva.

Bibliografia

- ANFAVEA. **Estatísticas de Produção.** Disponível em <http://www.anfavea.com.br/tabelas.html>
- ANP. **Boletim Mensal do Biodiesel.** Novembro/2008 – Outubro/2010. Disponível em <<http://www.anp.gov.br/?pg=37367&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1292432710821>>, acessado em 14 de dezembro de 2010.
- AZEVEDO, A. M. M. **Análise Top-Down e Bottom-Up de um Programa de Inovação Tecnológica na Área de Energia:** o Programa Nacional de Produção e uso de Biodiesel (PNPB). Tese de Doutorado defendida no Departamento de Política Científica e Tecnológica (DPCT), Instituto de Geociências (IG), Unicamp, Campinas, 2010.
- BOTELHO, A. **Do Fordismo à Produção Flexível: o espaço da indústria num contexto de mudanças das estratégias de acumulação do capital.** São Paulo: Annablume, 2008.
- BRASIL. **Decreto n. 76.593/75 de 14 de novembro de 1975.** Institui o Programa Nacional do Álcool, e dá outras providências. Disponível em <[http://nxt.anp.gov.br/nxt/gateway.dll/leg/folder_resolucoes/resolucoes_cnp/1976/rcnp%203%20-%201976.xml?fn=document-frameset.htm\\$f=templates\\$3.0](http://nxt.anp.gov.br/nxt/gateway.dll/leg/folder_resolucoes/resolucoes_cnp/1976/rcnp%203%20-%201976.xml?fn=document-frameset.htm$f=templates$3.0)>, acessado em 10/04/2009.
- BRASIL. **Lei nº 9.456, de 25 de Abril de 1997.** Institui a Lei de Proteção de Cultivares e outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9456.htm>
- BRASIL. **Lei nº 11.097 de 13 de Janeiro de 2005.** Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira e outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/Lei/L11097.htm>
- BRASIL. **Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais.** Brasília: STI/CIT, 1985.
- CALLON, M. The dynamics of techno-economic networks. *In:* COOMBS, R.; SAVIOTTI, P.; WALSH, V. (eds). **Technological change and company strategies.** London: Academic Press, 1992.
- CAMPOS, A. A.; CARMÉLIO, E. C. Construir a diversidade da matriz energética: o biodiesel no Brasil. *In:* ABRAMOVAY, R. (Org.) **Biocombustíveis: a energia da controvérsia.** São Paulo: Senac, 2009.
- CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. B.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. Registro e proteção de cultivares pelo setor público: a experiência do programa de melhoramento de *Capsicum* da Embrapa Hortaliças. **Horticultura Brasileira** 27: 135-138, 2009.
- CASTELLS, M. **A sociedade em rede.** São Paulo: Paz e Terra, 1999.
- CORRÊA, R. L. **Trajetórias Geográficas.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.
- DIAS, E. L. *et al.* A dinâmica da pesquisa em redes: avanços e desafios do seqüenciamento genético da vassoura de bruxa e do eucalipto. **Liinc em Revista**, v.4, n.1, p. 120-137, 2008.
- DURÃES, F. O. M. *et al.* **Pesquisa, desenvolvimento e inovação em pinhão-manso para produção de biocombustíveis.** Brasília: Embrapa Agroenergia, 2009.
- KOHLHEPP, G. Análise da situação da produção de etanol e biodiesel no Brasil. **Estudos Avançados**, São Paulo, 24 (68), 2010.

- MANSFIELD, E.; LEE, J. The modern university: contributor to industrial innovation and recipient of industrial R & D support. **Research Policy**, v. 25, p. 1047-1058, 1996.
- MARQUES, E. C. Redes Sociais e Instituições na Construção do Estado e sua permeabilidade. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 14, p.47-63, 1999.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006.
- MOWERY, D. C. e ROSENBERG, N. **Trajetórias da Inovação: A mudança tecnológica nos Estados Unidos da América no século XX**. Campinas: Editora da Unicamp, 2005.
- PARENTE, E. J. S. **BIODIESEL: Uma aventura tecnológica num país engraçado**. Fortaleza: Tecbio, 2003.
- PAULILLO, L. F. et al . Álcool combustível e biodiesel no Brasil: quo vadis?. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, Brasília, v. 45, n. 3, Set. 2007
- PROGRAMA NACIONAL DE USO E PRODUÇÃO DE BIODIESEL (PNPB). **O Programa**. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/index.html>> acesso em 18 de outubro de 2010.
- RAFFESTIN, C. **Por uma geografia do poder**. São Paulo: Ática, 1993
- SÁ FILHO, H. L. de *et al.* Uma contribuição do Instituto Nacional de Tecnologia. **Informativo INT**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 22, 1979.
- SHIMA, W. T. Economia de Redes e Inovação. *In*: PELAEZ, V.; SZMRECSANYI, T. (org.) **Economia da Inovação Tecnológica**. São Paulo: Hucitec, 2006
- SILVA, A. M. A. C.; ZACKIEWICKS, M.; BONACELLI, M. B. M.; **Indicadores para monitoramento de ciência e tecnologia e apoio à decisão**. XI Seminário Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica - ALTEC2005, vol. 1, pp.1-16, Salvador, BRASIL.
- SUAREZ, P. A. Z.; MENEGHETTI, S. M. P. 70º aniversário do biodiesel em 2007: evolução histórica e situação atual no Brasil. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 8, 2007.
- UNIÃO BRASILEIRA DO BIODIESEL (UBRABIO). **O biodiesel e sua contribuição ao desenvolvimento brasileiro**. Brasília, 2010. Disponível em <<http://www.ubrablo.com.br/sites/1700/1729/00000201.pdf>>, acessado em 14 de dezembro de 2010.