***COMO A PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS AVANÇADOS DESAFIA OS OS PROCESSOS DE INOVAÇÃO?***

\*Carlos Eduardo Fernandes Corrêa, UFRJ.

Daniel de C. L. Penalva dos Santos, IFPE.

Flavia Chaves Alves, UFRJ.

José Vitor Bomtempo, UFRJ.

\*Corresponding author: Postal address: Av. Gastão Sengés, 55 – 1901, Barra da Tijuca, Rio de Janeiro - RJ, Brasil - 22.631-280, Phone: +55 21 99860-6831, e-mail: [ccorrea@eq.ufrj.br](mailto:ccorrea@eq.ufrj.br)

**Overview**

As mudanças no clima do planeta têm concentrado cada vez mais debates e iniciativas para viabilizar a produção de biocombustíveis a partir de óleos, algas e materiais lignocelulosicos - os chamados de biocombustíveis avançados, de segunda e terceira gerações. Esforços relativamente recentes, visando a produção do etanol de segunda geração (E2G) a partir de biomassa, trouxeram alguns alertas sobre os obstáculos que ainda precisam ser vencidos para a conversão, em grande escala, de biomassas residuais lignocelulósicas em biocombustíveis. Entre 2013 e 2016, seis plantas foram construídas, gerando grandes expectativas de sucesso, mas já em 2019, quatro das seis plantas já haviam sido fechadas e mesmo as restantes não conseguiram produzir dentro das capacidades projetadas. Pesquisa que estudou a relação entre os caminhos seguidos pelas empresas que construíram essas plantas e os processos de inovação experimentados por elas, obteve resultados que apontaram para a falta de domínio tecnológico no manuseio industrial de biomassas lignocelulósicas como a principal causa para o insucesso operacional das plantas. Os resultados também indicaram que o uso desses novos tipos matérias-primas em grande escala deverá influenciar padrões e modelos clássicos dos processos de inovação.

**Methods**

As fontes de informação utilizadas no trabalho combinaram uma exploração da literatura sobre os desenvolvimentos tecnológicos que viabilizaram a produção do E2G, com visitas a plantas construídas entre 2012 e 2016 e entrevistas realizadas com profissionais que participaram dos projetos de sua construção. As entrevistas foram realizadas tendo por base um questionário que buscou confrontar as expectativas das empresas no início dos projetos, com os desafios efetivamente enfrentados. Os dados obtidos nas entrevistas foram analisados à luz de conceitos clássicos dos processos de inovação (Kline e Rosenberg, 1986; Pavitt, 1984 e 2003; Utterback, 1987; Von Hoppel, 1988).

**Results**

As plantas pioneiras do E2G foram projetadas, construídas e operadas por empresas de oriundas de 6 países diferentes e que atuam em diferentes setores ligados às indústrias de processos químicos e similares. E mesmo com essa aparente diversidade parece que, devido a seu foco em desenvolvimentos de processos químicos e bioquímicos, dificuldades no manuseio de biomassa podem ter surpreendido a todas. Essas empresas parecem não ter tido olhos para problemas técnicos vindos da biomassa, visto que, em seu histórico, a matéria-prima (líquida ou gasosa na maioria das vezes) já não era fonte de problemas complexos. Seus padrões de atuação podem ter desviado sua atenção de problemas que poderiam surgir com o uso de novas matérias-primas sólidas (mesmo sendo tecnicamente desconhecidas), para dar foco aos desafios ligados aos processos químicos e bioquímicos. Nessa linha de atuação, os sistemas ligados ao manuseio de biomassa foram delegados aos fornecedores de equipamentos, que deveriam enfrentar os eventuais problemas que surgissem e solucioná-los, já que eram especializados no tema.

Entretanto, fornecedores de equipamentos só conseguem desenvolver novos equipamentos a partir do conhecimento bem definido das novas demandas, que devem vir dos usuários. Em setores onde tradicionalmente os desenvolvimentos tecnológicos são delegados aos fornecedores, as informações técnicas são trocadas com os fornecedores sem filtros, já que as empresas do setor não se apropriam dos desenvolvimentos tecnológicos. Mas parece não ter sido assim no caso da produção do E2G, com plantas construídas e operadas por empresas baseadas em ciência que, normalmente, se apropriam das inovações a partir da utilização e retenção de conhecimento.

Empresas de diferentes trajetórias tecnológicas podem se relacionar adequadamente através da transferência de informação, conhecimento e diversificação tecnológica, mas a colaboração bem-sucedida depende de uma gestão adequada dos fluxos de informação e do compartilhamento de conhecimento entre as partes envolvidas. As diferentes visões entre empresas baseadas em ciência e fornecedores vindos de setores dominados pelos fornecedores sobre quem deve deter o conhecimento tecnológico e sobre o fluxo de informações necessário, podem ter criado perturbações no processo de inovação, prejudicando o desenvolvimento dos sistemas de movimentação e alimentação de biomassa.

O caso do E2G também enfatiza a importância das políticas públicas para o início dos processos de inovação. Ficou claro nas entrevistas que, apesar de toda pressão social pela redução das emissões de CO2 e os altos preços do petróleo até então, foram as políticas públicas promovidas, principalmente, pelo governo dos EUA, mas também do Brasil e da Europa que estimularam e viabilizaram tanto o desenvolvimento de pesquisas quanto a construção das plantas industriais pioneiras de produção do E2G. Essa constatação destaca uma relação direta as políticas públicas e o início dos processos de inovação e questiona se essa relação tem recebido o destaque adequado nos modelos teóricos que tratam dos processos de inovação.

**Conclusions**

Modelos clássicos relacionam os graus de desenvolvimento das inovações (radical e incremental) a um padrão de interação dinâmica entre inovação de produto e inovação de processo. Suas principais unidades de análise são, portanto, produto e processo. O caso do E2G se desenha a partir da necessidade de uma inovação radical de processo que consiga converter um novo tipo de matéria-prima em um produto já existente no mercado. Trata-se, portanto, de uma inovação de processo não precedida de uma inovação de produto, sugerindo um modelo diferente dos clássicos, que ainda precisa ser estudado e melhor compreendido.

Esse caso destaca a relação entre os pioneiros do E2G e os fornecedores dos equipamentos ligados ao manuseio de biomassa. Os pioneiros, que vieram de padrões baseados em ciência, tiveram que lidar com lógicas de setores dominados tecnologicamente pelos fornecedores, e parece que encontraram dificuldades em gerenciar o fluxo de informações e de construção de conhecimento, a respeito do manuseio de biomassa, com esses fornecedores. Essas dificuldades parecem ter prejudicado o desenvolvimento tecnológico envolvido e afetado, definitivamente, a produtividade das plantas.

As conclusões do trabalho sugerem que a compreensão de novos modelos e padrões nos processos de inovação podem ser fundamentais para o sucesso da implementação de plantas pioneiras, que se utilizem de biomassas lignocelulósicas como matéria-prima.

**References**

CORRÊA, C.E.F., Os Desafios da Utilização de Biomassas Lignocelulósicas em Plantas Industriais Pioneiras: O Caso das Plantas de Etanol de Segunda Geração. Rio de Janeiro, 2023, Tese (Doutorado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. <http://objdig.ufrj.br/61/teses/937878.pdf>

KLINE, S. J.; ROSENBERG, N. An Overview of Innovation. 1986. Disponível em: http://dec.ec.unipg.it/~fabrizio.pompei/KlineRosenberg (1986).pdf

PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: towards a and a theory. 1984. Technology”, Management and Systems of Innovation, 15-45. Disponível em: http://inctpped.ie.ufrj.br/spiderweb/pdf\_2/Dosi\_6\_Pavitt.pdf.

PAVITT, K. The process of innovation (Vol. 89). Brighton: SPRU. 2003. Disponível em: https://core.ac.uk/reader/7372120

UTTERBACK, J.M. Innovation and Industrial Evolution in Manufacturing Industries. In Technology and Global Industry: Companies and Nations in the World Economy, 1987. Edited by Bruce R. Guile and Harvey Brooks, 16-48. Washington, DC: National Academy of Engineering. Disponível em: https://www.nap.edu/read/1671/chapter/3

VON HIPPEL, E. The Sources of Innovation, Capítulo 1. 1988. Disponível em: http://web.mit.edu/evhippel/www-old/books/sources/SofI.pdf