
CENÁRIOS TECNOLÓGICOS PARA A DEMANDA POR CANA-DE-AÇÚCAR

Ana Paula Paes Leme Barbosa

Mestranda em Administração de Empresas

Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de São Paulo

Universidade de São Paulo, Brasil

Wilian Gatti Júnior

Doutorando em Administração de Empresas

Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de São Paulo

Universidade de São Paulo, Brasil

RESUMO

A partir da primeira década dos anos 2000, percebe-se um aumento das discussões a respeito do tema da sustentabilidade, em que se enquadra o tema da bioenergia, no qual o Brasil tem chamado atenção pelos avanços na indústria do etanol. Avanços na tecnologia de motores refletiram novas oportunidades para essa indústria e, de acordo com o Plano Decenal de Energia Elétrica para 2019 elaborado pelo Ministério de Minas e Energia, há uma expectativa de aumento na demanda de etanol em 90% até 2019 (Brasil, 2010). No entanto novas tecnologias de conversão e de uso da cana-de-açúcar e o contexto complexo no qual se insere essa indústria adicionam incertezas a esse setor. Foi com o objetivo de discutir e colocar as incertezas na agenda dessa indústria que neste trabalho se propôs elaborar e discutir cenários prospectivos para a demanda por cana-de-açúcar. Quatro cenários com diferentes perspectivas de avanço tecnológico e de desenvolvimento de mercados foram elaborados e discutidos na conclusão do trabalho.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar. Cenários. Etanol. Demanda.

ABSTRACT

From the first decade of the 2000s, it is clear that there is an increase in discussions involving sustainability, including the bioenergy issue, to which Brazil has drawn the attention due to advances in the ethanol industry. Advances in engine technology reflected new opportunities for this industry and, according to the Ten-Year Energy Plan for 2019 developed by the Ministry of Mines and Energy, there is an expected increase in demand for ethanol of 90% by 2019 (Brazil, 2010). However, new technologies for the conversion and use of sugarcane and the complex context of this industry add uncertainties to this sector. Aiming to discuss and include the uncertainties on the agenda of this industry, this study proposes to elaborate and discuss prospective scenarios to the demand for sugarcane. Four scenarios with different perspectives of technological advance and market development were elaborated and discussed in the conclusion.

Keywords: Sugarcane. Scenarios. Ethanol. Demand.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento na demanda por cana-de-açúcar está previsto no Plano Decenal de Energia Elétrica com expectativa de aumento de aproximadamente 90% na demanda de etanol entre 2010 e 2019 e 3% ao ano na de açúcar. Frente a esse cenário, projeta-se a necessidade de investimento em novas destilarias, na agricultura e em infraestrutura, derivando em um plano de investimentos do setor.

No entanto a previsão da demanda não apresenta uma discussão a respeito dos vários cenários prospectivos e com os quais se possam colocar

as incertezas na agenda do setor. Esse tipo de análise considera o futuro marcado por incertezas e descontinuidades e seu estudo pode auxiliar na tomada de decisões para a escolha da melhor maneira de enfrentar a incerteza.

A inovação tecnológica apresenta-se como uma incerteza passível de provocar grandes modificações no setor, podendo influenciar uma série de atores econômicos em diferentes formas (Abernathy, 1985). Apesar de a energia renovável ainda representar uma pequena parcela da demanda mundial (nos Estados Unidos somente 8% da energia é proveniente de fontes renováveis, conforme Figura 1), pesquisas em eficiência energética e em energia renovável, estão sendo feitas em vários países, com a participação de universidades e empresas. Nos Estados Unidos, por exemplo, para o ano fiscal de 2011, o orçamento em eficiência energética e energia representava aproximadamente 56% do orçamento em energia, reforçando a relevância estratégica desse setor e o potencial de que significativos avanços sejam alcançados. O sucesso nessas pesquisas e na difusão das tecnologias pode impactar nos vários setores relacionados, como é o caso do produtor de cana-de-açúcar, que pode desde enfrentar a concorrência com substitutos até mesmo desenvolver-se em novos mercados, dependendo de como o cenário evolua.

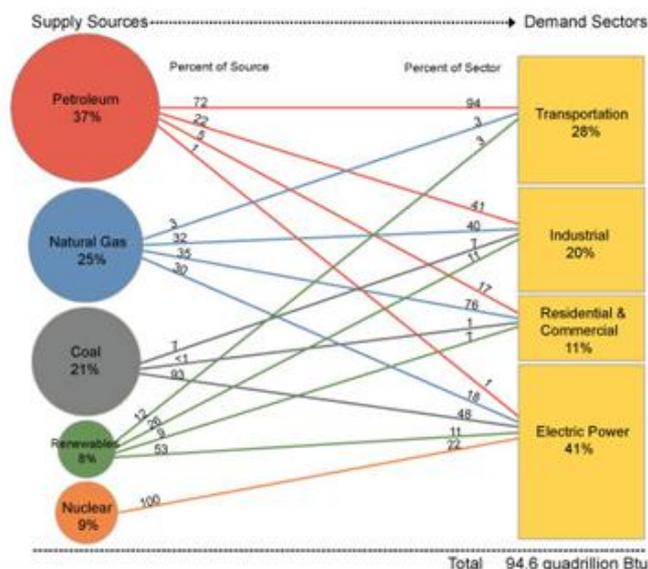


Figura 1: Fluxo da fonte primária de energia nos EUA por fonte e setor em 2009

Fonte: Energy Information Administration – EIA (2010)

Utilizando a teoria de elaboração de cenários, este artigo tem o objetivo de identificar possíveis cenários tecnológicos para a demanda da cana-de-açúcar em 2020.

2 O SETOR SUCROALCOOLEIRO NO BRASIL

A cana-de-açúcar é matéria-prima para múltiplos produtos como o etanol carburante (hidratado e anidro), o etanol não carburante (usado na indústria farmacêutica, em cosméticos etc.), sendo os de destaque, pelo grau de participação no consumo desse insumo, o etanol e o açúcar.

As usinas brasileiras trabalham em um modelo de produção flexível entre os produtos açúcar e etanol, estando o direcionador para a decisão de produção relacionado, entre outros fatores, à estratégia comercial das usinas mistas, a qual depende da relação entre os preços dos dois produtos. No Gráfico 1, apresenta-se a projeção de demanda entre esses dois derivados principais e verifica-se a diminuição da proporção de uso de cana para o açúcar em uma expectativa de menor crescimento desse mercado em relação ao crescimento do mercado de etanol.

Destaca-se, entretanto, a existência de concorrência entre os derivados, o que pode ser demonstrado historicamente quando, na década de 1980, a alta internacional do preço do açúcar e o baixo preço do etanol doméstico levaram à crise do etanol, provocando falta de produto no mercado nacional e problema de confiança da população na capacidade de fornecimento de etanol (Nascimento et al., 2010a).

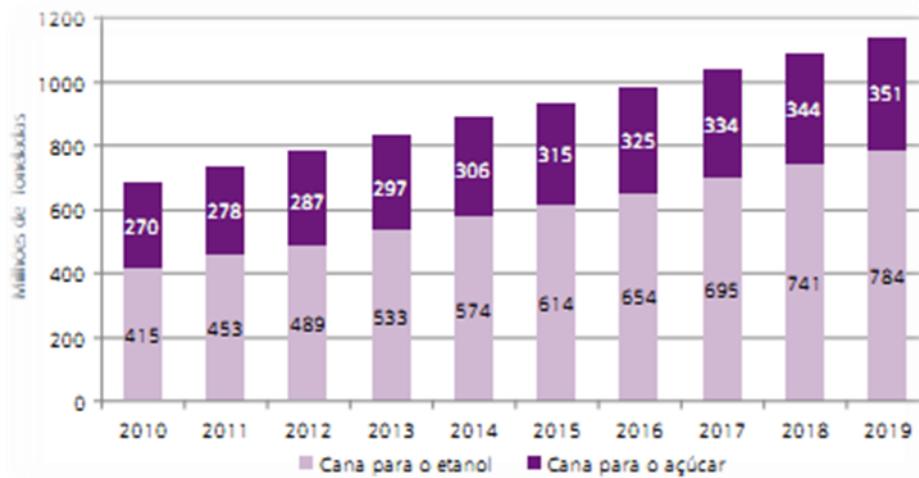


Gráfico 1: Projeção do uso de cana-de-açúcar no Brasil

Fonte: Brasil (2010)

2.1 MERCADO DE COMBUSTÍVEL NO BRASIL

A entrada do etanol como combustível automotivo data da década de 1930 como mistura à gasolina em volumes definidos pela legislação; passa pelo crescimento da produção com a tecnologia de motores a etanol com o primeiro modelo de automóvel de massa em 1978; enfrenta a concorrência com o preço internacional do açúcar na década de 1980, que provoca a migração da população para veículos a gasolina e com a tecnologia de motores flex (a etanol e/ou a gasolina) e tem-se novamente o crescimento da demanda por etanol que fica balizada pela relação de 70% do preço da gasolina na preferência do consumidor. Os Gráficos 2 e 3 apresentam, respectivamente, a produção de etanol no Brasil e a dominância da arquitetura de veículos flex, refletindo o impacto da nova tecnologia no mercado de etanol.

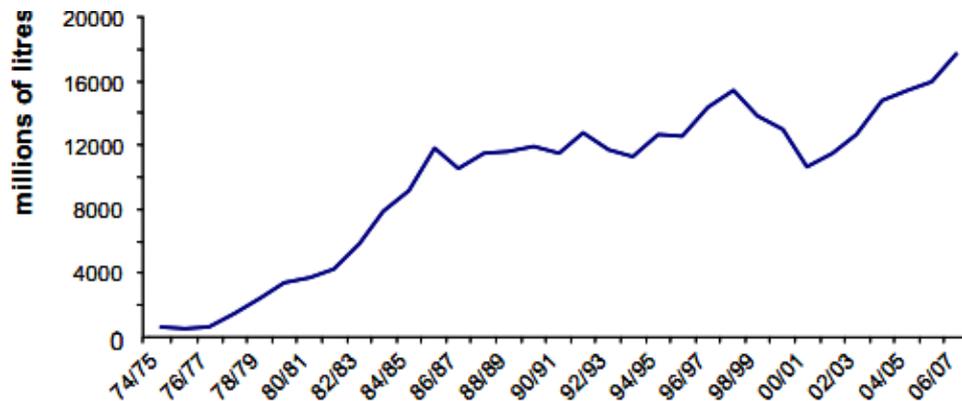


Gráfico 2: Produção de etanol no Brasil

Fonte: Revista Exame (2008, citado por Nascimento et al., 2010b)

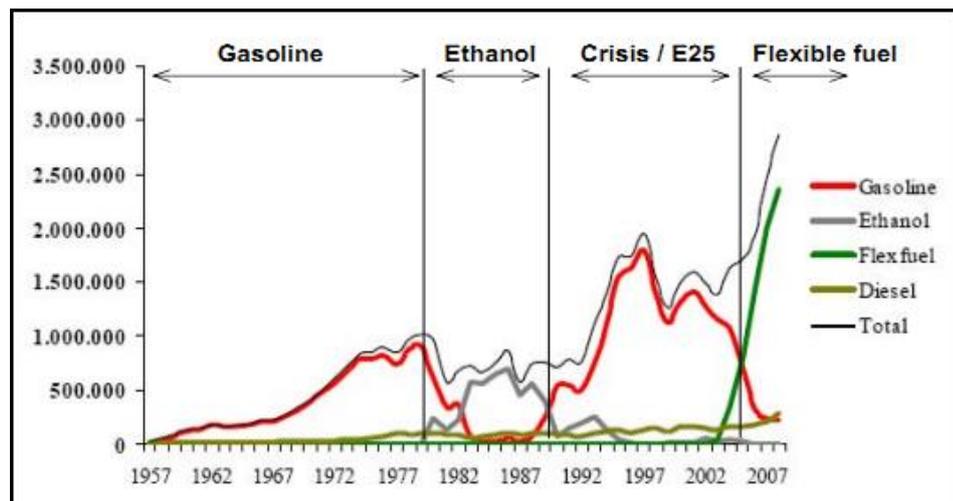


Gráfico 3: Dominância da arquitetura de veículos de combustível flex no Brasil

Fonte: Nascimento et al. (2010a)

A expectativa para os próximos 10 anos, segundo dados do Brasil (2010), é a manutenção do crescimento da participação dos veículos flex no total da frota brasileira, conforme o Gráfico 4.

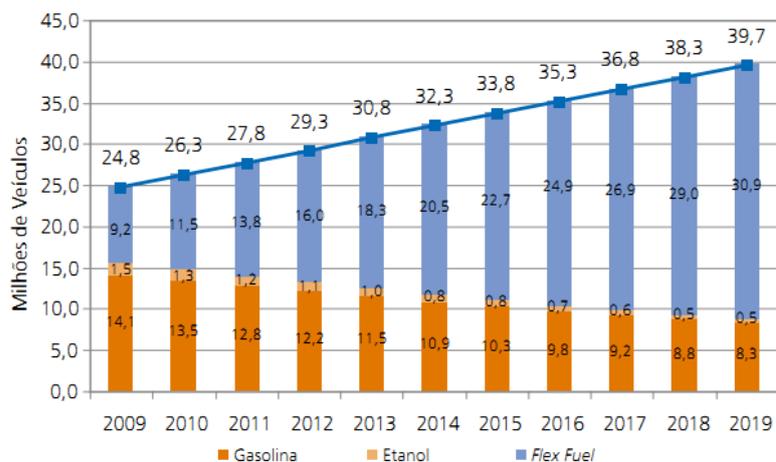


Gráfico 4: Perfil da frota de veículos leves por combustível no Brasil
Fonte: Brasil (2010)

Na projeção da demanda por tipo de combustível, há uma expectativa de superação do etanol frente ao uso da gasolina, conforme Gráfico 5. Nessa projeção, não se deve esquecer, entretanto, a dependência da relação de preço na ordem de 70% entre etanol e gasolina na preferência do consumidor.

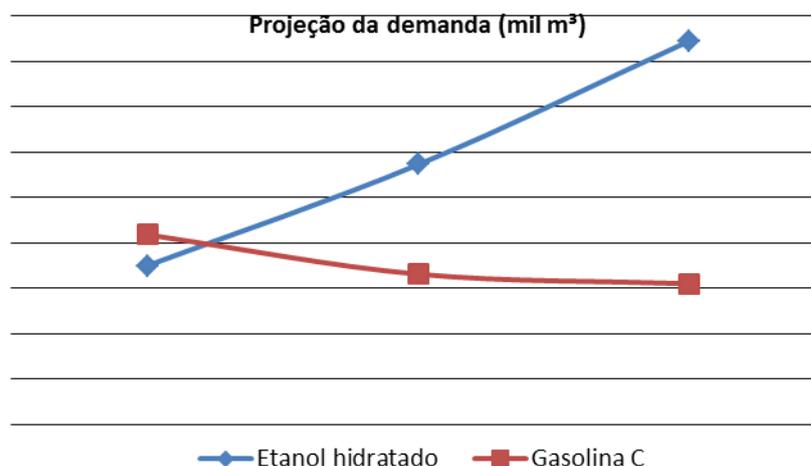


Gráfico 5: Projeção da demanda (mil m³)
Fonte: Brasil (2010), elaborado pelo autor.

Com essa expectativa de crescimento do mercado de etanol, a produção da cana-de-açúcar que atualmente é destinada na ordem de 60% para a produção de etanol deve chegar a aproximadamente 70% para esse

uso, dos quais 81% são destinados a etanol carburante no país e 15% à exportação.

2.2 TECNOLOGIA DE MOTORES

O desenvolvimento da tecnologia de motores para utilização do etanol como combustível em mercados até então concentrados em diesel e gasolina, como no caso de caminhões, desenvolve um novo nicho de mercado por um refinamento da tecnologia, impactando em uma demanda incremental no sistema de produção. Assim como demonstrado no Gráfico 3, o desenvolvimento dos motores flex permitiu a expansão do uso do etanol em veículos leves e atualmente é o grande direcionador do crescimento da demanda futura pelo combustível, mas a evolução da tecnologia de motores em outros equipamentos e veículos poderá levar à expansão da demanda pelo combustível.

Por outro lado, o sucesso em outras tecnologias de veículos, como o carro elétrico, poderá no futuro impactar negativamente na demanda pelo etanol. No entanto, essa tecnologia não está considerada de forte impacto na demanda pelo etanol para o horizonte deste trabalho.

2.3 CONSEQUÊNCIAS NA PRODUÇÃO

Atender a essas projeções de crescimento na demanda de etanol significa ampliar a capacidade produtiva atualmente disponível na ordem de aproximadamente 11 novas usinas ao ano, entre 2013 e 2019, conforme Tabela 1. Essa projeção já considera aumento na capacidade média de produção em relação às usinas atuais. A ordem de investimento prevista para o período decenal é de R\$58bilhões, considerando um custo de investimento médio na de R\$150/tc (Brasil, 2010).

Ano	Incremento de Etanol (bilhões de litros)	Nº usinas necessárias
2013*	2,54	9
2014	3,37	12
2015	3,28	11
2016	3,29	11
2017	3,29	9
2018	3,81	11
2019	3,36	10

Tabela 1: Estimativa para o atendimento do incremento da demanda
Fonte: Brasil (2010)

Além do crescimento em número de usinas, é também necessário o aumento da área colhida em aproximadamente 50% em 10 anos (Brasil, 2010). Nessa projeção também já se consideram ganhos de produtividade em aproximadamente 18%.

Com tudo isso, há grande perspectiva de expansão do mercado de etanol com foco no mercado interno de combustíveis. Nessa expectativa, a expansão depende basicamente de aumento da produção da matéria-prima no campo, portanto com expansão da agricultura brasileira e da capacidade de instalada de usinas para a conversão da matéria-prima na *commodity* desejada.

3 A INFLUÊNCIA DA TECNOLOGIA NO DESENVOLVIMENTO DE MERCADOS

Estudos relacionados à inovação tecnológica são apresentados há décadas em diversos recortes teóricos. A importância da inovação deve-se a fatores críticos como a intensa competição, a sofisticação dos mercados e a rápida mudança tecnológica (Clark & Wheelwright, 1993, citado por Dacorso, 2000).

Entre as pesquisas de grande reconhecimento da área está o trabalho dos ciclos de vida da tecnologia de Abernathy e Utterback (1988), que apresenta os níveis de inovação ao longo do tempo divididos em inovação de produto, crescente até atingir o *design* dominante, e inovação de processo, caracterizada por melhorias incrementais na produtividade. Esse caminho evolutivo da inovação tecnológica na indústria tem

consequências tanto nos aspectos produtivos da organização (ambiente interno) (Clark & Wheelwright, 1993, citado por Dacorso, 2000), como no mercado em que ela atua (Abernathy & Clark, 1985).

Essas consequências, no entanto, diferem pelo tipo ou grau de inovação, demonstrando que seus efeitos não são homogêneos. Enquanto algumas inovações tornam as competências existentes obsoletas, outras influenciam a melhoria da *performance*. Assim também, enquanto uma inovação contribui na criação de novos mercados, outras permitem a ampliação do mercado existente. Para ilustrar a relação entre a tecnologia e o mercado, Abernathy e Clark (1985) propuseram uma tipologia em quatro divisões: arquitetônica, criação de nicho, regular e revolucionária, as quais estão apresentadas na Figura 2.

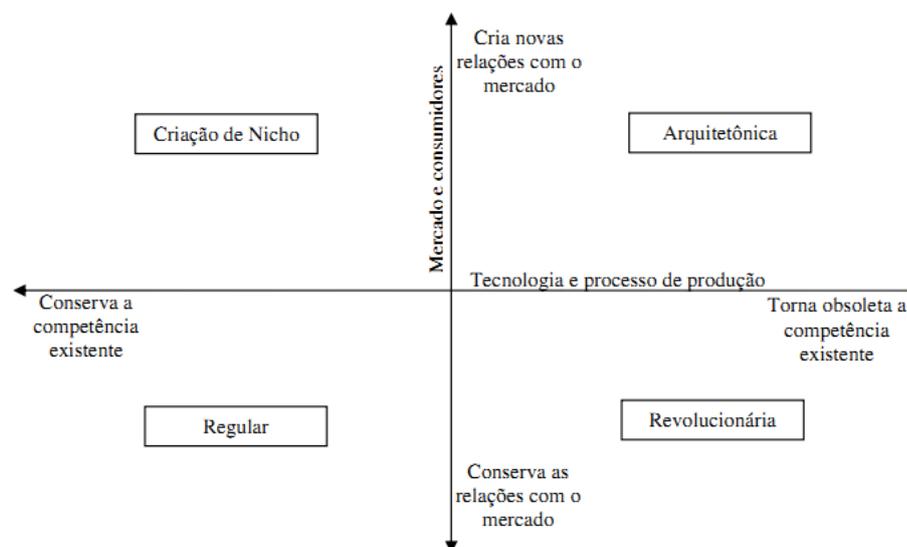


Figura 2: Mapa de transiliência

Fonte: Abernathy e Clark (1985)

Nesse modelo, os autores procuraram apontar os efeitos da inovação na vantagem dos atuais e potenciais competidores ao propor um intervalo que varia entre dois extremos, um conservador e outro radical, tanto para o grau da inovação na tecnologia quanto para a inovação no mercado.

No extremo da criação de novas relações de mercado, estão as inovações arquitetônicas e de criação de nicho. Nessa faixa novos grupos de consumidores são atraídos e mercados são criados, mas, para atender a essas novas necessidades, são necessários novos canais de distribuição, novos serviços e novas formas de comunicação (Abernathy & Clark, 1985).

No extremo da inovação em tecnologia e processo de produção, estão as inovações arquitetônicas e revolucionárias. Nessa faixa abrem-se novas relações com fornecedores, há uma extensiva substituição de materiais, de novos sistemas de produção e novas competências são necessárias (Abernathy & Clark, 1985).

A inovação arquitetônica é a que apresenta maior grau de inovação nas duas variáveis, mercado e tecnologia, portanto demanda novas competências técnicas e o desenvolvimento de novas relações com o mercado.

Essa estrutura proposta por Abernathy e Clark (1985) aplicada ao setor sucroalcooleiro permite apontar dois extremos de desenvolvimento tecnológico (variável que se está observando neste trabalho), um radical que levaria à modificação das competências existentes e nesse sentido se destacam as pesquisas em 2ª geração (conversão de celulose), a qual permite a utilização de outros materiais, que não a sacarose, na produção de etanol; e o outro extremo em que se mantêm as competências existentes. Do outro lado, no eixo do mercado, o desenvolvimento da tecnologia poderá permitir a diversificação dos mercados da cana-de-açúcar, e, naquele em que a álcoolquímica ganha maior relevância, haverá uma crescente importância no desenvolvimento de novas competências com o mercado.

4 A METODOLOGIA DE CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS

Olhar para o futuro e prever os acontecimentos poderia auxiliar a tomada de decisão por eliminar as incertezas do caminho. Entretanto, dada essa impossibilidade, a técnica de construção de cenários vem auxiliar na

descrição de situações futuras que sejam plausíveis e consistentes (Wright & Spers, 2006) e que irão auxiliar gestores e líderes no planejamento das ações e preparação para mudanças de direção.

Para Alan Porter et al. (1991), os cenários são recortes de alguns aspectos do futuro, e o enfoque deve ser aquele que possua maior relevância para o prognóstico desejado. Goded (1993 citado por Wright & Spers, 2006) destaca a construção de cenários como uma descrição detalhada de uma situação futura, que deve considerar as ações dos principais atores e a probabilidade estimada de eventos incertos, os quais devem ser articulados para que seja realizada uma passagem do estado atual para o estado futuro.

Outro autor de destaque nessa temática é Schoemaker (1995) que apresenta a técnica de construção de cenários como um processo estruturado de imaginar futuros possíveis. Para essa estruturação, dois elementos fundamentais, utilizados por vários autores, são: a análise das tendências e das incertezas ambientais, que seriam as variáveis-chave para a construção de roteiros futuros (Raele, 2010).

A construção de uma visão do futuro pode variar de uma estrutura extrapolativa, que utiliza ferramentas quantitativas que sigam uma tendência natural de evolução; pode adotar ou um formato exploratório, como a consulta a especialistas, ou um modelo normativo. A construção de cenários propõe uma visão pluralista do futuro. Conforme a Figura 3, considera-se que forças propulsoras atuam sobre as variáveis do sistema, bem como existem limites naturais ou sociais (Wright & Spers, 2006, citado por Silva, 2010).

Forças sociais, econômicas, tecnológicas,
políticas; não basta extrapolar índices.

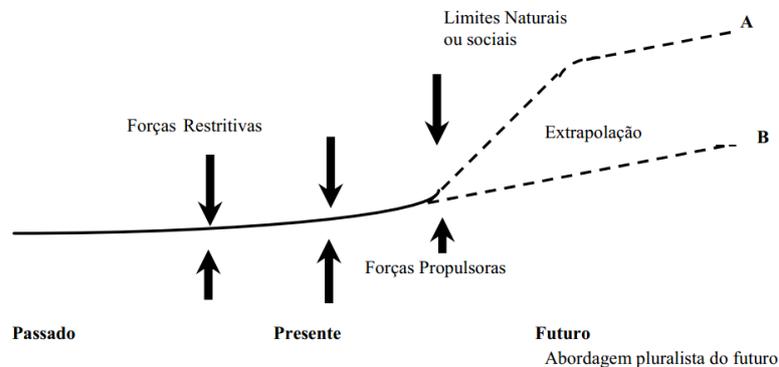


Figura 3: Visão esquemática do conceito de cenários

Fonte: Wright e Spers (2006, citado por Silva, 2010)

5 MODELO TEÓRICO E METODOLOGIA

A abordagem utilizada considera que os cenários não têm o foco de prever o futuro, mas objetivam ser uma fonte de informações e entendimento para as decisões a serem tomadas no presente para que o objetivo futuro seja atingido.

O trabalho foi desenvolvido seguindo os passos propostos por Wright e Spers (2006) para a construção de cenários: 1) definição do escopo e objetivo dos cenários; 2) identificação das variáveis, tendências e eventos fundamentais; 3) estruturação das variáveis dos cenários; 4) projeção dos estados futuros das variáveis e sua probabilidade de ocorrência; 5) identificação dos temas motrizes dos cenários; 6) montagem de uma matriz morfológica para cada cenário; 7) redação e validação dos cenários.

Como a demanda por cana-de-açúcar já é um tema bastante discutido na literatura, utilizaram-se dados secundários para identificação das variáveis e estudo de tendências. Da mesma forma, muitas pesquisas estão abordando o desenvolvimento tecnológico para o setor de energia e assim muitos dados estão disponíveis na literatura. No entanto um estudo conjunto, que discuta possíveis cenários tecnológicos com influência na

demanda de cana-de-açúcar, ainda não está esgotado e é com esse enfoque que este trabalho foi desenvolvido.

Seguindo as etapas do modelo de Wright e Spers (2006), definiram-se:

a) Escopo e objetivo dos cenários: implicações futuras na demanda por cana-de-açúcar decorrente do desenvolvimento da tecnologia, com horizonte de tempo em 2020. Com relação aos *stakeholders*, destacam-se os governos, a indústria (destilarias, álcoolquímica e grupos produtores de etanol), institutos de pesquisa (nacionais e internacionais) e entidades de defesa do setor. O horizonte de tempo para esse trabalho é 2020, visto que o último Plano Decenal de Energia considera essa data.

b) Variáveis, tendências e eventos fundamentais: com base em discussões com estudiosos na área de bioenergia e levantamento na literatura, como o trabalho de Silva (2010), relacionaram-se as seguintes variáveis como aquelas que podem impactar a demanda por cana-de-açúcar considerando a evolução tecnológica:

- desenvolvimento tecnológico em álcoolquímica;
- desenvolvimento das tecnologias em motores;
- desenvolvimento tecnológico de outras matérias-primas
- preços internacionais do petróleo;
- preços internacionais do açúcar;
- elevação dos preços de outros coprodutos;
- demanda e preço do etanol;
- política energética dos países;
- política ambiental;

c) Estruturação das variáveis dos cenários: as variáveis foram estruturadas demonstrando relação de causa e efeito entre elas

e foram identificadas, em linhas horizontais de baixo para cima, em: variáveis causais, intermediárias e resultante, respectivamente.

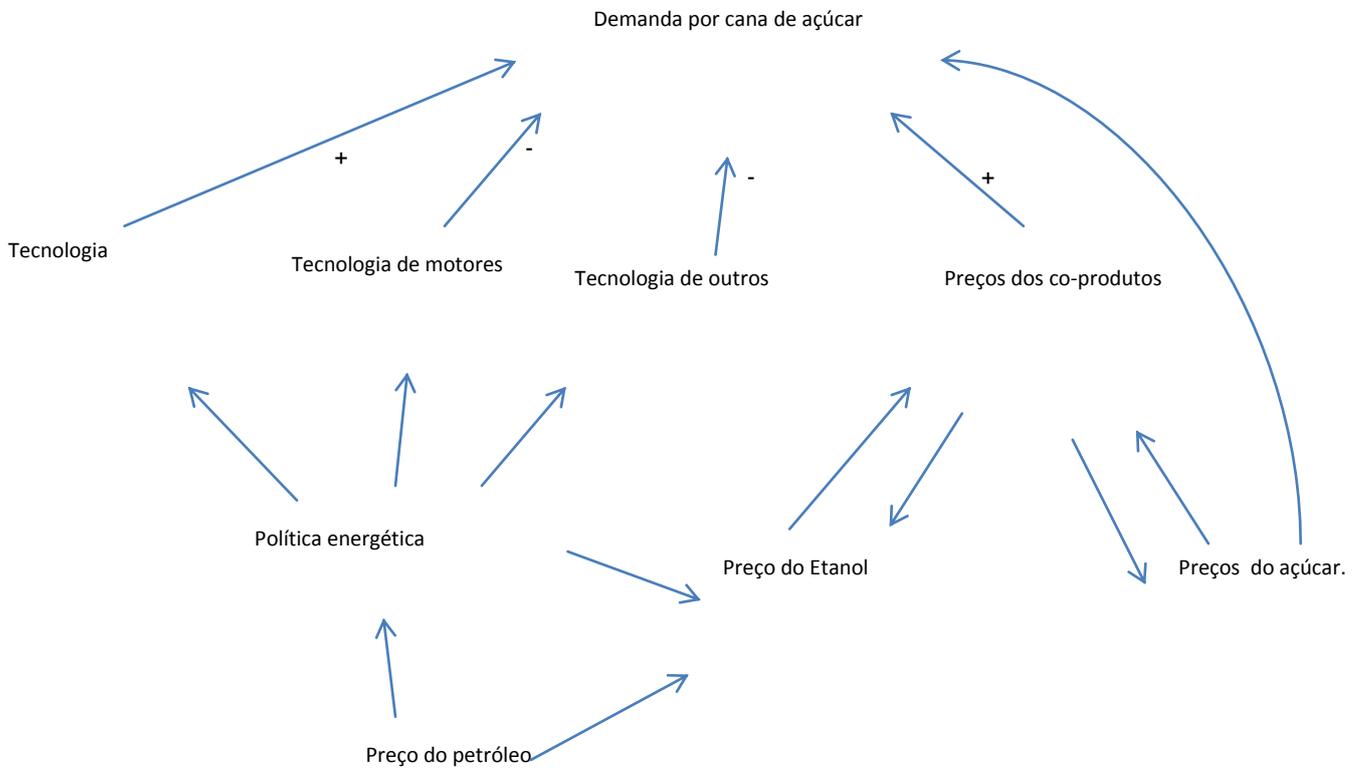


Figura 4: Estruturação das variáveis

d) Projeção dos estados futuros: para cada variável, foram avaliados quatro estados futuros que serão a base para a análise morfológica.

	Estado futuro 1	Estado futuro 2	Estado futuro 3	Estado futuro 4
Desenvolvimento tecnologia alcoolquímica	Sem evolução na utilização de cana na alcoolquímica	Poucos produtos utilizando a cana na alcoolquímica	Diminuição da utilização da cana na alcoolquímica	Muitos produtos utilizando a cana na alcoolquímica
Desenvolvimento da tecnologia de motores	Sem evolução na tecnologia de motores para a utilização de etanol de cana	Substitutos à tecnologia de combustão a etanol conquistam mercado	Alguma evolução na tecnologia de motores a etanol	Grande evolução na tecnologia de motores a etanol
Desenvolvimento tecnologia de outros materias (matérias-primas:celulose)	Sem viabilização para novas matérias-primas (substitutos)	Viabilização ocorre de forma moderada.	Alguma viabilização na tecnologia de 2ª geração	Viabilização de outras matérias-primas na produção de etanol
Preços internacionais do petróleo	Mantém-se os preços atuais	Preços tem pequena elevação	Preços caem	Preços tem grande elevação
Preços internacionais do açúcar	Mantém-se os preços atuais	Preços tem pequena elevação	Preços caem	Preços tem grande elevação
Preços de co-produtos	Mantém-se os preços atuais	Preços tem pequena elevação	Preços caem	Preços tem grande elevação
Preços do etanol	Mantém-se os preços atuais	Preço tem pequena elevação	Preços caem	Preço têm grande elevação
Política energética dos países (EUA e EU)	Mantém a participação dos biocombustíveis na matriz anergética nos patamares atuais	Pequena elevação da participação dos biocombustíveis na matriz anergética	Diminuição da participação dos biocombustíveis na matriz energética	Grande aumento na participação dos biocombustíveis na matriz energética

Quadro 1: Estado futuro das variáveis

d) Identificação de temas motrizes: os temas foram definidos com base em duas incertezas principais: o desenvolvimento tecnológico irá viabilizar substitutos para a cana-de-açúcar? e, ainda em relação à tecnologia, a alcoolquímica é um novo mercado de grande potencial para a cana-de-açúcar?

- Cenário 1: Cana-de-açúcar Multimercados
- Cenário 2: Cana-de-açúcar – um biocombustível em expansão
- Cenário 3: Cana-de-açúcar – matéria-prima para a alcoolquímica
- Cenário 4: Cana-de-açúcar – uma opção de matéria-prima

Esses quatro cenários foram elaborados, nessa ordem, visando identificar um cenário prescritivo, um cenário mais provável e outros dois exploratórios.

f) Montagem da matriz morfológica para cada cenário

	Cenário 1: Multi-mercado	Cenário 2: Biocombustível em expansão	Cenário 3: Matéria-prima para a álcoolquímica	Cenário 4: Uma opção de matéria-prima
Desenvolvimento tecnológico em álcoolquímica	Pequeno aumento nos produtos utilizando a cana na álcoolquímica	Sem evolução na utilização de cana na álcoolquímica	Muitos produtos utilizando a cana na álcoolquímica	Sem evolução na utilização de cana na álcoolquímica
Desenvolvimento da tecnologia de motores	Alguma evolução na tecnologia de motores a etanol	Alguma evolução na tecnologia de motores a etanol	Substitutos à tecnologia de combustão a etanol conquistam mercado	Sem evolução na tecnologia de motores para a utilização de etanol de cana
Desenvolvimento tecnologia de outros matérias (matérias-primas:celulose)	Sem viabilização para novas matérias-primas (substitutos à cana)			Viabilização de outras matérias-primas na produção de etanol
Preços do petróleo	Mantém-se os preços atuais	Preços tem grande elevação	Preços caem	Preços tem grande elevação
Preços do açúcar	Mantém-se os preços atuais ou Preços caem	Preços tem pequena elevação	Preços caem	Preços caem
Preços de co-produtos	Mantém-se os preços atuais	Preços tem grande elevação	Mantém-se os preços atuais	Mantém-se os preços atuais
Preços do etanol	Mantém-se os preços atuais	Preço tem grande elevação	Preços caem	Preços caem
Política energética dos países (EUA e EU)	Mantém a participação dos biocombustíveis na matriz energética nos patamares atuais	Grande aumento na participação dos biocombustíveis na matriz energética	Diminuição da participação dos biocombustíveis na matriz energética	Grande aumento na participação dos biocombustíveis na matriz energética

Quadro 2: Matriz morfológica dos cenários

6 DISCUSSÃO DOS CENÁRIOS

6.1 CENÁRIO 1: A CANA-DE-AÇÚCAR COMO MATÉRIA-PRIMA MULTIMERCADO

Este primeiro cenário considera que haverá alguma evolução tecnológica tanto em álcoolquímica quanto na tecnologia de motores a etanol, o que irá levar à expansão da demanda por cana-de-açúcar tanto

pelos novos derivados, como pela expansão de novos motores aptos à utilização de etanol. No entanto não se prevê um aumento significativo nos preços do petróleo a ponto de deslocar o uso desse combustível para o etanol. Nesse cenário considera-se que Estados Unidos e Europa não farão grandes modificações em suas políticas energéticas, o que não deve, portanto, modificar as relações de uso dos combustíveis atuais. Sabendo-se que os biocombustíveis líquidos representam atualmente 1% da energia usada em transporte no mundo (EIA, 2008, citado por Rajagopal, 2009), espera-se que, nesse primeiro cenário, não haja modificação nesse domínio dos combustíveis fósseis. Assim, a demanda pela cana-de-açúcar deve continuar crescendo e obedecendo a oscilações naturais dos preços do petróleo e do açúcar, com algum aumento provocado por diversificação de mercado e por venda de novos veículos com a tecnologia flex.

6.2 CENÁRIO 2: A CANA-DE-AÇÚCAR COMO MATÉRIA-PRIMA PARA BIOCOMBUSTÍVEIS

Um grande motor deste cenário é o aumento dos preços do petróleo que deverá impactar, conforme apresentado na estruturação das variáveis, o preço do etanol e a política energética dos países. Nesse contexto, o etanol é beneficiado por sua relação de preço com a gasolina (70%) e, dado o grande mercado de veículos flex já existente que deve a parcela de uso da gasolina para o etanol, já se pode apontar um aumento considerável da demanda por cana-de-açúcar para a produção desse produto. Além disso, a política energética dos países, ao beneficiar o uso de combustíveis renováveis, deve também incentivar o aumento do uso do etanol. Nesse contexto, um aumento da capacidade produtiva torna-se imprescindível para a viabilidade e expansão do combustível, pois uma pressão muito forte da demanda sem capacidade de atendimento desta, pode impactar o preço do etanol e sua relação limite com a gasolina.

Nesse cenário, considerado como provável no estudo, a tecnologia que possui influência na ampliação da demanda por cana-de-açúcar é a tecnologia de motores que utilizam o etanol combustível. Foi justamente

essa tecnologia que permitiu a expansão do uso do etanol em veículos leves e é atualmente o grande direcionador do crescimento da demanda futura. Já com relação à evolução na tecnologia alcoolquímica, nesse cenário não se espera um avanço suficiente a ponto de deslocar o uso principal da cana-de-açúcar para o etanol.

E vale considerar que não se prevê, nesse cenário, a evolução da tecnologia de novos materiais para a produção de etanol. A viabilização comercial da tecnologia de segunda geração para a produção de etanol irá diminuir a pressão na demanda pela cana-de-açúcar ao permitir que novas matérias-primas estejam disponíveis.

6.3 CENÁRIO 3: A CANA-DE-AÇÚCAR COMO MATÉRIA-PRIMA PARA A ALCOOLQUÍMICA

O avanço na tecnologia de uso da cana-de-açúcar para produção de alcoolquímica pode provocar impactos significativos na demanda pela matéria-prima. Alguns avanços já foram realizados nesse novo setor, como a produção do farneseno, um intermediário químico para a produção de vários produtos, entre eles o diesel de cana-de-açúcar, e o desenvolvimento comercial do eteno verde. Dado o tamanho do mercado mundial desses outros coprodutos da cana, esse cenário provoca a possibilidade de o avanço na tecnologia provocar o deslocamento do uso da cana-de-açúcar do etanol e do açúcar para produtos entrantes.

6.4 CENÁRIO 4: A CANA-DE-AÇÚCAR APENAS COMO UMA OPÇÃO DE MATÉRIA-PRIMA

Esse cenário é fortemente embasado no sucesso das pesquisas com utilização de outros materiais para produção de etanol. As pesquisas nessa área concentram-se na conversão de celulose (presente em resíduos da agricultura, das cidades, das florestas) em etanol. A consequência do sucesso desse cenário é a ampliação das opções de matéria-prima para produção de combustível e, conseqüentemente, um impacto negativo na demanda pela cana-de-açúcar. Para as destilarias do futuro, esse cenário

implica aumentar a flexibilidade da produção para um número maior de matérias-primas.

7 CONCLUSÃO

O desenvolvimento tecnológico pode provocar mudanças nas previsões de demanda por cana-de-açúcar, causando tanto elevação superior aos valores previstos no Plano Decenal de Energia Elétrica (Brasil, 2010) dada a entrada em novos mercados com grande potencial de consumo, como grande diminuição da demanda da cana-de-açúcar devido a uma substituição desta por outros materiais. A definição dos volumes de cada cenário é dada por fatores que envolvem os mercados a serem abertos e a capacidade destes de deslocarem a utilização da matéria-prima atual para seus produtos, o que envolve a relação de preço entre esses produtos.

O mapa de transiliência (Abernathy & Clark, 1985) ilustra bem os cenários discutidos e sua relação com o desenvolvimento da tecnologia e a criação de novos mercados. Pode ser interessante traçar um paralelo entre as divisões criação de nicho, regular, arquitetônica e revolucionária do mapa e os cenários 1, 2, 3 e 4, respectivamente, o que vem auxiliar na compreensão da necessidade do desenvolvimento de novas competências de acordo com o cenário que venha a tornar-se predominante.

Cada cenário traz consequências específicas para o setor e, mesmo que um deles se apresente como mais provável, é relevante que todos, dado que são plausíveis, estejam nas discussões em torno das ações a serem tomadas para o desenvolvimento do setor sucroalcooleiro. O tema da energia renovável está na agenda das maiores potências mundiais e o Brasil, que vem ocupando uma posição de destaque, deve estar atento às movimentações tecnológicas, mesmo, e talvez principalmente, observando aquelas que não estejam em linha com sua estratégia atual.

8 REFERÊNCIAS

- Abernathy, W. J. & Clark, K. (1985). Innovation: mapping the winds of creative destruction. *Research Policy*. 14 (1), 3-22.
- Abernathy, W.J. Utterback, J.M. (1988). Patterns of Industrial innovation. M.L.Tushman, W.L. Moore (Eds.), *Readings in the management of innovation* (2nd ed.), Ballinger, Cambridge, 25-26.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. (2011). *Projeções do agronegócio 2010/2011 a 2020/2021*. Brasília: AGE/MAPA/Embrapa.
- Brasil. Empresa de Pesquisa Energética – EPE. (2010). *Plano decenal de expansão de energia 2019*. Brasília: MME/EPE.
- Dacorso, A. (2000). Tomada de decisão e risco: a administração da inovação em pequenas indústrias químicas. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, São Paulo: SP, Brasil.
- Energy Information Administration. (2010). Energy efficiency and renewable energy. Fiscal year 2010: Budget in brief. Washington DC,.
- Gonçalves, M. (1990). *Contribuição ao estudo dos processos de interdependência organizacional e tecnológica*. Tese de Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo: São Paulo, SP, Brasil.
- Nascimento, P.T et al. (2010a). The ethanol supply challenges in Brazil. Technology Management for global Economic Growth (PICMET 2010). *Proceedings of the PICMET Conference 2010*, Thailand.
- Nascimento, P.T et al. (2010b). The technological strategy of Brazilian automakers for flex fuel vehicles: an exploratory study. Technology Management for global Economic Growth (PICMET 2010). *Proceedings of the PICMET Conference*, Thailand.
- Porter, A. et al. (1991). *Forecasting and management of technology*. New York: John Wiley & Sons,.
- Raele, R. (2010). *A aplicação de um modelo de construção de cenários no setor produtivo de etanol: um estudo sobre o etanol de segunda geração*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo: São Paulo, SP, Brasil.

Rajagopal, D. et al. (2009). Recent development in renewable technologies: R&D investment in advanced biofuels. *Annual Review of Resource Economics*, 1 (número), 621-644.

Silva, A. (2010). *Cenários do futuro e capacidades dinâmicas: um estudo no setor do etanol*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo: São Paulo, SP, Brasil.

Schoemaker, P. J. H. (1995, Winter). Scenario planning: a tool for strategic thinking. *Sloan Management Review*, 36 (2), 25-40.

Wright, J. & Spers, R. (2006, jan./abr.). O país do futuro: aspectos metodológicos e cenários. *Estudos Avançados*, 20 (56), 13-28.