

DESAFIOS SISTÊMICOS PARA CADEIAS INOVADORAS E SUSTENTÁVEIS DE INSUMOS ENERGÉTICOS

Enzo Morosini Frazzon*
Jerson Kitzberger**

Resumo

A evolução de cadeias sustentáveis de suprimento de insumos energéticos representa um dos desafios mais relevantes para nossa sociedade contemporânea. A dinâmica desta evolução é condicionada por uma ampla gama de *feedbacks* positivos e negativos. Neste contexto, o presente artigo pretende abordar os desafios sistêmicos para cadeias inovadoras e sustentáveis de abastecimento de insumos energéticos. Inicialmente, um modelo conceitual do processo de inovação nas cadeias de suprimentos será descrito. Em seguida, usando uma metodologia de planejamento de cenários, desafios sistêmicos e estratégias para o caso da cadeia de suprimentos do bioetanol brasileiro serão sistematizados. Finalmente, políticas e diretrizes para os tomadores de decisão da referida cadeia serão propostas. Hoje, e nas décadas por vir, as cadeias de fornecimento de energia sustentável representarão um enorme desafio para a integração das redes de produção e logística. Palavras-chave: Cadeias de abastecimento. Insumos energéticos. Inovação. Sustentabilidade. Planejamento de cenários. Integração da produção e redes de logística.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável está no centro dos debates acadêmicos, empresariais e nas esferas governamentais. Seu principal paradigma é preocupar-se com o uso dos recursos disponíveis de forma a não exaurí-los, garantindo, assim, o atendimento das necessidades das futuras gerações. Em geral, soluções inovadoras são necessárias para garantir o atendimento, em igualdade de condições e prioridade, às necessidades da geração atual e vindouras. A inovação pode ser vista como uma complexa interação entre agentes e atores envolvidos na produção, difusão e utilização de novos conhecimentos e economicamente útil. A inovação pode ser interpretada como uma correspondência iterativa de possibilidades técnicas e oportu-

* Engenheiro Mecânico; Doutor em Engenharia de Produção; Professor do Departamento de Engenharia da Produção e Sistemas da Universidade Federal de Santa Catarina; enzo@deps.ufsc.br

** Administrador; Professor do Centro de Ciências Sociais Aplicadas do Centro Universitário Católica de Santa Catarina; Mestre em Administração; jersonk@catolicasc.org.br

tunidades de mercado, por meio de interações e *feedbacks* ao longo das redes de pesquisa e desenvolvimento (P&D), produção e logística. Cadeias de abastecimento inovadoras e sustentáveis de insumos energéticos representam um dos desafios mais relevantes para nossa sociedade contemporânea.

Nesse contexto, o presente artigo pretende abordar os desafios sistêmicos para cadeias de abastecimento inovadoras e sustentáveis de insumos energéticos, focando especificamente na cadeia brasileira de fornecimento de bioetanol. A mitigação dos efeitos causados pelo uso dos combustíveis fósseis passa por iniciativas inovadoras e sustentáveis e a experiência brasileira do bioetanol torna-se referência na produção e utilização de combustíveis alternativos que propiciem menores efeitos ao meio ambiente. O conhecimento e a difusão da tecnologia e o uso de recursos e ativos entre os diversos agentes da cadeia de fornecimento revelam a complexidade dos sistemas instalados e, a criação de valor ao longo dos processos, passa pela capacidade de absorção da empresa em um contínuo aprendizado de longo prazo.

O artigo está estruturado da seguinte forma: primeiro, será descrito um modelo conceitual do processo de inovação e da capacidade de absorção (*Absorptive Capacity*) em cadeias de fornecimento. A situação atual da produção de bioetanol envolvendo a logística também será apresentada. Em seguida, usando uma metodologia de planejamento de cenários, desafios sistêmicos e potenciais estratégias de superação para a cadeia brasileira de fornecimento de bioetanol serão sistematizados. Finalmente, as políticas e diretrizes para os tomadores de decisão da cadeia de fornecimento de energia serão discutidas e novas linhas de investigação serão propostas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para o desenvolvimento do referencial teórico a respeito dos desafios das cadeias de fornecimento de energia sustentável, este artigo considerou três pilares principais apoiadas nas características do processo de inovação, visão geral da cadeia brasileira de fornecimento de bioetanol e potenciais estratégias.

2.1 CONCEITUAÇÃO DE CADEIAS SUSTENTÁVEIS DE SUPRIMENTOS

Uma cadeia de suprimento, em sua conceituação macro, pode ser definida como os diversos processos envolvidos de movimentação de produtos, desde o estágio inicial da matéria-prima até a entrega do produto ao cliente final (MARTINS, 2008). A realização desse propósito remete a um processo de integração de ações entre os diversos agentes propiciando um aprendizado conjunto. A evolução na integração das partes envolvidas passou por várias etapas até culminar no moderno gerenciamento da cadeia

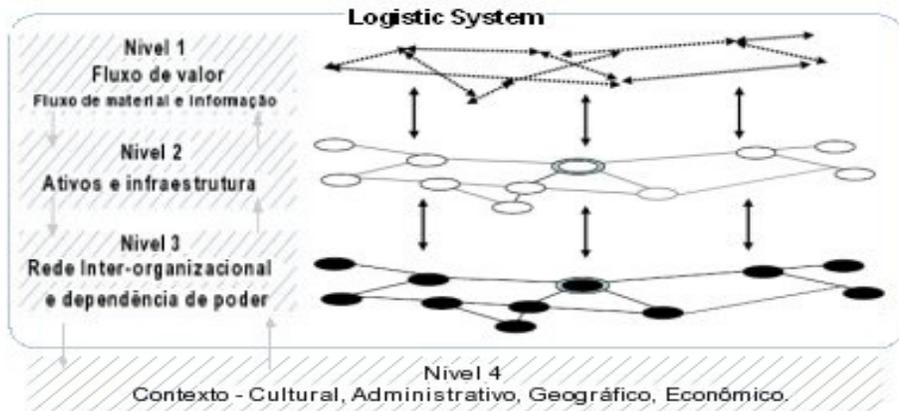
de suprimento, cuja integração efetiva dos elementos, tem como objetivo a otimização dos processos, redução de custos e o melhor desempenho de todos.

A sustentabilidade ganha espaço e está posicionada no centro das atenções dos dirigentes de todos os tipos de empresas públicas e privadas (GATORNA, 2009). Novas combinações de recursos são necessárias para garantir esse propósito, e a inovação faz parte desse processo, em que a capacidade de inovar, bem como o domínio do produto aumenta a singularidade de uma empresa. Assim, a adoção de estratégias de negócios que atendam as necessidades da empresa e seus *stakeholders*, hoje, sustentam os recursos que serão necessários no futuro (INTERNATIONAL INSTITUTE FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT, 1992).

Processos sustentáveis e inovadores, em cadeias de suprimentos globais, conectam parceiros logísticos, em rede, e devem levar em conta aspectos como: visão de longo prazo e visão sistêmica, comportamento complexo e limitado do cliente, crescente demanda por nível de serviço (e expansão de produtos), desenvolvimento de uma estrutura organizacional adequada, fluxo adequado de informações e, finalmente, a confiança na cooperação internacional e intercultural de competências.

A logística é um instrumento estratégico na gestão das redes mundiais e também desempenha um papel fundamental no processo de adição de valor. No Esquema 1, um sistema de logística é ilustrado como um sistema integrador interativo que, na visão de Forrester (1958) e Peck (2006) estende a sua influência no contexto.

Esquema 1 – Sistema Logístico



Fonte: adaptado de Peck (2005).

Apesar do fato de que cada nível ilustrado reflete perspectivas bastante diferentes (PECK, 2005), juntos eles são indissociáveis como elementos de um sistema

logístico, que inclui os diversos atores e demais partes interessadas no contexto das organizações. Por exemplo, o nível 3 distingue as redes interorganizacionais com nós que representam organizações – setores público e privado – que interagem com próprios ativos e infraestruturas, por meio do qual os bens físicos e fluxos de informações são gerenciados. Aqui, os *links* são relações comerciais, principalmente as dependências de poder entre as organizações. Além disso, o nível 4 é o contexto mais amplo dentro do qual as organizações fazem negócios, em que bens e infraestrutura estão posicionados em fluxos de valor. A compreensão abrangente de estruturas e de políticas é essencial para sentir, aprender e estrategicamente liderar negócios no cenário atual e dinâmico.

Nesse sentido, a criação de valor está na singularidade com que a empresa consegue se destacar no mercado. Na prática, o valor adicionado compreende uma série de combinações envolvendo processos, funções, atividades, relacionamentos e caminhos pelos quais os produtos, serviços e informações são movimentados dentro e entre organizações (GATORNA, 2009), caracterizando-se em uma cadeia de valor. Nesse contexto, as ações empresariais são direcionadas para o alinhamento das estratégias entre os diversos agentes da cadeia de suprimento. Considerando a unicidade, é notório observar que as estratégias de negócios fundem tecnologias físicas, sociais e os recursos (NELSON; WINTER, 1982), revelando-as na forma de produtos e serviços (BEINHOCKER, 2003).

Em uma conceituação maior, redes logísticas estão inseridas na cadeia de valor, cujas combinações estão nas interfaces entre fornecedor-cliente. Assim, empresas de produtos, serviços e do setor público possuem no seu interior múltiplas cadeias de valor em um complexo arranjo tridimensional (GATORNA, 2009).

Aqui, será argumentado que, para alcançar a eficácia é necessário distinguir eficácia – representada por uma abordagem estratégica, produzindo corretamente as saídas em linha com as necessidades do mercado presente e futuro – e, ao mesmo tempo, a busca da eficiência – otimizando recursos gastos na obtenção de um efeito desejado. Em uma visão sistêmica, sustentabilidade compreende a manutenção da eficácia ao longo do tempo, bem como a preservação da base de recursos econômicos, sociais e ambientais.

2.2 PROCESSO DE INOVAÇÃO

A inovação pode ser entendida como a combinação economicamente útil de capacidades (NELSON; WINTER, 1982), com base em uma rotina evolutiva do processo e dependente do contexto. A conexão e uma maior integração de oferta e

demanda deve ser congruente com as escolhas estratégicas que determinam quais atividades e processos serão realizados pela organização e como eles serão projetados e coordenados. A estratégia de negócios está relacionada com a forma como são combinadas e ajustadas as atividades e processos para obter vantagem competitiva (PORTER, 1996). A manutenção dessa vantagem requer que a organização seja única, cujos recursos que geram e sustentam essa posição devem ser, de acordo com Barney (1991): valor, no sentido de que ela explora oportunidades e/ou neutraliza ameaças no ambiente de empresa; rara, entre os concorrentes atuais e potenciais de uma empresa; imperfeitamente imitável, por intermédio de circunstâncias históricas originais, ambiguidade causal, ou a complexidade social; e, singular, sem substitutos estrategicamente equivalentes.

Na verdade, a inovação resulta da atividade de relações interativas entre os elementos institucionais e organizacionais de ciência, tecnologia e negócios que, juntos, poderiam ser chamados de sistemas de inovação (SUNDBO, 1998). Benefícios esperados derivados de uma abordagem de rede de colaboração normalmente incluem: aquisição de relevância institucional, acesso a novos e maiores mercados, de conhecimento, partilha de riscos e recursos e otimização de habilidades e capacidades complementares, que permitem que cada entidade se concentre em suas competências essenciais mantendo um nível elevado de agilidade (CAMARINHA-MATOS; AFSARMANESH, 2006).

Além disso, a inovação é um dos fatores chave para a prosperidade de uma empresa a longo prazo (UTTERBACK, 1994; TIDD et al., 1997) e, normalmente, caracteriza-se pela incerteza sobre os mercados do futuro, o potencial da tecnologia, da política e seu ambiente. Segundo Galanakis (2006), pode ser definida como a criação de novos produtos, processos, conhecimentos ou serviços, utilizando novos ou já existentes conhecimentos científicos ou tecnológicos, que proporcionariam um grau de novidade economicamente útil tanto para o desenvolvedor, o setor industrial, a nação ou o mundo. Nesse contexto, as redes de organizações são consideradas indutoras de inovação e, assim, a criação de valor se dá pelo confronto de ideias e práticas, combinação de recursos e tecnologias, e criação de sinergias (CAMARINHA-MATOS; AFSARMANESH, 2006).

O pensamento sistêmico pode desvendar a complexidade dos sistemas, revelando que existem estruturas subjacentes, como os problemas complexos que são gerados e como esses fatores são influenciados ao longo do tempo (SENGE, 1990). A construção da capacidade de absorção de gestão será adotada como base para a conceituação do processo de inovação nas cadeias de fornecimento de energia.

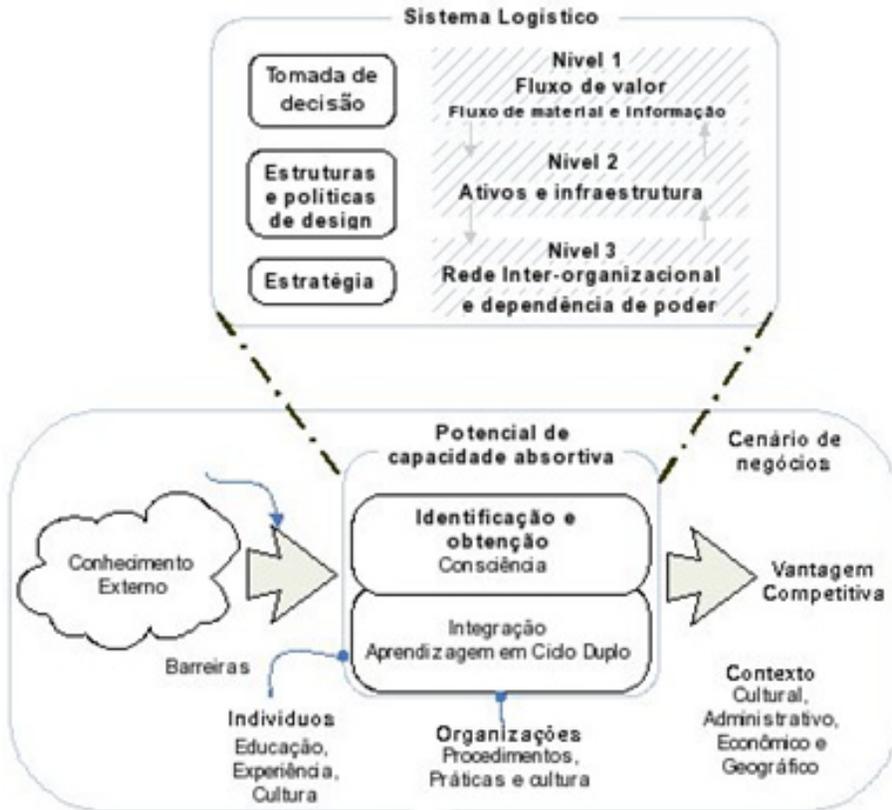
2.3 CAPACIDADE DE ABSORÇÃO E APRENDIZAGEM

Em uma reconceituação recente, Barney (1991) apresenta que a capacidade de absorção é definida como uma capacidade dinâmica, relativa à criação de conhecimento e sua utilização que aumenta a capacidade de uma empresa para ganhar e sustentar uma vantagem competitiva (ZAHRA; GEORGE, 2002). Capacidades dinâmicas são voltadas para efetuar a mudança organizacional e, portanto, definir o caminho de evolução e desenvolvimento da empresa. Elas permitem a reconfiguração da base de recursos e, conseqüente adaptação às condições em constante mutação (BARNEY, 1991). Nesse sentido, a capacidade de absorção é a capacidade da empresa de valor, assimilar e aplicar novos conhecimentos para criar valor por meio da inovação (COHEN; LEVINTHAL, 1990). Sua base cognitiva é derivada da capacidade de absorção do indivíduo, incluindo, por exemplo, o conhecimento prévio relacionado. No nível mais elementar, essa herança iria incluir as competências básicas e até uma linguagem comum, mas pode também incluir a compreensão do mercado, o conhecimento científico ou tecnológico, obtido pela formação educacional e/ou experiência prática. Assim, o conhecimento prévio relacionado confere uma capacidade potencial para reconhecer o valor de novas informações, assimilá-las e aplicá-las para fins comerciais.

O potencial da capacidade de absorção representa a capacidade organizacional de identificação e obtenção de conhecimento externo e experiência, e integrá-lo a fim de atingir e/ou melhorar a vantagem competitiva. O potencial da capacidade de absorção é diretamente influenciada pela percepção da informação contextual e do conhecimento. Além disso, a longo prazo, a aprendizagem também desempenha um papel central no processo de internalização de informações obtidas externamente, mudando o modelo mental existente e apoiando, assim, a melhoria do desempenho organizacional.

Nessa base, a capacidade de absorção de uma organização em um ambiente de rede seria um ponto de partida realista para a análise das interações estratégicas. A capacidade de absorção, dentro de sistemas de logística, se refere à capacidade organizacional para reconhecer o valor de novas informações, assimilar e integrar, a fim de ser aplicado a uma criação de vantagem competitiva. Esta organização atua em um sistema multinível de logística, onde as fontes de informações estão posicionadas em diferentes camadas. Os elementos contextuais que representam as características culturais, administrativas, geográficas e econômicas foram adicionados ao modelo descritivo, conforme o Esquema 2.

Esquema 2 – Modelo descritivo



Fonte: os autores.

O modelo descritivo representa uma visão estratégica e aspira a se conectar de forma adequada aos elementos construtivos, melhorando a compreensão do sistema sociotécnico específico. Também é sugerido que, a capacidade de absorção existe como dois subconjuntos: a capacidade potencial compreende a aquisição de conhecimentos e capacidades de assimilação, e são realizados em centros de capacidade de transformação do conhecimento e da exploração.

Em resumo, a identificação e obtenção referem-se a capacidade dinâmica de estar consciente de seu contexto de conhecimento externo e experiência. O passo de integração refere-se aos processos dinâmicos que permitem que o sistema para analisar, processar, interpretar, compreender e integrar a informação e o conhecimento, sejam identificados e obtidos de fontes externas (KIM, 1987). Pode ser referido como uma forma de *double-loop* (ciclo duplo) do processo de aprendizagem (STERMAN,

2006). Além disso, a transformação denota a capacidade de internalizar e converter os recém integrados e, também, o conhecimento existente em diferentes formas (por exemplo, sinergia, recodificação, bissociação). A exploração descreve rotinas que permitem o uso do conhecimento para aperfeiçoar, ampliar e alavancar os recursos e competências existentes ou para criar novos (ZAHRA; GEORGE, 2002).

A inovação foi anteriormente caracterizada como um caminho e dependente do contexto. Portanto, o sistema logístico, que inclui ambos, processos e redes, influencia a forma como deve ser tratada e onde ocorre a inovação. Além disso, pode-se argumentar que o potencial da capacidade de absorção, especificamente sobre sistemas logísticos dentro de cadeias de suprimentos globais entrelaçados é caracterizado pelo desafiador ambiente internacional e dos contextos diversificados em que ela ocorre. Portanto, as interações, estratégicas para os conhecimentos externos e concorrentes merecem também a atenção adequada. Conhecimento externo é composto por uma ampla gama de elementos, principalmente dados externos, informações, conhecimento tácito e explícito, bem como a experiência. Atualmente, ele tem de um lado ganho amplitude e escala pela abundância de informação, mas por outro, tem evoluído de uma forma estruturalmente complexo e dinâmico. Portanto, os indivíduos têm papel central em influenciar os padrões de busca e consciência, ativando o gatilho organizacional, bem como integrar o conhecimento.

A seção a seguir aborda a cadeia de fornecimento do bioetanol brasileiro e os desafios sistêmicos presentes.

2.4 CADEIA BRASILEIRA DE FORNECIMENTO DE BIOETANOL

O aumento da participação de renováveis na matriz energética mundial ajudaria a (i) prolongar a existência de reservas de combustíveis fósseis, abordar algumas ameaças representadas pelas mudanças climáticas, e também, melhorar a segurança do fornecimento de energia em escala global (GOLDENBERG, 2007). No entanto, o fornecimento de energia e mudanças climáticas não são apenas questões econômicas e ambientais, estando relacionados a outros aspectos como fatores sociais e geopolíticos, representando um tema desafiador para as presentes e futuras gerações.

Muitas das decisões de importância crítica para o clima global e transição para uma economia de baixo carbono terão lugar fora da comunidade política e climática, nas áreas de energia, segurança, comércio, investimento e cooperação para o desenvolvimento (INTERNATIONAL INSTITUTE FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT, 2007).

Nesse contexto, a maioria das novas fontes de energia renováveis (por exemplo, moderna biomassa) estão ainda em fase de desenvolvimento em grande escala comercial, com pequena participação de mercado. Neste agrupamento, os biocombustíveis são referidos combustíveis líquidos ou gasosos para o setor dos transportes que são predominantemente produzidos a partir de biomassa.

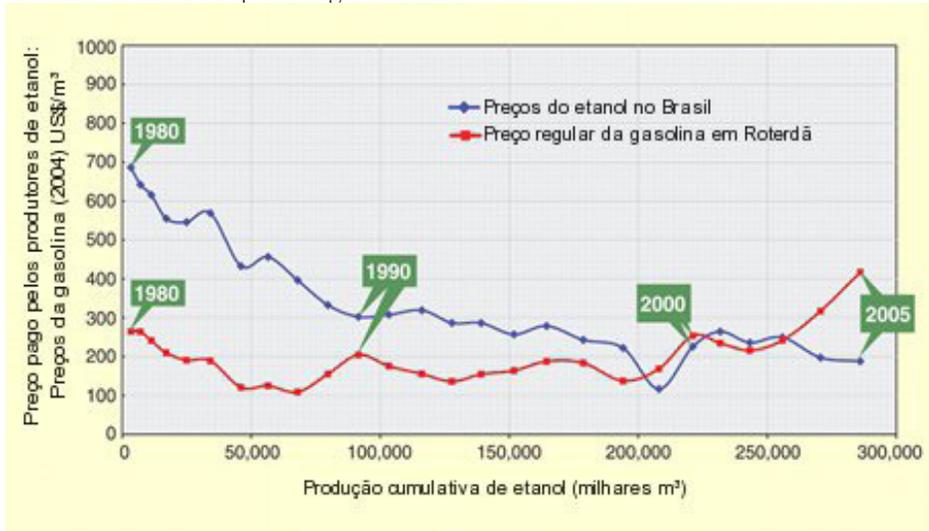
Os biocombustíveis apresentam vantagens em termos de sustentabilidade, redução das emissões de gases de efeito estufa, desenvolvimento regional e de segurança de abastecimento (REIJNDERS, 2006). Um deles, o etanol ou bioetanol é um substituto da gasolina, aditivo derivado de fermentação alcoólica de sacarose ou açúcares simples, que são produzidos a partir de biomassa pelo processo de hidrólise (DEMIRBAS, 2007).

Políticas estão disponíveis aos governos para realizar a mitigação da mudança climática, mas a eficácia das políticas depende das circunstâncias nacionais, o seu projeto de interação e implementação. Particularmente, as políticas climáticas de integração nas políticas de desenvolvimento mais amplas, as regulamentações adequadas e seus padrões têm papel central (INTERGOVERNAMENTAL PANEL OF CLIMATE CHANGE, 2007). Em termos globais, os biocombustíveis representam uma alternativa que poderia equilibrar a geração de poluição com a contribuição de longo prazo às condições de melhoria do ambiente. Além disso, eles também podem ser positivos para garantir: segurança energética, a melhoria do equilíbrio no comércio e emprego nas zonas rurais (INTERGOVERNAMENTAL PANEL OF CLIMATE CHANGE, 2007).

2.4.1 Visão Geral

Como uma parte importante deste cenário, o bioetanol de cana do Brasil é: um programa bem estabelecido (30 anos em produção); uma *commodity* energética plenamente competitiva (Gráfico 1), sem subvenções, no mercado global contra o gasolina; e, adequado para ser replicado em outros países em desenvolvimento (GOLDENBERG, 2007).

Gráfico 1 – Curva de aprendizagem do etanol



Fonte: Goldenberg et al. (2004).

Hoje, a produção de bioetanol de cana no Brasil é de 27 bilhões de litros por ano, exigindo cerca de 6 milhões de hectares de terras (DIAS et al., 2011). A competição pelo uso da terra entre comida e combustível não tem sido substancial, ou seja, a cana cobre 10% da terra cultivada total e apenas 1% do total de terras disponíveis para agricultura no país (GOLDENBERG, 2007). No entanto, a enorme escala da indústria automobilística cria uma ampla gama de processos de *feedback* que conferem desvantagem substancial às novas tecnologias, como: a falta de experiência de campo, as dúvidas sobre o desempenho do veículo e a falta de experiência da unidade. A introdução bem sucedida e difusão de veículos movidos a combustíveis alternativos é mais difícil e complexa do que a de muitos produtos (STRUBEN; STERMAN, 2006).

Conforme The Economist (2007), a demanda por veículos está aumentando e, para redução das emissões no setor de transporte é necessária uma interferência do governo no que tange aos preços dos combustíveis, bem como, são necessárias à introdução de novas tecnologias como os biocombustíveis e os carros elétricos. Claro, isso implica que as barreiras para o desenvolvimento, aquisição, implantação e difusão de tecnologias e acesso ao mercado sejam tratadas de forma eficaz (INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2007).

Considerando que, uma inovação orientada para o mercado eficaz deve ser perseguida pela: introdução e contínua adoção de veículos flex-fuel (FFV, os veículos que podem funcionar usando tanto a gasolina quanto o etanol) e, o aumento da mistura de etanol, então, a crescente demanda por etanol, puro/misturado, atrairia a indústria automotiva e o setor de petróleo junto com a iniciativa privada (MATHEWS, 2006). É provável, com base na experiência do Brasil, que estas duas medidas teriam o efeito desejado da trajetória subjacente na difusão do bioetanol, progressivamente diminuindo a dependência dos combustíveis fósseis.

No Brasil, um dos pilares do sucesso do etanol é devido a criação do veículo com motor flex-fuel. Estes têm uma participação significativa na frota de veículos brasileira, com sucessivos aumentos nas vendas (GURGEL, 2011). Desde 2003, participando com apenas 4% de todos os veículos licenciados, o crescimento nas vendas foi significativo, fechando o ano de 2011 com 83,1% de todos os veículos licenciados (ANFAVEA, 2012). FFV permitem uma decisão consciente dos consumidores de combustíveis renováveis e também aumenta a visibilidade dos biocombustíveis no mercado (GERMAN FEDERAL MINISTRY OF CONSUMER PROTECTION, NUTRITION AND AGRICULTURE, 2005). Eles possibilitam aos motoristas uma escolha – encher com etanol ou gasolina, dependendo do preço e preferência pessoal. Essa escolha gera confiança, e supera quaisquer dúvidas sobre o etanol, construindo a demanda do consumidor, trazendo a concorrência para o pátio da gasolina e, finalmente, a criação de um mercado de bioetanol real. Então, as políticas previamente planejadas e implementadas para o fornecimento de etanol – ou por meio de importações ou da produção local – teriam um impulso relevante com base na demanda popular (MATHEWS, 2006).

Já existe um impulso substancial por intermédio da promulgação de subsídios para incentivar a produção de etanol em climas temperados do Norte – a partir do milho nos Estados Unidos e de beterraba no Norte da Europa. Considerando a demanda futura, o abastecimento complementar de bioetanol pode ser decorrente de importações dos países em desenvolvimento, especificamente de regiões tropicais. No entanto, as questões a respeito do custo de matérias-primas e balanço de energia têm de ser necessariamente levadas em consideração (Tabela 1).

Tabela 1 – Custo do etanol e balanço de energia

Matéria-prima	Custo (US\$ por galão)	Balanço de energia (Saída renovável por entrada fóssil)
Cana-de-açúcar, Brasil		
2006, Sem imposto de importação	0.81	
2006, com imposto de importação	1.35	10.2
Beterraba, Europa, 2003	2.89	2.1
Milho, EUA, 2006	1.03	1.4
Etanol de celulose, EUA		
Alcançado em 2006	2.25	
Meta para 2012	1.07	10.0

Fonte: Goldemberg (2007).

O impulso brasileiro poderá ser transfundido a outros países em desenvolvimento, em regiões tropicais. O programa deverá incluir principalmente um indispensável e consistente compromisso político de longo prazo e, também, transparentes escolhas estratégicas, em relação aos mecanismos para equilibrar e garantir o fornecimento para os mercados internos e externos. Além disso, a existência de contratos comerciais de longo prazo (incluindo tarifas de importação e/ou quotas), bem como um claro e estável modelo regulatório poderá direcionar os investimentos nacionais e internacionais.

2.5 PRODUÇÃO DE ETANOL

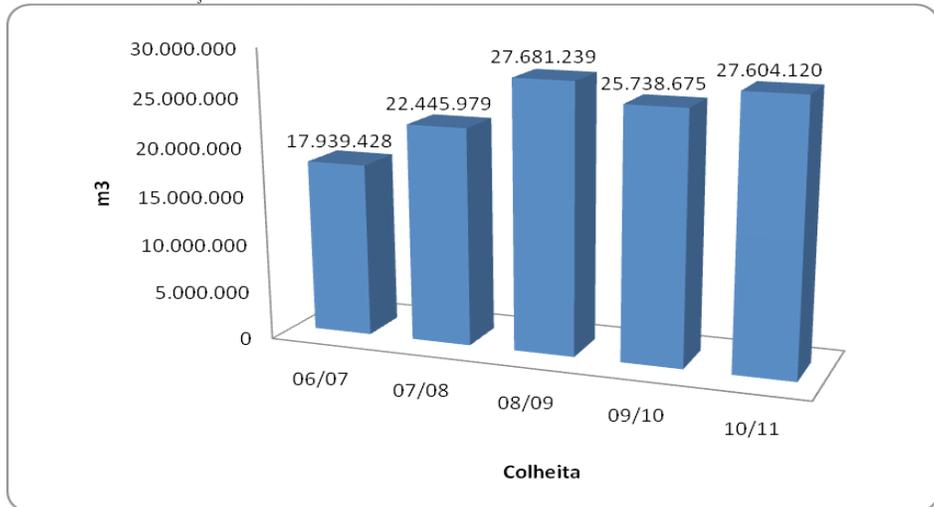
A crescente demanda de energia estimulou à necessidade de desenvolver sistemas mais eficientes e tecnologias, particularmente limpas e renováveis de energia (MASIERO; LOPES, 2008). Os biocombustíveis são uma alternativa viável no contexto global. A produção mundial de biocombustíveis teve uma notável expansão, passando de 20 bilhões de litros em 2001 para 50 bilhões de litros em 2007 (GURGEL, 2011). Assim, esse enorme crescimento cria oportunidades para países que detêm a tecnologia de produção para atender a exigência da demanda global.

O Brasil tem se mostrado um forte candidato neste contexto. Alguns fatores influenciaram o país a alcançar este patamar. No Brasil, as áreas plantadas com cana tiveram um aumento significativo ao longo dos anos, observando um aumento de 67% no volume produzido, considerando-se as colheitas de 2004/05 a 2008/09 (UNIÃO DOS PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR, 2012a). A maioria das áreas está na região centro-sul do país, onde o Estado de São Paulo mantém 60,1%

da produção de cana produzido no Brasil. Em todo o mundo, a produção de cana, matéria-prima para produção de bioetanol, é de 1,5 bilhões de toneladas e é encontrado na zona tropical do planeta, particularmente nos países em desenvolvimento da América Latina, África e Sudeste da Ásia (UNIÃO DOS PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR, 2012b). As áreas de plantio de cana-de-açúcar tiveram forte expansão nas últimas três décadas, especialmente nos últimos anos (KOHLHEPP, 2010). Fatores como a evolução da produtividade de cana, decorrentes de constantes pesquisas no setor, mostram indicadores de crescimento em torno de 18% nas últimas seis colheitas, contribuindo para reforçar essa posição de destaque.

Em mais de três décadas, o Brasil liderou a produção de bioetanol combustível, perdendo sua posição para os Estados Unidos após o compromisso de seu uso exigido pela *Energy Policy Act* de 2005 (MASIERO; LOPES, 2008). A produção de bioetanol brasileiro mostrou um crescimento significativo ao longo dos anos. Considerando-se as culturas de 2006/2007 a 2010/2011, ocorreu um incremento de 53,87% da produção de bioetanol, passando de 17.939.428 m³ para 27.604.120 m³, solidariamente (Gráfico 2).

Gráfico 2 – Produção Brasileira de Etanol



Fonte: União dos Produtores de Bioenergia (2012b).

A maioria do bioetanol produzido no Brasil é consumida no mercado interno. No mercado internacional, o ano de 2008 foi o que apresentou os resultados mais expressivos com um volume exportado de 5,12 milhões de m³. Em 2011, as exportações de bioetanol

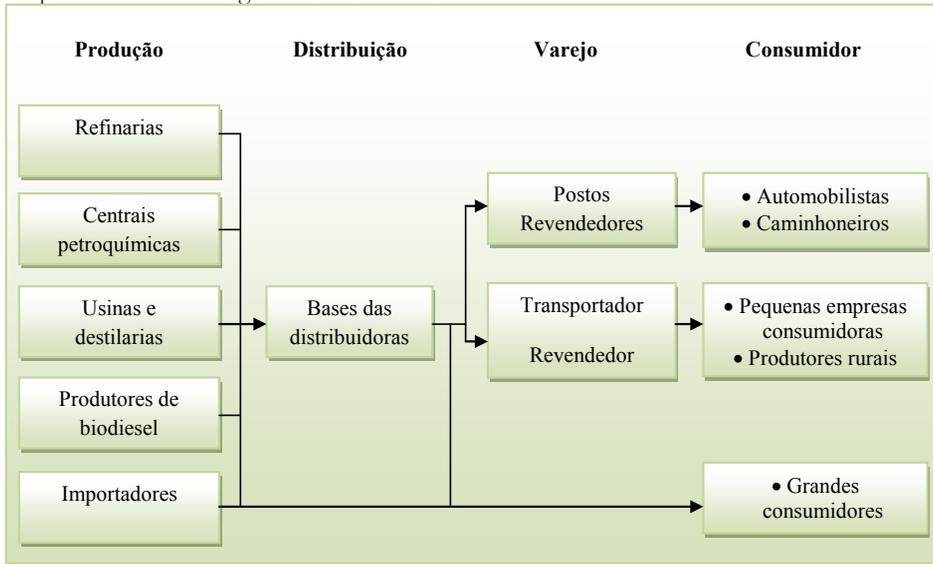
atingiram 1,96 milhões de m³. A maior parte foi direcionada para os Estados Unidos da América, com um total de 33,8% exportado, seguido pela Coreia do Sul, com volume de 15,3% e o Japão com participação de 14,3% nas exportações (UNIÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA, 2012a).

2.6 LOGÍSTICA

A logística tem uma importância fundamental no setor sucroalcooleiro, tendo em vista a necessidade de suprir as usinas produtoras de açúcar e bioetanol e realizar a distribuição para a rede de revendedores até chegar ao consumidor. Este processo começa no campo, onde desde plantação até a colheita, passando pela coleta e transporte para as usinas, requer uma logística planejada que possibilite a redução de custos e agilidade durante o processo.

A cadeia de fornecimento de combustíveis no Brasil é bastante abrangente, incluindo um número de agentes inter-relacionados durante o processo de transformar e disponibilizar o produto para o consumidor. O transporte da cana até as usinas é feito a granel em caminhões abertos (CAIXETA-FILHO; GAMEIRO, 2001). Da usina às bases distribuidoras é utilizado em maior proporção o modal rodoviário, em seguida o ferroviário e em menor proporção o dutoviário (MILANEZ et al., 2010). Na distribuição ao varejo são utilizados caminhões-tanque compartimentados para a entrega de vários produtos, sendo carregados nas bases distribuidoras conforme pedidos dos clientes (MARTINS, 2008). No fluxo de exportação, a predominância da escolha do transporte rodoviário até os portos, está relacionada com rotas curtas, custos elevados de transferência nos diversos intermodais e deficiências na estrutura de outras modalidades no acesso aos portos (MILANEZ et al., 2010). Uma visão geral da cadeia de fornecimento de combustíveis brasileiros pode ser vista no Esquema 3.

Esquema 3 – Matriz logística da cadeia brasileira de combustíveis



Fonte: Associação dos Distribuidores de Combustíveis e Lubrificantes (2012).

De acordo com Caixeta-Filho e Gameiro (2001), o custo de corte, carregamento e transporte representa 30% do custo de produção da cana e, em específico, o custo do transporte representa 12%. Os custos logísticos são diretamente afetados pela distância a ser percorrida. No Brasil, a maior concentração de plantações de cana e um maior número de empresas estabelecidas do setor sucro-alcooleiro encontram-se na região Centro-Sul (KOHLHEPP, 2010). Vários estados não produtores, porém com potencial de consumo, apresentam fraca demanda devido à distância dos centros produtores, o que aumenta o preço do bioetanol hidratado, tornando-o desfavorável ao consumidor final (MILANEZ et al., 2010).

Essas são questões cruciais que precisam ser analisadas, porque o complexo processo de produção e distribuição de combustível exige uma ampla estrutura viária, usando ferrovias, hidrovias, estradas e polidutos, que permitem a distribuição de combustíveis por meio de bases de distribuição estabelecidas no país.

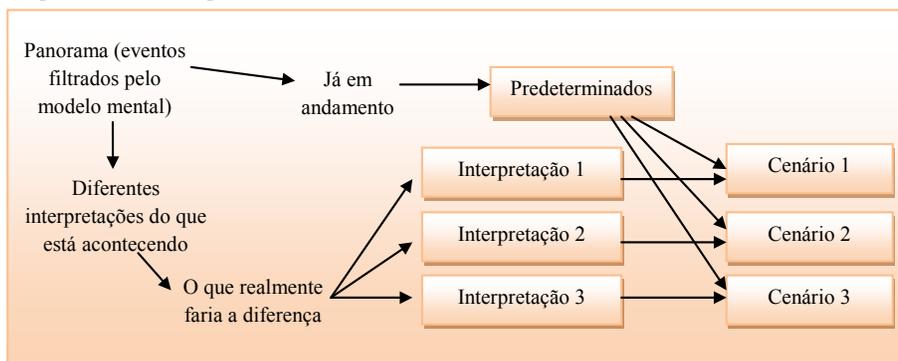
3 METODOLOGIA

Planejar o futuro é um desafio para o estrategista. Determinar as ações destinadas a alcançar o objetivo pretendido é uma das tarefas mais difíceis a que se propõem.

O planejamento de cenários constitui uma importante ferramenta que busca visualizar uma situação futura plausível. Esse esforço para encontrar evidências que permitem diminuir as incertezas futuras é caracterizada por um processo que visa estabelecer algumas condições que determinam a direção para os cenários possíveis. Portanto, bons cenários são dispositivos de pensamento e de percepção que têm a função de tornar visível uma nova e reestruturada perspectiva (VAN DER HEIJDEN, 2009).

De acordo com Porter (1996), um cenário é uma visão internamente consistente do que o futuro poderia tornar-se. Não é um exercício de previsão, mas um esforço para descrever situações futuras de forma plausível e consistente (WRIGHT; SPERS, 2006). Ele consiste de etapas que norteiam as ações do planejador em um esforço para fazer com que todos aprendam juntos, convergindo as habilidades de percepção em mudanças que afetam o ambiente de negócios. É um processo contínuo de iteração, em que o resultado da análise do meio ambiente que cerca o negócio é identificado por meio de um pequeno número de incertezas fundamentais, cuja fase de construção, é dada pela combinação destas incertezas com os elementos predeterminados: os eventos já conhecidos que estão em curso (VAN DER HEIJDEN, 2009). Essas interpretações, fundamentadas com os eventos predeterminados, direcionam-se para a construção dos cenários. O ponto de partida é o estudo do panorama do setor, previamente interpretado, considerando o que realmente faria a diferença, conforme pode ser visualizado no Esquema 4.

Esquema 4 – Princípios da construção de cenários



Fonte: Van Der Heijden (2009).

Neste artigo, a metodologia aplicada para a construção de cenários utiliza o método *SRI International*, classificado como lógica intuitiva (RINGLAND, 1998 apud BOAVENTURA et al., 2004). O método inclui as etapas específicas que di-

reacionam as ações do planejador: decisões estratégicas; fatores-chave de decisão; a análise das forças ambientais; desenvolvimento dos cenários lógicos; descrição dos cenários; e, implicações estratégicas (BOAVENTURA et al., 2004).

A fase das decisões estratégicas define, basicamente, as principais decisões que os cenários deverão abordar, para, em um segundo momento, definir quais são os fatores-chave que a administração deseja saber sobre o futuro e que irão auxiliar na tomada de decisão. A fase da análise das forças ambientais está relacionada com as forças que influenciarão o futuro ambiente de negócios, analisando cada fator-chave sob esse contexto, e que envolve o micro e o macro setor econômico e demais setores que poderão afetar os negócios. Uma vez realizada a análise, passa-se para a fase do desenvolvimento dos cenários lógicos, em que são identificados alguns cenários possíveis que contemplam os direcionadores críticos do ambiente e as maiores incertezas. Na fase da descrição dos cenários são feitos os detalhamentos necessários que auxiliam no desenvolvimento e avaliação das opções estratégicas quanto aos riscos e retorno para cada um dos cenários. E, finalmente, as implicações estratégicas incluem as oportunidades e as ameaças que esses cenários futuros apresentam, identificando suas implicações nas decisões a serem tomadas.

Os autores descrevem que, na versão atual, o método sofreu pequenas alterações, tais como a junção dos passos 1 e 2 e os passos 4 e 5, mas a criação da fase de monitoramento parece ter sido a principal alteração. O monitoramento é importante no sentido de alertar a empresa caso a realidade esteja se distanciando do cenário escolhido.

4 CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS

Com base na investigação do panorama do bioetanol do Brasil, os fatores-chave propostos estão relacionados com o lado da “oferta” e “procura”. A partir desses fatores, foi feita uma interpretação das forças ambientais que impactam o setor. Na sequência, foram criados cenários plausíveis para um horizonte de 10 anos a partir de 2011. Estes cenários apoiaram a proposição de políticas e diretrizes estratégicas para os tomadores de decisão.

Os principais desafios para as cadeias de abastecimento de bioetanol no Brasil estão relacionados às seguintes questões: como transformar o Brasil em um *player* real no mercado global de bioetanol; como tornar o bioetanol brasileiro competitivo no mercado global. Estas questões estão relacionadas a fatores-chave de “oferta” e “demanda”. No que diz respeito à oferta, o Brasil consolidou-se como um forte produtor de bioetanol. A demanda no mercado doméstico já está consolidada e no mercado

global tem um enorme potencial. A oferta e demanda do bioetanol são afetadas por forças ambientais, nacionais e internacionais, e elas estão relacionadas a: clima predominante; o preço cobrado; a concorrência; processos regulatórios dos governos; condições geopolíticas e econômicas dos países; e, capacidade de inovação das empresas.

A partir da análise dessas questões, três diferentes cenários da cadeia brasileira de fornecimento de bioetanol foram sistematizados.

4.1 CENÁRIO 1 – OTIMISTA

Na próxima década, o bioetanol é um combustível certificado e normatizado, amplamente difundido no mercado internacional, com demanda crescente nos últimos anos, particularmente nos Estados Unidos da América. Na Europa, a meta de utilização de renováveis é de 10%, sendo 6% proveniente de biocombustíveis de primeira geração e 4% de fontes alternativas. Estimativas sugerem um consumo mundial aproximado de 177,7 bilhões de litros/ano. Outros países, como China e Índia, aumentam sua participação nos mercados americano e europeu, que apresentam forte demanda devido às exigências impostas pelos programas para reduzir os gases de efeito estufa. A produção de etanol no mercado americano e europeu é significativa, mas quase não competitiva em relação aos custos. No Brasil, é previsto um consumo de 55,8 milhões de litros/ano. A segunda geração do etanol brasileiro é uma realidade consolidada, mas os volumes produzidos são ainda mais baixos do que os da primeira geração. Acordos de cooperação entre países auxiliam na difusão da tecnologia do biocombustível.

Fabricantes mundiais de veículos têm incorporado, em termos gerais, o motor flex-fuel em sua produção e, outros meios de transporte como ônibus, aviões e motocicletas também utilizam bioetanol intensamente. Por outro lado, veículos elétricos tornam-se conhecidos e acessíveis.

O reforço da consciência ecológica, por parte dos consumidores de etanol, fortalece a sua imagem, projetando-o como um combustível com baixos níveis de poluição. A escolha por fontes renováveis e de baixa emissão de poluentes é o diferencial que motiva os consumidores a escolherem este combustível.

No Brasil, os investimentos realizados na infraestrutura da logística, proporciona vantagens em termos de custos e fluxo de produção com o uso e integração dos vários modais de transporte.

4.2 CENÁRIO 2 – REALISTA

Na próxima década, o etanol é um combustível amplamente utilizado no mercado internacional, mas ainda existem barreiras tarifárias, sobretudo nos mercados europeu e asiático. Os países europeus e asiáticos reforçam a sua posição como concorrentes globais no fornecimento de bioetanol, mas a divisão entre a produção de alimentos e combustíveis gera instabilidade nos países.

Produtores mundiais de veículos mantém a produção com motores flex-fuel, mas os esforços estão focados em motores alimentados por outras fontes de energia como a eletricidade. Nessa situação, as vendas de veículos flex são regionalizadas, mas constantes.

A consciência ambiental dos consumidores é grande, mas as ações tomadas por estes não levam em conta o tipo de combustível em relação ao nível de poluição exalado no ar. As ações são restritas aos hábitos de consumo de outros produtos, sendo o preço um fator determinante na demanda por etanol.

Na matriz logística brasileira, os investimentos em menor proporção e regionalizados, resultam no desenvolvimento de certas regiões produtoras em detrimento de outras.

4.3 CENÁRIO 3 – PESSIMISTA

O bioetanol brasileiro tem dificuldades de se estabelecer no mercado internacional. Apenas alguns países importam o produto brasileiro. Acordos assinados entre a União Europeia e países asiáticos suprem a demanda por este combustível nessas regiões. Os EUA assinam acordos com os países menores e mais propícios para a produção de etanol, como também reduzem as importações do Brasil.

Produtores mundiais de veículos não estão interessados na continuidade do veículo de combustível *flex* e direcionam os seus investimentos em pesquisas de motores movidos à eletricidade, e, principalmente, à energia solar. As vendas são regionalizadas, e o mercado internacional resiste em aceitar este veículo. Os custos de distribuição tornam pouco competitivo o bioetanol diante de outras fontes energéticas como a eletricidade. Os consumidores não incorporam hábitos de consumo de produtos ecologicamente corretos, não havendo posicionamento do tipo de combustível como um diferencial para o consumidor. A demanda por etanol brasileiro permanece essencialmente no mercado interno. Os problemas logísticos no Brasil continuam a existir e os investimentos são direcionados para outras frentes o que implica em gargalos no processo de logística.

A visualização dos cenários auxilia na definição de políticas e diretrizes estratégicas, que serão discutidas na próxima sessão.

5 CONCLUSÃO

De acordo com os cenários abordados, diversos são os fatores que poderão influenciar os rumos dos biocombustíveis. Assim, diante dos mais recentes movimentos da indústria automobilística, espera-se que o cenário realista (cenário 2) seja o que efetivamente poderá ocorrer no futuro projetado. Também, é relevante destacar que a indústria automobilística tem realizado constantes pesquisas no que se refere ao veículo movido à eletricidade, inclusive com alguns modelos já em fase de comercialização.

Contudo, o cenário do bioetanol encontra-se em um processo de maturação, sendo que a sua consolidação no mercado mundial passa pela promoção de algumas iniciativas, além da necessidade de estabelecer políticas e diretrizes importantes que apoiem os tomadores de decisões estratégicas da cadeia de suprimentos de energia renovável.

A produção e distribuição de biocombustíveis tornam-se grandes desafios para o planejamento, projeto e integração da cadeia de fornecimento. Os seguintes aspectos devem ser devidamente considerados: produção e logística; características técnicas e econômicas; impostos; política monetária; e incentivos fiscais em diferentes regiões e países. É necessário que haja um claro compromisso na relação público-privada, principalmente em relação às parcerias em projetos estratégicos de produção e logística do bioetanol brasileiro. Estes projetos incluem a infraestrutura necessária para a regulamentação de ações com os intermediários, transportadores, terminais intermodais e interfaces além do propósito de buscar um abastecimento estável e confiável de biocombustíveis.

No que diz respeito às questões ambientais e de integração existentes dentro dos sistemas naturais é obrigatória e fundamental a implantação imediata de ações para garantir e aumentar a sustentabilidade global do bioetanol, a partir da matéria-prima até o consumo final. Deve ser criado e mantido um canal de comunicação de longo prazo com os diversos atores e intervenientes, incluindo inspeções periódicas e de certificação. Bases claras para a sustentabilidade global são: a criação de zoneamento de produção de maneira estável e eficaz, garantindo um impacto mínimo sobre o meio ambiente (por exemplo, a reutilização de áreas degradadas, como pastagens), estudos relacionados à expansão da produção, desenvolvimento de capital humano, bem como a integração macro e micrologística.

Considerando a logística do bioetanol, o mercado e as características do contexto, é razoável considerar que uma rede de organizações é a melhor forma para enfrentar os desafios sistêmicos atuais e futuros. Esta afirmação baseia-se na neces-

sária integração de atores diversificados e complementares (em termos de conhecimentos, recursos e bens), a fim de melhorar a flexibilidade, consciência e capacidade de inovação. Além disso, é de se esperar a ocorrência de polinização cruzada entre as empresas e mercados, impulsionando positivamente as atuais tecnologias promissoras orientadas para o mercado de inovações.

A intensificação de pesquisas relacionadas aos biocombustíveis avançados e novas aplicações, além disso, incentivando o intercâmbio de experiências e tecnologias em busca da padronização e certificação do produto entre os diversos atores e países são estímulos importantes para consolidar o bioetanol no mercado global.

Nesse cenário, questões como: de que forma, em que ordem, em que circunstâncias e como os diversos atores (detentores de matérias-primas, por exemplo, empresas de processamento, pesquisa e desenvolvimento, empresas de logística e os grupos de energia) e as partes interessadas (públicas, entidades de Governo e dos agentes de regulação) irão agir para conseguir o fim desejado – para o setor privado, a vantagem competitiva e, para as entidades públicas, bem-estar sustentável – incorporam e representam grandes oportunidades de uma história que está sendo escrita.

Um estudo prospectivo, considerando a multiplicidade dos efeitos diretos e indiretos, bem como, as entidades privadas e públicas e demais partes interessadas que devem ser envolvidas, a fim de lidar com a complexidade existente, é definitivamente um grande desafio. Esta pesquisa aplicada poderia seguir uma estrutura de quatro fases: identificação de potenciais parceiros e estruturas de colaboração; identificação do foco principal, considerando os interesses das empresas; desenvolvimento de modelo descritivo personalizado e quadro de avaliação; e, proposição de um roteiro de implementação estratégica, incluindo ações viáveis para o aumento de vantagem competitiva.

Systemic challenges for innovative and sustainable energy supply chains

Abstract

The development of sustainable energy supply chains represents one of the most relevant challenges to our contemporary society. The dynamics of this evolution are conditioned by a broad array of positive and negative feedbacks. In this context, the present paper aims to approach systemic challenges for innovative and sustainable energy supply chains. Initially, a conceptual model of the innovation process in energy supply chains will be described. Then, using a scenario planning methodology, systemic challenges and potential overcoming strategies for the Brazilian bioethanol supply chain will be systematised. Finally, policies and guidelines for decision-makers of this energy supply chain will be proposed. Innovation tackling sustainable energy supply chains in a complex world will come to life along networks that properly deal with diversity and complemen-

tarity of knowledge, resources and assets. Today and in the decades to come, sustainable energy supply chains will represent a huge challenge for the integration of production and logistic networks.

Keywords: Energy. Supply chains. Innovation. Sustainability. Scenario planning. Integration of production and logistic networks.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. **Autoveículos – Produção por Tipo e Combustível**. Disponível em: <www.anfavea.com.br/tabelas.html>. Acesso em: 10 fev. 2012.

_____. **Logística de distribuição de combustíveis**, 2012. Disponível em: <www.sindicom.com.br>. Acesso em: 1 fev. 2012.

BARNEY, J. Firm resources and sustained competitive advantage. **Journal of Management**, n. 17, p. 771-792, 1991.

BEINHOCKER, E. D. **The origin of wealth: evolution, complexity, and the radical remaking of economics**. Boston: Harvard Business School Press, 2003.

GERMAN FEDERAL MINISTRY OF CONSUMER PROTECTION, NUTRITION AND AGRICULTURE. **Innovations in the production of Bioethanol and their implications for energy and greenhouse gas balances**, 2005. Disponível em: <www.hm-treasury.gov.uk/media/E7B/00/Schmitz-Henke-Klepper-2005.pdf>. Acesso em: 8 maio. 2007.

BOAVENTURA, J. M. G. et al. Método de construção de cenários: uma investigação do estado da arte. In: SEMINÁRIOS EM ADMINISTRAÇÃO, 7., 2004, São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo: USP, 2004.

CAIXETA-FILHO, V.; GAMEIRO, A. H. (Org.). **Transporte e Logística em Sistemas Agroindustriais**. São Paulo: Atlas, 2001.

CAMARINHA-MATOS, L. M.; AFSARMANESH, H. **Collaborative Networks: Value creation in a knowledge society**. Proceedings of PROLAMAT'06. Shanghai: Springer, 2006.

COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. A. Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. **Administrative Science Quarterly**, v. 35, p. 128-152, 1990.

DEMIRBAS, A. Progress and recent trends in biofuels. **Progress in Energy and Combustion Science**, v. 33, p. 1-18, 2007.

DIAS, A. C. A. M. et al. Flexibility and uncertainty in agribusiness projects: investing in a cogeneration plant. RAM, **Rev. Adm. Mackenzie**, v. 12, n. 4, p. 105-126, 2011.

FORRESTER, J. W. Industrial dynamics: a major breakthrough for decision makers. **Harvard Business Review**, v. 38, p. 37-66, 1958.

GALANAKIS, K. Innovation process: make sense using systems thinking. **Technovation**, v. 26, p. 1222-1232, 2006.

GATORNA, J. **Living supply chains**: alinhamento dinâmico de cadeias de valor. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

GOLDEMBERG, J. et al. **Biomass Bioenergy**, v. 26, p. 301, 2004.

GOLDEMBERG, J. Ethanol for a Sustainable Energy Future. **Science Magazine**, v. 315, p. 808, 2007.

GURGEL, A. C. Impactos da política americana de estímulo aos biocombustíveis sobre a produção agropecuária e o uso da terra. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, Brasília, DF: v. 49, n. 1, mar. 2011. Disponível em: <www.scielo.br>. Acesso em: 30 jan. 2012.

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. **Business Strategy for Sustainable Development**, Winnipeg, 1992.

_____. **Climate Change and Foreign Policy**: an exploration of options for greater integration, 2007. Disponível em: <www.iisd.org/publications>. Acesso em: 8 maio. 2007.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Summary for Policymakers: IPCC Fourth Assessment Report, Working Group III**, 2007. Disponível em: <www.ipcc.ch/SPM040507.pdf>. Acesso em: 7 maio. 2007.

KIM, L. **From imitation to innovation: The dynamics of Korea's technological learning**. Cambridge: Harvard Business School Press, 1987.

KOHLHEPP, G. Análise da situação da produção de etanol e biodiesel no Brasil. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 24, n. 68, 2010. Disponível em: <www.scielo.br/>. Acesso em: 30 jan. 2012.

MARTINS, A. L. C. **Logística e pricing na distribuição dos combustíveis no Brasil**. São Paulo: Aduaneiras, 2008.

MASIERO, G.; LOPES, H. Etanol e biodiesel como recursos energéticos alternativos: perspectivas da América Latina e da Ásia. **Rev. bras. polít. int.**, Brasília, DF: v. 51, n. 2, dez., 2008. Disponível em: <www.scielo.br/>. Acesso em: 30 jan. 2012.

MATHEWS, J. **A Biofuels Manifesto: Why biofuels industry creation should be 'Priority Number One' for the World Bank and for developing countries**, 2006. Disponível em: <www.gsm.mq.edu.au/facultyhome/john.mathews/>. Acesso em: 5 maio. 2007.

MILANEZ, A. Y. et al. Logística para o etanol: situação atual e desafios futuros. **BNDES Setorial**, v. 31, p. 49-98, 2010. Disponível em: <www.bndes.gov.br/>. Acesso em: 8 fev. 2012.

NELSON, R.; WINTER, S. **An evolutionary theory of economic change**. Cambridge: Belknap Press, 1982.

PECK, H. Drivers of supply chain vulnerability: an integrated framework. **Int. J. Physical Distribution Logistics Management**, v. 35: p. 210-232, 2005.

_____. Reconciling supply chain vulnerability, risk and supply chain management. **International Journal of Logistics: Research and Applications**, v. 9, n. 2, jun., p. 127-142, 2006.

PORTER, M. E. What is Strategy? **Harvard Business Review**, v. 74, n. 6, 1996.

REIJNDERS, L. Conditions for the sustainability of biomass based fuel use. **Energy Policy**, v. 34, p. 863-76, 2006.

SENGE, P. **The fifth discipline: the art & practice of the learning organization**. New York: Currency Doubleday, 1990.

STERMAN, J. D. Learning from Evidence in a Complex World. **American Journal of Public Health**, v. 96, n. 3, 2006.

STRUBEN, J. R.; STERMAN, J. Transition Challenges for Alternative Fuel Vehicle and Transportation Systems. **MIT Sloan Research Paper**, 2006. Disponível em: <<http://ssrn.com/abstract=881800>>. Acesso em: 26 jan. 2012.

SUNDBO, J. **The Theory of Innovation: Entrepreneurs, Technology and Strategy**, Cheltenham: Edward Elgar, 1998.

THE ECONOMIST. **A Bargain**. Disponível em: <www.theeconomist.com>. Acesso em: 4 maio. 2007.

TIDD, J. et al. **Managing Innovation. Integrating Technological. Market and Organisational Change**, Chichester: John Wiley & Sons Inc., 1997.

UNIÃO DOS PRODUTORES DE BIOENERGIA. **Exportações brasileiras de etanol**, 2012a. Disponível em: <www.udop.com.br/index.php?item=comercio_exterior>. Acesso em: 1 fev. 2012.

_____. **Produção brasileira de etanol**, 2012b. Disponível em: <www.udop.com.br/index.php?item=safra>. Acesso em: 1 fev. 2012.

UNIÃO DOS PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR. 2012a. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/dadosCotacao/estatistica>>. Acesso em: 2 fev. 2012.

_____. 2012b. Disponível em: <www.unica.com.br/FAQ/>. Acesso em: 6 fev. 2012.

UNITED NATIONS. **Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future**, Oxford University Press, 1987.

UTTERBACK, J. **Mastering the Dynamics of Innovation. How Companies Can Seize Opportunities in the Face of Technological Change**. Boston: Harvard Business School, 1994.

VAN DER HEIJDEN, K. **Planejamento por cenários: a arte da conversação estratégica**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

WRIGHT, J. T. C.; SPERS, R. G. O país no futuro: aspectos metodológicos e cenários. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 20, n. 56, 2006. Disponível em: <www.scielo.br>. Acesso em: 9 fev. 2012.

ZAHRA, S. A.; GEORGE, G. Absorptive Capacity: A Review, Reconceptualization and Extension. **Academy of Management Review**, v. 27, n. 2, p. 185-203, 2002.

Recebido em 24 de abril de 2012

Aceito em 16 de julho de 2012