

DIVERSIFICAÇÃO TECNOLÓGICA EM PETROLÍFERAS PRIVADAS: UMA ANÁLISE DAS PATENTES EM BIOCOMBUSTÍVEIS LÍQUIDOS

NANCI GARDIM

Unicamp, Departamento de Política Científica e Tecnológica, Brasil
E-mail: nancirtv@gmail.com

ANDRÉ TOSI FURTADO

Unicamp, Departamento de Política Científica e Tecnológica, Brasil
E-mail: furtado@ige.unicamp.br

RESUMO

As energias renováveis deverão tornar-se cada vez mais importantes para a indústria energética mundial, porque são as únicas fontes de energia primária capazes de gerar um futuro energético sustentável. Essa perspectiva amplia as possibilidades para o desenvolvimento de biocombustíveis líquidos, principalmente para a indústria petrolífera. Entendendo que a análise sobre diversificação tecnológica é essencial ao planejamento do setor energético, este trabalho tem como objetivo avaliar a diversificação das grandes companhias petrolíferas internacionais na área de biocombustíveis líquidos, medindo a frequência e a quantidade de patentes depositadas no período de 1990 a 2014, nos principais escritórios de patentes no mundo. A intenção é identificar se há processo de diversificação energética nessas empresas e se há interesse (ou não) no desenvolvimento de novas soluções de energia, mais especificamente, em biocombustíveis líquidos. Para a pesquisa, foram selecionadas as cinco principais empresas petrolíferas privadas do mundo, dispostas no ranking das 30 maiores petroleiras em participação de mercado (*Platts Top 250 Global Energy Company Ranking, 2013*), que em ordem são: EXXON MOBIL, ROYAL DUTCH SHELL, CHEVRON, BP e CONOCO PHILLIPS. A estratégia de busca utilizou palavras-chaves, marcadores booleanos e uma delimitação de áreas específicas com base no *IPC Green Inventory-WIPO* (documento que apresenta as principais taxonomias em “tecnologias verdes”). O acesso às bases de patentes se deu utilizando o software *Questel Orbit*.

Os resultados indicam que a intensidade tecnológica das petrolíferas estudadas é bem maior em biodiesel do que em bioetanol; e que há uma ampla variação dos esforços tecnológicos realizados por elas ao longo do tempo. A partir dos anos 2000, SHELL mudou sua estratégia de patenteamento e se reposicionou no segmento dos biocombustíveis líquidos -- com destaque para suas atividades em bioetanol --, revelando maior grau de diversificação e envolvimento com as energias renováveis que as demais.

INTRODUÇÃO

Conforme indica o relatório *World Energy Outlook 2013 (IEA)*, a participação do petróleo na produção energética mundial deve cair de 31% para 27% até 2035, enquanto a participação das fontes renováveis deve saltar de 13% em 2011 para quase 18% no mesmo período. As energias renováveis deverão tornar-se cada vez mais importantes para a indústria energética mundial, porque são as únicas fontes de energia primária capazes de gerar um futuro energético sustentável (GOLDEMBERG, 2005). Essa perspectiva tem ampliado as possibilidades para o desenvolvimento de biocombustíveis líquidos, sobretudo para a indústria petrolífera. De acordo com Nelson e Winter (2005), a evolução da tecnologia e das estruturas socioeconômicas dá forma às trajetórias tecnológicas, relacionando empresas e instituições num complexo processo, caracterizado por aprendizagem, incertezas, necessidades de investimentos, apropriação e oportunidades de mercado. Contudo, no que tange a opção das organizações pelos processos de diversificação tecnológica¹, segundo Penrose (1979:8), “não é necessário que os mercados existentes se tornem menos lucrativos em si mesmo, mas apenas que se tornem relativamente lucrativos para qualquer novo investimento que a firma deseje realizar”. Segundo a autora, isto pode ocorrer devido ao surgimento de novas oportunidades de investimentos; em razão do declínio das velhas oportunidades; ou devido ao fato de que os mercados para os produtos existentes não mais crescem com suficiente velocidade. Neste cenário, é importante entender como estão se comportando as principais petrolíferas do mercado. Atualmente, seria possível observar nestas empresas alguma estratégia de diversificação tecnológica focada em biocombustíveis?

Considerando que a análise sobre diversificação tecnológica é essencial para orientar o planejamento do setor energético, este trabalho tem como objetivo principal avaliar a diversificação das grandes companhias petrolíferas internacionais (privadas) na área de biocombustíveis líquidos, medindo a frequência e a quantidade de patentes depositadas no período de 1990 a 2014, nos principais escritórios de patentes no mundo. A intenção é identificar se há um processo de diversificação energética nessas empresas e se há interesse (ou não) no desenvolvimento de novas soluções de energia, mais especificamente, em biocombustíveis líquidos.

Para a análise dos resultados, este trabalho busca apoio em conceitos relacionados à diversificação e trajetórias tecnológicas. Nesta perspectiva, entende-se que a mudança técnica não ocorre por acaso, nem está exogenamente determinada (FURTADO, 2012). Ela participa e interage com a mudança econômica, pois está associada à experiência dos agentes econômicos; o que a torna um processo específico às circunstâncias e localizado. Os padrões evolutivos seguidos/criados pelos agentes que utilizam e transformam a tecnologia dão

¹ De acordo com Penrose (2006), o processo de diversificação acontece toda vez que uma firma diferencia suas atividades de produção sem deixar suas antigas linhas de produtos; iniciando a produção de novos produtos ou incluindo produtos intermediários suficientemente diferentes de outros produtos da sua linha de atuação. Explica a autora, que além da especialização já existente na firma, a base produtiva ou a base tecnológica é essencial ao processo de diversificação Tecnológica e tem na P&D o fundamento para que cada firma enfrente os desafios inerentes aos processos de inovação.

origem às trajetórias tecnológicas². Variáveis diversas – por exemplo, os interesses econômicos das organizações envolvidas no processo de inovação, o mercado, os agentes institucionais e as forças políticas – poderão desempenhar também, um papel importante na seleção de tecnologias predominantes. Considerando o caráter localizado dos processos de aprendizagem, a definição entre sistemas tecnológicos pode se tornar uma competição entre empresas e mesmo entre espaços econômicos, cada qual apostando no desenvolvimento de um determinado segmento técnico.

Estes conceitos de trajetória e diversificação tecnológica corroboram para a análise dos resultados de pesquisa que aqui serão apresentados, à medida que conhecemos/observamos os desdobramentos tecnológicos no âmbito dos biocombustíveis líquidos e a variação que existe no volume de pedidos de patentes realizado pelas petrolíferas privadas, entre os diferentes tipos de tecnologia.

Este trabalho apresenta-se dividido em quatro seções, além desta introdução. A primeira relata o método de pesquisa utilizado, explicitando as motivações para as escolhas que foram feitas. Na sequência, apresentamos a análise dos resultados da pesquisa, cujas discussões compõem duas seções distintas: a primeira discorre sobre o foco dado pelas petrolíferas estudadas na área dos biocombustíveis líquidos, com especial atenção ao segmento de biodiesel e bioetanol; e a segunda trata da relação que parece haver entre a variação do esforço tecnológico em biocombustíveis líquidos e o preço do petróleo ao longo dos anos. A última seção deste trabalho é destinada às considerações finais.

MÉTODO DE PESQUISA

O monitoramento tecnológico por meio de patentes tem se constituído em uma das principais ferramentas de apoio à decisão, tendo em vista a riqueza de informações contidas neste tipo de documento -- permite identificar, entre outras coisas, tecnologias relevantes para segmentos específicos (CANONGIA, 2004) e o esforço tecnológico já realizado ao longo do tempo. Os resultados deste monitoramento são na maioria das vezes quantitativos, mas sua análise e/ou uso em processos decisórios baseiam-se em avaliações qualitativas. Nessa perspectiva, para a análise dos dados consolidados nesta pesquisa é necessário um olhar mais abrangente sobre o setor petrolífero e de biocombustíveis.

A escolha das petrolíferas privadas que foram objetos deste estudo, teve como base a publicação de um *ranking* das 30 maiores petroleiras do mundo em participação de mercado, organizado pela consultoria especializada PLATTS³, em outubro de 2013. Desse modo, analisamos a estratégia de patenteamento na área de biocombustíveis líquidos, das cinco

² A OCDE (1992) define trajetórias tecnológicas como um conjunto de características evolucionárias e cumulativas que condicionam o desenvolvimento e as mudanças experimentadas por tecnologias quando se difundem e são utilizadas na produção e em serviços.

³ Este estudo é conhecido como “*Platts Top 250 Global Energy Company Rankings*”. No Brasil, essa lista ganhou grande publicidade por meio da divulgação realizada pela Revista Exame (Editora Abril), em 29/agosto/2013 (disponível em: <<http://exame.abril.com.br/negocios/noticias/as-30-maiores-petroliferas-do-mundo-segundo-a-platts#2>>).

empresas mais bem posicionadas no *ranking* -- em ordem: EXXON MOBIL, ROYAL DUTCH SHELL, CHEVRON, BP, e CONOCO PHILLIPS.

Já quanto aos pedidos de patentes, estes seguem um formato universal e apresentam dados bibliográficos distribuídos de forma padronizada em campos específicos e codificados (numerados). Assim, para a organização da pesquisa, traçou-se uma “estratégia de busca” utilizando palavras-chaves, marcadores booleanos (*or, not, and*) e uma delimitação de áreas específicas através da *International Patent Classification-IPC (WIPO)*⁴. Considerando que a *IPC* contém mais de sessenta e sete mil possibilidades de indexação, identificamos as classes que mais se relacionam com as áreas de biocombustíveis líquidos (biodiesel, bioetanol, óleos vegetais) utilizando o *IPC Green Inventory*, documento que apresenta as principais taxonomias em “tecnologias verdes”. Para mapear o número de pedidos de patentes em biocombustíveis, formalizado pelas petrolíferas no mundo, a busca nas bases de patentes se deu utilizando o software *Questel Orbit*, (disponível no ambiente Unicamp). Esta ferramenta permite a realização de buscas sistemáticas em bases de dados de mais de 90 escritórios de patentes (nacionais e internacionais) de uma só vez⁵, possibilitando maior agilidade para a recuperação dos dados.

A estratégia de busca da pesquisa teve dois momentos distintos. O primeiro focou as empresas, relacionando o nome de cada organização e suas derivações -- por exemplo: "SHELL CHEMICALS" OR "SHELL INTERNATIONAL CHEMICAL" OR... --, com as principais classificações na área de biocombustíveis líquidos apontadas no *IPC Green Inventory*⁶. Isso possibilitou perceber o esforço tecnológico realizado pelas instituições em diferentes “trajetórias tecnológicas” (ex: biodiesel e bioetanol) ao longo dos anos. Já no segundo momento, o foco da busca centrou-se em perceber quais foram as tecnologias privilegiadas pelas empresas de maneira geral, apresentando um *ranking* das trinta classificações (*IPC*) que mais tiveram pedidos de patentes no período considerado. Na sequência, realizamos um cruzamento destas classificações ranqueadas com as indicações do *IPC Green Inventory* para a área de biocombustíveis líquidos.

Devido ao tempo de sigilo de 18 meses que os pedidos de patentes detêm em relação à data do primeiro depósito, é importante salientar que o número de pedidos de patentes publicados em

⁴ *International Patent Classification-IPC* é uma classificação utilizada internacionalmente para indexação de documentos de patentes de invenção e modelo de utilidade, instituída em 1971 pelo Acordo de Estrasburgo, resultado dos esforços conjuntos de órgãos de propriedade industrial de numerosos países. Nela, as tecnologias são ordenadas obedecendo a uma estrutura hierárquica segundo o grau de generalidade. O maior grau de generalidade está representado pelas “seções” (são 8 seções e a cada uma corresponde uma letra, de “A” a “H”), seguindo-se as “classes” (números compostos por dois algarismos); “subclasses” (letra maiúscula); “grupos” e “subgrupos” - Ex: A21D13/08.

⁵ Dentre as bases de patentes que a ferramenta *Questel Orbit* acessa, estão: *USPTO (United States Patent & Trademark Office)*, *INPI (Instituto Nacional de Propriedade Industrial)*, *EPO/Espacenet (European Patent Office)*, *WIPO (World Intellectual Property Organization)*.

⁶ O *IPC Green Inventory* desdobra a área de biocombustíveis líquidos em quatro segmentos: “*Liquid Fuels*” (para tecnologias mais agregadas), “*Vegetable Oils*”, “*Biodiesel*” e “*Bioethanol*”. Classificação completa disponível em: < <http://www.wipo.int/classifications/ipc/en/est/>>

determinado ano, tende a refletir o esforço tecnológico realizado pelas organizações em um período de até dois anos anteriores.

RESULTADOS

Diversificação em Biocombustíveis Líquidos

Conforme aponta Penrose (2006:176), “a diversificação⁷ pode ocorrer dentro das áreas de especialização já existentes na firma ou pode resultar do encaminhamento para novas áreas”. No que diz respeito à diversificação tecnológica na área de biocombustíveis líquidos, é possível observar nas Figuras 1 e 2, que há esforço tecnológico sendo realizado pelas petrolíferas -- *BP, CHEVRON, CONOCO PHILLIPS, EXXON MOBIL e ROYAL DUTCH SHELL* -- ao longo do tempo, nas quatro grandes áreas apontadas pelo *IPC Green Inventory*. Contudo, os esforços tecnológicos das empresas em biodiesel parece se sobressair frente às demais áreas (óleos vegetais, combustíveis líquidos e bioetanol).

A concentração dos números de pedidos de patentes no segmento de biodiesel, apontadas pelas Figuras 1 e 2, pode estar ligada a diversas tomadas de decisões técnico-estratégicas das empresas. Mas um aspecto que deve ser avaliado é o fato de que existem diversas técnicas entre o petrodiesel⁸ e o biodiesel, que permitem considerar esses dois conjuntos de tecnologias como partes de um mesmo sistema tecnológico, no qual o objetivo central é produzir energia a partir de matérias-primas carbônicas (AZEVEDO, 2010 e HUGHES, 1989). De acordo com Azevedo (2010), os pontos comuns de conhecimento e infraestrutura compartilhada entre esses dois combustíveis, facilitam o desenvolvimento do biodiesel por não exigirem expressivas modificações na estrutura existente. Conceitos de paradigma e trajetórias tecnológicas (NELSON e WINTER, 1977; DOSI, 1982; DUNHAM et al., 2006) também reforçam tais argumentos e possibilitam entender os processos de produção de petrodiesel e biodiesel como trajetórias distintas, mas que apresentam uma orientação paradigmática comum.

⁷ De acordo com Penrose (2006:177-178), “uma ampla variedade de produtos pode ser produzida para cada mercado, e uma grande variedade de mercados pode ser atendida a partir da mesma base produtiva. A diversificação dentro da mesma área de especialização refere-se à produção de mais produtos baseados na mesma tecnologia e vendidos nos mercados existentes da firma. A diversificação que envolve um afastamento das atuais áreas da firma pode assumir uma das três formas seguintes: o ingresso em novos mercados com novos produtos a partir de uma mesma área produtiva já existente; uma expansão no mesmo mercado por meio de novos produtos oriundos de outra área tecnológica; e o ingresso em novos mercados com novos produtos baseados em outras áreas tecnológicas”.

⁸ Petrodiesel é o diesel derivado do petróleo, já o Biodiesel tem como base matérias-primas vegetais (óleos) e animais (gorduras).

Figura 1: Número de pedidos de patentes em Biocombustíveis Líquidos (1990-2014)

BP						CHEVRON					
Área	Liquid Fuels	Vegetable Oils	Biodiesel	Bioethanol	Total Ano	Área	Liquid Fuels	Vegetable Oils	Biodiesel	Bioethanol	Total Ano
IPC	C10L 1/00, 1/02, 1/14	C10L 1/02, 1/20	C07C 67/00, 69/00; C10G; C10L 1/02, 1/19 C11C 3/10; C12P 7/65	C10L 1/02, 1/182; C12N 9/24; C12P 7/06 -7/15		IPC	C10L 1/00, 1/02, 1/14	C10L 1/02, 1/20	C07C 67/00, 69/00; C10G; C10L 1/02, 1/19 C11C 3/10; C12P 7/65	C10L 1/02, 1/182; C12N 9/24; C12P 7/06 -7/15	
1990	3	0	6	0	9	1990	0	0	41	0	41
1991	1	0	12	1	14	1991	2	1	31	0	34
1992	1	0	11	1	13	1992	10	3	32	5	50
1993	2	0	8	2	12	1993	11	1	24	5	41
1994	1	0	8	0	9	1994	13	4	27	0	44
1995	7	3	10	2	22	1995	6	1	23	0	30
1996	4	1	13	6	24	1996	19	1	21	1	42
1997	5	1	13	3	22	1997	2	0	26	3	31
1998	8	2	22	2	34	1998	6	0	26	2	34
1999	6	4	22	8	40	1999	1	1	29	1	32
2000	3	1	27	4	35	2000	3	1	24	3	31
2001	5	3	33	6	47	2001	10	0	82	2	94
2002	5	3	32	5	45	2002	14	5	68	4	91
2003	3	2	24	3	32	2003	3	1	69	3	76
2004	5	4	24	4	37	2004	9	0	47	0	56
2005	1	0	9	0	10	2005	3	0	33	0	36
2006	2	2	25	4	33	2006	1	1	35	1	38
2007	4	4	24	7	39	2007	9	1	54	1	65
2008	3	2	16	3	24	2008	11	5	57	6	79
2009	5	4	14	7	30	2009	6	1	52	2	61
2010	3	2	10	8	23	2010	5	5	57	7	74
2011	2	2	8	4	16	2011	3	2	49	2	56
2012	3	3	4	6	16	2012	4	4	40	4	52
2013	1	1	10	8	20	2013	2	0	32	0	34
2014	2	0	7	2	11	2014	0	0	13	0	13
Total	85	44	392	96	617	Total	153	38	992	52	1235
CONOCO						EXXON MOBIL					
Área	Liquid Fuels	Vegetable Oils	Biodiesel	Bioethanol	Total Ano	Área	Liquid Fuels	Vegetable Oils	Biodiesel	Bioethanol	Total Ano
IPC	C10L 1/00, 1/02, 1/14	C10L 1/02, 1/20	C07C 67/00, 69/00; C10G; C10L 1/02, 1/19 C11C 3/10; C12P 7/65	C10L 1/02, 1/182; C12N 9/24; C12P 7/06 -7/15		IPC	C10L 1/00, 1/02, 1/14	C10L 1/02, 1/20	C07C 67/00, 69/00; C10G; C10L 1/02, 1/19 C11C 3/10; C12P 7/65	C10L 1/02, 1/182; C12N 9/24; C12P 7/06 -7/15	
1990	2	2	9	2	15	1990	25	12	130	5	172
1991	0	0	13	0	13	1991	19	5	122	3	149
1992	0	0	8	0	8	1992	21	8	83	2	114
1993	0	0	7	0	7	1993	14	7	71	2	94
1994	1	0	3	0	4	1994	21	4	70	2	97
1995	0	0	9	0	9	1995	23	12	68	2	105
1996	0	0	5	0	5	1996	19	3	73	0	95
1997	0	0	10	0	10	1997	26	6	111	5	148
1998	0	0	10	0	10	1998	20	5	120	3	148
1999	2	0	23	0	25	1999	9	6	91	6	112
2000	0	0	16	0	16	2000	10	9	120	9	148
2001	0	0	23	0	23	2001	13	4	131	4	152
2002	0	0	54	0	54	2002	4	1	85	2	92
2003	3	0	35	0	38	2003	2	0	104	0	106
2004	3	0	24	0	27	2004	5	0	85	0	90
2005	2	1	10	1	14	2005	6	1	111	1	119
2006	0	0	7	0	7	2006	7	4	70	3	84
2007	0	0	5	1	6	2007	1	0	96	0	97
2008	0	0	6	0	6	2008	3	1	82	1	87
2009	1	0	6	0	7	2009	5	2	76	2	85
2010	1	0	14	1	16	2010	15	7	81	8	111
2011	4	3	27	5	39	2011	16	7	82	8	113
2012	1	1	2	1	5	2012	5	4	66	4	79
2013	0	0	1	0	1	2013	4	3	54	3	64
2014	0	0	2	0	2	2014	0	0	29	0	29
Total	20	7	329	11	367	Total	293	111	2211	75	2690

Fonte: Elaboração própria, com base no IPC Green Inventory e Questel Orbit.

Figura 2: Número de pedidos de patentes em biocombustíveis líquidos (1990-2014) - SHELL

SHELL					
Área	Liquid Fuels	Vegetable Oils	Biodiesel	Bioethanol	Total Ano
IPC	C10L 1/00, 1/02, 1/14	C10L 1/02, 1/20	C07C 67/00, 69/00; C10G; C10L 1/02, 1/19 C11C 3/10; C12P 7/65	C10L 1/02, 1/182; C12N 9/24; C12P 7/06 -7/15	
1990	3	0	31	1	35
1991	4	0	25	0	29
1992	1	0	22	1	24
1993	7	0	37	1	45
1994	6	0	25	0	31
1995	6	1	34	0	41
1996	11	1	33	0	45
1997	10	4	23	4	41
1998	3	0	22	0	25
1999	2	0	14	0	16
2000	3	1	29	1	34
2001	5	2	32	2	41
2002	2	1	56	1	60
2003	17	5	45	5	72
2004	15	7	54	7	83
2005	6	3	60	3	72
2006	16	4	69	6	95
2007	17	5	74	5	101
2008	13	10	68	13	104
2009	12	4	66	7	89
2010	11	5	56	10	82
2011	21	10	82	14	127
2012	18	11	86	17	132
2013	6	7	82	8	103
2014	11	5	57	9	82
Total	226	86	1182	115	1609

Fonte: Elaboração própria, com base no IPC Green Inventory e Questel Orbit.

Esta orientação paradigmática comum às duas trajetórias, segundo Dudukovic (2009) e Azevedo (2010:), estaria pautada em termos do “problema tecnológico a ser resolvido” (obter energia a partir de combustíveis líquidos adquiridos via matérias-primas carbônicas para uso em motores diesel), “das soluções predominantes” (conversão de matérias-primas via processos físico-químicos), “dos corpos de conhecimentos científicos utilizados”(química orgânica, catálise) e “das tecnologias utilizadas na produção e uso” (reatores de processo, motores de combustão interna)⁹. Neste contexto, a trajetória do petrodiesel é considerada “poderosa¹⁰” (DOSI, 2006: 46) e pode apresentar em pontos específicos, uma sobreposição com o desenvolvimento da rota tecnológica do biodiesel e influenciar os números de pedidos patentes relacionados a esta área.

⁹ Isso significa que, mesmo detendo importantes diferenças, estas duas indústrias de processos químicos nada têm a ver com segmentos industriais orientados por paradigmas radicalmente alternativos -- por exemplo, energia nuclear, hidrelétrica, geração de eletricidade do hidrogênio ---, que envolvem questões, soluções, conhecimentos científicos e aparatos tecnológicos bem distintos.

¹⁰ Para Dosi (2006:46), “a trajetória será tanto mais poderosa quanto maior for o conjunto de tecnologias excluído por essa trajetória”.

Ainda sob essa égide, observando o ranking das trinta principais classes de patentes que mais recebem pedidos de proteção (no mundo) em cada empresa estudada, nota-se uma considerável presença de classes ligadas ao desenvolvimento do biodiesel (sinalizadas em azul e vermelho no Quadro 1). Isto, numa leitura superficial, poderia evidenciar um importante interesse (ou processo de diversificação) das petrolíferas no desenvolvimento de biodiesel. No entanto, para afirmar de maneira contundente, que a grande maioria dos números de pedidos de patentes relacionados a estas classes realmente está atrelada ao desenvolvimento de fontes renováveis de energia, é necessário um maior aprofundamento no aspecto técnico de cada patente.

Quadro 1: Ranking em número de patentes publicadas pelas Petrolíferas e identificação das classificações relacionadas à Biocombustíveis Líquidos (1990-2014)

Posição	BP		CHEVRON		CONOCO		EXXONMOBIL		SHELL	
	IPC	Pat.	IPC	Pat.	IPC	Pat.	IPC	Pat.	IPC	Pat.
1	C07B-061/00	373	C10N-040/25	237	E21B-043/24	98	C08F-010/00	536	C07B-061/00	630
2	C08F-010/00	360	C10M-169/04	234	C01B-003/38	72	C07B-061/00	466	C07C-067/00	277
3	C08F-002/34	181	C08F-010/00	174	C10G-002/00	70	C08F-210/16	340	C08G-067/02	271
4	C07C-053/08	165	C10G-002/00	169	G01V-001/28	54	C08F-004/6592	333	C10G-002/00	221
5	C07C-051/12	161	C10G-045/64	156	B01J-020/06	49	B32B-027/32	331	C08L-095/00	200
6	C08F-210/16	133	C10N-030/06	150	C10G-025/00	49	C10L-001/22	314	E21B-043/10	193
7	C08F-010/02	119	C10N-020/00	143	B01D-017/02	48	B01J-029/70	303	C08L-053/02	193
8	C08F-004/60	106	C01B-039/48	141	B01J-037/02	47	C10N-040/25	303	C07C-001/04	180
9	C07C-011/02	105	C10N-010/04	140	C07B-061/00	46	C10M-169/04	299	C10N-030/06	171
10	C07C-067/00	101	C10L-001/22	139	C01B-003/40	46	C07C-001/20	293	B01J-037/02	167
11	C08F-002/00	95	C10N-030/04	136	F25J-001/00	45	C08F-008/00	287	B01J-031/24	166
12	C08F-004/64	94	G06F-019/00	128	F25J-001/02	45	C08L-023/10	267	C08L-063/00	165
13	C08F-004/659	89	C07B-061/00	128	G01V-001/30	45	C08L-023/16	266	C10M-169/04	158
14	C08F-004/6592	88	C10M-133/56	127	B04C-005/081	45	C10G-011/18	265	B01J-035/10	150
15	C07C-069/14	84	C10M-101/02	125	C07C-027/00	42	C08L-023/08	262	C08G-067/00	138
16	C08F-110/02	82	C10G-035/095	125	E21B-043/16	42	C10L-001/18	259	B01J-008/00	137
17	B01J-008/24	71	C10L-001/18	121	B01J-023/89	40	C07C-001/00	257	B01D-053/14	135
18	B01J-008/00	68	C10N-020/02	113	D01F-009/145	39	C08F-004/659	246	C07C-031/20	134
19	C07C-001/00	63	C10M-159/22	113	G01V-001/00	39	C10L-001/24	242	H01L-031/04	134
20	B01J-023/00	59	B01J-029/70	110	B01J-020/02	38	B01J-029/06	231	B01J-037/00	134
21	C07C-011/04	59	C10N-030/00	110	B01J-023/00	37	C10L-001/14	227	C10L-001/18	134
22	C10L-001/18	56	C10M-163/00	108	C10B-055/00	36	C10G-003/00	219	C10N-040/25	133
23	C10G-002/00	56	C10L-010/00	103	C08F-010/00	36	C07C-002/66	218	C07C-011/02	132
24	C07C-067/36	56	C10M-105/04	94	B01J-020/10	34	C08L-023/00	216	C10N-040/04	130
25	C08F-004/642	56	C10N-040/04	94	E21B-043/00	34	B01J-029/40	211	C10N-020/02	129
26	C07C-001/04	53	C10L-001/16	94	B01J-020/34	32	C10M-159/12	205	E21B-043/16	129
27	C07C-027/00	50	C10L-001/14	92	C07C-002/62	32	C10G-045/64	205	C01B-003/38	129
28	C08J-005/18	49	C10N-030/10	91	E21B-043/26	31	C08J-005/18	204	C07C-001/00	128
29	C07C-051/265	48	G01V-001/28	90	E21B-043/12	31	B01J-029/04	204	H04B-001/38	126
30	C08F-004/00	48	C08F-010/02	90	B01J-008/00	31	C10L-001/16	203	C10M-101/02	125

Fonte: Elaboração própria, tendo como base a ferramenta de busca Questel Orbit e as referências do IPC Green Inventory.

Sabe-se, no entanto, que em cada Classe de patente é possível enquadrar um conjunto de tecnologias, que ajudam a desenhar rotas tecnológicas. Nessa perspectiva, a possibilidade de sobreposição das rotas tecnológicas entre petrodiesel e biodiesel fica mais evidente quando analisamos as descrições (no Quadro 2) dos tipos de tecnologia que se enquadram em cada classe de patente relacionada ao desenvolvimento de biodiesel, indicadas no Quadro 1. O nível de descrição dessas classes – embora identificadas pelo *IPC Green Inventory* para tratar “tecnologias verdes” – pode camuflar o real esforço tecnológico destinado por cada

petrolífera ao segmento de biodiesel; pois permitem a indexação, nessas mesmas classes, de grupamentos tecnológicos relacionados exclusivamente ao combustível fóssil.

Quadro 2: Descrição detalhada sobre as classes de patentes destacadas pelo Quadro 1.

IPC	Descrição
C10G	CRAQUEAMENTO DE ÓLEOS hidrocarbonetos; PRODUÇÃO DE MISTURAS hidrocarbonetos LÍQUIDOS, p. ex., POR HIDROGENAÇÃO DESTRUTIVA, OLIGOMERIZAÇÃO, POLIMERIZAÇÃO (craqueamento hidrogênio ou gás de síntese C01B ; craqueamento ou pirólise de hidrocarboneto em hidrocarbonetos individuais ou suas misturas de constituição definida ou especificada C07C ; craqueamento em coque C10B); RECUPERAÇÃO DE ÓLEOS hidrocarbonetos DE ÓLEO DE XISTO, AREIA OLEAGINOSA OU GASES; REFINO DE MISTURAS PRINCIPALMENTE CONSISTINDO DE HIDROCARBONETO; REFORMA DE NAFTA; CERAS MINERAIS.
C10G-002/00	Produção de misturas de hidrocarbonetos líquidos de composição indefinida de óxidos de carbono.
C10G-003/00	Produção de misturas de hidrocarbonetos líquidos a partir de materiais orgânicos contendo oxigênio, por exemplo, óleos graxos, ácidos graxos (produção de não-fusão de oxigênio sólido contendo materiais carbonáceos C10G 1/00).
C10G-011/18	Craqueamento catalítico na ausência de hidrogênio, de óleos de hidrocarbonetos (craqueamento em contato direto com os metais ou sais fundidos C10G 9/34): ... De acordo com a técnica de "cama fluidizada".
C10G-025/00	Refinamento de óleos de hidrocarbonetos, na ausência de hidrogênio, com adsorventes sólidos.
C10G-035/095	Reforma de nafta. NOTA: Neste grupo, o seguinte termo é usado com o significado indicado; - "reforming", o tratamento de nafta, a fim de melhorar o número de octano, ou o seu conteúdo aromático: ... Contendo alumino-silicatos cristalinos, por exemplo, peneiras moleculares.
C10G-045/64	Refinamento de óleos de hidrocarbonetos, utilizando compostos de hidrogênio ou "hydrogen-generating". NOTA - Tratamento de óleos de hidrocarbonetos na presença de compostos geradores de hidrogênio não previstos em um único um dos grupos C10G 45/02, C10G 45/32, C10G 45/44, ou 45/58 C10G, é coberto pelo group C10G 49/00: ... Contendo alumino-silicatos cristalinos, por exemplo. peneiras moleculares.
C07C-067/00	Preparação de ésteres de ácidos carboxílicos. NOTA - Neste grupo, lactonas utilizados como reagentes são consideradas como sendo ésteres.
C10L-001/14	Combustíveis carbonáceos Líquido. ... Compostos orgânicos.

Fonte: Elaboração própria, tendo como base IPC.

Um exemplo disso pode ser percebido ao considerarmos a predominância da Classe C10G (em vermelho no Quadro 1). A classe C10G, é uma das classes relacionadas à área de biodiesel, indicadas no *IPC Green Inventory*; mas, é também uma classe que se apresenta extremamente ligada ao processamento do xisto¹¹, como aponta o Quadro 2. O argumento de um possível “sombreamento tecnológico” entre as áreas, relacionados à Classe C10G, ganha força quando consideramos o “potencial de crescimento” de exploração do xisto apresentado pela EIA (*Energy Information Administration*). Entre 2007 e 2012, essa extração americana de xisto aumentou em média de 50% ao ano¹².

¹¹ Xisto é uma rocha sedimentar que contém um complexo orgânico de composição indefinida, chamado querogênio, disseminado em seu meio natural. Como não pode ser extraída pelos solventes comuns, esta matéria orgânica afere ao xisto um potencial energético que normalmente é aproveitado por meio de processos como a retortagem, combustão ou gaseificação. De acordo com o INOG (Instituto Nacional de óleo e Gás), a importância do xisto vem “da possibilidade de extração do óleo cru (devidamente beneficiado e através de processos convencionais de refino) levar à obtenção dos mesmos derivados do petróleo de poço: nafta, gasolina, óleo diesel, óleo combustível e o gás liquefeito de petróleo (GLP)”.

¹² A exploração de gás de xisto nos Estados Unidos está causando uma “revolução energética capaz de alterar o cenário econômico do país” (MARIN, 2013). Segundo *IEA -International Energy Agency* (2010) e Brendow (2003), assim como as rochas reservatório de óleos convencionais, o xisto betuminoso é encontrado em todas as províncias petrolíferas do mundo, mas a maioria está em nível muito profundo, impossibilitando a exploração comercial.

Já, no que diz respeito ao segmento de bioetanol, é importante considerarmos outros aspectos do desenvolvimento tecnológico.

Até o momento, a expansão da produção de bioetanol tem se apoiado no chamado etanol de primeira geração¹³. No entanto, a transição da primeira para a segunda geração tem ganhado importância, visto que as tecnologias convencionais utilizam matérias-primas da biomassa, que em sua grande maioria competem pelo uso da terra na produção de alimentos (principalmente cana-de-açúcar e milho). Conforme destaca Corrêa (2014), como há limites claros à expansão da área agricultável na maior parte dos países desenvolvidos, observou-se nesses países, uma ampliação do incentivo para o desenvolvimento das tecnologias de segunda geração¹⁴. Todavia, como aponta Sims *et al.* (2010), as tecnologias menos maduras (como as de segunda geração) apresentam não só altos riscos e custos associados ao investimento, como também, desafios técnicos e econômicos significativos -- dentre eles, a melhoria do desempenho do processo de produção e a redução de custos.

Somado a isso, a diversificação das empresas petrolíferas para o segmento de bioetanol -- que envolve uma expansão no mesmo mercado por meio de novos produtos advindos de outra área tecnológica e/ou o ingresso em novos mercados com novos produtos baseados em outras áreas tecnológicas (PENROSE, 2006) --, tende a trazer desafios que vão além do desenvolvimento tecnológico, e que acabam por influenciar a estratégia de cada empresa e o número de pedidos de patentes na respectiva área. A questão da oferta de matéria-prima, bem como de colheita, tratamento, transporte, armazenamento e fornecimento de grandes quantidades de matéria-prima de qualidade (desafios referentes à cadeia produtiva e aos riscos de investimento nos projetos relacionados à logística), configuram, segundo Corrêa (2014), outros aspectos essenciais para o desenvolvimento do bioetanol -- em geral, associados ao processo de *scale-up* das tecnologias.

Desenvolvimento dos Biocombustíveis Líquidos e o preço do petróleo

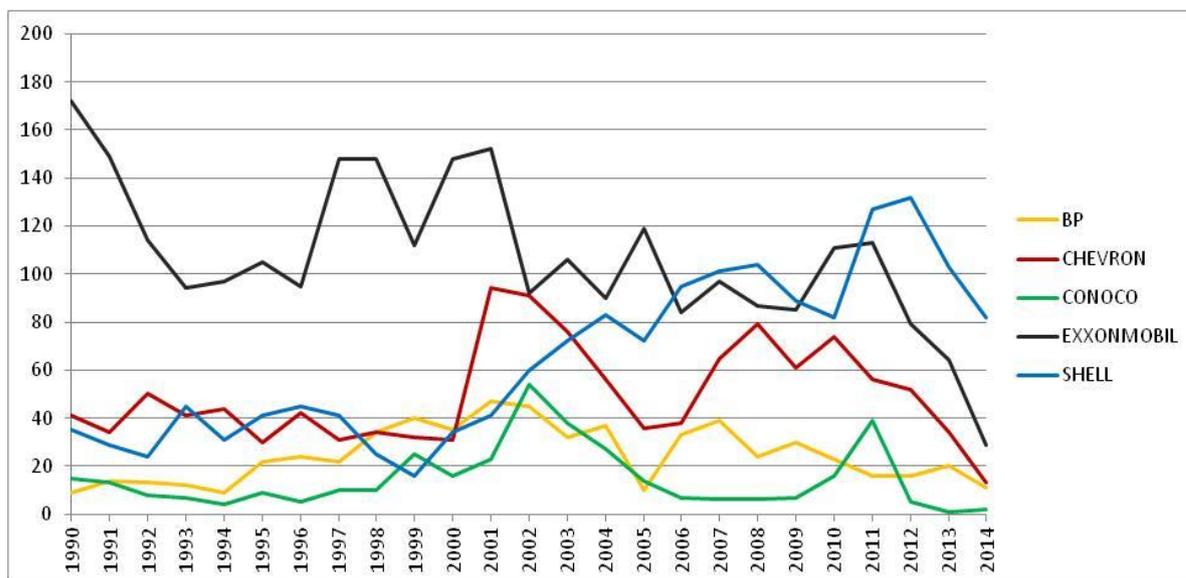
Além dos aspectos científicos e tecnológicos apontados anteriormente, a questão do preço do petróleo praticado pelo mercado parece exercer forte influência na produção e desenvolvimento dos biocombustíveis líquidos ao longo do tempo. Conforme apontam as Figuras 1 e 2, no decorrer das décadas, existe uma ampla variação do número de pedidos de patentes em biocombustíveis líquidos realizados pelas petrolíferas privadas -- *BP*, *CHEVRON*, *CONOCO PHILLIPS*, *EXXON MOBIL* e *ROYAL DUTCH SHELL*. Em certa

¹³ Os biocombustíveis podem ser classificados entre primeira, segunda e outras gerações em função da maturidade tecnológica, do balanço energético, do nível de emissão de gases estufa e do uso da matéria-prima. Em relação ao grau de maturidade tecnológica, as tecnologias podem ser classificadas como: “tecnologias convencionais”, que englobam processos já estabelecidos comercialmente e, portanto, maduros (primeira geração); ou “tecnologias avançadas”, que ainda estão em fase de P&D e, portanto, relativamente menos maduras (outras gerações) (IEA, 2013 e CORRÊA, 2014).

¹⁴ Os biocombustíveis avançados apresentam vantagens em relação à primeira geração (já estabelecida no mercado), pois são produzidos a partir de resíduos agroindustriais que não competem com o uso da água ou com a produção de alimentos. Apresenta também, potencial para elevar substancialmente a produção, sem que a área de cultivo seja expandida, pois há um melhor aproveitamento em termos de energia contida na matéria-prima por hectare (CORRÊA, 2014).

medida, esta variação parece oscilar numa relativa sintonia¹⁵ com o valor do barril de petróleo. A dinâmica deste processo fica mais evidente observando o Gráfico 1.

Gráfico 1: Evolução do total de pedidos de patentes em Biocombustíveis Líquido por empresa (1990-2014)



Fonte: Elaboração própria, tendo como base a ferramenta de busca Questel Orbit e as referências do IPC Green Inventory.

A relação existente entre a “disponibilidade de petróleo” no mundo e o “desenvolvimento dos biocombustíveis” é antiga. Em linhas gerais, as experiências para geração de energia tendo como base os biocombustíveis desenvolvidas até meados do século XX, em sua maioria, foram paralisadas durante os *anos dourados*¹⁶ da indústria petrolífera, e retomadas somente após a crise do petróleo nos anos 1970¹⁷. Na década de 1980, surgiram diversas políticas de incentivo aos biocombustíveis cujo intuito era diminuir a dependência da importação de petróleo em diversos países; todavia, o barateamento do preço do barril de petróleo em meados da década, descontinuou grande parte dessas iniciativas¹⁸. Em 1987, o preço do barril

¹⁵ Lembrando sempre que, como mencionamos, o número de patentes publicadas em determinado ano tende a refletir o esforço tecnológico realizado pelas organizações em um período de até dois anos anteriores.

¹⁶ Os “anos dourados” da indústria do petróleo, iniciado no período pós Segunda Guerra, marcou o encerramento da maior parte das experiências que existiam na área de biocombustíveis até então, com exploração de novas reservas – no qual se destacou um progressivo domínio de técnicas de levantamento geológico, indicando as melhores regiões para exploração; melhoria das tecnologias de processamento investimentos em gestão profissional, integração vertical e em centros de P&D internos e externos (FREEMAN, 1982; AZEVEDO,2010)

¹⁷ Dois momentos de crise no setor petrolífero na década de 1970 tiveram motivação política e diziam respeito à oferta: 1) o embargo da Organização de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) em 1973; e 2) questões relativas à produção do Irã em 1979. (UOL/Economia, 10/06/2008. Disponível em: <<http://economia.uol.com.br/ultnot/afp/2008/06/10/ult35u60222.jhtm>>)

¹⁸ Um exemplo de iniciativa que visava diminuir a dependência de importação foi a criação da Diretiva 536/85, elaborada pelo Conselho das Comunidades Europeias, em 1985 (KNOTHE, 2001; PARENTE, 2003; JOHNSTON, 2006; AZEVEDO,2010).

de petróleo caiu de US\$26 para US\$18,25 e continuou em patamares abaixo dos US\$ 20 até a década de 1990.

O cenário de oscilações constantes no preço do petróleo durante a década de 1990¹⁹ -- mesmo com a ampliação do entendimento de que os impactos ambientais da produção e uso do petróleo eram os principais causadores das mudanças climáticas globais²⁰ (FORAY e GRÜBLER, 1996) --, parece não ter alterado significativamente os esforços que as petrolíferas vinham realizando no segmento de biocombustíveis líquidos até então. Como demonstra o Gráfico 1, os esforços tecnológicos realizados pelas empresas BP, CHEVRON, CONOCO e SHELL oscilaram em níveis não muito expressivos durante a década, porém, indicando relativa continuidade da atividade de patenteamento. Neste período, a EXXON MOBIL, que apresentava uma posição de liderança tecnológica na área de biocombustíveis, aparentemente foi a que mais sentiu os efeitos das frequentes oscilações no preço do petróleo, revelando variações bastante acentuadas no número de pedidos de patentes realizados.

Já, a partir dos anos 2000, o preço do barril de petróleo não mais desceu a valores menores que US\$ 20 e o cenário referente ao esforço tecnológico realizado pelas empresas em biocombustíveis líquidos começou a mudar.

Entre 2003 e 2007, a alta dos preços do petróleo foi constante; no entanto, a partir do primeiro trimestre de 2008²¹, o processo acentuou-se ainda mais – por exemplo: foram necessários quatro anos (de 2003 a 2007) para que o preço do barril de petróleo subisse de US\$ 40 para US\$ 90, mas apenas seis meses para que os valores passassem de US\$ 100, no início de 2008, para quase US\$ 140 em junho do mesmo ano²². Conforme ressalta Dosi (2006:52), mudanças nas condições e nas oportunidades de mercado (entre as quais, mudanças nos padrões de demandas e nos preços relativos) continuamente provocam pressões “no sentido ascendente”, em diversos níveis, com relação às trajetórias tecnológicas. Nesta perspectiva, o ambiente de alta no preço do petróleo a partir dos anos 2000, parece ter colaborado para um aumento dos esforços tecnológicos em biocombustíveis líquidos de forma geral; e para uma alteração no comportamento individual de algumas empresas, principalmente no segmento de biodiesel e bioetanol – no qual se destacam as atividades da SHELL (ver Gráficos 1, 2 e 3).

¹⁹ A partir de 1991, com a Guerra do Golfo, houve diversas oscilações no preço do barril petróleo e um aumento da incerteza em relação à oferta do produto no mundo.

²⁰ De acordo com Foray e Grüber (1996), Teixeira et al. (2010) e Azevedo (2010), a diferença entre as iniciativas da década de 1990 das realizadas em 1980, é a importância que adquiriram os “argumentos cientificamente embasados”, que consideram o consumo de combustíveis fósseis como o grande causador de danos ambientais (localizados ou globais), induzindo o desenvolvimento de políticas de Estado e/ou internacionais. Neste contexto, o fator ambiental se inseriu de fato, na agenda da política energética de diversos países com o início da publicação dos relatórios do IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) --, que é o comitê composto por cientista de diferentes países e áreas de atuação, desenvolvido no início da década de 1990 pela ONU (Organização das Nações Unidas) por meio do PNUMA (Programa das Nações Unidas pelo Meio ambiente)

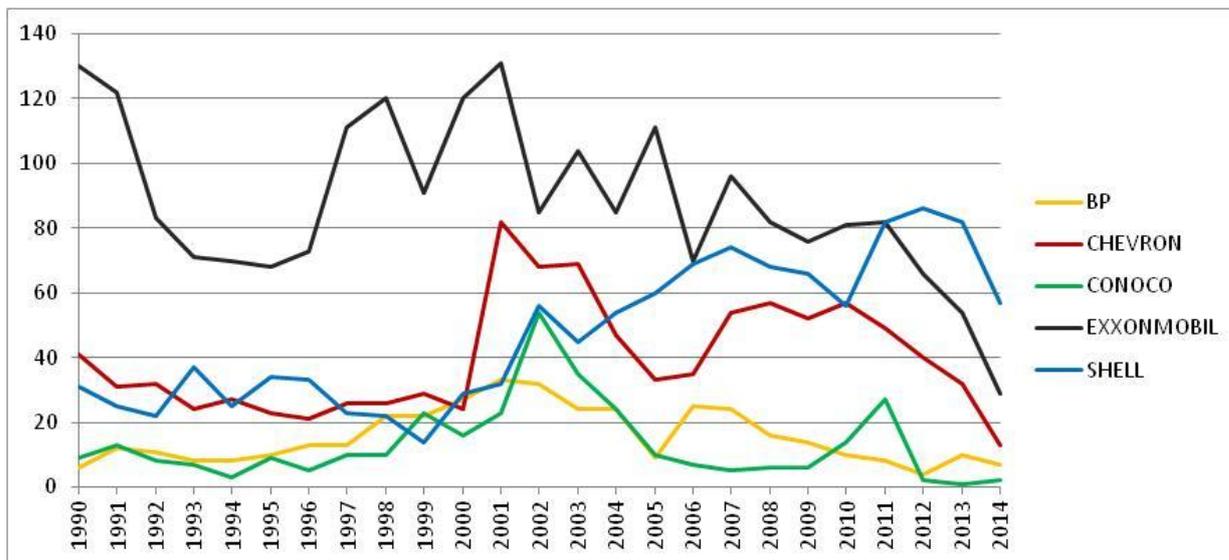
²¹ Ao longo de 2008, o preço do barril do petróleo sofreu drástica oscilação: chegou ao pico de US\$140 nos primeiros meses e despencou em seguida, fechando o ano a menos de US\$50 (NASDAQ, 2015).

²² UOL/Economia, 10/06/2018. Disponível em:

<<http://economia.uol.com.br/ultnot/afp/2008/06/10/ult35u60222.jhtm>>

No âmbito do biodiesel, de acordo com o Gráfico 2, percebe-se um movimento antagônico no número de pedidos de patentes realizados por EXXON MOBIL e SHELL a partir dos anos 2000. Enquanto a EXXON MOBIL aponta para um processo de desaceleração do esforço tecnológico empenhado na área, SHELL indica um expressivo aumento no interesse pelo segmento de biodiesel, revelando um processo de diversificação mais intenso.

Gráfico 2: Evolução dos pedidos de patentes em Biodiesel por empresa (1990-2014)



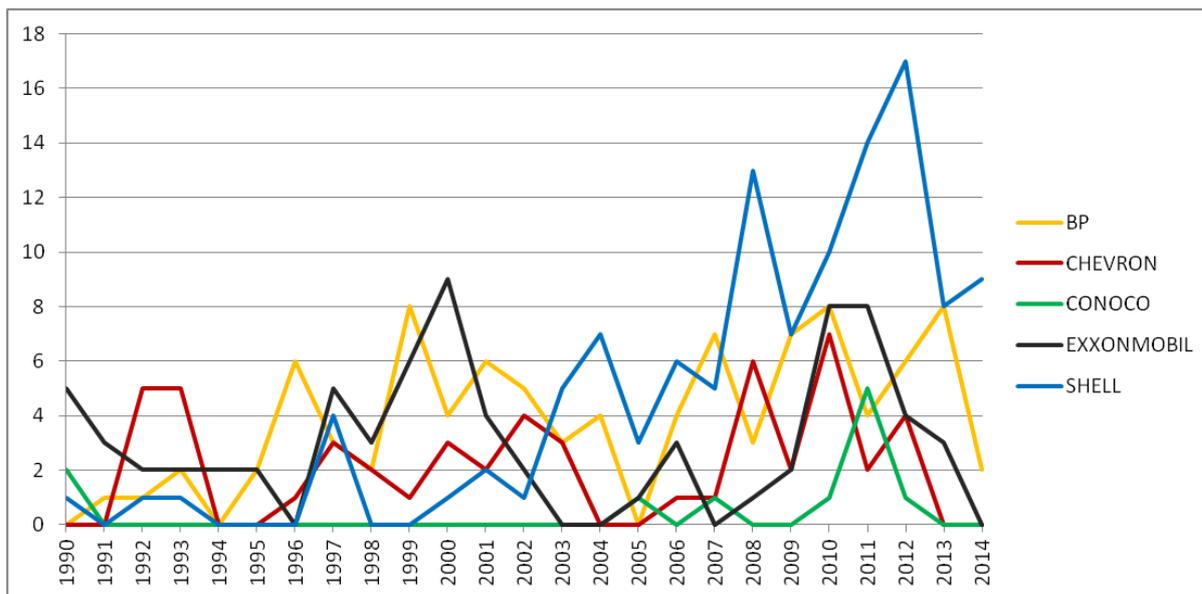
Fonte: Elaboração própria, tendo como base a ferramenta de busca Questel Orbit e as referências do IPC Green Inventory.

A mudança na dinâmica de patenteamento da SHELL a partir dos anos 2000, também é bastante visível no que diz respeito ao segmento de bioetanol.

Nota-se, que durante os anos 1990, a SHELL apresentava pouca intensidade tecnológica na área (7), ficando atrás de BP (25), EXXON MOBIL (30) e CHEVRON (17) em números absolutos. Guardadas as devidas proporções de mercado, naquele período, BP era a petrolífera que apresentava maior intensidade tecnológica em bioetanol, em termos relativos. Contudo, de 2000 a 2012, SHELL ampliou fortemente o esforço tecnológico e se reposicionou dentro do setor, assumindo a posição de liderança frente às demais empresas pesquisadas. A intensificação do esforço tecnológico realizado pela SHELL, concomitantemente no segmento de biodiesel e bioetanol ao longo dos anos, aponta para uma importante diversificação da empresa em direção a fontes de energia renováveis.

Nos três últimos anos, no entanto, percebe-se que há uma queda unânime (e com tendência a ser progressiva) do número de pedidos de patentes realizado pelas petrolíferas, no segmento dos biocombustíveis líquidos de maneira geral. Diante deste contexto, é importante salientar que desde o final de 2008, o preço do barril de petróleo estava em alta -- girando em torno de US\$120, no início de 2011. Entre 2011 e meados de 2014, o preço manteve-se estável (acima dos US\$100) e então, voltou a diminuir de maneira acentuada, chegando aos US\$50 o barril no início de 2015 (NASDAQ, 2015).

Gráfico 3: Evolução dos pedidos de patentes em Bioetanol por empresa (1990-2014)



Fonte: Elaboração própria, tendo como base a ferramenta de busca Questel Orbit e as referências do IPC Green Inventory.

Conforme trata Colomer (2015), o desaquecimento da demanda mundial; a elevação da produção de óleo não convencional (óleo de xisto) nos EUA; a ausência de rupturas na oferta global e a decisão dos países membros da OPEP em manter elevados níveis de produção podem ser entendidas como as principais causas para a queda abrupta nos preços do petróleo. Essa recente queda nos preços, no entanto, aporta novos desafios para o desenvolvimento dos combustíveis líquidos, já que impacta a estratégia das empresas de forma abrangente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os esforços tecnológicos ‘extraordinários’ (relacionados à busca de novas direções tecnológicas), segundo Dosi (2006,53), surgem quer em relação a novas oportunidades abertas por desenvolvimentos científicos, quer em relação a crescentes dificuldades de seguir adiante numa dada direção tecnológica (por razões tecnológicas ou econômicas, ou ambas). Nessa perspectiva, este trabalho buscou entender como estão se comportando as principais petrolíferas privadas do mercado -- BP, CHEVRON, CONOCO PHILLIPS, EXXON MOBIL e ROYAL DUTCH SHELL – em relação à diversificação tecnológica na área de biocombustíveis líquidos.

Em linhas gerais, o resultado da pesquisa aponta que há um processo de diversificação sendo realizado pelas cinco petrolíferas estudadas (BP, CHEVRON, CONOCO, EXXON MOBIL e SHELL) no sentido de ampliar suas participações no desenvolvimento de biocombustíveis líquidos (fonte de energia renovável). Contudo, a intensidade dos esforços tecnológicos destinados ao segmento de biodiesel e bioetanol é bem diferenciada ao longo do tempo.

O número de pedidos de patentes em biodiesel é bem maior que em bioetanol. Um dos fatores que parece contribuir para isso, está atrelado ao fato de que existe maior proximidade técnica entre o “petrodiesel” e o “biodiesel”. Nesta perspectiva, é possível entender os processos de

produção do petrodiesel e biodiesel como trajetórias distintas, mas que apresentam uma orientação paradigmática comum --, em outras palavras, fazem parte de um mesmo sistema tecnológico, no qual podem compartilhar determinados conhecimentos e infraestrutura. Neste contexto, é possível que tecnologias relacionadas exclusivamente ao petrodiesel apresentem uma sobreposição com o desenvolvimento da rota tecnológica do biodiesel e influenciem positivamente os números de pedidos patentes relacionados à energia renovável. Como foi evidenciado, o real esforço tecnológico destinado pelas petrolíferas ao segmento de biodiesel pode ser camuflado pela abrangente descrição das Classes de patentes – que embora identificadas pelo *IPC Green Inventory* para tratar “tecnologias verdes” -- possibilitam a indexação, nessas mesmas classes, de grupamentos tecnológicos relacionados prioritariamente ao combustível fóssil. Todavia, para afirmar de maneira contundente o grau dessa possível “sobreposição” entre rotas tecnológicas, faz-se necessário um maior aprofundamento no aspecto técnico de cada patente.

Já o sistema tecnológico do bioetanol não possui muita relação com o petrodiesel (já consolidado). No entanto, a diversificação em bioetanol tende a trazer para as empresas, desafios que vão além do desenvolvimento tecnológico, e que acabam por influenciar a estratégia de cada organização e o número de pedidos de patentes na área. Dentre os principais desafios estão a questão da matéria-prima (tipo, colheita, tratamento, transporte, armazenamento e fornecimento de grandes quantidades) e do *scale-up* das tecnologias.

No que diz respeito à oscilação do número de pedidos de patentes realizados em biocombustíveis líquidos, no período de 1990-2014, é possível notar uma relação entre a variação dos preços do petróleo e o esforço tecnológico das empresas ao longo dos anos. De maneira geral -- embora as oscilações fossem grandes no cenário de cada empresa, ou em uma comparação entre as empresas -- observou-se um aumento do número de pedidos de patentes em biocombustíveis durante os períodos em que o preço do barril de petróleo se manteve alto (com valores próximos ou superiores a US\$50). Como pudemos ver, os esforços tecnológicos das empresas nesse segmento, oscilou em patamares mais altos durante a toda a década de 2000-2010.

O ambiente de alta nos preços do petróleo a partir dos anos 2000, colaborou para o aumento dos esforços tecnológicos em biocombustíveis líquidos de forma geral; e para uma alteração no comportamento individual de algumas empresas. Como foi mencionado, o caso mais expressivo é o da SHELL, que desenvolveu uma estratégia de acentuado reposicionamento no segmento de biocombustíveis líquidos, revelando maior grau de diversificação e envolvimento na busca por fontes alternativas de energias renováveis.

A partir de 2011-2012, no entanto, notamos uma diminuição acentuada no esforço tecnológico em biocombustíveis líquidos que vinham sendo realizado pelas empresas – possivelmente atrelada ao desaquecimento da demanda mundial; elevação da produção de óleo de xisto nos EUA; a ausência de rupturas na oferta global e a decisão dos países membros da OPEP em manter elevados os níveis de produção.

REFERÊNCIAS

Azevedo, A. M. M. (2010), 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. Departamento de Política Científica e Tecnológica. Instituto de Geociências. UNICAMP. Campinas.

Brendow, K.. (2003), Global oil shale issues and perspectives. Synthesis of the Symposium on Oil Shale. 18–19 November, Tallinn. Oil Shale. A Scientific-Technical Journal20 (1): 81–92. Estonian Academy Publishers. ISSN 0208-189X

Canongia, C. (2004), Foresight, inteligência competitiva e gestão do conhecimento: instrumentos para a gestão da inovação, Gestão e Produção. v.11, n.2, p.231-238, mai.-ago. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v11n2/a09v11n2>>

Colomer, M. (2015), Os impactos da queda do preço do petróleo no mercado de gás natural. Disponível em: <<https://infopetro.wordpress.com/2015/05/11/os-impactos-da-queda-do-preco-do-petroleo-no-mercado-de-gas-natural/>> [11/05/2015]

Corrêa, C.B. (2014). Parcerias estratégicas tecnológicas em projetos de etanol celulósico: oportunidades e desafios para as firmas nacionais. Dissertação de Mestrado. Campinas. Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP. Instituto de Geociências.

Dosi, G. (1982), Technological paradigms and technological trajectories, a suggested interpretation of the determinants and direction of technical change. Research Policy, v. 11, n. 3, p. 147-162.

Dosi, G. (2006), Mudança Técnica e Transformação Industrial: a teoria e uma aplicação à indústria dos semicondutores. Clássicos da Inovação. Campinas – SP, Editora Unicamp, 460 p.

Dudukovic, M.P. (2009), Frontiers in Reactor Engineering. Science, v. 325. n. 5941, p. 698- 701.

Dunham, F.B.; Bomtempo, J.V.; Almeida, E.L.F. (2006), Trajetórias tecnológicas em combustíveis sintéticos: análise dos mecanismos de seleção e indução. Revista Brasileira de Inovação, v. 5, n.1, p. 99-129.

Foray, D.; Grübler, A. (1996), Technology and the environment: an overview. Technological Forecasting and Social Change, v. 53, n. 1, p. 3-13, set..

Freeman, C. (1982), The economics of industrial innovation. London: Frances Printer. 250 p.

Furtado, A. T. (2012), A trajetória tecnológica da Petrobrás na produção offshore, Memória Petrobrás. Disponível em: <<http://memoria.petrobras.com.br/artigos-e-publicacoes/a-trajetoria-tecnologica-da-petrobras-na-producao-offshore#.U5-avldVSQ>>

Goldemberg, J. (2005), “The promise of clean energy”, Energy Policy, volume 34, issue 15, October, Pages 2185-2190.

Hughes, T. (1989), The evolution of large technological systems. In: Bijker, W.E., Hughes, T.P. E Pinch, T.J. The social construction of technological systems. new directions in the sociology and history of technology. MIT Press, Massachusetts, p. 159-194.

IEA. (2013), World Energy Outlook 2013. Paris: OECD.

IEA. (2010), World Energy Outlook 2010. Paris: OECD. 165–169p.

INOG . Disponível em: < <http://www.inct-oleoegas.com.br/refino/refino.html>>



Johnston, M. (2006), Evaluating the potential for large-scale biodiesel deployments in a global context. Thesis (Master of Science Land Resources). University of Wisconsin- Madison.

Knothe, G. (2001), Historical Perspectives on Vegetable Oil-Based Diesel Fuels. Inform: International News on Fats, Oils and Related Materials, V. 12, p. 1103-1107.

Marin, D.C. (2014), Exploração d gás de xisto no Estados Unidos inicia revolução energética. In: Jornal O Estado de S. Paulo. 03/Ago/2013. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,exploracao-de-gas-de-xisto-nos-estados-unidos-inicia-revolucao-energetica,160917e>>. [10/06/2014].

NASDAQ Stock Market (2015), Latest price & chart for Crude Oil Brent. Disponível em <<http://www.nasdaq.com/markets/crude-oil-brent.aspx?timeframe=7d>> [03 de fevereiro de 2015].

Nelson, R. R.; Winter, S. G. (1977), In search of useful theory of innovation. Research Policy, v. 6, n. 1, p. 36-76.

Nelson, R. R.; Winter, S. G. (2005), Uma teoria evolucionária da mudança econômica. Clássicos da Inovação, Editora Unicamp, Campinas, 631 p.

OCDE. (1992), Technology and Economic. The key relationships. OCDE, Paris.

Parente, E.J.S. (2003), Biodiesel: Uma Aventura Tecnológica num País Engraçado. Fortaleza: Unigráfica, 66p.

Penrose, E. (1979), A economia da diversificação. In: The theory of the growth of firm. Cap. 7. Publicado com a autorização de T. A. Queiróz. Tradução: Ida Rosenthal, Rio de Janeiro.

Penrose, E. (2006), A Teoria do Crescimento da Firma. Clássicos da Inovação. Campinas – SP, Editora Unicamp, 386 p.

Revista Exame. (2013), Platts Top 250 Global Energy Company Rankings . Editora Abril. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/negocios/noticias/as-30-maiores-petroliferas-do-mundo-segundo-a-platts#2>>. Acesso em: 01/Jun/2014. [29/Ago/2013].

Sims, R.E.H. Et Al. (2010). An overview of second generation biofuels technologies. Bioresource Technology, 101 1570 – 1580.

Teixeira, E.M.L.C. et al. (2010), Mercado de crédito de Carbono. Infobibos Informações Tecnológicas. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2010_2/CreditoCarbono/index.htm> [4/6/2010].

UOL-Economia. (2008), Terceira crise do petróleo: mais violenta e perigosa que as anteriores. Publicada em 10/Jun2008. Disponível em: <<http://economia.uol.com.br/ultnot/afp/2008/06/10/ult35u60222.jhtm>>. [01/Jun/2014].), pp. x–y. País: Cidade.