

# ***Transformações no setor sucroenergético brasileiro: O surgimento do ecossistema do etanol 2G.***

Daniella F. dos Santos e Silva, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Phone +55 21980239229, E-mail: daniella.fartes@hotmail.com

Flavia C. Alves, Universidade Federal do Rio de Janeiro, E-mail: falves@eq.ufrj.br  
José Vitor Bomtempo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, E-mail: vitor@eq.ufrj.br

## **Resumo**

O potencial transformador das inovações de processo muitas vezes é subestimado. No entanto, existem casos onde as interdependências entre novos atores e novos conhecimentos são tão relevantes a ponto de criar um novo ecossistema de negócio. Esse é o caso do etanol de segunda geração, um biocombustível que não compete com a produção de alimentos. Através da análise sobre as empresas líderes, o estágio e os domínios de negócios entre os ecossistemas do etanol 1G e 2G, esse trabalho identificou o surgimento de um novo ecossistema como consequência da complexidade trazida pela inovação de processo.

**Keywords** – Ecossistema, etanol 2G, inovação de processo

## **1. Introdução**

Inovações de processo muitas vezes são vistas como menos transformadoras do que inovações de produtos. Isso ocorre principalmente por envolver apenas a parte *upstream* da cadeia de valor, não precisando modificar, por exemplo, a relação com o consumidor, os meios de distribuição, o marketing e os canais de vendas. No entanto, existem casos onde as interdependências entre novos atores e novos conhecimentos originadas pela inovação de processo são tão relevantes a ponto de transformar significativamente um setor (Van den Belt & Rip 1997; Glynn 2002; Bomtempo *et al.* 2006).

Análises setoriais tradicionais muitas vezes não são suficientes para detectar a complexidade que uma inovação de processo pode trazer para a estratégia do empreendedor ou para a formulação de políticas. Em situações onde o relacionamento com novas áreas de conhecimento se torna mais valioso do que os relacionamentos com as próprias empresas do setor, a abordagem de ecossistema de negócio se apresenta como uma ferramenta para compreender as transformações que uma indústria é submetida ao passar por uma inovação. De acordo como Moore (1993; 2006), um ecossistema de negócio é um grupo de empresas que trabalham cooperativamente e competitivamente para apoiar novos produtos, satisfazer as necessidades dos clientes e, eventualmente, incorporar uma nova rodada de inovações.

Um caso de inovação de processo bastante transformador é o desenvolvimento do etanol de segunda geração (2G). O etanol é um biocombustível produzido a partir da fermentação de açúcares ou amidos. As matérias-primas mais comumente utilizadas são a cana-de-açúcar (Brasil) e milho (EUA). No entanto, a existência de açúcares passíveis de conversão em resíduos lignocelulósicos sem valor alimentício tem provocado interesse em empresas e países em desenvolver o processo de produção de etanol de segunda geração.

Apesar do grande interesse em produzir o etanol 2G, subestima-se o potencial transformador e a descontinuidade que esta inovação de processo trará ao setor e a sua trajetória tecnológica. Ainda que seja o mesmo produto final, o etanol 2G incorpora grandes mudanças na parte *upstream* da cadeia de valor, envolvendo principalmente a inserção de novos conhecimentos em engenharia e biotecnologia, a criação de redes de relacionamento com novos fornecedores e a aproximação dos fornecedores já existentes para, cooperativamente, desenvolver componentes específicos para o novo processo.

O objetivo deste artigo foi construir, analisar e comparar os ecossistemas do etanol 1G e 2G da cana-de-açúcar através de três vertentes: empresas líderes, estágio do ecossistema e domínios de negócios.

## **2. Ecossistema de Inovação e de Negócios**

Um dos primeiros autores a introduzir o conceito de *ecossistema* no campo dos negócios foi James Moore em 1993 em seu artigo *Predators and Prey*. O autor apresentou o conceito de *business ecosystem* onde destacava a

importância de uma empresa se ver não apenas como membro de uma indústria, mas como parte de um ecossistema que cruza diversas indústrias. A principal vantagem deste ponto de vista está em analisar as empresas de outros setores com a mesma relevância que se estuda as empresas de sua indústria, ou até mais, caso seja reconhecido que tais empresas são essenciais para os seus ecossistemas de negócio.

Num artigo mais recente, Moore descreve um ecossistema de negócio como comunidades intencionais de atores econômicos cujos negócios individuais compartilham em grande medida o destino de toda a comunidade (Moore, 2006). De acordo com o autor, num ecossistema de negócio um grupo de empresas trabalham cooperativamente e competitivamente para apoiar novos produtos, satisfazer as necessidades dos clientes e, eventualmente, incorporar uma nova rodada de inovações. Esse processo ocorre principalmente através da co-evolução, uma complexa interação entre as estratégias de negócios competitivas e cooperativas.

Muitas vezes assume-se equivocadamente que o primeiro a entrar no mercado com uma inovação será o líder dessa indústria, no entanto, como foi mostrado por Teece (1986) o tipo de regime de apropriação, o *timing* do surgimento do *design* dominante e, principalmente, a presença de ativos complementares, podem redirecionar os lucros de uma inovação tecnológica para os outros membros da indústria que não o inovador. Em consonância do que foi discutido por Teece (1986), Adner (2006) identifica ameaças semelhantes nos ecossistemas de negócio. Em seu artigo, Adner (2006) usa o termo ecossistema de inovação (do inglês, *innovation ecosystem*) já que seu foco de análise é na incorporação de uma nova rodada de inovações.

Tem sido bastante comum os pesquisadores utilizarem os termos ecossistema de negócio e ecossistema de inovação como sinônimos, e de fato eles possuem os mesmos elementos e dinâmica, a diferença está no objetivo. Enquanto o ecossistema de inovação foca na criação de valor, o ecossistema de negócio, além disso, foca em capturar esse valor (Gomes *et al.* 2016). Pode-se dizer então que o ecossistema de inovação pode ser tanto um braço do ecossistema de negócio quanto a sua origem, se considerarmos uma nova onda de inovação.

Num ecossistema de negócio as empresas co-evoluem em torno de uma inovação sendo direcionados por um líder que estimula os membros do ecossistema a buscar um objetivo que os fará lucrar conjuntamente (Moore, 2006; Adner & Kapoor, 2010). Iansiti & Levian (2004) também reconhecem o papel do líder, nomeando-os de *keystones*, aquele *player* que vai melhorar o desempenho do ecossistema através do fornecimento de recursos essenciais para o sucesso.

Moore (1993) mostrou que um ecossistema de negócios passa por quatro estágios evolucionários: nascimento, expansão, liderança e Renovação/Morte. Esses estágios são definidos de acordo com os desafios competitivos e cooperativos enfrentados pelas empresas. Essa classificação pode ser verificada na Tabela 1. Apesar das quatro fases bem definidas, Moore (1993) afirma que esse ecossistema pode falhar e desaparecer em qualquer um dos estágios evolucionários. Além das próprias falhas estratégicas da empresa líder, um ecossistema pode ser substituído por outro por uma inovação de ruptura (Dedehayir *et. al.*, 2014).

Tabela 1: Estágios Evolucionários dos Ecossistemas de Negócio.

	Desafios Cooperativos	Desafios Competitivos
<b>Nascimento</b>	Trabalhar com clientes e fornecedores para definir a nova proposta de valor em torno de uma semente de inovação.	Proteger suas ideias de outras pessoas que possam produzir ofertas semelhantes. Amarrar os clientes críticos e os principais fornecedores e canais.
<b>Expansão</b>	Trazer a nova oferta a um grande mercado, trabalhando com fornecedores e parceiros para intensificar a oferta e para atingir o máximo de cobertura de mercado.	Derrotar implementações alternativas de ideias semelhantes. Certificar-se de que a sua abordagem é o padrão de mercado em sua classe através de segmentos de mercado-chave dominantes.
<b>Liderança</b>	Fornecer uma visão promissora para o futuro que encoraja os fornecedores e clientes a trabalhar juntos.	Manter forte poder de negociação em relação aos outros participantes no ecossistema, incluindo os principais clientes e fornecedores valiosos.
<b>Renovação</b>	Trabalhar com os inovadores para trazer novas ideias para o ecossistema existente.	Manter elevadas barreiras à entrada para evitar que os inovadores criem um ecossistema alternativo. Manter altos custos de mudança para os clientes, a fim de ganhar tempo para incorporar novas ideias.

Fonte: Moore (1993)

Em geral, os autores dessa teoria dão muita ênfase no papel das empresas, mas outras organizações também fazem parte do ecossistema e devem ser consideradas na elaboração de estratégias. Iansiti & Levian (2004) destacam que além das empresas da cadeia de valor, outros agentes também fazem parte do ecossistema, como agências financiadoras, instituições que fornecem tecnologia, consumidores, agências reguladoras, possíveis substitutos, entre outros. Os autores também apresentam o conceito de *business domains*, ou seja, organizações e indústrias com as quais o futuro do ecossistema está mais intimamente ligado. Na tabela 2 tem um exemplo de um recorte dos principais *business domains* do ecossistema liderado pela Microsoft.

Tabela 2: *Business Domains do Ecossistema de Negócios da Microsoft*

Domain	Number of Firms
Systems integrators	7,752
Development services companies	5,747
Campus resellers	4,743
Independent software vendors	3,817
Trainers	2,717
Breadth value-added resellers	2,580
Small specialty firms	2,252
Top value-added resellers	2,156
Hosting service providers	1,379
Internet service providers	1,253
Business consultants	938
Software support companies	675
Outbound hardware firms	653
Consumer electronics companies	467
Unsegmented resellers	290
Media stores	238
Mass merchants	220
Outbound software firms	160
Computer superstores	51
Application service provider aggregators	50
E-tailers	46
Office superstores	13
General aggregators	7

Fonte: Iansiti & Levian (2004)

A teoria de ecossistema de negócio ainda está em construção, apesar disso, vem sendo bastante aplicada em diversos setores como energia solar (Overholm, 2014), biocombustíveis (Weil *et al.*, 2014), fármacos (Li & Garnsey, 2014) equipamentos de rede e comunicação (Li, 2009), e internet (Rong *et al.*, 2014). Vários autores reconhecendo a fluidez da teoria tem tentado contribuir para deixá-la mais robusta, como o artigo *review* de Oh *et al.* (2016) e Gomes *et al.* (2016), o *framework* proposto por Rong *et al.* (2014) e o exercício comparativo de Clarysse *et al.* (2014). Esse trabalho também vem como uma contribuição para testar e aprimorar a teoria de ecossistema de negócio.

### 3. Indústria de Etanol no Brasil e a Revolução do Etanol 2G

O Brasil por muito anos foi o maior produtor de etanol do mundo, sendo ultrapassado em 2005 apenas pelos EUA. Apesar de serem os maiores produtores, Brasil e EUA utilizam matérias-primas bem diferentes, enquanto o Brasil faz a fermentação dos açúcares da cana-de-açúcar, os EUA fazem a fermentação a partir do amido do milho.

A cana-de-açúcar existe no Brasil desde o período colonial, mas com o foco voltado para a produção de açúcar. A produção de etanol foi alavancada a partir de 1975 com a criação do Programa Nacional do Alcool (PRÓALCOOL), criado para incrementar a utilização do álcool como combustível em meio à crise do petróleo. Assim, a produção de cana de açúcar, de mandioca e outros insumos agrícolas foram impulsionadas junto com a indústria automobilística, através de incentivos fiscais e empréstimos bancários com juros baixos. Como resultado, no período de 1976/77 a 1980/81 a produção anual mais que quintuplicou, passando de 664 mil m<sup>3</sup> para 3,7 milhões m<sup>3</sup>. Neste período já se permitia uma mistura de cerca de 20% com toda gasolina vendida no país. No ano de 1985 essa produção já havia triplicado, atingindo o volume de 11,5 milhões m<sup>3</sup>, criando excesso de oferta, e assim, incentivando a adoção de carros dedicados ao consumo apenas de etanol. (Furtado *et al.*, 2010).

Entre os anos de 2006 e 2010 também foram realizados grandes investimentos na indústria de etanol brasileira, foram investidos cerca de \$33 bilhões de dólares no setor o que possibilitou que 119 novas usinas entrassem em operação (EPE, 2012; EPE, 2015). Essa nova fase de crescimento é marcada pela entrada de empresas como a Shell com a Raízen (*joint venture* com a Cosan - um tradicional grupo produtor de etanol brasileiro), Petrobras e BP. Hoje o setor possui 233 empresas produzindo etanol em 366 usinas (NOVACANA, 2016).

Entretanto, a partir de 2004, o setor tem passado por constantes aumentos nos custos de produção que ocorreram por razões que envolvem principalmente aspectos agrícolas, como secas, má adaptação de variedades de cana em diferentes solos, investimentos tardios na recuperação de canaviais e mecanização. Esse aumento nos custos agrícolas impacta fortemente no preço do etanol uma vez que cerca de 70% desse custo derivam do preparo, cultivo e coleta da matéria-prima (NYKO *et al.*, 2010).

Apesar do setor ainda ter muito o que evoluir na produção de primeira geração<sup>1</sup>, as tecnologias de segunda geração, isto é, a utilização do bagaço e palha da cana-de-açúcar para a produção de etanol, tem um potencial enorme de transformar a indústria de biocombustíveis do Brasil. Estima-se um aumento de 50-60% da produção, sem aumento da área plantada, e isso através de uma inovação radical de processo (Milanez *et al.*, 2015).

A diferença entre o etanol de primeira geração (1G) para o de segunda geração (2G) é a matéria-prima. Enquanto no 1G se utiliza o caldo da cana de açúcar, no etanol 2G se utiliza o bagaço e palha da cana, que também contém açúcares passíveis de serem fermentados. A grande dificuldade está em extrair esses açúcares da estrutura lignocelulósica que os envolve. Para isso são necessárias etapas adicionais no processo, como mostra a Figura 1. Apesar dos diferentes processos o etanol 1G é quimicamente igual ao etanol 2G.

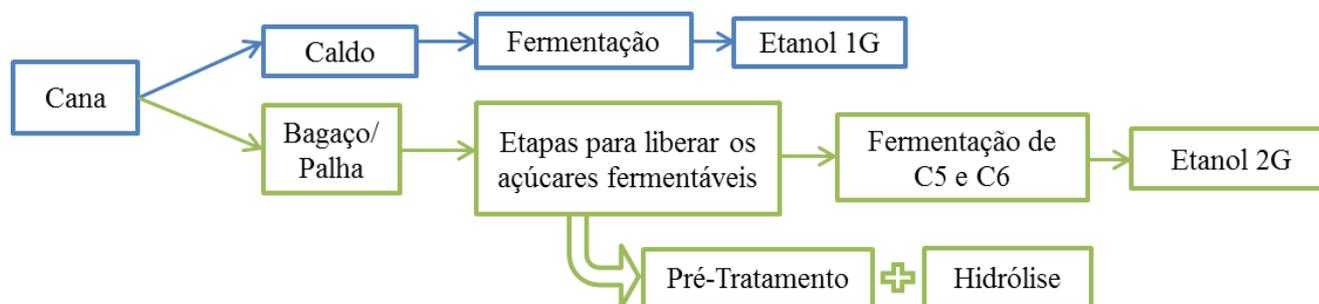


Figura 1: Diferenças entre o processo do etanol 1G e 2G

No Brasil, o etanol 2G começou a alavancar com a inauguração do CTBE (Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol) em 2010 como uma medida do Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação (PACTI) realizado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Outro elemento crucial foi o Plano Conjunto de Apoio à Inovação Tecnológica e Industrial dos Setores Sucroenergético e Sucroquímico (PAISS 1 e PAISS Agrícola) realizado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social do Brasil (BNDES) e a Finep (Financiadora de Estudos e Projetos). Como resultado, duas empresas do setor, Raízen e Odebrecht Agroindustrial e uma *start-up*, a Granbio, deram início às suas produções de etanol de segunda geração.

Além de aumentar a produtividade do etanol sem aumentar a área plantada a tecnologia de segunda geração permite que uma grande quantidade de biocombustíveis seja produzida sem que haja a competição pela produção de alimentos além de dar uma destinação muito mais eficiente energeticamente para o que hoje ainda é considerado um resíduo. Isso significa que o etanol 2G contribui para as três dimensões do desenvolvimento sustentável: ambiental, já que se refere a um biocombustível potencialmente substituto de derivados fósseis; econômico, uma vez que o empresário otimiza sua produção através da utilização mais nobre dos seus resíduos; e social, já que cria mais empregos e desenvolve o país através da utilização de tecnologias mais refinadas.

#### 4. Metodologia

<sup>1</sup> Produção de biocombustíveis através de tecnologias tradicionais de conversão de açúcares, amidos e óleos vegetais. A produção de primeira geração utiliza matéria-prima que pode ser utilizada na indústria alimentícia. Em contrapartida, os combustíveis de segunda geração utilizam materiais lignocelulósicos (resíduos da primeira geração) que não concorrem com a indústria de alimentos.

Para a análise dos ecossistemas foram utilizadas três dimensões analíticas: líderes, estágio e *business domains*. A metodologia para cada uma delas está descrita no Quadro 1. Para a dimensão de liderança, foram utilizadas metodologias diferentes para os casos 1G e 2G uma vez que os líderes do etanol celulósico ainda estão se consolidando. Para analisar a liderança no atual ecossistema de etanol, foram consideradas as características destacadas na literatura de ecossistemas de negócio/ inovação, que neste caso podem ser refletidas em 3 principais aspectos: grande produção com elevada eficiência, esforço cooperativo com instituições de fomento e pesquisa e, afim de contribuir para a geração de competências complementares, fazer parte de uma empresa que atua em outros negócios além do sucroenergético. Para analisar os possíveis líderes do ecossistema do etanol 2G, foram consideradas três possibilidades, os incumbentes do ecossistema 1G, uma *start-up* produtora de etanol 2G e uma empresa licenciadora de tecnologia.

Para as análises de estágio foi utilizado o *framework* proposto por Moore (1993) levando em consideração os principais desafios competitivos e cooperativos das empresas do ecossistema. Para a análise *business domains* foi realizado um exercício semelhante ao de Iansiti & Levian (2004) mostrado na seção anterior.

Para levantar informações sobre o setor foram utilizados artigos, sites especializados, relatórios de empresas e agências de fomento e ainda foram realizadas 17 entrevistas com especialistas.

Quadro 1: Metodologia para as três dimensões analisadas.

Dimensões	Metodologia	
<b>Líderes do Ecossistema</b>	1G	1. Grandes produtores com plantas de elevada eficiência; 2. Relação próxima com instituições de fomento e pesquisa; 3. Empresas com atuação em outros segmentos.
	2G	Mesmo do 1G.
		<i>Start-up</i> produtora exclusiva de etanol 2G
		Licenciador de tecnologia.
<b>Estágio</b>	<i>Framework</i> de Moore (1993).	
<b>Domínio de Negócio</b>	Semelhante ao exercício de Iansiti & Levian (2004).	

## 4. Resultados

### 4.1 Liderança

No Brasil, existe uma tendência de considerar que o processo de produção do etanol 2G será uma evolução natural dos processos 1G. E de fato isso tem cabimento quando consideramos as várias vantagens de estar atuando no setor onde será desenvolvida a inovação de processo, tais como: o conhecimento dos seus consumidores e fornecedores, do processo de distribuição, das regulações, das instituições de financiamento, das instituições de pesquisa, dos *stakeholders*, da dinâmica do mercado, de seus complementadores e substitutos.

Se a análise for feita para o ecossistema sucroenergético brasileiro, outras vantagens surgem, como: matéria-prima disponível na planta industrial (já que se utiliza o bagaço da cana-de-açúcar), disponibilidade energética, entressafra como período a ser utilizado para produção do etanol 2G e aumento de produção sem aumento de área plantada. Considerando que os líderes do ecossistema atual possuem maior expertise, maior disponibilidade de capital, maior proximidade com as instituições de pesquisa e mais matéria-prima (por serem os maiores produtores) é razoável considerar que os líderes de um possível novo ecossistema do etanol 2G sejam os mesmos do 1G. Entretanto, não é exatamente isso que vem ocorrendo no Brasil, como será mostrado a seguir.

Na Figura 2 estão os maiores produtores de etanol do Brasil. Porém, não são necessariamente os maiores produtores que são os líderes do ecossistema, o líder deverá ter uma ampla visão do ecossistema e competências para suprir o exercício de guiar seus membros na direção de uma inovação que vai depender principalmente do esforço cooperativo entre eles.

De acordo com as características do líder amplamente abordada pela literatura de ecossistema de negócios/ inovação, pode-se adotar que a liderança é assumida por um grupo de empresas em vez de apenas uma. Esse grupo tem um conjunto de características específicas, tais como: são grandes produtores que possuem usinas de alta eficiência; têm relação próxima com as instituições de fomento e de pesquisa e pertencem a uma empresa que atua em outros segmentos. Esta última significa que essas empresas possuem competências adquiridas em outras áreas de atuação, esse cruzamento de experiências entre diferentes setores é enriquecedor para o processo de inovação por permitir o acúmulo de conhecimento diversificado. Na Figura 2 é possível ver os líderes destacados em laranja entre os maiores produtores.

Apesar das várias vantagens de uma incumbente entrar no mercado de etanol 2G, quem está atualmente produzindo etanol 2G juntamente com a Raízen (incumbente) é a *start-up* Granbio<sup>2</sup>. A Granbio é uma empresa brasileira que optou por produzir o etanol 2G em uma unidade independente, não tendo, portanto, todas as vantagens de uma produção integrada como foi colocado anteriormente. O que ocorre no Brasil é uma empresa entrando no mercado de etanol com um perfil completamente diferente das incumbentes, a principal diferença está na forma de lidar com a alta tecnologia, o que faz a Granbio ser classificada mais como uma empresa de biotecnologia, do que apenas uma empresa de etanol.

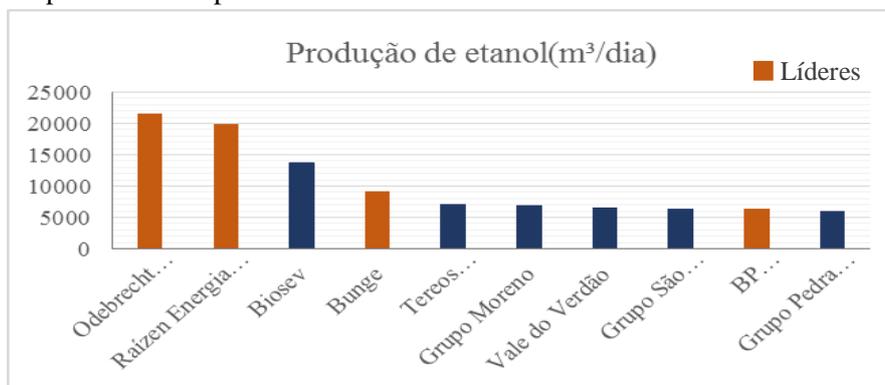


Figura 2: Líderes do ecossistema de etanol 1G.

Fonte: NOVACANA (2016).

É possível observar o esforço da Granbio em criar um ecossistema que ainda não existe. O surgimento dessa empresa, e seus esforços e sucessos apesar da ausência das vantagens de fazer uma produção integrada, mostra que a inovação de processo é tão radical a ponto de criar um novo ecossistema. Um dos principais motivos para essa inovação ser tão radical, e difícil de ser alcançada pelas empresas tradicionais, é o elevado teor de uma tecnologia bem mais refinada, tanto no aspecto da engenharia quanto da biotecnologia. Ter a competência para lidar com esses desafios acaba se tornando ainda mais vantajoso do que conhecer o mercado de etanol, fazendo com que uma empresa fora do atual ecossistema se torne mais propícia a liderar o ecossistema de etanol 2G do que uma incumbente.

A hipótese de que a Granbio será a líder do ecossistema do etanol 2G está baseada na ideia de que esse líder será um produtor de etanol – como ocorre hoje com o ecossistema de primeira geração. No entanto, é importante considerar que no lugar de um produtor, o líder venha a ser um licenciador de tecnologia assumindo o papel de entregar o pacote tecnológico aos produtores. Um exemplo é a BetaRenewables, uma empresa que licencia o pacote integrado de conversão da biomassa e oferece serviços tecnológicos para o desenvolvimento do estágio de operação. Outros exemplos de possíveis líderes são a Novozymes, uma empresa de enzimas industriais, e a Poet-DSM, um segmento de biocombustíveis da DSM.

#### 4.2 Estágio do Ecossistema

Outro exercício a ser feito é analisar o estágio do ecossistema. Neste ponto é relativamente simples concluir que o etanol 2G se encontra no *nascimento*. De acordo com Moore (1993), num ecossistema de negócio os parceiros ajudam a completar o valor total do produto final através do esforço colaborativo com os parceiros-chave. Esse tem sido exatamente o exercício realizado pela Granbio e Raízen, atrair novos atores, e aqui não são apenas

<sup>2</sup> A Odebrecht Agroindustrial descontinuou seus projetos com o etanol 2G. Dentre as principais causas está a crise financeira enfrentada pela empresa.

empresas, mas também instituições de fomento e pesquisa, para conseguir ultrapassar os desafios cooperativos e competitivos de um novo ecossistema.

O exercício com o ecossistema 1G é mais complicado pois surge a seguinte dúvida: a tecnologia 2G é uma inovação proveniente do ecossistema tradicional de etanol que se encontra num estágio de renovação ou, ela vem de um ambiente externo para criar seu próprio e novo ecossistema? A resposta fica no intermédio desses extremos. Fazendo uma análise do histórico da evolução do ecossistema de etanol 1G no Brasil fica claro que o mesmo já passou do estágio de expansão, podendo estar no estágio de liderança ou renovação. Um ponto importante, é que a tecnologia de produção do etanol 2G via rotas bioquímicas não é uma inovação com origem no setor sucroenergético brasileiro, na verdade, a utilização de material lignocelulósico para produção de biocombustíveis e químicos data do século XIX.

No Brasil, o etanol 2G começou a alavancar com a inauguração do CTBE (Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol) em 2010 como uma medida do Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação (PACTI) realizado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Outro elemento crucial foi o Plano Conjunto de Apoio à Inovação Tecnológica e Industrial dos Setores Sucroenergético e Sucroquímico (PAISS 1 e PAISS Agrícola) realizado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social do Brasil (BNDES) e a Finep (Financiadora de Estudos e Projetos).

Em resumo, as instituições políticas do ecossistema de inovação do etanol de fato foram incentivadoras do etanol 2G, porém num momento onde as empresas não estavam aptas a responder prontamente a estes incentivos (por diversos motivos, como a própria limitação tecnológica e organizacional das usinas, a crise que assolou o setor a partir de 2009 e a crise hídrica que prejudicou a plantação de cana-de-açúcar em vários Estados). De uma maneira mais simples, é como se a esfera política forçasse um avanço do ecossistema para um estágio de renovação enquanto as empresas ainda estivessem evoluindo no seu estágio de liderança. O resultado disso é que em vez de aumentar as barreiras para novos entrantes através da inovação, os incentivos serviram para abrir um espaço que poucas empresas do ecossistema atual conseguiriam preencher.

Sendo assim, como Moore (1993) afirma que o estágio de renovação é atingido quando *as empresas* do ecossistema inserem como prioridade em suas estratégias a inovação, podemos então classificar o ecossistema do etanol 1G como no estágio de liderança.

#### 4.3 Domínios de Negócio

Definir o exato contorno de um ecossistema de negócios é praticamente impossível. Como alternativa Iansiti & Levian (2004) mostraram que mais importante do que definir estes contornos é conhecer seus principais domínios de negócio, isto é, organizações e indústrias com as quais o futuro do ecossistema está mais intimamente ligado. Na tabela 3 é possível verificar os principais domínios de negócio do ecossistema do etanol 1G.

Uma das formas de verificar o impacto da inovação num ecossistema é analisar as transformações nos seus domínios de negócio. Essa análise permite que o horizonte de estudo se expanda para além das empresas líderes e atinja níveis muitas vezes negligenciados, isto é, as empresas de indústrias paralelas que estão fortemente conectadas ao ecossistema. A tabela 3 mostra quais áreas devem ser transformadas pelo etanol 2G. Observa-se que as transformações vão ocorrer nos três principais domínios do ecossistema – gerenciamento, agricultura e indústria - na forma de adição de novas empresas e/ou adaptação das empresas existentes aos novos conhecimentos exigidos pela inovação de processo.

Essa análise enfatiza o potencial de transformação que uma inovação de processo pode trazer para um ecossistema, modificando a maioria dos seus domínios de negócio. Brusoni e Sgalari (2007) já tinham mostrado como uma inovação radical de processo pôde transformar a indústria de pneus, identificando que ao inovar radicalmente no processo ocorreram mudanças nas rotinas organizacionais da empresa em todos os níveis hierárquicos. As indústrias de pneus e etanol tem uma semelhança, ambas são indústrias maduras que já passaram por *long waves*, mas que ainda mantém um grande potencial de inovações. Isso sugere que o ecossistema de etanol, com a introdução do processo de segunda geração, também deve transformar não só seu processo produtivo como também a forma de fazer negócio. Como consequência, empresas de outras indústrias que estão conectadas ao ecossistema do etanol também serão transformadas.

Tabela 3: Principais domínios de negócio do ecossistema do etanol 1G e possíveis mudanças provocadas pelo etanol 2G.

Domínio	Sub-Domínio	Nº de empresas
Gerenciamento	Treinamento e Consultoria	>41
	Comunicação e marketing	>22
	P&D	>5
	Auditoria e Contabilidade	6
	Armazenamento, logística e transporte.	28
Agricultura	Máquinas, equipamentos e partes	>114
	Implementos agrícolas, defensivos e fertilizantes.	70
	Caminhões e Truck trailers	29
	Irrigação	8
	Variedades de cana	>5
	P&D	>3
Indústria	Máquinas, equipamentos e partes	>323
	Energia Elétrica	48
	Engenharia civil e construção	9
	Especialidades químicas e produtos químicos	64
	Automação e controle de processos	63
	Biotecnologia	>14
	P&D	>1
	Novas empresas com conhecimento específico	
	Mesmas empresas que vão requerer esforço cooperativo	
	Ambas situações	

Fonte: *Brazilian Sugar and Ethanol Guide (2013)*.

## 5. Discussão

A partir das análises apresentadas, pode-se dizer que o etanol 2G surge como um resultado do ecossistema de inovação do etanol 1G. No entanto, esse desenvolvimento não conseguiu envolver todos os atores do ecossistema, excluindo um de seus principais agentes - as empresas. Medidas como a construção do CTBE e os planos de inovação PAISS 1 e PAISS Agrícola sem dúvida foram essenciais para o surgimento desse ecossistema, entretanto, as empresas não conseguiram – ou ainda não estavam aptas naquele momento, como sugeriu a análise dos estágios do ecossistema – ter o domínio daquela inovação. Como resultado apenas uma empresa do ecossistema 1G conseguiu entrar no mercado de etanol 2G.

Os líderes potenciais do ecossistema brasileiro de etanol 2G são a Granbio e em uma segunda posição a Raízen. Entretanto, a posição delas hoje não garante sua posição de líderes no futuro. Moore (1993) mostrou que a posição de líder pode variar entre diferentes atores de acordo com a capacidade de cada um em enfrentar os desafios cooperativos e competitivos. Como mostrado na seção anterior, os possíveis líderes do futuro ecossistema 2G sequer precisam ser produtores de etanol, podendo ser licenciadores de tecnologia.

Apesar de atualmente as incumbentes não estarem muito ativas no desenvolvimento do etanol 2G isso não significa que essa situação não mudará no futuro. De fato, é até esperado que as empresas mais tradicionais não assumam os riscos de ser o *first mover*, preferindo entrar mais ativamente no mercado quando as incertezas sobre a inovação de processo estiverem reduzidas. No entanto, o que se observa hoje, mais do que uma posição estratégica das incumbentes, é uma dificuldade de lidar com essa inovação principalmente pela complexidade tecnológica e consequentemente, organizacional que esta irá exigir do produtor, isto é, uma transformação na sua forma de *fazer negócio*.

Observa-se então neste trabalho uma inovação radical de processo transformando um ecossistema e potencialmente dividindo-o. A carga de transformações que o etanol 2G traz provoca um efeito de descolamento entre os dois ecossistemas, como pode ser observado na Figura 3. Os incentivos para o desenvolvimento do etanol 2G de fato surgem dentro do ecossistema de inovação do etanol 1G, no entanto, a complexidade que este exige para ser produzido e todos os novos atores e conhecimentos que ele agrega faz com que ele gere seu próprio ecossistema, com líderes, estágios e *business domains* diferentes.

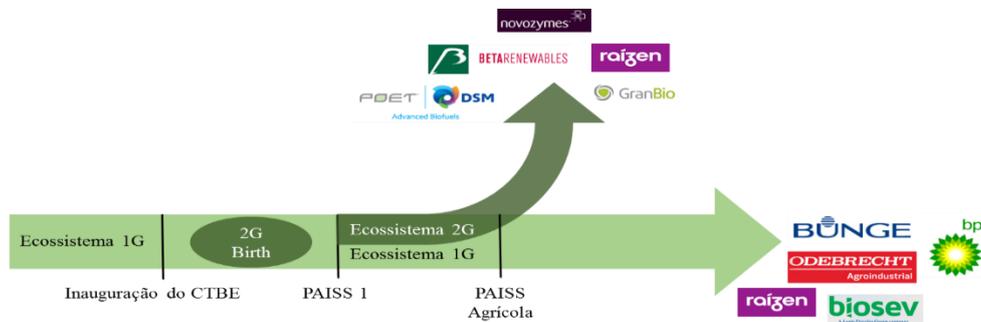


Figura 3: Perfil de trajetória dos ecossistemas do etanol 1G e 2G.

Isso não significa que esses ecossistemas necessariamente vão se dirigir em direções opostas. Até porque é bastante esperado que existam empresas atuando na produção tanto do etanol 1G quanto do 2G. O que se espera é que o etanol 2G abra novas possibilidades na forma de lidar com a biomassa, e que essas possibilidades sejam tamanhas a ponto de criar um ecossistema totalmente diferente do ecossistema atual de produção de etanol.

Em resumo, o que se espera dessa inovação radical de processo é que ela vá em contracorrente à onda de inovação de Utterback (1994) onde no lugar de uma inovação de produto dar origem posteriormente a inovações de processo, tem-se uma inovação de processo que irá estimular a inovação de produtos. Se espera também que o amadurecimento do *ecossistema de negócios* do etanol 2G crie um *ecossistema de inovação* para novos produtos a partir da cana-de-açúcar, impulsionando o surgimento de uma indústria baseada em matéria-prima renovável.

A literatura de ecossistema de inovação e de negócio tem forte relação com a elaboração de estratégias em mercados inovadores. Neste caso, o reconhecimento do surgimento desse novo ecossistema é de extrema relevância para aqueles que pretendem fazer parte dele, principalmente se forem empresas incumbentes. Essas empresas precisam saber que lidam com desafios cooperativos e competitivos completamente diferente do que estão habituadas, mesmo que continuem a produzir o mesmo produto. O reconhecimento dos novos líderes, de outro estágio de inovação e dos novos domínios de negócio será crucial para a elaboração de estratégias de sucesso dentro do novo ecossistema de etanol 2G.

O reconhecimento dessa transformação também é crucial para os formuladores de políticas. A sintonia entre todos os elementos do ecossistema é essencial para que as inovações surjam como resposta aos incentivos. Ao identificar corretamente, por exemplo, o estágio do ecossistema que se pretende impulsionar, os formuladores de políticas podem focar diretamente nos principais desafios cooperativos e competitivos daquelas empresas.

## 6. Conclusão

As análises realizadas neste trabalho para o etanol 1G e 2G mostrou que está ocorrendo no Brasil um “descolamento” desses ecossistemas principalmente pela carga de transformações que a tecnologia 2G traz para o 1G. A nova dinâmica, novos atores e novos conhecimentos que a inovação de processo traz para o setor não consegue ser completamente absorvida pelas empresas incumbentes fazendo com que uma nova indústria surja em paralelo à tradicional.

Se esses ecossistemas vão seguir separadamente ou se vão voltar a se mesclar ainda não está claro. No entanto é possível afirmar que o desenvolvimento de um ecossistema de etanol 2G é o passo inicial para o surgimento de uma indústria baseada em matéria-prima renovável. Ainda também não está claro que tipo de líder deve assumir esse novo ecossistema: um produtor de etanol ou um licenciador de tecnologia.

A utilização da teoria de ecossistemas de negócio/inovação permitiu expandir a análise para além das fronteiras do setor e olhar para conhecimentos e atores de outras indústrias com a mesma relevância, ou até mais, com que se analisa os participantes do setor tradicional. Essa teoria também auxiliou em identificar em meio a um setor bastante heterogêneo aqueles atores que desempenharão um papel mais relevante no futuro ecossistema de etanol 2G.

Em resumo o que foi observado nesse *paper* é o poder que uma inovação de processo pode ter em transformar, e até mesmo criar, um novo ecossistema. Com os resultados desse trabalho é possível prever o surgimento de outros vários ecossistemas baseados em matéria-prima renovável que vão ter como base para seus desenvolvimentos a trajetória percorrida pelo etanol 2G.

## Referências

- ADNER, R.; KAPOOR, R. Value Creation in innovative ecosystems: how the structure of technological interdependence affects firm performance in new technology generations. *Strategic Management Journal*. v. 31, p. 306–333. 2010.
- BOMTEMPO, J. V.; FAGUNDES, E. L.; BICALHO, R. G. The Selection Environment for Gas to Liquids Technology and Technological Strategies: Challenging the Natural Trajectory. *Journal of Evolutionary Economics*. v. 16. 2006.
- BRAZILIAN SUGAR AND ETHANOL GUIDE. Procana Brasil. 2013.
- BRUSONI, S. SGALARI, G. New combinations in old industries: The introduction of radical innovation in tire manufacturing. *Journal of Evolutionary Economics*. v. 16. 2006.
- DEDEHAYIR, O., ORTT, J. R., SEPPÄNEN, M. Reconfiguring the Innovation Ecosystem: An Explorative Study of Disruptive Change. *IEEE*. 2014.
- FURTADO, A.T.; SCANDIFFIO, M.I.G.; CORTEZ, L.A.B. The Brazilian Sugarcane innovation system. *Energy Policy*. n. 39, p. 156-166, 2010.
- EPE. Empresa de Pesquisa Energética. 2016.
- GLYNN, S. Constructing a selection environment: Competing expectations for CFC alternatives. *Res Policy*, 31: 935–946. 2002.
- GOMES, L. A. V.; FACIN, A. L. F.; SALERNO, M. N.; IKENAMI, R. K. Unpacking the innovation ecosystem construct: Evolution, gaps and trends. *Technological Forecasting & Social Change*.(2016).
- IANSITI, M., LEVIEN, R. Strategy as Ecology. *Harvard Business Review*. 2004.
- Li, J. F., GARNSEY, E. Policy-driven ecosystems for new vaccine development. *Technovation*. 2014.
- Li, Y. The technological roadmap of Cisco's business ecosystem. *Technovation*. v. 29, p. 379-386. 2009.
- MILANEZ, A.Y.; NYKO, D.; VALENTE, M. S.; SOUSA, L.C.; BONOMI, A.; DE JESUS, C.D.F.; WATANABE, M. D. B.; CHAGAS, M. F.; REZENDE, M. C. A. F.; CAVALETT, O.; JUNQUEIRA, T. L.; GOUVÊIA, V. L. R. De promessa a realidade: como o etanol celulósico pode revolucionar a indústria da cana-de-açúcar – uma avaliação do potencial competitivo e sugestões de política pública. 2015.
- MOORE, J. F. Business ecosystems and the view from the firm. *Antitrust Bulletin*. v. 51, n. 1, p. 31-75. 2006.
- MOORE, J. F. Predators and Prey: a new ecology of competition. *Harvard Business Review*. v. 71, n.3, p.75-86. 1993.
- NYKO, D.; FARIA, J. L. G.; MILANEZ, A. Y.; CASTRO, N. J.; BRANDÃO, R.; DANTAS, G. Determinantes do baixo aproveitamento do potencial elétrico do setor sucroenergético: uma pesquisa de campo. *BNDES Setorial* 33. *Bioenergia* p. 421 – 476, 2010.
- NOVACANA (2016). As usinas de açúcar e etanol no Brasil. Disponível em: <https://www.novacana.com/usinas-brasil/>. Acessado em julho de 2016.
- OH, D.; PHILLIPS, F.; PARK, S.; LEE, E. Innovation ecosystems: A critical examination. *Technovation*. 2016.
- OVERHOLM, H. Collectively created opportunities in emerging ecosystems: The case of solar service venture. *Technovation*. 2014.
- RONG, K.; HU, G.; LIN, Y.; SHI, Y.; GOU, L. Understanding business ecosystem using a 6C framework in Internet-of-Things-based sectors. *Int. J. Production Economics*. v. 159, p. 41-55. 2015.
- UTTERBACK, J. M.; SUAREZ, F.F. Innovation, competition, and industry structure. *Res Policy*. n. 22, p. 1-21. (1993).
- VAN DEN BELT, H.; RIP, A. (1997). The Nelson-Winter-Dosi model and synthetic dye chemistry. In: Bijker W, Hughes T, Pinch T (eds.) *The Social Construction of Technological Systems*, MIT Press.
- WEIL, H, B.; VIKALP, P. S.; COONEY, C. L. The dynamics of innovation ecosystems: A case study of the US biofuel market. *Energy Strategy Reviews*. v.3, p. 88-99. 2014.