

Dez anos de pós-graduação em Propriedade Intelectual e Inovação no Brasil

passado, presente e futuro

Trabalhos apresentados no X ENAPID

Organizadoras

Iolanda M. Fierro

Adelaide Maria de Souza Antunes



ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada



INSTITUTO
NACIONAL DA
PROPRIEDADE
INDUSTRIAL

Elaboração de *roadmap* tecnológico para a produção de biogás a partir de palha

Suzana Borschiver
Jose Vitor Bomtempo
Fernanda Cardoso

Introdução

Nas últimas décadas, as variações do preço do petróleo e a crescente demanda energética mundial intensificaram a busca por fontes alternativas de energia (FUESS; GARCIA, 2015). As mudanças climáticas, ocasionadas principalmente pelo aumento da emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) e da utilização de combustíveis de origem fóssil, levaram a um interesse significativo em combustíveis e produtos químicos produzidos a partir de matérias-primas renováveis. Os combustíveis derivados de biomassa estão sendo promovidos como fontes de energia de baixa emissão de carbono e com potencial de reduzir a dependência em combustíveis fósseis (SHARMA, 2015).

A palha é um resíduo orgânico agroindustrial que carece de destinação apropriada e é usualmente disposto no solo em forma de palhada. Porém essa metodologia contribui para a poluição do ar e o agravamento do efeito estufa (SHARMA, 2015). Uma das tecnologias ligadas à geração de biocombustíveis e à destinação mais apropriadas para os resíduos orgânicos é a digestão anaeróbica, que pro-

duz fertilizante orgânico e biogás, um biocombustível gasoso rico em metano. O processo de produção de biogás é promovido como uma fonte energética renovável e com potencial de reduzir a dependência por combustíveis fósseis, já que o biogás pode sofrer upgrade e ser inserido na rede de gás natural, convertido em energia térmica e elétrica e também usado como biocombustível veicular (JUTTEL, 2011). Esta pesquisa prioriza a elaboração de um *roadmap* tecnológico relacionado à produção de biogás a partir de palha.

Para compreender o estado da arte das tecnologias envolvidas neste setor, as áreas que mais carecem de pesquisa e quais são mais exploradas, é necessário um estudo de prospecção tecnológica. Com isso, é possível identificar janelas de oportunidade e estudar os melhores focos para alocação de investimentos.

O *roadmap* tecnológico é um documento visual, em forma de mapa, que reconhece os principais *players* envolvidos e os parâmetros-chave do mercado, produto e tecnologia ao longo do tempo, atuando como uma ferramenta prospectiva e de tomada de decisão. Descreve de maneira clara as conexões entre tarefas e prioridades para ação de curto, médio e longo prazo, apresentando um roteiro que conecta tecnologia, produto e mercado em elevados níveis de abstração (BORSCHIVER; LEMOS, 2016).

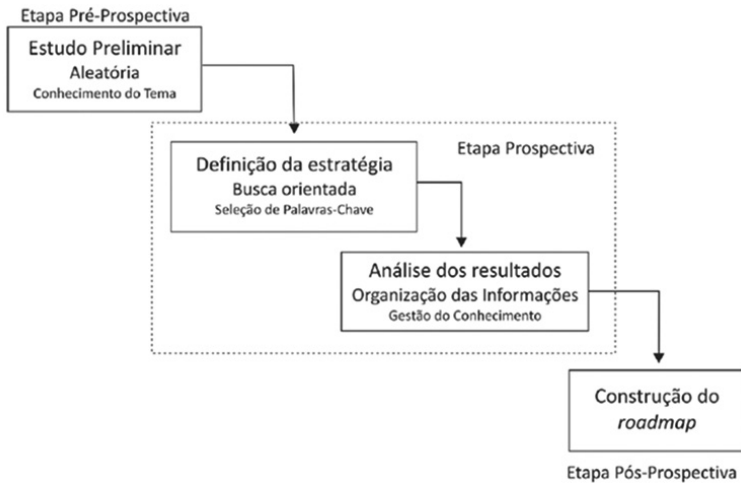
O tema se destaca por sua interdisciplinaridade, envolvendo os setores de gerenciamento de resíduos, energias renováveis e geração de fertilizantes orgânicos. Essas áreas são interessantes para o setor estratégico do Brasil e, portanto, a visualização do comportamento do mercado mundial frente a essa tecnologia e dos principais *players* envolvidos em diferentes faixas temporais permite aos órgãos nacionais direcionarem projetos futuros, identificar janelas de oportunidade e avaliar possíveis parcerias para atingirem seus objetivos.

Metodologia

O *technology roadmap* pode ser compreendido como uma representação organizada que inter-relaciona informações obtidas a partir

do estudo de um tema específico. Para a sistematização dos procedimentos e garantia da obtenção do objetivo final, há a necessidade do estabelecimento de uma metodologia (BORSCHIVER; LEMOS, 2016). De maneira objetiva, a construção do *roadmap* se divide em três etapas principais, conforme esquematizado na Figura 23.1.

Figura 23.1 Metodologia para a elaboração do *roadmap* tecnológico



Fonte: Borschiver e Lemos (2016)

A primeira etapa do processo é a pré-prospectiva, que se baseia na busca aleatória a respeito do assunto abordado para se obter uma visão geral do estado da arte. Nessa etapa, o conhecimento sobre o tema produção de biogás e resíduos agroindustriais é adquirido e suas principais taxonomias podem ser desvendadas.

Durante a etapa Prospectiva foi necessário realizar um levantamento de palavras-chave, por meio de entrevistas com dois professores especialistas em biogás da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), para a seleção do resíduo agroindustrial a ser abordado e as palavras-chave a serem utilizadas durante a busca orientada. As entrevistas foram realizadas separadamente e o objetivo da pesquisa foi explicitado para ambos. A partir de uma lista de palavras-chave pré-selecionadas, foi-lhes solicitado que opinassem

quanto a outros termos mais utilizados para os resíduos agroindustriais, bem como para a produção de biogás.

A matéria-prima a ser estudada foi selecionada a partir de uma busca estratégica em base de patentes combinando as palavras-chave da produção de biogás e de matérias-primas lignocelulósicas. Optou-se pelo uso da base mundial Espacenet e da base nacional americana USPTO por possuírem mais patentes relacionadas à produção de biogás e devido a suas características distintas, que permitem maior complementariedade à busca.

A partir dos dados, pode-se concluir que as palavras-chave referentes à palha correspondem respectivamente a 29% dos resultados das buscas de patentes na base de dados europeia, sendo consideradas as principais matérias-primas agrárias para a produção de biogás.

Com as palavras-chave e matéria-prima selecionadas, foi possível realizar uma busca orientada em mídia digital, artigos e patentes depositadas e concedidas, que levantaram os documentos necessários para confecção do *roadmap* tecnológico.

A concretização e a maturidade das informações obtidas costumam ser alocadas em quatro períodos temporais, que têm atrelados a si um tipo de documento (BORSCHIVER; LEMOS, 2016):

- Estágio atual (ano zero) – Neste período, encaixam-se as informações obtidas através de mídias especializadas, websites de empresas, organizações governamentais e não governamentais. Os conteúdos destes documentos são, obrigatoriamente, voltados para ações, tecnologias, parcerias e outros movimentos atuais.

As buscas por *players* diferentes e atuantes no setor de produção de biogás a partir da palha foram realizadas em websites de busca e na plataforma da Biofuels Digest com as palavras-chave: “*straw*”, “palha”, “*lignocellulosic*”, “*lignocellulose*”, “*lignocelulose*”, “segunda geração” para o *roadmap* de digestão anaeróbica da palha; combinadas a “biogás”, “*biogas*”, “metano”, “*methane*”, “*biomethane*” “*anaerobic digestion*” e “digestão

anaeróbica”. Dessa forma, os documentos encontrados em mídias digitais foram analisados e os *players*, selecionados.

- Curto prazo – São analisadas patentes concedidas (do inglês, *issued patents*) que, em teoria, demonstram grau avançado de desenvolvimento tecnológico pelo detentor da patente. Esta conclusão baseia-se no fato de que já houve proteção da patente, logo o objeto está mais próximo de sua fase comercial.

A busca de patentes concedidas foi realizada nas bases USPTO e Espacenet nos títulos e resumos.

Busca na base Espacenet:

- Período analisado: publicações entre 1º de janeiro 2012 a 31 de dezembro de 2016;
- Palavras-chave 1: straw and (biogas or (anaerobic and (ferment* or digest* or react*)) or methane or “marsh gas” or methanation);
- Palavras-chave 2: (bagasse or lign* or cellulos*) and (biogas or methane or (anaerobic and (ferment* or digest* or react*))) not straw.

Foram analisadas até as primeiras 50 patentes de cada ano, no período entre 2012 e 2016.

Busca na base USPTO:

- Período analisado: publicações entre 1º de janeiro 2012 a 31 de dezembro de 2016;
- Palavras-chave 1: ((straw or celluloses or lign) and (biogas or methane));
- Palavras-chave 2: ((straw) and (anaerobic and (digest\$ or react\$ or ferment\$)));
- Palavras-chave 3: ((celluloses) and (anaerobic and (digest\$ or ferment\$)));

- Palavras-chave 4: ((lign\$) and (anaerobic and (digest\$ or fermente\$)));
- Palavras-chave 5: ((cellulos\$) and (anaerobic and react\$));
- Palavras-chave 6: ((lign\$) and (anaerobic and react\$)).

Foram analisadas todas as patentes de cada ano, no período entre 2012 e 2016.

A busca e análise de patentes concedidas na base USPTO gerou seis documentos, enquanto na base Espacenet foram encontradas as demais patentes, totalizando 55 patentes concedidas relevantes para a pesquisa.

- Médio prazo – São analisadas patentes solicitadas (do inglês, *applied patents*) que, apesar de demonstrarem um grau avançado do desenvolvimento da tecnologia pelo detentor da patente, como a proteção ainda está sob análise, possivelmente o objeto está mais distante de sua fase comercial.

A busca de patentes depositadas foi realizada nas bases USPTO e Espacenet nos títulos e resumos.

Busca na base Espacenet:

- Período analisado: publicações entre 2012 e 2016;
- Palavras-chave 1: straw and (biogas or (anaerobic and (ferment* or digest* or react*)) or methane or “marsh gas” or methanation);
- Palavras-chave 2: (bagasse or lign* or cellulose*) and (biogas or methane or (anaerobic and (ferment* or digest* or react*))) not straw.

Foram analisadas até as primeiras 50 patentes de cada ano, no período entre 2016 e 2012.

Busca na base USPTO:

- Período analisado: publicações entre 2012 e 2016;
- Palavras-chave 1: ((straw or cellulose\$ or lign\$) and (biogas or methane));
- Palavras-chave 2: ((straw) and (anaerobic and (digest\$ or react\$ or ferment\$)));
- Palavras-chave 3: ((cellulose\$) and (anaerobic and (digest\$ or ferment\$)));
- Palavras-chave 4: ((lign\$) and (anaerobic and (digest\$ or ferment\$)));
- Palavras-chave 5: ((cellulose\$) and (anaerobic and react\$));
- Palavras-chave 6: ((lign\$) and (anaerobic and react\$)).

Foram analisadas todas as patentes de cada ano, no período entre 2012 e 2016.

A busca de patentes depositadas na base USPTO gerou 35 documentos que, após sua análise, resultou em oito documentos relevantes para a pesquisa. Quanto à base Espacenet, foram encontradas 94 patentes depositadas de relevância ao tema.

Após a busca, exclusão de repetições e análise de todas as patentes pela base de dados Espacenet e USPTO, foram extraídos 102 documentos de patente.

- Longo prazo – São analisados artigos científicos que demonstram um alto grau inicial do desenvolvimento da tecnologia, uma vez que se encontram ainda em fase de estudo acadêmico.^[56]

- Período analisado: publicações entre 2012 e 2016;
- Tipos de documentos: artigos, artigos no prelo e *reviews*;
- Palavras-chave: (straw or lign* or cellulose* or bagasse) and (biogas or “bio gas” or “marsh gas” or biomethane* or methane or methanation or methane* or “anaerobic ferment*” or “anaerobic digest*” or “anaerobic react*”).

⁵⁶ A base de dados utilizada para esta pesquisa em artigos foi a Scopus (www.scopus.com).

A partir desta busca, foram encontrados 2.485 documentos, dos quais os primeiros artigos obtidos por relevância foram selecionados para uma análise aprofundada até a obtenção de aproximadamente cinquenta artigos para a elaboração desta tese.

Após a pesquisa e coleta dos documentos, há a análise dos resultados obtidos e esquematização em base de dados para facilitar a posterior estruturação do *roadmap*. Geralmente, é utilizada a ferramenta computacional Microsoft Excel, da Microsoft. A etapa de prospecção deve ser sistematizada para a extração da informação necessária (BORSCHIVER; LEMOS, 2016). A metodologia utilizada é segmentada em três níveis:

- Macro – Contempla informações imediatas do documento, como o título, ano, autor e origem do autor;
- Meso – Neste nível é necessária a leitura do resumo do documento de forma a extrair suas informações principais. Em seguida, são criadas taxonomias de forma a definir o assunto do documento e o seu agrupamento antes de passar para o nível seguinte de análise;
- Micro – Dentro de cada classe meso podem-se extrair informações ainda mais detalhadas, que possibilitem a compreensão e caracterização mais aprofundada daquela taxonomia.

Cada camada, neste trabalho, se refere a uma taxonomia meso, enquanto as subcamadas são as taxonomias micro, conforme indicado pela Tabela 23.1.

Na última etapa, pós-prospectiva, as informações analisadas são organizadas em forma de mapa, destacando visualmente os aspectos mais relevantes do estudo, assim como a inter-relação entre as informações. O modelo adotado para este estudo é o genérico proposto por Phaal, que consiste em representação gráfica baseada no tempo e compreende um número de camadas e subcamadas que tipicamente incluem perspectivas comerciais e tecnológicas.

Tabela 23.1 Taxonomias meso e micro do *roadmap*

MESO	MICRO
Pré-tratamento	Biológico
	Químico
	Físico
Processo	Parâmetros do processo
	Múltiplos estágios
	Codigestão
Pós-tratamento	Biogás
	Digestato
Produto	Fertilizante
	Biogás
	Bioenergia
	Outros biocombustíveis
	Outros bioprodutos
Insumos do processo	Reator
	Equipamentos acessórios
Matéria-prima	Palha de trigo
	Palha de milho
	Palha de arroz
	Palha de soja
	Outras palhas

Fonte: Elaboração própria (2017)

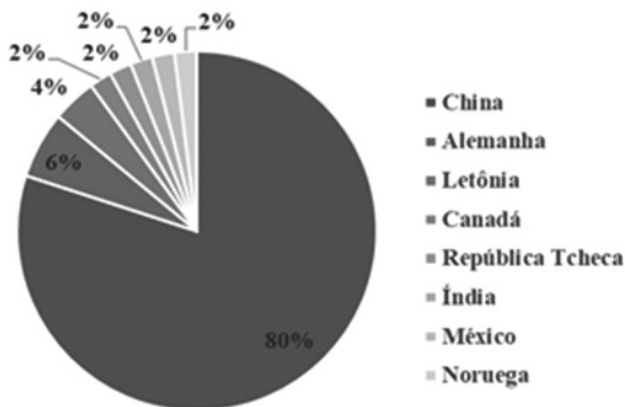
Resultados e discussão

Foram realizadas análises macro, meso e micro de cada um dos prazos temporais para se analisar as principais tendências. A análise macro abrange os países com mais documentos publicados e as universidades, centros de pesquisa e empresas relacionadas ao assunto.

A análise macro de artigos refere-se aos países onde estão sendo realizadas pesquisas científicas sobre o assunto abordado. O

Gráfico 23.1 apresenta os países que publicaram os artigos analisados e seus respectivos percentuais de ocorrência.

Gráfico 23.1 Análise dos países de publicação dos artigos



Fonte: Elaboração própria (2017)

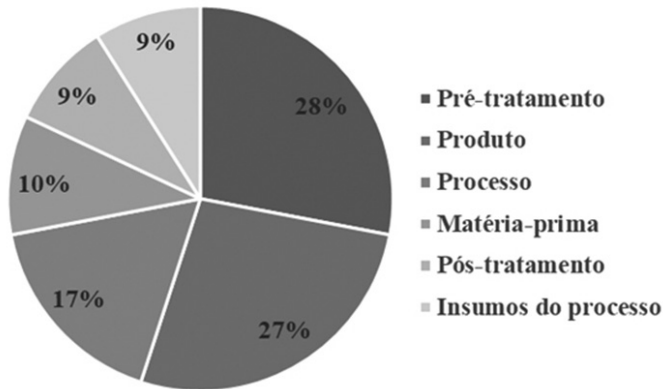
A China foi o país que publicou mais artigos e possui os principais centros de pesquisa e universidades relacionados ao tema abordado, totalizando participação em 40 dos 50 artigos analisados. Alemanha, Letônia e Canadá, que possuem tradição na produção de biogás, apresentaram respectivamente três, dois e um artigos relevantes para a pesquisa. Países como República Tcheca, Índia, México e Noruega apresentaram um artigo cada.

Nas análises meso e micro descritas pela Tabela 23.1, os artigos são categorizados de acordo com os aspectos mais relevantes em torno da produção de biogás a partir de resíduo lignocelulósico, mais especificamente a palha. Esses aspectos foram devidamente identificados na etapa inicial do estudo (fase pré-prospectiva), cujo foco era apontar as grandes áreas de exploração científica do tema em questão.

Enquanto as taxonomias meso definem o assunto do documento e os agrupam, as taxonomias micro detalham as taxo-

nomias meso e possibilitam sua compreensão e caracterização aprofundada. A análise meso de patentes depositadas está detalhada no Gráfico 23.2.

Gráfico 23.2 Análise meso detalhando os desafios tecnológicos das patentes depositadas



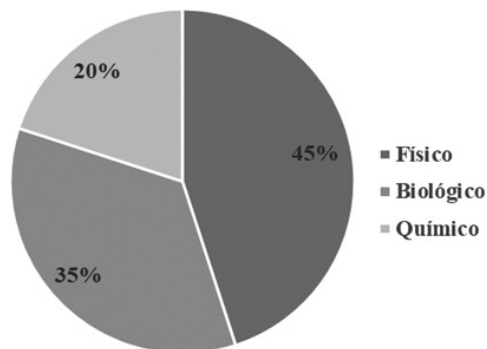
Fonte: Elaboração própria (2017)

A taxonomia pré-tratamento é a mais abordada nas patentes depositadas, aparecendo em 74 documentos, seguida por produto, com 71 documentos. Isso demonstra o interesse dos *players* na geração de produtos a partir da digestão anaeróbica e a importância dos pré-tratamentos para viabilizar o processo em médio prazo.

A análise micro fornece informações mais detalhadas sobre os documentos. O Gráfico 23.3 apresenta as taxonomias micro identificadas e relacionadas ao pré-tratamento, assim como a porcentagem de patentes concedidas referentes a ela.

Das 33 patentes concedidas que focaram no pré-tratamento da matéria-prima, 12 tiveram como foco o processo físico e 10, processo biológico; 4 das patentes tiveram como foco um pré-tratamento químico. Isso pode ser indicativo das principais tendências do pré-tratamento em curto prazo, priorizando o aprimoramento do processo físico.

Gráfico 23.3 Análise micro referente ao pré-tratamento de patentes concedidas



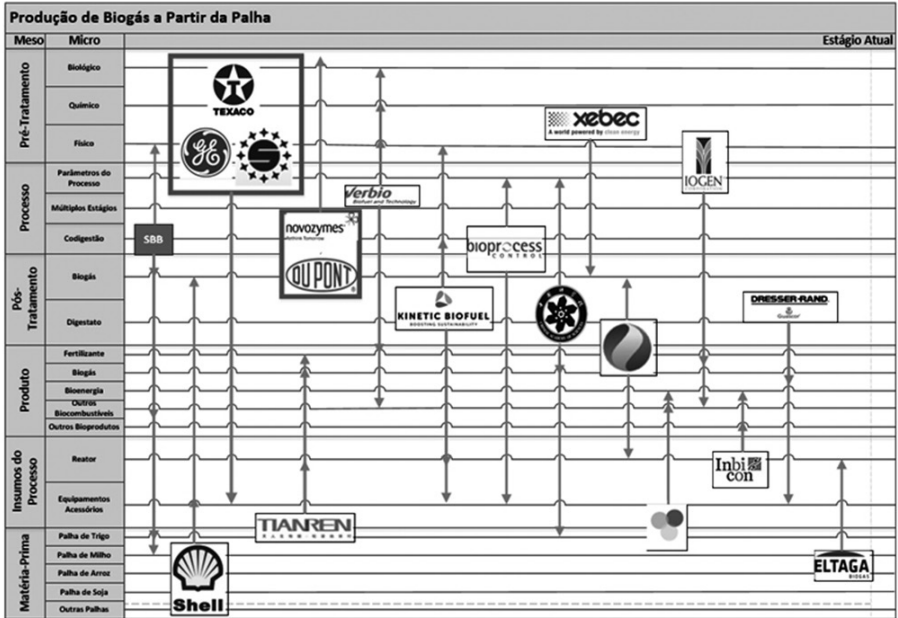
Fonte: Elaboração própria (2017)

Após as análises prospectivas, foi possível elaborar o *roadmap* tecnológico a partir das taxonomias e das informações recolhidas nos documentos de mídia digital, artigos e patentes. Cada logomarca é referente a um *player* específico, que pode ter sido responsável pela publicação do documento de maneira individual ou em conjunto com outros atores. Nesse caso, as logomarcas parceiras estarão envolvidas por um quadrado vermelho.

Da mesma maneira, existem documentos diferentes cujo foco seja muito similar e as taxonomias serem as mesmas. Para facilitar a visualização do *roadmap*, *players* cujos documentos tiverem as mesmas taxonomias estarão com suas logomarcas envolvidas por um quadrado azul. Caso os mesmos *players* sejam responsáveis por múltiplos documentos, isso será indicado por múltiplas setas de localizações horizontalmente distintas da mesma logomarca.

Na Figura 23.2, pode-se visualizar um recorte do estágio atual do *roadmap* tecnológico da digestão anaeróbica da palha, na qual são mostrados os *players* identificados por mídias especializadas ou artigos científicos com tecnologias que são parte do escopo do estudo sendo aplicadas no tempo presente.

Figura 23.2 Ponto zero do *technology roadmap* referente à digestão anaeróbica de palha



Fonte: Elaboração própria (2017)

É possível destacar o aparecimento de empresas como General Electric, Shell, Texaco, Du Pont e Novozymes. Nenhum desses *players* são conhecidos pela produção de biogás, mas apresentam tecnologias que estão ligadas ao pré-tratamento ou à produção de equipamentos acessórios.

Com o *roadmap* completo em mãos, é possível realizar análises horizontais e verticais para desvendar tendências do setor e suportar as estratégias dos *players*.

A análise vertical observa o comportamento dos *players* em cada faixa temporal, ou seja, sua tendência aos *drivers* pré-tratamento, processo, pós-tratamento, produto, insumos do processo e matéria-prima, discutindo o perfil de cada *cluster* formado a fim de avaliar as parcerias das empresas com diversas competências.

Um exemplo de *cluster* é o formado pelas empresas: General Electric, uma multinacional americana ligada ao setor energé-

tico; Shengli Oilfield, fabricante de motores a gás; e Texaco, subsidiária da Chevron e especializada no ramo petrolífero. O *driver* abordado por elas é insumo de processo, mais especificamente os equipamentos acessórios. Isso ocorre por todas serem produtoras de motores que funcionam a biogás ou de lubrificantes especializados para os motores.

Já a análise horizontal é feita de acordo com os *players* e seu comportamento ao longo do tempo em relação à ênfase do documento às taxonomias (*drivers*). Um dos exemplos é a Texaco, responsável atualmente pela comercialização de óleo lubrificante especial para motores industriais que trabalham com biogás (equipamentos acessórios). Em colaboração com o centro de pesquisas Georgia Tech Research Corporation, possui uma patente depositada abordando metodologia que busca aprimorar o pré-tratamento da palha para a geração do produto biogás. Isso indica uma possível estratégia da empresa em médio prazo, deixando de ser uma simples fornecedora de lubrificantes neste setor para se tornar uma produtora eficiente de biogás.

Conclusão

A técnica de *technology roadmapping* (TRM) é muito efetiva na conexão do planejamento estratégico de negócios com a tecnologia, quando esse planejamento depender majoritariamente do julgamento qualitativo de experts técnicos. Porém, a avaliação e a análise estritamente qualitativa do *roadmap* podem não revelar todas as informações quanto à tendência tecnológica, mercadológica e estratégica dos *players* envolvidos.

Do ponto de vista estratégico de uma empresa ou política pública, pode-se inferir que as melhores composições para investimento são aquelas que têm domínio em parcerias e *clusters* de mesmo foco, possibilitando uma relação mais estreita com os *drivers* do processo e garantindo o vínculo entre tecnologia e estratégia. O principal benefício observado por meio da utilização desta ferramenta é a possibili-

dade de previsão; assim, as empresas interessadas podem se planejar de forma mais consistente, alocando recursos de modo otimizado e aumentando a vantagem competitiva da organização.

A partir da análise estratégica dos *roadmaps* tecnológicos de produção de biogás a partir de palha em uma perspectiva de estágio atual, curto prazo, médio prazo e longo prazo, é possível observar algumas tendências tecnológicas e mercadológicas.

Há uma grande diversidade de agentes envolvidos na evolução de novas tecnologias, tendo a presença de grandes empresas (Shell, Texaco, Novozymes etc), institutos de pesquisa (Chinese Academy of Science, Institute of Animal Science and Veterinary Medicine etc) e universidades (Universidade de Varsóvia, Universidade de São Paulo, Nanjing University of Technology etc).

O *roadmap* também permitiu a visualização de que a maioria das empresas atuantes possui atividade principal diferente da produção de biogás, mas cujas expertises auxiliam em alguma etapa do processo. Esse fato pode mostrar um posicionamento estratégico de diferenciação da empresa alinhada ao esforço de P&D em busca de inovações.

A Novozymes, empresa especializada na produção de enzimas, possui quatro documentos de patente que demonstram seus esforços para um pré-tratamento enzimático ideal que torne mais eficiente a produção de biogás. A Shell e a Texaco, empresas do ramo petrolífero que atualmente comercializam lubrificantes para motores a biogás, também possuem patentes que visam ao aprimoramento dos processos de pré-tratamento e/ou upgrade do biogás.

A Chinese Academy of Sciences foi o ator que desenvolveu atividades de P&D relacionadas ao tema ao longo de todos os estágios temporais, se mostrando como uma grande impulsionadora da inovação em território chinês. Destaca-se também a Iogen, cujas atividades também se estenderam por múltiplos estágios temporais.

Como observado tanto na análise prospectiva quanto a partir do *roadmap*, a maioria dos documentos de P&D analisados é de

origem chinesa e depositada no escritório SIPO. Um fato importante de destacar é que apenas a Shengli Oilfield, a CPI Innovation e a Tsinghua University produziram patentes que foram depositadas em mais de um escritório, um dos critérios que indicam a “qualidade” de uma patente. Esse fenômeno chinês de produção e depósito de patentes em grande volume apenas no próprio território, porém sem objetivo ou pretensão comercial, foi levantado pelo *The Economist* (2014).

Como sugestão para trabalhos futuros, esta metodologia pode ser aplicada em outros setores importantes da produção de biogás, como o seu *clean up* e a produção a partir de dejetos do setor pecuário. Também seria interessante uma análise voltada para a indústria nacional para desvendar as lacunas que faltam para alavancar o desenvolvimento tecnológico do Brasil neste setor.

Referências

BORSCHIVER, S.; LEMOS, A. **Technology Roadmap** – Planejamento estratégico para alinhar mercado-produto-tecnologia. Rio de Janeiro: Inteciência, 2016.

FUESS, L. T.; GARCIA, M. L. Bioenergy from Stillage Anaerobic Digestion to Enhance the Energy Balance Ratio of Ethanol Production. **Journal of Environmental Management**, v. 162, p. 102-114, 2015.

JUTTEL, L. P. Uso da palha de cana na produção de bioenergia. **Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE)**, 1º ago. 2011. Disponível em: <<http://cnpem.br/uso-da-palha-de-cana-na-producao-de-bioenergia/>>. Acesso em: 2017.

PATENT FICTION – Are Ambitious Bureaucrats Fomenting or Feigning Innovation. **The Economist**, Finance and Economics, 11 dez. 2014.

SHARMA, N. et al. Emerging Biorefinery Technologies for Indian Forest Industry to Reduce GHG Emissions. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, Roorkee, v. 121, p. 105-109, 2015.

Este livro reúne trabalhos apresentados no X Encontro Acadêmico de Propriedade Intelectual, Inovação e Desenvolvimento (ENAPID), evento que aconteceu em setembro de 2017 e marcou os 10 anos da pós-graduação *stricto sensu* em Propriedade Intelectual e Inovação, organizado pela Academia de Propriedade Intelectual do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). Os trabalhos perpassam tópicos de importância para o desenvolvimento tecnológico, econômico e social do país e têm como objetivo levar estudantes, acadêmicos e interessados na temática de propriedade intelectual a uma maior reflexão e análise acerca do assunto.