

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA**

LUCIA ALVES DE PINHO

**Análise dos instrumentos de apoio à inovação:
O caso do PAISS**

**RIO DE JANEIRO
2018**

LUCIA ALVES DE PINHO

**Análise dos instrumentos de apoio à inovação:
O caso do PAISS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia do Instituto de Economia (PPGE-IE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), como requisitos parcial à obtenção do título de Mestre em Economia, na área de concentração Indústria e Inovação.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Marina Honorio de Souza Szapiro

RIO DE JANEIRO
2018

FICHA CATALOGRÁFICA

P645 Pinho, Lucia Alves de
Análise dos instrumentos de apoio à inovação: o caso do PAISS / Lucia Alves de
Pinho. – 2018.
107 p.; 31 cm.

Orientadora: Marina Honorio de Souza Szapiro.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de
Economia, Programa de Pós-Graduação em Economia da Indústria e Tecnologia,
2018.
Bibliografia: f. 89 – 97.

1. Políticas de inovação. 2. Plano de Apoio à Inovação dos Setores Sucrenergético e
Sucrequímico. 3. Etanol. I. Szapiro, Marina Honorio de Souza, orient. II. Universidade
Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Economia. III. Título.

CDD 338.92

LUCIA ALVES DE PINHO

**Análise dos instrumentos de apoio à inovação:
O caso do PAISS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia do Instituto de Economia (PPGE-IE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro como requisitos parcial à obtenção do título de Mestre em Economia, na área de concentração Indústria e Inovação.

Aprovada em 30/10/18



Marina Honorio de Souza Szapiro, Prof^a. Dr^a. do PPGE/UFRJ
Orientadora



Luiz Martins de Melo, Prof. Dr. do PPED/UFRJ



Jose Vitor Bomtempo Martins, Prof. Dr. da Escola de Química/UFRJ

José Eduardo Cassiolato, Prof. Dr. do PPGE/UFRJ - Suplente

Marcelo Pessoa de Matos, Prof. Dr. do PPED/UFRJ - Suplente

RIO DE JANEIRO
2018

DEDICATÓRIA

Dedico essa dissertação aos meus pais,
Vera Vani e Célio Cunha, que fizeram muitos
sacrifícios para me proporcionar uma
educação de qualidade e me incentivaram a
sempre buscar o conhecimento.

AGRADECIMENTOS:

Gostaria de agradecer à minha orientadora, Marina Szapiro, pela competência, conhecimento, paciência e dedicação com que me orientou e pelo apoio e compreensão nos muitos momentos em que precisei.

Às minhas filhas, Dora e Branca, que ficaram apenas com uma pequena parte da atenção dessa mãe nesses quase 3 anos de dedicação. Agradeço a vocês pela paciência.

Ao Leandro e à minha mãe, Vera Vani, pela enorme ajuda com minhas filhas, apoio, dedicação e compreensão nas ausências. Agradeço ainda à minha tia Jessie Jane, minha irmã Maria Julia e meu cunhado Márcio Assis pela ajuda na dissertação e apoio.

Agradeço ainda àqueles que, na Finep, me apoiaram e contribuíram de alguma forma para a elaboração dessa dissertação, como Sandro de Souza, Bernadete de Carvalho, Simone Paiva e Laércio de Sequeira.

À Finep, pela liberação parcial nos primeiros 2 anos de mestrado, espero poder contribuir com a empresa à altura dessa oportunidade.

Aos meus entrevistados, Fabio Hayashida, Daiane Diehl, Mario Murakami, Juliana Vaz Bevilaqua e Evandro Curtolo da Cruz, cujas informações foram vitais para que eu pudesse concluir esse trabalho de pesquisa. Agradeço principalmente à Fabrício Brollo e Artur Milanez, pela contribuição com material bibliográfico e informações.

RESUMO

A inovação é um processo complexo e sistêmico e as características do ambiente nacional são fundamentais para seu desenvolvimento. Além disso, o Estado tem um papel fundamental na promoção da inovação. A partir do embasamento teórico da abordagem de Sistema Nacional de Inovação, admite-se que o Estado deve atuar ativamente na promoção do processo inovativo, com articulação entre seus entes e coordenação entre suas políticas, inclusive as implícitas. Nesse contexto, essa dissertação tem como objetivo analisar o Plano Conjunto BNDES-Finep de Apoio à Inovação Tecnológica Industrial dos Setores Sucroenergético e Sucroquímico (PAISS), um programa de fomento com recursos federais que tinha por objetivo promover o desenvolvimento ao etanol de segunda geração no Brasil. O programa foi escolhido porque apresentou diversas inovações na forma como se operacionalizavam os fomentos anteriormente, realizando pela primeira vez: (i) integração de todos os instrumentos de financiamento utilizados na Finep e no BNDES, (ii) modelo de “Plano de Negócios” com ênfase na articulação da empresa proponente com outras instituições que possuíssem técnicas ou conhecimentos complementares, de forma a cobrir todas as etapas do desenvolvimento da inovação, e (iii) desenho, execução, análise, seleção e elaboração dos planos de financiamentos realizados em conjunto pelas duas empresas estatais.

Para isso, o programa foi estudado a partir de revisão bibliográfica e entrevistas realizadas com formuladores e beneficiários do PAISS, embasando a avaliação que utilizou o arcabouço teórico de Sistema Nacional de Inovação.

A principal conclusão da dissertação é que, embora o PAISS tenha representado um avanço significativo em termos de desenho e implementação de política de inovação, a falta de articulação com outras políticas implícitas e explícitas limitou seus impactos no desenvolvimento nacional da tecnologia de etanol de segunda geração.

ABSTRACT

Innovation is a complex and systemic process, and the characteristics of the nation environment are fundamental for its development. In addition, Government plays a key role in promoting innovation. Based on the National Innovation System theoretical approach, government must actively act in the promotion of the innovative process, with in articulation with among its entities and coordination between its policies, including the implicit ones. In this context, this dissertation analyzed the “Plano Conjunto BNDES-Finep de Apoio à Inovação Tecnológica Industrial dos Setores Sucroenergético e Sucroquímico (PAISS)”¹, a federal funding program that aims at promoting the development of the second-generation ethanol industry in Brazil. The program was chosen because it presented several innovations in relation to previous similar programs: (i) integration of both Finep and BNDES all funding instruments, (ii) Business Plan model with emphasis on the articulation of the proposing company with other institutions that had complementary techniques or knowledge, in order to cover all stages of innovation development (iii) design, implementation , analysis, selection and elaboration of the funding plans carried out jointly by the two state funding companies.

For this purpose, the program was studied based on bibliographic review and interviews with PAISS formulators and beneficiaries, using the National Innovation Systems theoretical approach.

The main conclusion of this dissertation is that, although the PAISS represented a significant improvement in terms of design and implementation of the innovation policy, the lack of articulation with other implicit and explicit policies limited its impact on the national development of second-generation ethanol technology.

¹ PAISS is the join BNDES-Finep technological innovation plan to support Sugar-Energy and Sugar-Chemistry Industry Sectors

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	9
CAPÍTULO 1: SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO E POLÍTICA DE INOVAÇÃO .	12
1.1 Histórico do desenvolvimento da teoria de Inovação.....	12
1.2 Sistema Nacional de Inovação.....	16
1.2.1 Conceito de Sistema Nacional de Inovação.....	16
1.2.2 Sistema Nacional de Inovação nos países em desenvolvimento.....	18
1.3 Políticas públicas.....	21
1.3.1 O papel indutor do Estado na Inovação.....	21
1.3.2 Políticas orientadas por missões.....	23
1.3.3 Especificidades para planejamento das políticas voltadas ao desenvolvimento do sistema	25
1.3.4 Avaliação das políticas públicas.....	29
1.4 Conclusão do capítulo.....	31
CAPÍTULO 2: SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO SUCROALCOOLEIRO ..	32
2.1 Histórico do setor:.....	32
2.1.1 Origens do etanol no Brasil.....	32
2.1.2 O Proálcool.....	35
2.1.3 Desregulamentação e crise no setor.....	35
2.1.4 Retomada e consolidação do mercado.....	37
2.1.5 Instabilidade e cenário atual.....	39
2.2 Sistema de inovação sucroalcooleiro no Brasil.....	42
2.3 Etanol celulósico.....	45
2.4 Conclusões.....	50
CAPÍTULO 3: O PAISS.....	51
3.1 Metodologia de análise.....	51
3.2 Apresentação do PAISS.....	53
3.2.1 Elaboração do Programa.....	53
3.2.2 Lançamento do Programa.....	57
3.3 Caracterização e análise do programa.....	58
3.3.1 Características do programa.....	59
3.3.2 Avaliação do programa.....	61
3.3.3 O PAISS no contexto das políticas públicas.....	70
3.3.4 Articulação entre os agentes do Estado.....	73
3.4 Resultados do programa.....	75
3.5 Conclusões.....	79

CONCLUSÃO	82
REFERÊNCIAS	86
ANEXO 1: Entrevistas realizadas com elaboradores do programa no BNDES e Finep	94
ANEXO 2: Roteiro da entrevista realizada na Petrobrás	96
ANEXO 3: Roteiro da entrevista com o CTBE:	98
ANEXO 4: Roteiro da entrevista realizada no CTC e na Raízen	101

Lista de Quadros, Tabelas e Figuras:

Quadro 1: Principais diferenças (SAPPHO)	14
Quadro 2: PAISS - Resultado da Etapa de Seleção de Planos de Negócio - Lista de empresas com Planos de Negócio Selecionados	61
Tabela 1: Produção de etanol em milhões de litros	38
Tabela 2: Composição dos Recursos do PAISS	58
Tabela 3: Situação dos desembolsos dos projetos contratados no PAISS até novembro de 2014 (R\$ mil)	65
Tabela 4: Avaliação do PAISS a partir do embasamento teórico.....	80
Figura 1: Processo de transformação do material celulósico da cana em etanol 2G	47
Figura 2: Linha do tempo do PAISS até 2013	65

INTRODUÇÃO

O consenso em torno da necessidade de inovar para promover o desenvolvimento dos países vem crescendo entre os economistas. No entanto, há divergências na forma como o estado deve promover o desenvolvimento da inovação. Dessa forma, o debate em torno das políticas públicas de apoio à inovação é um tema de grande relevância no âmbito da teoria econômica.

Autores como Lundvall e Freeman observaram os contextos que levaram ao desenvolvimento de novas tecnologias em diversos países e chegaram à conclusão de que a inovação é um processo complexo e sistêmico, sendo o ambiente nacional fundamental para compreender o seu desenvolvimento. No que tange ao papel do Estado, as pesquisas verificam que os casos de sucesso no desenvolvimento tecnológico contaram com grande participação dos governos para seu fomento. Assim, é possível observar que o Estado tem um papel muito importante na promoção da inovação, através do desenho e implementação de instrumentos de apoio direto e da articulação de políticas e instituições, podendo inclusive incluir a criação ou utilização de empresas públicas para o desenvolvimento de áreas carentes.

Cabe destacar que são principalmente importantes nesse processo as ligações e redes entre empresas, já que mudanças técnicas são geradas a partir de interações complexas entre elas. Além disso, diversos fatores têm influência direta no desenvolvimento da inovação, como o contexto sócio educacional ou macroeconômico. O reconhecimento destes aspectos leva à percepção de que as políticas públicas devem ser sistêmicas, fomentando a interação entre diversos agentes para promover a articulação, cooperação e aprendizado interativo entre os atores do sistema.

Mazzucato (2014) destaca ainda que o estado precisa ser ainda mais atuante quando o objetivo é promover o avanço da fronteira do conhecimento. Nesse caso, o Estado deve atuar como disseminador de conhecimento e ideias, articulador de competências, regulador de mercados, financiador e até como potencial comprador, promovendo ações em todos os elos dos sistemas de inovação através de suas inúmeras agências e laboratórios para impulsionar o desenvolvimento tecnológico.

Destaca-se que a intervenção do Estado é principalmente importante nos países em desenvolvimento, que possuem carências maiores em seus sistemas de inovação e precisam de políticas estruturantes para induzir o desenvolvimento em determinados setores da matriz produtiva nacional.

Tendo em vista que o Estado deve ter papel ativo na promoção de inovação, é importante que existam avaliações contínuas de suas políticas públicas. Os processos sistemáticos de avaliação das políticas em termos de atendimento aos seus objetivos são destacados como importante forma de observação dos resultados para aprendizado e transformação institucional constante. (Lundvall e Borrás, 2006; Peixoto, 2013 apud Costa, 2013). Assim, o constante aprendizado obtido através da sistemática avaliação das políticas seria incorporado à elaboração das políticas seguintes, gerando um ciclo de constante melhoria.

No entanto, dada a complexidade da inovação, é extremamente difícil definir critérios objetivos para sua avaliação, sendo necessária uma visão ampla do sistema dinâmico que permite o desenvolvimento inovativo. Por isso, ainda que seja possível definir alguns indicadores específicos para mensurar o sucesso da política, não se deve abrir mão de uma análise qualitativa que procure dar conta de toda essa complexidade.

As políticas que procuraram privilegiar as interações entre os agentes e fomentar o sistema em seus diversos elos, chamadas de políticas sistêmicas, alcançaram resultados positivos nos países mais avançados. Assim, faz-se necessário que uma das dimensões da avaliação de políticas de inovação procure entender se as políticas executadas são sistêmicas ou se deveriam ter incluído outras ações para que de fato impactassem de forma positiva o sistema de inovação.

Nesse contexto, o objetivo principal dessa dissertação é avaliar o Plano Conjunto BNDES-Finep de Apoio à Inovação Tecnológica Industrial dos Setores Sucroenergético e Sucroquímico (PAISS), um programa de fomento com recursos federais que tinha por objetivo promover o desenvolvimento ao etanol de segunda geração no Brasil.

Dado o contexto apresentado, o presente estudo pretende realizar uma análise qualitativa do programa, a partir do embasamento teórico da abordagem de Sistema Nacional de Inovação, procurando entender se o PAISS possui as características de uma política sistêmica, quais foram os pontos de avanço que ele apresentou, seus resultados e suas limitações.

A escolha do programa se justifica porque o PAISS foi o primeiro programa lançado em conjunto pelo Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES) e a Financiadora de estudos e projetos (Finep) e apresentou diversas inovações em seu desenho e implementação, realizando pela primeira vez: (i) integração de todos os instrumentos de financiamento utilizados tanto pela Finep quanto pelo BNDES, (ii) modelo de “Plano de Negócios” com ênfase na articulação da empresa proponente com outras instituições que possuíssem técnicas ou conhecimentos complementares, de forma a cobrir todas as etapas do desenvolvimento da inovação, e (iii)

desenho, execução, análise, seleção e elaboração dos planos de financiamentos realizados em conjunto pelas duas principais instituições de apoio à inovação

Além disso, o programa foi antecedido por um diagnóstico detalhado do setor e de suas deficiências, procurando atuar diretamente nos pontos considerados críticos para fomentar o etanol de segunda geração no país.

Para realizar a análise do programa, a dissertação está estruturada em torno de três capítulos. No primeiro, será realizado o embasamento teórico necessário para essa avaliação, utilizando os fundamentos da abordagem de Sistema Nacional de Inovação. No segundo será apresentado o Sistema de Inovação Nacional sucroalcooleiro, bem como as especificidades do etanol de segunda geração. O terceiro capítulo apresenta detalhadamente o programa, analisando suas características e resultados.

Para que fosse possível a avaliação do PAISS, foram utilizados dados coletados de três fontes:

- a) Dados secundários, coletados de estudos e publicações sobre o programa;
- b) Dados primários quantitativos disponibilizados por BNDES e Finep e coletados de fontes oficiais; e
- c) Dados primários qualitativos, coletados através de entrevistas realizadas com:
 - d) BNDES;
 - e) Finep;
 - f) Centro de Tecnologia Canavieira (CTC);
 - g) Laboratório Nacional de excelência em bioenergia (CTBE);
 - h) Petrobrás; e
- i) Raízen, Joint venture entre a Cosan e a Shell, é a maior produtora de açúcar e etanol do Brasil.

Dessa forma, pretende-se avaliar o programa a partir da conceituação teórica apresentada, tendo como hipótese que o PAISS alcançou muitos avanços no modelo de fomento à inovação da Finep e do BNDES, mas não representou uma política pública suficientemente articulada para fomentar de forma sistêmica o desenvolvimento inovativo do setor.

CAPÍTULO 1: SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO E POLÍTICA DE INOVAÇÃO

O capítulo está estruturado em 4 seções. A seção 1.1, Histórico do desenvolvimento da teoria de Inovação, mostra a evolução histórica que levou ao entendimento de que o desenvolvimento da inovação é um processo sistêmico e complexo. A seção 1.2, Sistema Nacional de Inovação, está dividida em duas subseções. A subseção 1.2.1, Conceito de Sistema Nacional de Inovação, apresenta o conceito de Sistema Nacional de Inovação e seus recortes setorial, regional e local. A subseção 1.2.2, Sistema Nacional de Inovação nos países em desenvolvimento, analisa as características do Sistema Nacional de Inovação nos países em desenvolvimento. A seção 1.3, Políticas públicas, está dividida em 3 subseções que discutem como o estado deve atuar através de suas políticas públicas. A subseção 1.3.1, O papel indutor do Estado na Inovação, discute a importância das políticas públicas e qual seria o papel do estado no desenvolvimento da inovação. A subseção 1.3.2, Políticas orientadas por missões, analisa, dentro da necessidade de atuação estatal, as políticas orientadas por missões. A subseção 1.3.3, Especificidades para planejamento das políticas voltadas ao desenvolvimento do sistema, aprofunda alguns pontos relevantes no planejamento e avaliação das políticas públicas voltadas ao desenvolvimento de inovação, considerando seu aspecto sistêmico. A subseção 1.3.4, Avaliação das políticas públicas, trata de aspectos sobre avaliações das políticas públicas. Por fim, a seção 1.4, Conclusão do capítulo, realiza a conclusão do capítulo, considerando todos os pontos levantados nas seções anteriores.

1.1 Histórico do desenvolvimento da teoria de Inovação

Essa seção pretende apresentar a evolução histórica dos conceitos de inovação, desde o início do desenvolvimento teórico realizado por Shumpeter, até o surgimento do conceito de Sistema Nacional de Inovação.

Shumpeter foi o primeiro autor a destacar a Inovação como motor do crescimento capitalista. Na primeira metade do século XIX, quando a teoria econômica era dominada pelos pressupostos de equilíbrio clássicos, o autor entendeu que não seria possível explicar a inovação sob a égide do equilíbrio de mercado, racionalidade perfeita e acesso livre e igualitário a todas as tecnologias existentes. Por isso, o autor rompeu com a teoria vigente, dando à inovação papel de destaque no desenvolvimento do sistema capitalista a partir da quebra do equilíbrio. Dessa forma, em suas principais obras podemos destacar as seguintes contribuições: (i) o desenvolvimento no sistema capitalista deriva justamente de novas combinações (inovações) e

(ii) o processo de evolução do capitalismo é assimétrico, descontínuo e não harmonioso por natureza. (Costa, 2013)

Schumpeter foi o primeiro autor a ressaltar a importância das inovações na economia. O autor coloca a inovação no centro da dinâmica capitalista e enfatiza a importância da introdução de inovações (dos novos bens de consumo, dos novos métodos de produção, ou transporte, dos novos mercados e das novas formas de organização industrial), criadas pela empresa capitalista, como o aspecto mais relevante para que as economias saiam de um estado estacionário e entrem em um processo de expansão. (Costa, 2013, p. 25)

Ele entendia o desenvolvimento como cíclico, com altos e baixos, mas numa tendência crescente, como podemos observar nesse trecho clássico sobre a destruição criadora:

O capitalismo é, por natureza, uma forma ou método de transformação econômica e não, apenas, reveste caráter estacionário, pois jamais poderia tê-lo. (...) revoluciona incessantemente a estrutura econômica a partir de dentro, destruindo incessantemente o antigo e criando elementos novos. Esse processo de destruição criadora é básico para se entender o capitalismo. É dele que se constitui o capitalismo e a ele deve se adaptar toda empresa capitalista para sobreviver. (Schumpeter, 1942. p. 105 e 106)

Embora Schumpeter tenha avançado na compreensão do processo de inovação como motor do capitalismo, até a década de 1960 entendia-se o processo inovativo a partir de um modelo linear, onde a inovação ocorreria através de estágios sucessivos e independentes de pesquisa básica, pesquisa aplicada, desenvolvimento, produção, “marketing” e difusão (Technology Push) (Cassiolato e Lastres, 2005).

Os neo-schumpeterianos seguiram os estudos de Schumpeter e puderam abrir uma nova agenda de pesquisa, aprofundando o entendimento da inovação. Estes autores avançaram na formulação da teoria da inovação a partir de estudos empíricos, aprofundando diversas questões introduzidas na teoria econômica por Schumpeter. O autor acreditava que o produtor era o maior responsável pelo processo inovativo, que se daria de forma linear a partir de seu espírito empreendedor. Assim, para Schumpeter o produtor iniciaria o processo de inovação e acessaria todos os elementos necessários a esse desenvolvimento. Esse foi um dos pontos criticados por autores neo-Schumpeterianos, que a partir do final da década de 1960 aprofundaram o entendimento do processo de inovação através de análises empíricas (Cassiolato e Lastres, 2005).

O debate sobre esse aspecto da teoria foi iniciado por Schmookler (1966), constatando que invenções e inovações normalmente são desenvolvidas em áreas onde existe uma forte demanda. O autor defendeu então, que o produtor perceberia uma oportunidade de negócio a

partir da identificação de necessidades do mercado, sendo assim levado ao processo de inovação (Demand Pull). Essa visão ainda estava restrita a um modelo linear, com etapas bem definidas e consecutivas e se diferenciava do modelo anterior apenas no entendimento de qual seria a origem do processo de inovação. No entanto, o estudo trouxe um resultado importante para o debate, pois colocou uma nova perspectiva sobre o processo de inovação. (Lundvall, 2007).

Nas décadas seguintes diversos estudos aprofundaram ainda mais o entendimento da inovação, a partir de uma revisão conceitual que ampliou a compreensão, fazendo com que a inovação passasse a “ser vista não como um ato isolado, mas sim como um processo de aprendizado não-linear, cumulativo, específico da localidade e conformado institucionalmente.” (Cassiolato e Lastres, 2005).

Dentre os estudos empíricos realizados para promover o avanço do entendimento do processo de inovação, podemos destacar o Projeto SAPPHO (1972) e o Yale Innovation Survey – YIS (1979).

O projeto SAPPHO, realizado sob a coordenação de Christopher Freeman no Science and Technology Policy Research – SPRU da Universidade de Sussex, comparou cinquenta projetos de inovações que tinham obtido sucesso com outros cinquenta projetos de inovações que não se concretizaram. Os resultados sugeriram que as principais características que explicavam as diferenças entre sucesso e falha seriam: (i) as ligações com fontes externas à firma de informação científica e tecnológica e (ii) a preocupação com as necessidades dos usuários e formações de redes. Também enfatizou que seriam muito importantes as diferentes atividades internas à firma (produção, marketing, vendas etc.) e o ambiente nacional (Cassiolato e Lastres, 2005).

Quadro 1: PRINCIPAIS DIFERENÇAS (SAPPHO)

Projetos exitosos	Projetos que falharam
Ligações com fontes externas à firma de informação científica e tecnológica	Falhas de comunicação com fontes externas
Preocupação com as necessidades dos usuários e formações de redes (tentativas explícitas de entender as necessidades)	Falta de comunicação com os usuários

Fonte: Elaboração própria a partir das informações obtidas em Cassiolato e Lastres (2005).

O outro estudo empírico destacado foi a Yale Innovation Survey (YIS), realizada nos EUA, que procurou entender as estratégias das grandes empresas norte-americanas para o desenvolvimento de novos produtos e processos. Os resultados da YIS mostraram a extrema

importância das capacitações internas para a inovação. Essas capacitações foram consideradas fundamentais para que as empresas pudessem interagir com o ambiente externo. A pesquisa mostrou ainda que a engenharia reversa era uma forma utilizada pela grande maioria das empresas norte americanas para apropriação de conhecimentos gerados na economia como um todo. (Cassiolato e Lastres, 2005).

Estes estudos empíricos demonstraram, pela primeira vez, a importância de redes formais e informais de inovação, mesmo que a palavra “rede” não fosse utilizada. Tais trabalhos representam, de fato, os pilares básicos sobre os quais, nos últimos 25 anos, vem sendo desenvolvida uma “teoria da inovação” (Cassiolato e Lastres, 2005, p. 36)

Assim ficou claro que os modelos lineares não davam conta de explicar os fenômenos inovativos que estavam ocorrendo no mundo. Nem o mercado era passivo na aceitação de produtos fabricados exclusivamente pelo espírito inovador do empresário, nem a empresa era movida apenas pelas demandas do mercado para inovar.

Dessa forma, foram surgindo novos modelos que tentavam entender essa complexidade da inovação, tomando como base esses e outros trabalhos empíricos realizados.

A partir desse aprofundamento e da elaboração de um conjunto de críticas ao modelo linear da inovação, Kline e Rosenberg (1986) desenvolveram o modelo “Elo de cadeia”, que já apresentava grandes avanços em relação ao modelo linear. Os autores estudaram como se desenvolveram muitas das inovações da época nos Estados Unidos, percebendo que elas se davam tanto pelas necessidades do mercado (mudanças na renda, os preços relativos, entre outros fatores que combinados podem produzir oportunidades comerciais para categorias específicas de inovação) quanto pelos avanços tecnológicos e científicos (que muitas vezes sugerem novos produtos ou melhoramentos do desempenho dos antigos, ou custo menor para um produto existente). Observaram que as duas componentes interagiam uma com a outra de maneiras sutis e imprevisíveis, não seguindo uma sequência linear, pois havia interações constantes. Os autores chegaram à conclusão de que os resultados de sucesso em inovação requerem a interação de todos os elos dessa cadeia e propuseram o modelo Elo de Cadeia, que buscava incorporar estas interações.

No entanto, esse modelo, apesar de já possuir grandes avanços com relação aos lineares, ainda se limitava às interações existentes entre produtor (firma) e mercado, não incorporando a análise das interações da firma com agentes externos, tais como o sistema educacional, os fatores macroeconômicos, a interação entre as instituições de pesquisa, entre outros.

1.2 Sistema Nacional de Inovação

1.2.1 Conceito de Sistema Nacional de Inovação

Como ressaltado acima, estudos empíricos aprofundaram o entendimento do processo de inovação e levaram à evolução na compreensão da importância das interações observadas empiricamente e à percepção de que todos os componentes do sistema onde a firma está instalada têm influência sobre a inovação. Assim, surgiu o conceito de Sistema de Inovação.

Já pode-se identificar em List, no livro “Sistema Nacional de Economia Política”, de 1841, algumas ideias embrionárias do conceito de Sistema Nacional de Inovação. O autor analisou muitas características dos sistemas produtivos de diversos países europeus na época e salientou que a natureza das nacionalidades, seus interesses e condições específicas influenciavam na trajetória de desenvolvimento trilhada por cada um deles. Assim, List colocou a importância das características nacionais no desenvolvimento, observando que elementos diversos contribuía para o avanço tecnológico de cada país, tais como as instituições de educação e formação científica, aprendizado interativo entre usuários e produtores, acumulação de conhecimento, adaptação da tecnologia importada, promoção de indústrias estratégicas, etc. Além disso, List também deu ênfase ao papel do Estado na coordenação e no cumprimento de políticas de longo prazo para a indústria e a economia (Freeman 1995; Bittencourt, 2016).

No entanto, Lundvall (1992) foi o primeiro autor a publicar a expressão “Sistema Nacional de Inovação” e Freeman (1995) o primeiro a desenvolver o conceito (Lundvall 2007, Freeman 1995). Ambos utilizavam a visão de sistema de inovação amplo abrangente, considerando como parte do sistema não apenas as instituições que afetam diretamente o desenvolvimento das inovações, mas também instituições menos óbvias, tais como o sistema financeiro e as políticas públicas. Eles consideravam como parte do sistema todos os atores que influenciam de alguma forma, ainda que indiretamente, o desenvolvimento da inovação (Szapiro, 2005).

Freeman evidencia em seus textos que todos os atores interagem para que a inovação ocorra, e explica como esse aprofundamento histórico das pesquisas evoluiu para o desenvolvimento do conceito de Sistema Nacional de Inovação (SNI). Segundo Freeman (1995):

As empirical evidence and analysis began to accumulate about industrial R&D and about innovation, both in Japan and in the United States and Europe, it became increasingly evident that the success of innovations, their rate of diffusion and the associated productivity gains depended on a wide variety of other influences as well as formal R&D.

In particular, incremental² innovations came from production engineers, from technicians and from the shop floor. They were strongly related to different forms of work organization.

O conceito de SNI dá destaque a esses elementos do sistema, intrínsecos aos países, que antes não eram levados em consideração no desenvolvimento da inovação, tais como o arcabouço institucional e a estrutura industrial nacionais. Assim, a partir do desenvolvimento da abordagem teórica que considerava a inovação como um processo sistêmico, passaram a figurar como atores importantes na capacidade inovativa de cada país: o sistema educacional, as leis e normas nacionais, a estrutura nacional de ciência e tecnologia e de P&D, as fontes de financiamento, as políticas industriais e tecnológicas nacionais, entre outros. (Szapiro, 2005). Como a interação da empresa com esses atores se dá de diferentes formas, essa interação pode auxiliar ou limitar a capacidade de inovação.

A partir desse embasamento teórico, criado por Freeman e Lundvall, diversos autores desenvolveram diferentes abordagens para o conceito de sistemas de inovação. Nelson (1993) e Niosi (2000) entendiam que o Sistema Nacional de Inovação era mais limitado, abrangendo apenas as instituições diretamente ligadas à capacitação e às estratégias inovativas (Costa 2013). Edquist (1997) ampliou o conceito ao considerar que também aspectos culturais, sociais e históricos fazem parte do sistema. (Szapiro, 2005; Niosi, 2010 apud Costa 2013).

Segundo Szapiro (2005), outros autores também desenvolveram o conceito de sistemas de inovação a partir do entendimento de que o contexto nacional, utilizado no SNI, poderia não ser o recorte mais adequado. Assim, esses autores destacaram os sistemas de inovação: setorial (Breschi e Malerba, 1997), regional (Cooke et al., 1997) e local (Cassiolato e Lastres, 1999; Lastres, Cassiolato e Maciel, 2003; De La Mothe e Paquet, 1998).

Cabe destacar que a consideração dos aspectos culturais e históricos é importante principalmente quando o objetivo for realizar comparações entre o sistema de inovação existente nos países, uma vez que esses aspectos de alguma forma modulam o comportamento das pessoas envolvidas, não só no processo de inovação das empresas, mas em todas as instituições que integram o sistema.

Assim, quando se analisa um sistema de inovação específico, como será o caso do sucroalcooleiro que será estudado nos próximos capítulos, deve-se entender que todos os atores

² Podemos dividir a inovação basicamente em dois tipos: Incremental e radical. A inovação radical é realizada quando ocorre o rompimento da trajetória tecnológica existente, e uma nova rota tecnológica passa a existir. As inovações radicais geralmente são o produto de atividades de P&D. Quando as alterações implicam em melhorias de diversos tipos numa mesma rota já explorada, ela é considerada incremental. Cabe destacar que inovações de ambos os tipos são importantes na trajetória de desenvolvimento (Tigre, 2006)

do sistema influenciam o desenvolvimento das inovações de acordo com características intrínsecas à própria inovação, a seu sistema e ao contexto nacional. Por isso, é importante o entendimento das particularidades inerentes ao Sistema Nacional de Inovação analisado.

Com a compreensão de que a inovação é sistêmica, Cassiolato e Lastres (2014), destacam que:

(...) a visão neoschumpeteriana entende a inovação como um processo sistêmico, gerado e sustentado por relações interfirmas e por uma complexa rede de relações interinstitucionais dependente de seus ambientes sociopolítico-institucionais. Portanto, o impulso ao desenvolvimento, produzido pela introdução e difusão de novas tecnologias, é considerado resultado de trajetórias que são cumulativas e construídas historicamente, de acordo com as especificidades inerentes a um determinado país, região e atividade produtiva.

1.2.2 Sistema Nacional de Inovação nos países em desenvolvimento

O surgimento da globalização trouxe a discussão acerca das transferências internacionais de tecnologia. Muitos acreditavam que essas transferências se dariam de forma livre, tal qual previam os clássicos. Lastres et al (1999) explica que na década de 1980 o termo globalização passou a ter um cunho ideológico e foi usado politicamente para defender o livre comércio, embasado no conceito de que corporações transnacionais dominariam o mercado e se estabeleceriam onde fosse mais vantajoso aos seus negócios, sem nenhuma ligação mais importante com nenhum país. Essa defesa levaria ao entendimento de que os países não teriam como se opor aos efeitos da globalização e que a melhor solução seria praticar o livre comércio para permitir a entrada de empresas que trariam tecnologia e inovação aos países em desenvolvimento (Lastres et al, 1999).

A partir desse entendimento, diversos países adotaram políticas liberais, diminuindo a intervenção estatal, por acreditarem que o mercado conseguiria promover a auto regulação econômica. “Assim, abrir, estabilizar, desregular e privatizar tornaram-se as palavras de ordem no âmbito da maior parte das políticas macroeconômicas implementadas a partir de então” (Lastres et al, 1999).

Apesar desse ambiente de defesa da globalização e liberação econômica, o aprofundamento das pesquisas mostrou a importância do contexto nacional na inovação, se contrapondo à ideia de que a globalização seria a solução para a promoção do desenvolvimento tecnológico nos países menos desenvolvidos.

Sharif (2005) relata que na década de 1980 havia uma ascensão do pensamento neoclássico, com o neoliberalismo econômico tornando-se a vertente hegemônica na época. Essa ascensão acabou se refletindo no meio acadêmico, afetando o desenvolvimento da

abordagem conceitual de Sistema Nacional de Inovação na formulação de políticas, procurando se contrapor a essa visão neoliberal.

Nesse contexto, autores como Feeman e Lundvall trabalharam a teoria de sistemas de inovação a partir do entendimento de que o modelo de liberação econômica não traria os efeitos esperados pelos defensores da globalização, que acreditavam na disseminação das tecnologias através do livre comércio. Assim, os autores de SNI entendiam que essa transferência livre de tecnologia, como a teoria clássica sugeria, não se mostrava possível e que a globalização poderia até promover a diminuição das barreiras comerciais, permitindo mais facilmente a chegada de produtos que continham inovações aos países menos desenvolvidos, mas a troca dos conhecimentos e tecnologias necessários ao desenvolvimento desses produtos não se daria automaticamente a partir dessa troca, dado o complexo sistema necessário ao desenvolvimento da inovação, que possui particularidades nacionais.

Essa percepção de que a globalização não proporciona a evolução tecnológica esperada a partir da previsão neoclássica se confirma na pesquisa empírica realizada por Sharif (2005), que constatou que as empresas brasileiras sentiam falta de acesso mais fácil a fontes confiáveis para o desenvolvimento de tecnologia, ainda que o processo de globalização já estivesse aprofundado nessa época.

Bell e Pavitt (1993) enfatizaram ainda que a capacidade tecnológica incorpora recursos intangíveis (como aptidões, conhecimentos e experiência) aos sistemas organizacionais. Esses autores observaram que uma das formas utilizadas para desenvolvimento de inovação é a importação de tecnologias externas, disponíveis em economias industrializadas, e que essa incorporação pode beneficiar empresas de países em desenvolvimento, sem que eles precisem arcar com os custos da inovação tecnológica. No entanto, destacaram que só será possível o desenvolvimento a partir dessa incorporação se ela envolver mudanças técnicas contínuas e por vezes incrementais, que promova nas empresas a capacidade de alterar e aperfeiçoar as inovações iniciais.

Além disso, é necessário, aos países em desenvolvimento, o acúmulo de habilidades e conhecimentos que permitam que as empresas sejam capazes de incorporar essas tecnologias de forma que consigam promover um caminho próprio através desse aprendizado. Nesse processo, são principalmente importantes as ligações e redes entre empresas, já que mudanças técnicas são geradas a partir de interações complexas entre elas (Bell e Pavitt, 1993).

Nesse contexto, é importante observar que, ainda que seja possível e muito utilizada a engenharia reversa, ela pode demandar vultosos recursos para seu desenvolvimento, uma vez que requer capacitação técnica, investimento e tempo de pesquisas para chegar aos produtos ou

processos copiados. Além disso, na maioria das vezes, os originais estarão protegidos por patentes ou segredo industrial, tornando difícil sua incorporação (Tigre, 2006). Outro ponto importante é a constatação de que sempre serão necessárias adaptações na produção ou no produto, uma vez que os fornecedores, os processos da empresa, a cultura local, os consumidores e diversos outros fatores serão diferentes das condições encontradas pela empresa que desenvolveu a tecnologia. Por tudo isso, a engenharia reversa não pode ser simplesmente uma cópia dos produtos ou processos, sendo necessário que a empresa possua capacitação tecnológica que permita o entendimento e a modificação da tecnologia original, de forma que seja possível o desenvolvimento próprio de componentes e soluções de questões para adaptação da tecnologia à realidade local para que o resultado final resulte em competitividade para a empresa imitadora. (Tigre, 2006).

Outro ponto importante é que a transferência de uma tecnologia não produz um efeito duradouro de desenvolvimento quando não é acompanhado do esforço interno da empresa para adaptar e aperfeiçoar a tecnologia adquirida. Primeiro porque na maioria dos casos é necessário adaptar essa tecnologia às condições locais como já foi colocado, depois porque sem o esforço de aprendizado e capacitação internos, não será possível o desenvolvimento de inovações incrementais que permitam uma trajetória própria da empresa (Tigre, 2006).

Portanto, como mostrou o desenvolvimento do conceito de Sistema Nacional de Inovação, as condições nacionais e locais são fundamentais nas vantagens competitivas e não é possível a reprodução automática da inovação, uma vez que conhecimento, experiência acumulada e ambiente adequado são essenciais ao desenvolvimento das tecnologias. (Lastres et al, 1999).

Nesse contexto, Fábio Erber enfatizava a necessidade de desenvolvimento interno da tecnologia, dado que sua importação traz pacotes que não são totalmente adequados às condições existentes no país importador, por terem sido desenvolvidos sob medida para os países que desenvolveram essa tecnologia. Portanto, não seria válida a tentativa de catch-up³ com importação de modelos exitosos em outros países, porque a inovação se dá através de um processo único e sistêmico, para o qual influenciam diversos fatores relativos ao meio no qual está inserida a empresa inovadora, tais como: sistema educacional, matérias primas, ordenamento jurídico, estrutura institucional, entre outros. (Cassiolato e Lastres, 2014).

³ “Redução do hiato tecnológico por meio da rápida incorporação de tecnologias já existentes” (Tigre, 2006).

1.3 Políticas públicas

1.3.1 O papel indutor do Estado na Inovação.

Erber (2010) destacava que a necessidade de inovar para promover o desenvolvimento dos países pode ser considerada consensual entre os economistas, que divergem apenas na forma como o estado deve promover o desenvolvimento da inovação.

A partir do entendimento de que as inovações são importantes para o desenvolvimento e que ocorrem de forma sistêmica, alguns países passaram a promover políticas alinhadas com esse conceito. Eles procuraram estimular as interações dos sistemas de inovação, ainda que alguns não explicitassem a visão sistêmica na implementação de suas políticas. Com a implementação dessas políticas que procuravam atuar de forma sistêmica, pudemos observar resultados positivos em termos de aumento de inovatividade onde elas foram empregadas (Cassiolato e Lastres, 2005).

Segundo Cassiolato e Lastres (2014), Erber entendia que as políticas sistêmicas eram voltadas à promoção de sistemas de inovação e buscavam incrementar as relações entre empresas e demais atores. Enfatizava que existiam diferenças dessas políticas quando comparadas às políticas baseadas nas antigas visões de inovação linear. Para ele, elas se diferenciavam quanto à forma, uma vez que as políticas sistêmicas focalizavam:

conjuntos de atores e seus ambientes, visando potencializar, disseminar e tornar mais eficazes seus resultados. Os diferentes contextos, sistemas cognitivos e regulatórios e formas de articulação, cooperação e de aprendizado interativo entre agentes são reconhecidos como fundamentais em geração, aquisição, uso e difusão de conhecimentos, particularmente daqueles tácitos. (Cassiolato e Lastres, 2014)

Cassiolato e Lastres (2014) citam o exemplo da Suécia, cujo governo na década de 1990 coordenou, junto da confederação da indústria, a reestruturação de todo o sistema produtivo de papel e celulose. Essa reorganização se deu a partir da percepção de que a indústria de papel sueca estava perdendo competitividade, sendo necessárias atitudes que pudessem reverter esse quadro. Dessa forma, foram reorganizados os processos cooperativos entre produtores de papel e celulose, produtores de bens de capital para papel e celulose, centros de pesquisa públicos e empresas locais de software.

A ação foi exitosa, agregando maior valor aos produtos suecos, uma vez que possibilitou a especialização em papéis especiais, com maior valor agregado. Podemos ver nesse exemplo, que a política adotada procurou atuar em todos os elos do sistema de inovação celulósico e em suas relações, sendo por isso um exemplo de política sistêmica (Cassiolato e Lastres, 2014).

Nas publicações dos autores que entendem a inovação como sistêmica, fica claro que o Estado faz parte do conjunto de atores fundamentais ao desenvolvimento da inovação através

de suas políticas públicas. A forma como o governo deve agir nessa promoção é objeto de debate, mas as análises de políticas sistêmicas apresentadas acima mostraram que os estados que procuraram fomentar o sistema em todas as suas necessidades tiveram resultados positivos. Assim, as políticas sistêmicas devem ser privilegiadas em relação a políticas pontuais quando o objetivo for incrementar a inovação.

Não só a forma de intervenção é objeto de análise por parte dos elaboradores de políticas, o grau de intervenção é outro ponto muito debatido. Fábio Erber destacava a necessidade de intervenção do Estado, principalmente nos países em desenvolvimento. Ele defendia que o Estado deveria assumir a responsabilidade de realizar políticas estruturantes que induzissem o desenvolvimento em determinados setores da matriz produtiva nacional, inclusive com a criação de empresas estatais para assumir diretamente a responsabilidade pelo desenvolvimento de setores mais carentes de investimento privado em inovação (Cassiolato e Lastres, 2014).

Diversos estudos procuraram definir o papel do estado a partir de trabalhos empíricos, observando de que forma o Estado atuou nos casos considerados exitosos. Mazzucato (2014) estudou grandes inovações atuais (exemplos principais a internet e o iphone) e observou que elas tiveram pesado investimento do estado americano em diversas etapas de seu desenvolvimento. Ela destacou muitos exemplos de desenvolvimentos ocorridos nos Estados Unidos, de forma que ficasse claro que o país apontado como o ícone do sucesso do “livre mercado” pratica na realidade uma política extremamente intervencionista no desenvolvimento de inovação. Segundo a autora, o governo americano tem promovido a inovação através de suas instituições, sendo importantes exemplos de sucesso nessa tarefa: a DARPA (Agência de Projetos de Pesquisa Avançada de Defesa do governo americano), SBIR (Programa de Pesquisa para a Inovação em Pequenas Empresas), o Orphan Drug Act (Lei sobre Doenças Raras e Medicamentos Órfãos) e a National Nanotechnology Initiative (Iniciativa Nacional de Nanotecnologia).

Mazzucato (2014) destaca que as ações estatais têm sido fundamentais no sucesso do desenvolvimento dos países, ainda que sejam ignoradas por aqueles que utilizam o discurso de que o “estado mínimo” seria a solução para o desenvolvimento. Os defensores dessa liberalidade econômica possuem a retórica de que o estado apenas atrapalha os empresários em sua propensão ao investimento em inovação e desenvolvimento. Esse discurso ideológico, no entanto, não encontra base empírica e a história mostra que o estado teve grande participação na maior parte das revoluções tecnológicas, bem como contribuiu ativamente para os longos períodos de crescimento (Mazzucato, 2014).

Mas quantas pessoas sabem que o algoritmo que levou ao sucesso do Google foi financiado por um subsídio de uma agência do setor público, a Fundação Nacional de Ciência (NSF)? (Batelle, 2005). Ou que os anticorpos moleculares, que forneceram as bases para a biotecnologia antes da entrada do capital de risco no setor, foram descobertos em laboratórios públicos, do Conselho de Pesquisa Médica (MRC), no Reino Unido? Quantas pessoas percebem que muitas das mais jovens e inovadoras empresas americanas foram financiadas não pelo capital de risco privado, mas pelo capital de risco público, como o que é oferecido pelo programa de Pesquisa para a Inovação em Pequenas Empresas (SBIR)? (Mazzucato, 2014)

Dessa forma, Mazzucato (2014) destacou que o papel do Estado na promoção da inovação tem sido crucial nos países mais inovadores. Assim, a despeito de uma retórica, que não tem respaldo nos dados empíricos, de que esses países seguem preceitos liberais e que suas inovações são frutos apenas do “espírito animal” dos empresários, os fatos evidenciam a necessidade da atuação efetiva do Estado, não apenas no financiamento das Universidades, como também no investimento direto em tecnologias eleitas como promotoras de desenvolvimento nacional.

Mazzucato (2014) destaca ainda que o estado precisa ser ainda mais atuante quando estamos tratando de desenvolvimentos nas fronteiras do conhecimento, uma vez que apenas a existência de um sistema nacional de inovação pode não ser suficiente nesses casos. O papel do Estado como disseminador de conhecimento e ideias, articulador de competências, regulador de mercados, financiador e até como potencial comprador, permite que seja possível sua atuação em todos os elos dos sistemas de inovação, através de suas inúmeras agências e laboratórios, para impulsionar o desenvolvimento tecnológico.

Portanto, a evolução das pesquisas sobre inovação aponta que o Estado é um ator importante no sistema, e deve realizar investimentos não apenas em ciência e P&D, como também em políticas voltadas ao desenvolvimento do “Sistema Nacional de Inovação”, sem com isso tirar a importância dos recortes setoriais, regionais ou outros necessários ao desenvolvimento específico a que se pretende.

Assim, na abordagem de Sistemas Nacionais de Inovação, utilizada como base teórica para essa dissertação, o Estado deve ser um agente ativo na promoção dos processos inovativos, sendo considerado um elo (ou subsistema) fundamental para o desenvolvimento da inovação.

1.3.2 Políticas orientadas por missões

A partir do entendimento de que o Estado deve intervir preferencialmente com políticas sistêmicas no fomento à inovação, precisam ser definidas as formas de intervenção que permitam alcançar os resultados desejados. Em primeiro lugar caberia perguntar quais são esses resultados.

Mazzucato e Pena (2015) desenvolvem o conceito de “políticas orientadas a missões”. Os autores utilizam como exemplo as ações do estado que buscavam o alcance de missões determinadas, como por exemplo “a ida do homem à lua” ou “diminuir as alterações climáticas”.

Estudando essa forma de atuação do estado, que utiliza a orientação por missões, Mazzucato e Penna (2015) encontraram evidências de que essas políticas podem ser mais efetivas, uma vez que os objetivos são conhecidos e toda a estrutura do estado é movimentada de forma que possa auxiliar em seu alcance. Segundo o artigo, as regiões e países que conseguiram um crescimento sustentado pela inovação foram aqueles que realizaram políticas de longo prazo orientadas para missões. Segundo os autores, nesses países as agências do setor público investiram ao longo de toda a cadeia de inovação (pesquisa básica, pesquisa aplicada, financiamento a empresas) e definiram novas rotas de alto risco, realizando mudanças de paradigma que perpassaram vários setores, assumindo os riscos inerentes a essa mudança. A ideia nessa abordagem é que a inovação deve produzir soluções para os problemas e missões da sociedade, como mudança climática, obesidade, envelhecimento e aumento da desigualdade por exemplo. Dessa forma, o papel do Estado seria não apenas financiar a inovação e o crescimento, mas também tornar o desenvolvimento mais "inteligente", "inclusivo" e "sustentável" (União da Inovação da CE, Estratégia de Inovação da OCDE apud Mazzucato e Penna, 2015).

Por isso, Mazzucato e Penna (2015) defendem que o Estado deve direcionar investimentos, criar mercados e assumir riscos ou incertezas como principal investidor.

Um ponto importante levantado em Mazzucato e Penna (2015) é que as pesquisas sugerem que as empresas entram em determinadas áreas não pelos custos ou lucros atuais, mas pelas expectativas de oportunidades futuras de crescimento. Assim, seria fundamental que o Estado trouxesse confiança, com políticas estáveis de longo prazo para as áreas que são consideradas promotoras desse desenvolvimento de qualidade. Portanto, as missões, além de terem influência direta no contexto da inovação, têm ainda um papel de indutor de expectativas positivas no setor privado.

Ao se debruçarem sobre o tema, Mazzucato e Penna (2015) compararam políticas que entendiam ser orientadas por missões. Eles observaram que as antigas (Homem chegar à Lua, por exemplo), foram mais abrangentes, mobilizando políticas públicas em todas as áreas e setores, de forma que fosse realizado um esforço conjunto do governo para seu alcance. Já nas mais contemporâneas (mudança climática, por exemplo), o esforço do governo não abrange

políticas importantes, e precisará se combinar a outras políticas para que sejam alcançados os efeitos desejados sobre toda a estrutura de produção e consumo.

Assim, a partir dessa perspectiva, é fundamental que o governo entenda quais são os objetivos que deseja atingir, de forma que possa conjugar os esforços no sentido de alcançá-lo. Para isso, da mesma forma que chegar à Lua exigiu a interação de muitos setores, alcançar a revolução “verde”, tão debatida e necessária atualmente, também exigirá alterações profundas.

Analisando o Sistema de Inovação no Brasil, Mazzucato e Penna (2016) apresentaram as vantagens de realizar políticas públicas orientadas por missões no país, argumentando que, dessa forma, seria possível aumentar a eficácia das políticas de inovação do Brasil. Para eles, essas políticas devem seguir alguns princípios:

- a) políticas orientadas por missões devem ser sistêmicas. Portanto, devem seguir os preceitos do referencial teórico de sistemas de inovação que foram apresentados nessa dissertação;
- b) devem estabelecer direções concretas para a economia, implantando a rede necessária entre os agentes públicos e privados relevantes, com o fim de alcançar seus objetivos;
- c) devem entender o processo de inovação como incerto, cumulativo e coletivo. Assim, as políticas devem prever: (i) possibilidade de fracasso, bem como formas de obter benefícios para o Estado quando ocorrem os casos de sucesso, (ii) continuidade em suas ações para que o processo seja consolidado (iii) integração entre os agentes do sistema para que trabalhem em conjunto no desenvolvimento da inovação.

Os autores destacam ainda que as Políticas sistêmicas orientadas por missões devem ser baseadas em diagnósticos e prognósticos sólidos e claros, identificando elos inexistentes, falhas e gargalos do sistema nacional de inovação, bem como os pontos fortes do sistema e que esse diagnóstico seja usado na elaboração de estratégias concretas. Além disso, destacam ainda a avaliação e monitoramento dinâmico e contínuo ao longo do processo da política (Mazzucato e Penna, 2016).

1.3.3 Especificidades para planejamento das políticas voltadas ao desenvolvimento do sistema

Essa seção apresenta algumas especificidades no planejamento de políticas públicas que devem ser observadas e adequadas ao caso específico. O objetivo da seção é prover a conceituação teórica que permita a avaliação desses aspectos no PAISS, programa que será avaliado no capítulo 3, embasada no conceito de Sistema Nacional de Inovação.

Assim, considerando que a inovação é um processo sistêmico e complexo, que requer efetiva participação do Estado para seu desenvolvimento, pode-se destacar alguns pontos específicos para formulação de políticas voltadas diretamente a promover inovação:

a) desenvolvimento de tecnologias internas - Considerando a complexidade do desenvolvimento sistêmico, a utilização de tecnologia importada não cria o conhecimento necessário para que o sistema se torne completo e autônomo para desenvolver seu próprio trajeto, alinhado às especificidades locais. Assim, as políticas devem privilegiar o desenvolvimento de tecnologias internas ou, quando isso não for possível, buscar mecanismos de endogeneização dessa tecnologia;

b) entendimento claro do papel de cada uma das instituições do sistema nacional de inovação - Esse ponto é de extrema relevância no desenho das políticas públicas, uma vez que cada instituição deve ter seu papel estudado e definido, com diagnóstico de problemas e oportunidades, levando em consideração a maturidade da inovação que se deseja alcançar. Dessa forma, é possível fomentar as instituições necessárias em cada fase do desenvolvimento, fazendo com que as políticas não fiquem concentradas em determinados elos do sistema, como a pesquisa básica por exemplo. Considerando esse ponto, Melo (2010) ressalta que “As empresas são o centro do sistema de inovação. Não há mais dúvida quanto a isso, nem do ponto de vista teórico, nem tão pouco do ponto de vista empírico”. Cabe destacar que esse protagonismo na inovação atribuído por Melo (2010) não desqualifica as políticas voltadas às outras instituições, apenas coloca a necessidade de, no momento em que o contexto já apresenta maturidade da tecnologia para desenvolvimento voltado ao mercado, termos nas empresas (ainda que públicas) o centro das políticas, uma vez que são os agentes com maiores condições de finalizar o processo realizando as interações necessárias com outros agentes. Podemos observar que a percepção de que a empresa deve ser agente destacado nas políticas públicas está alinhada com o arcabouço teórico de sistemas de inovação, que coloca as interações como processos fundamentais ao desenvolvimento das tecnologias. Nesse contexto, é importante destacar que a empresa na fase de comercialização é quem possui maiores interações com fornecedores, consumidores, instituições de pesquisa, etc. Portanto, deve-se atribuir às empresas o protagonismo no momento necessário ao desenvolvimento da inovação, sem deixar de realizar investimentos em outras instituições;

c) promoção de interação entre as instituições - Diante de todo o aprofundamento teórico da abordagem de sistema de inovação, fica clara a importância das interações existentes no sistema. Schiling, (2006) destaca que são vantagens da colaboração entre empresas: (i) possibilidade para a empresa de obtenção de habilidades ou recursos necessários mais

rapidamente do que no desenvolvimento interno; (ii) possibilidade de redução dos compromissos com ativos e melhoraria de sua flexibilidade através da obtenção de algumas das capacidades ou recursos necessários de um parceiro em vez de desenvolver internamente; (iii) aprendizagem através da colaboração com parceiros, uma vez que o contato próximo com outras empresas pode facilitar a transferência de conhecimento e a criação de novos conhecimentos que as empresas individuais não poderiam criar sozinhas; e (iv) compartilhamento dos custos e riscos do projeto, uma das principais razões pelas quais as empresas colaboram em um projeto de desenvolvimento. Esses fatores podem ser particularmente importantes quando um projeto é muito caro ou seu resultado é altamente incerto. Em vista disso, Kupfer e Hasenclever (2013) entendem que o Estado deve estimular as empresas a desenvolver novas capacitações, além de estimular a articulação e alianças estratégicas;

d) financiamento público - Outro fator que merece destaque na teoria é a importância do sistema financeiro para obtenção dos recursos necessários ao desenvolvimento das tecnologias pretendidas. Chesnais (2005) coloca que o modelo de financiamento é muito importante para o desenvolvimento de novas tecnologias e que, apesar de ter sido muito globalizado, o sistema financeiro ainda guarda características locais. Observa ainda que o mercado de ações deixa as empresas muito vulneráveis e não proporciona o financiamento de longo prazo necessário ao desenvolvimento de inovações. Dessa forma, o financiamento estatal torna-se fundamental para fomentar novas tecnologias. Para Kupfer e Hasenclever (2013), o Estado deve subsidiar agentes interessados na difusão de novas tecnologias, sendo necessário mesclar instrumentos que afetam o conjunto de agentes econômicos (oferta e demanda). Destacam os instrumentos de intervenção: (i) subvenção a projetos de alta densidade tecnológica, (ii) incentivos fiscais à pesquisa e desenvolvimento, (iii) financiamento em condições preferenciais para a inovação, (iv) compras do setor público, e (v) disponibilidade de capital de risco para novos empreendimentos, além de medidas orientadas a garantir a apropriabilidade privada do investimento tecnológico (patentes) e manter padrões técnicos (metrologia, padronização e qualidade). Considerando também importantes o fortalecimento das instituições que compõem um sistema de inovação local ou nacional, especialmente institutos dedicados à investigação científica e tecnológica e à formação de recursos humanos de alto nível. Podemos enfatizar nesse aspecto o ambiente macroeconômico brasileiro de desestímulo ao investimento privado em inovação, dadas as altas taxas de juros. Nesse ambiente o investidor não tem como escolher um investimento de risco elevado, frente a tantas opções seguras e altamente rentáveis existentes no sistema financeiro brasileiro.

Ainda que as políticas públicas tenham todos os componentes necessários ao sucesso, outros fatores devem estar alinhados para que ela alcance os resultados esperados. Por isso, é importante destacar o papel de ações do governo que, apesar de não estarem diretamente voltadas ao desenvolvimento de inovações, também têm expressiva influência no sistema de inovação. Herrera (1971) destacou que deve ser feita distinção entre:

a) políticas explícitas: Políticas oficiais, que são as disposições e normas que formam a política científica do Estado. São exemplos as leis, regulamentos, planos de desenvolvimento, programas de financiamentos, entre outros; e

b) políticas implícitas: Não tem estrutura formal, sendo muito mais difícil de identificar. Para Herrera (1971), são elas que realmente determinam o papel da ciência na sociedade, porque expressam a demanda científica e tecnológica do “projeto nacional”⁴ vigente em cada país. Nesse contexto, as políticas explícitas devem estar articuladas com as implícitas, o que muitas vezes não acontece. O autor destaca que as políticas explícitas são de extrema importância e devem ser utilizadas, mas que elas só terão papel relevante se forem devidamente articuladas com as políticas implícitas. Assim, se essa articulação não for realizada de forma adequada, é provável que as ações realizadas com objetivo de promover a inovação sejam dificultadas ou até anuladas frente às políticas implícitas existentes no país.

Neste contexto, podemos destacar a política macroeconômica como uma política implícita que tem tido grande influência negativa no desenvolvimento brasileiro. Como podemos ver em Coutinho (2005, p. 431), os regimes macroeconômicos podem ser de dois tipos:

Regimes macroeconômicos benignos são aqueles capazes de combinar baixas taxas de juros a taxas de câmbio relativamente subvalorizadas (ou seja, condições que promovam mais valor agregado doméstico bem como mais estímulo às exportações). Por outro lado, regimes macroeconômicos malignos são aqueles que combinam taxas de juros elevadas a taxas de câmbio sobrevalorizadas, prejudiciais à produção doméstica e à competitividade das exportações do país.

As altas taxas de juros no Brasil têm aumentado a dívida do estado, bem como desestimulado o investimento produtivo em detrimento de investimentos financeiros. Esse regime macroeconômico maligno, histórico no país, é um fator muito importante no estudo do sistema nacional de inovação brasileiro, dado que as políticas explícitas nem sempre são suficientes para criar condições que transpassem as dificuldades criadas pelas políticas implícitas. Segundo Coutinho (2005, p. 447):

⁴ Como “projeto nacional”, Herrera (1971) entendia o conjunto de objetivos daqueles que, de alguma forma, detém o controle econômico e político da comunidade. Dessa forma, essa elite dirigente determina concretamente como será o ideal nacional, articulando e implementando ações que caminhem na direção escolhida.

Em resumo, um novo projeto de desenvolvimento deve ter como esteio uma articulação mutuamente reforçadora entre a política macroeconômica e uma política industrial e tecnológica que busque uma inserção competitiva autônoma, comercialmente superavitária, para assegurar ao Brasil uma convivência não vulnerável e não destrutiva com o processo de globalização. Uma articulação entre as políticas macro e industrial-tecnológica deve, simultaneamente, sustentar o esforço exportador e iniciar programas de substituição eficiente de importações, dentro da visão contemporânea de cadeias integradas. Tais programas deveriam enfocar, imediatamente, todas as cadeias setoriais geradoras de substanciais déficits comerciais. Adicionalmente, a política de promoção comercial e de defesa contra importações desleais, dumping e barreiras discriminatórias a produtos brasileiros deveria ser urgentemente instrumentalizada e reforçada. A política tecnológica, por sua vez, é essencial para difundir as tecnologias de classe mundial, agregar valor aos nossos produtos e deslanchar processos locais de aprendizado, podendo se constituir em um precioso instrumento de fomento, ao ser concebida de modo compatível com as regras da OMC e com os novos paradigmas de política praticados pelos países desenvolvidos.

Dessa forma, podemos entender, a partir da exposição do arcabouço teórico de Sistemas de Inovação, que a inovação ocorre através de um processo complexo e único, dependente de diversas interações entre diferentes subsistemas que devem estar integrados e alinhados num propósito de promover a inovação. Um desses subsistemas, e o mais importante para a análise desse trabalho, é o subsistema de políticas públicas.

Assim, o Estado deve realizar um trabalho de articulação de políticas explícitas e implícitas, procurando observar os aspectos sistêmicos na elaboração dessas políticas, dando ênfase às integrações possíveis e à importância de articulação entre os diferentes instrumentos de apoio à inovação.

Além disso, o estado deve assumir missões, articulando suas políticas com intuito de alcançá-las, para que seja possível um desenvolvimento de qualidade, trazendo benefícios à sociedade.

1.3.4 Avaliação das políticas públicas

A avaliação das políticas públicas é destacada, por diversos teóricos de sistemas de inovação, como uma ferramenta de aprendizado dentro do subsistema de políticas públicas. Os processos sistemáticos de avaliação das políticas em termos de atendimento aos seus objetivos são destacados como importante forma de observação dos resultados para aprendizado e transformação institucional constante. (Lundvall e Borrás, 2006; Peixoto, 2013 apud Costa, 2013). Assim, esse aprendizado obtido a partir da avaliação poderia ser incorporado nos próximos planejamentos de políticas. (Costa, 2013).

No entanto, apesar de inúmeras tentativas de desenvolver indicadores para mensuração dos resultados da política, não é possível estabelecer uma forma única de análise para todas as políticas de inovação, dadas as peculiaridades de cada ação.

Mazzucato e Penna (2015) destacam que as avaliações realizadas atualmente são, na maioria das vezes, baseadas em métricas que realizam uma análise de custo-benefício a partir do cenário anterior à intervenção, que é e comparado com o cenário posterior. No entanto, os autores destacam que essa avaliação inclui na equação apenas um quadro estático, não adequado à análise do modelo sistêmico, dinâmico e complexo que torna a inovação possível. Por isso, essa forma de avaliação acaba se tornando uma ferramenta limitada para avaliar políticas públicas e investimentos que visam enfrentar os desafios da sociedade. Assim, precisam ser realizadas avaliações que entendam o processo intrinsecamente dinâmico.

Por isso, é importante notar que a avaliação pode chegar a conclusões equivocadas por não ter indicadores para essa ação transformadora, que indiquem se o governo está apenas operando em espaços já explorados ou está de fato realizando coisas novas, que não aconteceriam sem essa intervenção (Mazzucato e Penna, 2015).

Voltando ao entendimento da dinâmica sistêmica da inovação, fica claro que a política a ser analisada não age sozinha, num plano estático onde seria possível isolar e mensurar, pelos resultados, somente os efeitos da política analisada. O entendimento de que há o Sistema Nacional de Inovação, impõe que a análise seja realizada a partir da avaliação de todos os atores que de alguma forma influenciam o desenvolvimento dessa inovação, de forma dinâmica. Por isso, ainda que seja possível definir alguns indicadores específicos para mensurar o sucesso da política, não podemos abrir mão de uma análise qualitativa que procure dar conta de toda essa complexidade.

Cabe ainda destacar que realizar a avaliação das políticas a partir do contexto geral, vislumbrando todo o sistema de inovação, não significa esperar que a política atue em todos esses elos complexos do sistema de inovação estudado. Entender o Sistema onde a política se insere, e toda sua complexidade, é fundamental porque ela não age sozinha no desenvolvimento da inovação promovida. Nesse contexto, seus acertos ou falhas não podem ser dimensionados sem entender o Sistema de Inovação em que a ela está atuando.

No entanto, diante da teoria apresentada nesse capítulo, entendemos que seria desejável às políticas concebidas ter esse caráter sistêmico. Como já vimos anteriormente, as políticas sistêmicas alcançaram resultados positivos nos países em que foram implementadas. Assim, a avaliação das políticas deveria procurar entender se as políticas executadas são sistêmicas ou se deveriam ter incluído outras ações para que de fato impactassem de forma positiva os diversos elos do sistema objetivado.

1.4 Conclusão do capítulo

Diante da abordagem teórica apresentada, podemos concluir que as políticas públicas são essenciais ao desenvolvimento das inovações, e que devem ser elaboradas levando em consideração o caráter sistêmico e complexo desse desenvolvimento.

Além disso, o Estado precisa ser ativo no processo, buscando beneficiar áreas estratégicas ao desenvolvimento nacional. Particularmente, para promoção do desenvolvimento no Brasil, os idealizadores da política devem considerar os aspectos nacionais de países em desenvolvimento, de forma a elaborar políticas que possam dar conta das questões intrínsecas a essa característica.

Outro fator importante a ser considerado é a atuação de políticas implícitas no Sistema Nacional de Inovação. Pudemos perceber que a articulação das ações de estado é fundamental para que as políticas explícitas possam apresentar resultados positivos na promoção da inovação e, assim, do desenvolvimento do país.

Por fim, precisamos destacar a importância de avaliar as políticas estabelecidas. A partir dessas avaliações, é possível o aprendizado institucional que possibilita realizar correções nos programas já em curso e elaborar políticas mais adequadas aos cenários mapeados nas avaliações. No entanto, a partir do entendimento de que a inovação é sistêmica, fica claro que a avaliação de qualquer política voltada à inovação só pode ser realizada considerando a dinâmica do sistema de inovação em que essa política está atuando, dado que outros fatores alheios a ela podem estar influenciando o desenvolvimento da inovação pretendida.

CAPÍTULO 2: SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO SUCROALCOOLEIRO

O capítulo está estruturado em 3 seções. A seção 2.1, Histórico do setor, possui 5 subseções. A subseção 2.1.1, Origens do etanol no Brasil, mostra a evolução histórica do setor de etanol, desde a produção de açúcar como principal produto do Brasil, até o início da fabricação de álcool. A subseção 2.1.2, O Proálcool, apresenta o principal programa de fomento ao etanol realizado no Brasil e seus desdobramentos. A subseção 2.1.3, Desregulamentação e crise no setor, expõe o momento de menor intervenção estatal no setor e crise durante a década de 1990. A subseção 2.1.4, Retomada e consolidação do mercado, mostra o retorno do crescimento a partir da década de 2000 e a criação de um mercado interno consolidado para o produto. A subseção 2.1.5, Instabilidade e cenário atual, mostra o período de crise ao final da década de 2000, chegando ao retrato atual do setor. A seção 2.2, Sistema de inovação sucroalcooleiro no Brasil, apresenta o Sistema de Inovação do etanol e suas instituições. A seção 2.3, Etanol celulósico, explica a tecnologia do etanol celulósico e qual a importância de sua implementação no Brasil. A seção 2.4 apresenta a conclusão do capítulo.

2.1 Histórico do setor:

2.1.1 Origens do etanol no Brasil

Essa seção pretende apresentar o histórico do desenvolvimento do setor sucroalcooleiro no Brasil, a partir do início de produção de cana-de-açúcar.

A cana-de-açúcar teve seu cultivo iniciado no Brasil no início do século XVI. Por ter condições de clima e solo favoráveis ao cultivo da cana, o país viu a produção de açúcar prosperar acentuadamente, tornando-se o principal negócio do Brasil imperial e se mantendo assim por quase dois séculos (Chagas, 2014).

Nessa época, o açúcar produzido no Brasil era quase todo exportado. No entanto, no século XVIII, o Brasil inicia a produção de café, que passa a ser o principal produto agrícola do país. Apesar de tomar a posição de destaque do setor açucareiro, o consumo interno de café estimulou o consumo de açúcar, fazendo com que ele crescesse dentro do Brasil de forma importante. Assim, no século XIX, o mercado brasileiro já absorvia a maior parte de sua produção açucareira. Nesse período, devido ao aumento na fabricação de açúcar, começaram a surgir os engenhos centrais (que possuíam maior capacidade de moagem e maquinário mais moderno) e os engenhos tradicionais começaram a ser substituídos por usinas, que tinham maior capacidade de produção (Oliveira Filho, 2017; Chagas, 2014).

Com esse aumento na produção de cana, outros produtos extraídos da planta também ganharam espaço. Dentre eles destaca-se o álcool, que era uma opção de produção complementar, uma vez que as usinas poderiam optar por aumentar a produção do álcool e diminuir a do açúcar dependendo de qual deles apresentasse uma maior rentabilidade no mercado. No entanto, existem outros produtos que também são produzidos da cana, como melado e aguardente. Além disso, os resíduos da cana-de-açúcar, como a palha, o bagaço e o vinhoto, podem ser usados na fabricação de outros produtos, entre eles estão rações animais e fertilizantes agrícolas (Vasconcellos, 2008).

Ainda que outros produtos, como o café, tenham tomado seu lugar como principal artigo produzido no país, o açúcar nunca deixou de ter destaque no contexto econômico do Brasil. Apesar de sua relevância, o mercado de açúcar sempre foi instável e passou por diversas crises ao longo da história. Dada essa instabilidade, os produtores se uniram numa rede de proteção, de forma que pudessem usar o prestígio político, oriundo da importância econômica do açúcar para o país, com objetivo de fazer com que o governo regulamentasse o mercado, amenizando os efeitos das crises para os produtores.

Essa reivindicação encontrou um contexto favorável no início da década de 1920, uma vez que o Brasil estava passando pelo aumento do número de veículos movidos à gasolina, sem que o país possuísse refinarias de petróleo. Por isso, o governo brasileiro viu no álcool uma possibilidade de aumentar a frota sem comprometer a balança comercial com importação de gasolina e começou a investir em tecnologias que pudessem permitir o uso do álcool como combustível carburante, criando em 1923 a “Estação Experimental de Combustíveis e Minérios” (Vasconcellos, 2008).

Com esse ambiente favorável, em 1927 a agroindústria sucroalcooleira iniciou uma série de lançamentos de misturas de álcool-motor que representaram a efetiva realização de atividades empreendedoras e causaram uma ruptura significativa do padrão de conduta tradicional dominante à época (Dunham, Bomtempo e Fleck, 2011).

Posteriormente, no início da década de 1930, ocorreu nova crise de superprodução, fazendo com que os produtores pressionassem o então governo de Getúlio Vargas a intervir. Nessa conjuntura, tem-se o início de um longo período de intervencionismo estatal no setor sucroalcooleiro no Brasil, que teve continuidade após o governo de Vargas e se estendeu por quase 60 anos (Vasconcellos, 2008).

Entre as medidas implementadas estava o Decreto 19.717/31, que estabeleceu vários incentivos para estimular a produção e o consumo de álcool, como o mandato de mistura

mínima de 5% de álcool anidro na gasolina importada, além de estímulos à importação de equipamentos (Brasil, 1931 apud Dunham, Bomtempo e Fleck, 2011).

Neste contexto, foi criado o Instituto do Açúcar e do Álcool (IAA) em 1933, que tinha por objetivo estabilizar o mercado brasileiro através de diversas ações, dentre as quais estaria a promoção da produção de álcool como combustível carburante (Decreto nº 22.789 de 1933; Oliveira Filho, 2017).

Nessa época, o Nordeste dominava a produção de açúcar no Brasil, mas as dificuldades com o transporte do produto produzido nessa região foram intensificadas em decorrência da segunda guerra mundial, contribuindo para a consolidação da indústria açucareira no estado de São Paulo. Assim, a indústria na região Sudeste se tornou mais dinâmica graças ao uso de técnicas mais modernas de produção e à proximidade tanto do complexo industrial de bens de capital como de instituições de pesquisa significativas, como o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e a Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (Esalq) (Furtado, Scandiffio e Cortez, 2011).

Contribuíram também para a consolidação da indústria na região, segundo Dunham, Bomtempo e Fleck, (2011), as iniciativas para resolver o problema do Mosaico⁵, que era muito comum no Brasil na época. Essas iniciativas fizeram com que fossem desenvolvidas duas competências fundamentais na região de São Paulo: o desenvolvimento de conhecimentos que proporcionassem resultados eficientes e a difusão desses resultados no setor produtivo, o que só foi possível em função da cooperação com as usinas.

Além da cooperação das usinas com as instituições de pesquisa, Dunham, Bomtempo e Fleck, (2011) destacam que havia um “estrito relacionamento entre a agroindústria e a indústria de equipamentos, que incluía formas diferenciadas de compra/venda de equipamentos e formação de sociedades”

No contexto nacional, a criação do IAA ajudou a consolidar a produção de álcool e, quando ocorreu a crise do petróleo da década de 1970, (que aumentou o preço desse produto em 400% apenas entre outubro de 1973 e março de 1974) o governo viu na produção de álcool uma possibilidade de diminuir a dependência do país ao petróleo externo. Essa crise, aliada à influência dos usineiros, fez com que o governo lançasse, em 1975, o Programa Nacional do Álcool (Proálcool), que criou uma série de incentivos com objetivo de fomentar a produção e consumo de álcool em todo o país.

⁵ Doença causada por vírus que acomete a planta da cana de açúcar prejudicando a produção.

2.1.2 O Proálcool

O Programa Nacional do Álcool foi responsável pela consolidação do Sistema de Inovação Sucroalcooleiro. Ele criou incentivos que resultaram em um sistema consolidado, fomentando todas as cadeias, como veremos nessa seção.

Inicialmente, o programa forneceu juros subsidiados para o investimento na fabricação de destilarias, garantindo capacidade de produção. Também instituiu mandato de mistura do etanol na gasolina de 20% e vinculou os preços do etanol aos preços do açúcar, garantindo por outro lado a demanda a preços atraentes para os produtores. Esses incentivos permitiram que fosse utilizada a estrutura produtiva existente, uma vez que bastava instalar destilarias anexas às usinas de açúcar para produzir o álcool anidro (tipo que pode ser misturado à gasolina). Além disso, os automóveis não precisaram ser adaptados para o novo combustível (gasohol) já que a mistura era bem suportada pelos motores já existentes (Maia, 2010).

Num segundo momento do programa, iniciado em 1979, o governo aumentou os incentivos no âmbito do Proálcool, atuando em outras frentes que pudessem dar vida própria ao combustível (Maia, 2010).

Assim, o governo instituiu subsídios ao preço do álcool, de forma que ficasse mais vantajoso para o consumidor a compra do álcool quando comparado à gasolina. No entanto, os carros produzidos até então não rodavam com o combustível, sendo necessária a renovação da frota. Para que isso fosse possível, o governo incentivou a compra desses automóveis concedendo benefícios fiscais e financiamentos em condições especiais para aquisição de carros movidos a etanol (Maia, 2010).

Para possibilitar a oferta do combustível ao consumidor, o Proálcool instituiu financiamento para infraestrutura de distribuição de álcool e concedeu empréstimos subsidiados para construção ou expansão de destilarias (Maia, 2010).

Além dessas medidas que criaram uma nova frota exclusivamente movida a etanol hidratado (tipo de combustível utilizado nos carros movidos exclusivamente a álcool) o governo aumentou o percentual de mistura mínima do álcool anidro na gasolina (Maia, 2010).

A partir desses incentivos, a produção do álcool hidratado aumentou quase 13 vezes e as vendas de automóveis a álcool cresceram tanto que chegaram a 96% do total de veículos vendidos em 1985 (Vasconcellos, 2008).

2.1.3 Desregulamentação e crise no setor

No entanto, a partir de 1986 ocorrem mudanças no contexto internacional, com baixa nos preços do petróleo e aumento no preço do açúcar. Além disso, o Brasil alcançou, na mesma

época, um patamar na produção interna de petróleo que tirou o país da dependência internacional do combustível. Esses fatores fizeram com que o governo começasse a rever as políticas de incentivo em vigor, diminuindo os recursos alocados na manutenção dos benefícios (Maia, 2010; Vasconcellos, 2008).

Outro ponto relevante foi a promulgação da constituição de 1988. A constituição anterior priorizava o intervencionismo estatal, enquanto a atual prevê a livre iniciativa e a livre concorrência, que foram interpretados à época como fundamentos para impedir a recepção do marco regulatório bastante intervencionista vigente até sua promulgação.

Somado a isso, a partir de 1990 sucederam-se no Brasil governos que defendiam o liberalismo econômico. Esse período começou com o governo de Fernando Collor, que promoveu a desregulamentação da maioria das cadeias agroindustriais brasileiras, incluindo a sucroalcooleira. Dentre as alterações promovidas, a principal mudança no sistema de inovação da cana-de-açúcar foi a extinção do IAA. Outras alterações também tiveram impacto, como a extinção dos subsídios ao etanol hidratado e anidro. (Maia, 2010)

Essa descontinuidade do programa de subsídios ao etanol, somado à baixa do preço do petróleo, tornou o álcool caro quando comparado à gasolina. Assim, os carros a álcool praticamente pararam de ser vendidos e muitos motores movidos a etanol foram convertidos, de forma que pudessem funcionar com gasolina, diminuindo drasticamente a frota de carros com motores a álcool (Maia, 2010).

Os presidentes que sucederam Fernando Collor também possuíam o mesmo viés liberal, aprofundando as dificuldades dos produtores de etanol.

Cabe observar que nessa época já havia a preocupação mundial com a utilização dos combustíveis fósseis, tanto que foi realizada em 1992, no Rio de Janeiro, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (Eco-92). A conferência sediada no Brasil teve presença massiva dos líderes mundiais e tinha como objetivo debater soluções para o desenvolvimento sustentável. Nessa conferência já foram apresentadas metas de uso de energias alternativas, para diminuição do consumo de gasolina. Portanto, existia uma tendência mundial, na qual o Brasil estava inserido, de preservação ambiental que beneficiava o álcool combustível. Esse fator, somados à influência das empresas sucroalcooleiras, conseguiu reverter em alguma medida os efeitos nocivos ao setor criados pelo fim da regulação. No entanto, não foram suficientes para reverter o quadro desfavorável ao etanol, agravado pelo aumento do preço do açúcar no mercado internacional. (Pereira, 2015; Oliveira Filho, 2017)

Podemos destacar o mandato de mistura mínima do etanol na gasolina como um importante incentivo para manutenção de mercado que os produtores conseguiram manter. O

percentual obrigatório foi definido por inúmeros decretos e portarias ao longo do tempo, que ajustaram seu valor de acordo com o contexto, mas sempre mantiveram um percentual acima de 20%. Essa continuidade do mandato de mistura assegurou certa estabilidade à produção de etanol, por garantir uma reserva de mercado para o produto. É importante observar que essa ação permaneceu inalterada mesmo no período de desregulamentação, ocorrido a partir de 1990, garantindo a continuidade do projeto de substituição parcial do consumo de combustíveis fósseis no Brasil e mantendo uma demanda mínima estável para os produtores de etanol, mesmo nos períodos de declínio (Oliveira Filho, 2017). Ressalta-se que a medida ainda é vigente e atualmente a mistura prevista é de 27%, o maior percentual de mistura no mundo.

2.1.4 Retomada e consolidação do mercado

Esse quadro de declínio observado a partir de 1986 e agravado a partir de 1990, foi alterado na década de 2000, quando algumas condições tornaram o cenário favorável ao etanol, tais como: (i) o lançamento dos carros que aceitavam tanto gasolina quanto álcool, chamados flex-fuel, que atualmente já correspondem à aproximadamente 95% da venda nacional de automóveis⁶, (ii) o aumento do preço do petróleo no mercado internacional, (iii) a aprovação das leis: 10.336/01, referente à Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (CIDE)⁷ e 10.453/02, intitulada Lei do Álcool⁸ e (iv) Início do Governo Lula, que tinha uma linha desenvolvimentista e iniciou um período no qual o governo passaria a interferir na economia de forma ativa. Esse contexto proporcionou a retomada de um crescimento sustentável do etanol. (Pereira, 2015; Oliveira Filho, 2017).

Destaca-se que o Governo Lula alterou as políticas neoliberais até então implementadas, por uma diretriz de maior participação do estado no fomento à ciência e tecnologia e, em novembro de 2007, lançou o Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação (PACTI) 2007-2010. O plano definiu áreas prioritárias para o governo e, dentre elas, estavam os biocombustíveis, com destaque para o etanol. (Pereira, 2015).

Nesse contexto, podemos destacar algumas ações do governo que mostravam uma forte sinalização de maiores preocupações em relação ao etanol. Uma delas foi o Programa Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento para o Etanol, em que havia um arranjo institucional

⁶ NovaCana. **Carro com motor flexível faz 15 anos no Brasil**. Reportagem de 05 de Abril 2018, disponível em < <https://www.novacana.com/n/etanol/carros/carro-motor-flexivel-15-anos-brasil-050418/>>, acesso em 11 de agosto de 2018.

⁷ A CIDE incidia sobre a gasolina e até 2011 aumentou seu valor frente ao álcool

⁸ A lei do álcool regulamentava o uso dos recursos da CIDE atribuindo, dentre outras coisas, subsídios aos produtores de álcool combustível

entre diferentes esferas do governo federal, incluindo diversos ministérios e agências do governo. O programa tinha orientação para produção de energia a partir da biomassa (etanol e energia elétrica). A partir desse programa surgiu a consolidação da Embrapa Agroenergia como unidade voltada ao P&D, que possui pesquisas em cana-de-açúcar, e a criação de um centro de excelência em tecnologia do etanol no Brasil, que posteriormente viria a ser o Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia em Bioetanol (CTBE). Além disso, foi criada a Rede de P&D em Hidrólise Enzimática e diversos projetos foram fomentados com objetivo de viabilizar o etanol celulósico. (Pereira, 2015; Oliveira Filho, 2017)

Entre essas ações, a criação, em 2010, do CTBE representou um marco importante, uma vez que o laboratório tem a função de congrega pesquisadores e iniciativas, figurando como importante instituição de pesquisa, realizando pesquisas próprias e auxiliando empresas no desenvolvimento de tecnologias. O CTBE é apontado como responsável pelos principais resultados no desenvolvimento do setor de etanol celulósico brasileiro (Oliveira Filho, 2017; Tete, 2016)

Com a crescente busca mundial pela substituição dos combustíveis fósseis, vários países começaram a investir na produção de etanol. Os estados Unidos investiram na produção utilizando o milho como matéria prima, e foi o país mais bem-sucedido nessa empreitada.

Assim, mesmo com todos esses avanços conseguidos a partir dos anos 2000, o Brasil, que já foi um dos principais produtores de itens derivados da cana-de-açúcar no mundo (açúcar e etanol), perdeu o posto de maior produtor mundial de etanol para os EUA em 2005, ainda que a produção brasileira continuasse crescendo de maneira expressiva. Esse fato se deve ao aumento acelerado da produção externa. Os dados mostram que a produção mundial, em especial a americana, tem se avolumado e cresce mais expressivamente que a do Brasil. (Pereira, 2015)

Vasconcelos (2008), destacou que a produção brasileira de 2005 representou 125,52 vezes a safra de 1950 (126 milhões de litros). A tabela abaixo demonstra a evolução do Brasil e dos EUA a partir de 2005, quando os norte-americanos ultrapassaram o Brasil em volume de produção, passando a ser os maiores produtores do mundo.

Tabela 1: Produção de etanol em milhões de litros

Ano	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
EUA	14,8	18,5	24,7	35,2	41,4	50,3	52,7	50,0	50,3	54,2	56,1	58,3	60,0
Brasil	15,9	17,9	22,5	27,7	25,7	27,6	22,7	23,5	28,0	28,9	30,5	27,7	27,8

Fonte: Elaboração própria a partir de dados extraídos do MAPA 2018 e Renewable Fuels Association (RFA)

Em 2005 o Brasil produziu 15,9 milhões de litros e ainda superava os Estados Unidos com 14,8 milhões. Em 2006 os EUA ultrapassaram a produção brasileira e a produção americana foi crescendo mais aceleradamente alcançando os 60,0 milhões de litros em 2017, enquanto o Brasil chegou aos 27,8 milhões de litros de etanol. Podemos perceber através dos dados, que a produção brasileira continuou crescendo de forma expressiva, mas não chegou próxima do crescimento americano, que quadruplicou a produção nesses 12 anos.

Apesar de ter perdido a liderança na produção mundial, o Brasil ainda possui destaque na produção de etanol e conta com um mercado expressivo para o produto. Por isso, mantém a maioria da produção sendo consumida pelo mercado doméstico, até porque ainda não existe um mercado externo de etanol consolidado (Pereira, 2015).

Cabe ressaltar que a frota brasileira é majoritariamente de carros flex fuel, que aceita gasolina ou álcool em qualquer proporção. Nesse caso, o consumidor é totalmente elástico ao preço do produto. Essa elasticidade do mercado interno, somada à inexistência de um mercado consolidado fora do país, faz com que o mercado seja bastante instável no setor (Pereira, 2015).

2.1.5 Instabilidade e cenário atual

Mesmo que a partir do governo Lula o estado tenha passado a intervir beneficiando o etanol, e que o PACTI tenha colocado o produto dentre as áreas prioritárias para as políticas estatais, o cenário sofreu alterações a partir do final da década de 2000.

Nesse período, a Petrobrás manteve os preços dos combustíveis fósseis abaixo dos praticados no exterior. O objetivo dessa política de preços do governo, executada pela empresa estatal, era não permitir que ocorresse o aumento da inflação como reflexo do aumento dos combustíveis. Esse temor é justificado quando constatamos que o transporte de produtos no Brasil é praticamente todo realizado por rodovias. Assim, o aumento dos combustíveis teria desdobramentos em todas as cadeias produtivas, aumentando os preços dos produtos em geral.

Entretanto, essa política criou sérias dificuldades para o setor alcooleiro, uma vez que tornou o álcool menos atrativo com relação à gasolina. Podemos observar o impacto que essa política provocou na redução do consumo de etanol, percebido através dos dados sobre o abastecimento de escolha dos carros movidos tanto a álcool quanto à gasolina: “se em janeiro de 2009, 80% dos carros flex consumiam prioritariamente álcool, esse número caiu para 27% em outubro de 2012”⁹.

⁹ BBC Brasil. **Quatro fatores para entender a crise do etanol** . Reportagem de 03 de maio de 2013. <https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2013/05/130424_etanol_mdb> acesso em 10 de julho de 2018.

Além desse controle de preços, em 2007 havia sido descoberta a camada do pré-sal¹⁰ no Brasil, que começou a ser explorada pela Petrobrás em 2010. O cenário da época era de otimismo com a descoberta de reservas de petróleo na camada, fazendo com que as expectativas do mercado e do governo federal fossem redirecionadas para o aumento dos ganhos que essas explorações poderiam trazer no curto e médio prazo. Por isso, a ênfase previamente dada às energias renováveis e biocombustíveis foi preterida em prol de políticas direcionadas à exploração do pré-sal (Pereira, 2015).

Esse redirecionamento ocorreu principalmente devido à relevância dessas reservas. Segundo a Petrobrás¹¹, as descobertas no pré-sal estão entre as mais importantes em todo o mundo na última década, colocando o Brasil em posição estratégica frente à grande demanda de energia mundial. Em fevereiro de 2018 a produção do Pré-sal, oriunda de 83 poços, já correspondia a 53,3% do total da produção da Petrobrás¹². Esses dados mostram a importância do pré-sal nas políticas energéticas brasileiras, que passaram a priorizar essa fonte de energia.

Além disso, Soares (2016) destaca alguns fatores que contribuíram para a perda de competitividade do etanol com relação à gasolina. Entre 2008 e 2012 ocorreram grandes secas, justamente num momento em que estava ocorrendo avanço na mecanização das lavouras de cana em virtude da celebração do Protocolo Agroambiental, acordo firmado entre as usinas paulistas com o Estado de São Paulo que tinha o objetivo de estimular a mecanização para reduzir as queimadas. Apesar da mecanização no longo prazo ter a tendência de aumentar a competitividade, inicialmente ela teve o efeito de diminuí-la, uma vez que os produtores passam pelo processo de aprendizagem das técnicas (Soares, 2016). Outra medida que trouxe dificuldades ao setor foi a extinção da CIDE em 2012, que aumentava o valor da gasolina com relação ao etanol.

Esse cenário levou as empresas do setor sucroalcooleiro a enfrentarem diversos problemas financeiros, que provocaram a falência de um número significativo delas e mantém outras ainda em recuperação judicial. Mais de 80 usinas de açúcar fecharam desde 2008 e cerca de 30 por cento das usinas restantes enfrenta altos níveis de endividamento¹³.

¹⁰ O pré-sal é a camada de rochas e sal, localizada em águas profundas, onde foram encontradas jazidas de petróleo abaixo do mar brasileiro.

¹¹ Fonte: <http://www.petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/areas-de-atuacao/exploracao-e-producao-de-petroleo-e-gas/pre-sal/>

¹² Dados extraídos do relatório de produção da ANP: http://www.anp.gov.br/images/publicacoes/boletins-anp/Boletim_Mensal-Producao_Petroleo_Gas_Natural/Boletim-Producao_fevereiro-2018.pdf

¹³ Batista, Isis e Almeida, Fabiana. **Política de preço de combustível do Brasil põe açúcar em risco**. Bloomberg, 27 de junho de 2018. Disponível em <https://www.bloomberg.com.br/blog/politica-de-preco-de-combustivel-brasil-poe-acucar-em-risco/> acessado em 08 de julho de 2018.

Muitas dessas falências foram decorrentes do elevado grau de endividamento gerado pelos financiamentos utilizados para investir na produção, realizados com base nas expectativas positivas do setor a partir de 2003. Esse endividamento tem sido apontado como determinante para o fechamento de unidades e para outras restrições que afetam a capacidade de produção (Pereira, 2015).

O setor começou a dar sinais de melhora só em 2017, quando o governo mudou a política de preços praticados pela Petrobrás, fazendo com que os preços da gasolina aumentassem. Além disso, o açúcar aumentou no mercado internacional, trazendo algum fôlego às usinas. No entanto, as empresas ainda estão sendo saneadas e muitas ainda se encontram em situação complicada financeiramente.

Apesar disso, o setor tem se mostrado confiante numa retomada de crescimento devido ao lançamento da Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio). A política foi instituída pelo programa, nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017, e regulamentada pelo decreto nº 9.308, de 15 de março de 2018.

O programa prevê que os produtores de energias limpas sejam certificados para poderem emitir o C BIO¹⁴, a partir da venda (nota fiscal) de sua produção. Por outro lado, ocorrerá o estabelecimento de metas de redução das emissões da matriz de combustíveis, que serão desdobradas em metas individuais para os distribuidores de combustíveis fósseis. Para cumprir essas metas, os distribuidores de combustíveis terão que apresentar a propriedade dos CBIOs em sua carteira. Dessa forma, os produtores de biocombustíveis receberão um recurso adicional para produção a partir da venda dos CBIOs, sendo que os combustíveis com menor pegada de carbono, caso do etanol de segunda geração, receberão mais recursos com o programa. O decreto prevê adaptações ao longo do tempo, mas foi instituído por dez anos, o que promove uma previsibilidade ao setor.

É importante destacar que a política foi construída com intensa participação do setor sucroalcooleiro. Dessa forma, foi desenhada com objetivo de “aumentar a produção de biocombustíveis no Brasil, a fim de que o país cumpra os compromissos assumidos no Acordo de Paris¹⁵, para redução das emissões de gases de efeito estufa”¹⁶. Assim, o programa é visto

¹⁴ O C BIO (Crédito de Descarbonização por Biocombustíveis) é um Ativo negociado em bolsa, emitido pelo produtor de biocombustível, a partir da comercialização (nota fiscal). O ativo terá valor inversamente proporcional à intensidade de carbono do biocombustível produzido pelo emitente.

¹⁵ O Acordo de Paris foi um acordo Internacional no âmbito da ONU, no qual o Brasil se comprometeu a reduzir as emissões de gases do efeito estufa com iniciativas que contemplavam o aumento da participação de bioenergia sustentável na sua matriz energética

¹⁶ Brandão, Marcelo. **Temer assina decreto que regulamenta o RenovaBio**. Agência Brasil EBC, 14 de março de 2018. <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/politica/noticia/2018-03/temer-assina-decreta-que-regulamenta-o-renovabio>> acesso em 04 de julho de 2018.

pelo mercado, com grandes expectativas, como o início da regulamentação dos biocombustíveis.

Outro ponto positivo para o setor foi a mudança nas políticas de preços praticados pela Petrobrás e a alta do petróleo no mercado internacional. O contexto atual é favorável ao consumo de etanol, o que poderá favorecer o desenvolvimento de tecnologias que reduzam os custos do etanol 2G.

Esse histórico mostra que as políticas voltadas à produção de etanol foram realizadas de forma intermitente, sem dar ao setor a estabilidade necessária ao cumprimento de investimentos de longo prazo. As ações implementadas pelo Estado apresentaram uma instabilidade significativa ao longo dos últimos governos, não permitindo que as empresas pudessem ter evidências consolidadas de uma política pública perene que privilegiasse o setor de biocombustíveis, tornando os investimentos mais atrativos.

Apesar disso, o Brasil possui liderança na produção de etanol e temos um setor consolidado pelas políticas públicas realizadas, bem como uma perspectiva de crescimento a partir do RenovaBio.

2.2 Sistema de inovação sucroalcooleiro no Brasil

Essa seção apresenta o Sistema de inovação sucroalcooleiro e as principais instituições que atuam no desenvolvimento das inovações na produção de etanol.

Furtado, Scandiffio e Cortez (2011), destacam que o etanol brasileiro, extraído a partir da cana-de-açúcar, pode ser considerado o maior caso de sucesso em biocombustíveis no mundo, uma vez que possui menor custo aliado ao mais baixo nível de emissões de gases de efeito estufa nos biocombustíveis existentes. Os autores observaram ainda que o sucesso do Brasil com a cana-de-açúcar não pode ser entendido como consequência apenas das vantagens comparativas naturais do produto, mas sim como resultado de esforços que geraram uma trajetória de desenvolvimento tecnológico própria, trilhada principalmente a partir de inovações incrementais.

O Proálcool, como já foi visto nesse capítulo, consolidou o sistema de inovação sucroalcooleiro no país, investindo em pesquisa e desenvolvimento voltados não apenas para a produção, mas também para a criação do mercado nacional (Maia, 2010). Furtado, Scandiffio e Cortez (2011) entendem que o programa permitiu uma trajetória virtuosa de inovação e difusão, aumentando continuamente a produtividade e diminuindo os custos na produção do álcool e do açúcar.

Assim, as unidades produtoras se espalharam pelo território nacional. Atualmente o Brasil possui 411 usinas mapeadas pelo NovaCana¹⁷. Destas usinas, o estado de São Paulo concentra 172, sendo o estado com mais unidades no país. Além disso, em seus estados fronteiriços estão outras 140 usinas, totalizando 312 nessa região. O Nordeste possui outra concentração de usinas, com 73 instaladas. O restante das usinas brasileiras está espalhado pelo território nacional e, apesar dessa concentração nas duas regiões, praticamente todos os estados possuem pelo menos uma usina de cana-de-açúcar estabelecida em seu território¹⁸.

Verges (2013) destaca que ocorreu um movimento de internacionalização iniciado na década de 1990 e seguido mais tarde pela entrada de uma série de empresas americanas e asiáticas atraídas pelo retorno da rentabilidade do setor. Assim, “em 2009 eram mais de 20 conglomerados estrangeiros que comandavam, ou tinham participação acionária nas empresas do setor” (Udop, 2009 apud Verges, 2013).

Esses grupos internacionais possuem maior capacidade para investir em inovação porque podem contar com um suporte financeiro mais robusto em eventuais crises do setor, dado que são grupos com atividades diversificadas. Além disso, também possuem maior capacidade de captar recursos no mercado de capitais (Verges, 2013).

Outro fator interessante que caracteriza o perfil das usinas instaladas no Brasil é o fato de serem predominantemente de unidades mistas, que produzem açúcar e álcool (anidro e hidratado). Esta possibilidade de escolha do produto a ser produzido a partir da mesma matéria prima tem o benefício de tornar viável a preferência àquele que tenha a melhor relação custo/benefício no momento, respeitando a viabilidade técnica da produção. Essa opção pode ser realizada não apenas considerando os preços no mercado, como também a época do ano, dado que o rendimento da cana é influenciado pela estação. Assim, em épocas chuvosas, quando o rendimento em sacarose é mais baixo, pode ser mais interessante a produção de álcool. Já nos períodos secos, o rendimento em sacarose está no auge, privilegiando a produção de açúcar e diminuindo a produção de álcool. Portanto, a depender de todos esses fatores, a usina pode optar por aumentar a produção de açúcar ou de álcool. Essa particularidade das usinas brasileiras promove uma vantagem com relação às usinas que não possuem produção de açúcar, pois permite a sobrevivência das empresas em momentos de crise em algum dos setores¹⁹.

¹⁷ Site especializado em dados sobre o mercado de etanol e cana-de-açúcar. Segundo informações do site, “O novaCana alcançou o reconhecimento do setor ao desenvolver um trabalho especializado com foco em informações exclusivas avançadas e a maior base de dados sobre o mercado das usinas sucroenergéticas.”

¹⁸ Informações obtidas no site da NovaCana em 04 de julho de 2018. <https://www.novacana.com/usinas_brasil>
¹⁹ Relatório da Conab 2009-2010. Disponível em <http://www.udop.com.br/download/estatistica/setor_sucroenergetico/2009a10_perfil_setor_acucar_alcool_conab.pdf> acesso em 10 de setembro de 2018.

Outras instituições também são peças importantes nesse sistema, como as instituições de pesquisa criadas a partir dos programas estatais de incentivo ao setor.

Por muito tempo o IAA foi a principal instituição na promoção do seguimento, mas suas ações foram desdobradas de forma que perpassaram sua extinção. Nesse sentido, Rosário (2008) destaca três programas realizados pelo Instituto que, segundo o autor, foram fundamentais para o fortalecimento do sistema de inovação sucroalcooleiro. Os programas foram criados a partir de 1968 e estavam alinhados com a consolidação das políticas de exportação dos governos militares:

- Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar (PLANALSUCAR).
- Programa de Racionalização da Indústria Açucareira.
- Programa de Apoio à Indústria Sucro-alcooleira.

O objetivo do Planalsucar era desenvolver variedades de cana-de-açúcar nacionais, uma vez que as variedades até então utilizadas eram importadas. Quando o programa acabou, na década de 1990, os recursos humanos e físicos utilizados no Planalsucar foram absorvidos pelas Universidades Federais. Assim, foi criada a Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro (RIDESA), de forma que pudesse dar continuidade aos trabalhos realizados no programa (Rosário, 2008). A RIDESA opera até hoje, num modelo de rede entre as universidades, e com projetos que são financiados prioritariamente por recursos privados obtidos através de parcerias com usinas, destilarias e fornecedores de cana²⁰.

Os dois últimos programas tinham o objetivo de aumentar a capacidade produtiva do país. Os três programas apresentaram resultado positivo, tanto que os recursos alocados pelo IAA nos programas, apesar de volumosos, foram compensados pelos ganhos produzidos nas exportações alcançados nos anos posteriores (Rosário, 2008; Maia, 2010).

Cabe destacar que a RIDESA atua principalmente no Estado de São Paulo, onde está a maior concentração dos produtores do país. O estado também concentra a geração de conhecimento no setor, principalmente por possuir um sistema que produz intensa interação entre os produtores, usineiros, fornecedores de materiais e equipamentos, agências de fomento e importantes universidades estaduais, além de institutos de pesquisa (Maia, 2010).

A região de Campinas-Piracicaba possui destaque nesse desenvolvimento e interação, uma vez que nessa região estão importantes universidades como a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e a Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), institutos de pesquisa, como o Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol

²⁰ Informações obtidas em <https://www.ridesa.com.br/>, acesso em 10 de setembro de 2018.

(CTBE), além de muitas usinas e empresas que fazem parte de toda cadeia produtiva, como a Dedini, principal fornecedora de máquinas e equipamentos para o setor e o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), empresa que produz tecnologia (principalmente melhoramento genético) localizada na região (Maia, 2010).

Apesar da concentração de instituições de pesquisa do setor nessa região, existem outros importantes centros de pesquisa fora do estado de São Paulo, tais como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR). No Nordeste, outro polo de desenvolvimento sucroalcooleiro, estão: o Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste (CETENE) e a Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA). (Maia, 2010)

Furtado, Scandiffio e Cortez (2011) destacaram que as atividades do sistema de inovação do setor sucroalcooleiro procuraram, principalmente, melhorar o sistema produtivo já estabelecido pelas grandes usinas de açúcar. Assim, o setor historicamente não desenvolveu inovações radicais, se restringindo a inovações incrementais no processo de produção de açúcar e etanol.

No entanto, segundo Furtado, Scandiffio e Cortez (2011), ainda que as inovações desenvolvidas no sistema sucroalcooleiro tenham sido incrementais, conseguiram gerar ganhos de produtividade significativos, permitindo ao Brasil chegar ao primeiro lugar no mundo em termos de custos de produção, como já foi colocado nesse capítulo, bem como reduzir drasticamente a necessidade de combustíveis fósseis com a utilização do bagaço na geração de energia.

Cabe observar que o Sistema de Inovação sucroalcooleiro é consolidado e, a partir das entrevistas realizadas na pesquisa dessa dissertação, ficou claro que existe intensa interação entre os atores, principalmente na região de Campinas-Piracicaba.

2.3 Etanol celulósico

Uma das principais diferenças entre o etanol tradicional (agora chamado de etanol de primeira geração ou 1G) e o etanol celulósico (de segunda geração ou 2G), é a matéria prima utilizada em sua produção. O etanol 1G brasileiro usa o caldo da cana-de-açúcar para fermentação, enquanto o etanol 2G é obtido do material celulósico (celulose e hemicelulose) que compõe a estrutura das plantas. Assim, o material utilizado na produção de etanol 2G pode estar no bagaço e na palha da cana, na madeira, sabugo e palha de milho, palha de arroz, entre outros. A tecnologia consiste em “quebrar” o material celulósico de forma que os açúcares possam ser fermentáveis. A esse processo de “quebra” dá-se o nome de hidrólise (Tomé, 2014).

Existem registros de produção do etanol 2G em 1810, quando era obtido a partir da madeira, utilizando ácido sulfúrico para hidrolisar a celulose e formar açúcares que poderiam ser fermentáveis e transformados em etanol. A tecnologia que realiza a hidrólise utilizando ácido, como o ácido sulfúrico, hoje é chamada de rota ácida. Nessa época, o etanol celulósico foi utilizado como solução para obtenção de combustíveis num momento de dificuldades, devido à escassez causada pela Primeira Guerra Mundial. Nesse contexto, alemães e americanos produziram etanol 2G em escala comercial para atender à demanda existente. No entanto, a técnica se mostrou economicamente inviável posteriormente, quando a guerra terminou e o mercado deixou de ser impactado por seus efeitos.

Uma descoberta importante para o desenvolvimento da tecnologia de segunda geração ocorreu durante a Segunda Guerra Mundial, nas batalhas nas selvas do Sudeste asiático, onde os uniformes militares, que eram de algodão, estavam se deteriorando muito rapidamente. Para resolver essa questão, os cientistas do exército começaram a pesquisar e descobriram que um fungo era o responsável pela rápida deterioração observada. A partir disso, um químico do exército, descobriu que o fungo liberava uma enzima que transformava a celulose das roupas em glicose (Tolan, 2002 apud Soares, 2016). “A partir desse evento dá-se início aos estudos da rota de conversão chamada de hidrólise enzimática” (Kovarík, 2013 apud Soares, 2016)

No entanto, apenas a partir da década de 1970 que o etanol 2G passou a ganhar força. De acordo com Soares (2016):

(...) principalmente com as Crises do Petróleo e o desenvolvimento da biotecnologia. Nessa nova fase diversas empresas surgiram ou passaram a atuar na produção de enzimas e/ou leveduras. Importantes insumos necessários para a produção de E2G via hidrólise enzimática. Empresas pequenas, com base em biotecnologia, começaram a surgir, principalmente na produção de enzimas.

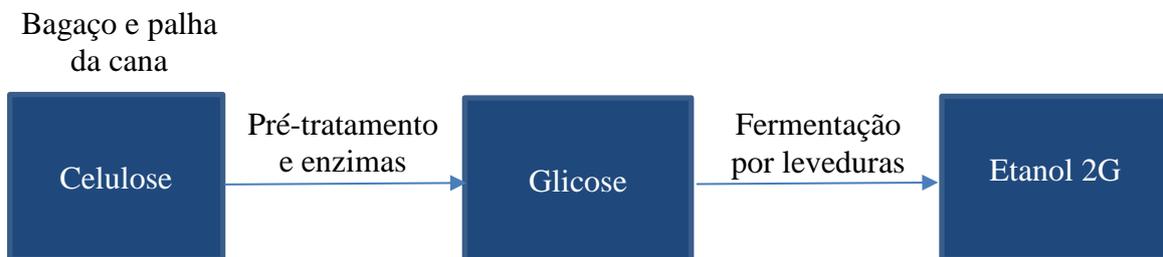
Ainda assim, apenas da década de 2000 o etanol 2G começou a ganhar notoriedade, principalmente em consequência da busca mundial por alternativas que substituíssem os combustíveis fósseis. Essa busca se acentuou tanto pela finitude do petróleo, quanto por suas elevadas emissões de CO₂ (Tomé, 2014).

Atualmente o entendimento é de que a rota ácida utilizada na produção inicial do etanol 2G não é economicamente viável, não sendo considerada a mais favorável das formas de produção de etanol 2G. No entanto, outras rotas foram estudadas e a que possui perspectivas

mais promissora é a rota biotecnológica ou enzimática, que utiliza enzimas para realização da hidrólise da biomassa.

Assim, a rota enzimática é a que está sendo utilizada pela indústria nos processos de fabricação brasileiros. Para que seja possível a hidrólise através das enzimas, é necessário que a biomassa seja trabalhada, num processo chamado de “pré-tratamento”. Para isso, são aplicados pressão, calor e moagem para desestruturar as fibras, de forma que as enzimas consigam realizar a hidrólise, transformando a celulose em glicose. Após esse processo, leveduras realizam a fermentação, finalizando a transformação da biomassa em etanol.

Figura 1: Processo de transformação do material celulósico da cana em etanol 2G



Fonte: Elaboração própria

A tecnologia para hidrólise enzimática começou a ser desenvolvida mais recentemente e, apesar de estar se mostrando promissora, ainda não atingiu um estágio que garanta sua viabilidade econômica frente ao etanol 1G. Por isso, ainda é importante o apoio estatal, promovendo a pesquisa e investimento necessários para o desenvolvimento dessa tecnologia de fronteira.

No Brasil, o quadro para produção de etanol 2G é extremamente favorável, uma vez que o país possui tradição na produção de etanol e conta com matéria prima abundante para produção do combustível celulósico. Destaca-se que sua produção pode promover significativa melhoria na produtividade, sem aumentar a área plantada de cana-de-açúcar, uma vez que utiliza para sua produção o resíduo gerado pela fabricação do etanol 1G (Oliveira Filho, 2017).

Considerando a pegada de carbono²¹, o etanol celulósico apresenta uma equação ainda mais positiva que o de primeira geração. A conta se dá a partir da forma de fabricação e, como o álcool é produzido a partir de uma planta, em sua produção é absorvido carbono da atmosfera para fotossíntese. Assim, o CO₂ emitido pela combustão do álcool deve ser subtraído daquele que foi absorvido no crescimento da matéria prima agrícola. Nessa soma, devem ser consideradas ainda as emissões realizadas em todas as etapas da produção, como na combustão

²¹ Pegada de carbono é um índice que mede a quantidade de gases do efeito estufa liberada em determinado processo.

de combustíveis fósseis utilizados no transporte, na utilização de fertilizantes etc. (Maia, 2010). Então, quanto menos CO₂ líquido obtivermos por essa equação, menor a pegada de carbono do combustível.

Além disso, as características da cana de açúcar, produto utilizado no Brasil para produção de etanol, são muito vantajosas quando comparadas com o milho. Enquanto o etanol extraído do milho tem cerca de 20% de redução de emissão de gases de efeito estufa, a redução proporcionada pelo etanol de primeira geração extraído da cana-de-açúcar produzido no Brasil chega a 50%. Melhor desempenho ainda possui o etanol 2G, que tem percentual mínimo de 60% de redução nas emissões. Assim, o etanol celulósico é um produto muito superior nesse quesito. Outra característica que torna o produto nacional interessante é que a biomassa da cana tem grande capacidade energética, uma vez que o bagaço da cana-de-açúcar é composto por aproximadamente 46% de celulose e 25% de hemicelulose, 21% de lignina²² e 8% de outros componentes (Goldemberg, 2011 apud Pereira, 2015). Portanto, a biomassa da cana de açúcar possui 71% de material aproveitável na produção de etanol de segunda geração (celulose e hemicelulose).

Ademais, é importante observar que, na cultura da cana, a energia está distribuída da seguinte forma: 31,4% em sacarose, 34,7% no bagaço e 33,8% nas pontas e nas folhas (SAFATLE, 2011; GOLDEMBERG, 2006 apud Oliveira Filho, 2017). Ou seja, a maior parte da energia está contida na biomassa da cana. Por isso, o etanol 2G possui possibilidade de prover uma grande quantidade de energia, sem aumentar a área cultivada do produto. Esses fatores contribuíram para que vários países passassem a investir em pesquisas na área, incentivando a produção do etanol 2G. O Brasil também tomou ações nesse sentido, sendo que a principal iniciativa de apoio estatal foi o PAISS, programa que será detalhadamente analisado no capítulo 3.

Podemos destacar o PACTI 2007-2010, que, como visto anteriormente, foi um plano do Ministério de Ciência e Tecnologia que colocou o setor de biocombustíveis, em particular o etanol, como uma das 13 áreas estratégicas do governo. Para sua operacionalização foram instituídas metas que possibilitaram o incremento das ações voltadas ao desenvolvimento de tecnologia para produção do biocombustível de segunda geração. Uma de suas ações foi voltada para “pesquisa em hidrólise enzimática de materiais celulósicos e lignocelulósicos bem como a identificação de microrganismos da microbiota brasileira para a otimização do processo de conversão desses materiais com vistas à sua utilização industrial” (Tete, 2016)

²² A lignina é um polímero orgânico que une as fibras celulósicas. Também pode ser utilizada na indústria para fabricação de diversos produtos (ração animal por exemplo) ou geração de energia elétrica.

Segundo Tete (2016):

Três metas relacionadas a essa ação foram definidas: apoiar a consolidação da Embrapa Agroenergia; criar o Centro de Tecnologia do Etanol (que viria a se chamar CTBE); 3) apoiar o desenvolvimento de duas plantas-piloto de hidrólise enzimática instaladas em usinas de álcool e açúcar em 2009-2010.

A segunda meta, em especial, parece ter sido a origem de um dos principais resultados concretos que contribuíram para a formação do STI do etanol 2G brasileiro, qual seja, a implantação do Centro de Tecnologia do Bioetanol (CTBE).

Essas ações foram muito importantes, pois promoveram um ambiente adequado ao desenvolvimento do etanol celulósico. No entanto, é importante frisar que para o desenvolvimento do etanol 2G existia no Brasil um setor sucroalcooleiro extremamente desenvolvido, mas não havia empresas de biotecnologia que pudessem oferecer os insumos necessários à hidrólise enzimática. Em vista disso, segundo os entrevistados na pesquisa dessa dissertação, ainda hoje o Sistema Nacional de Inovação para produção de etanol 2G não está completo, uma vez que o país ainda não produz as enzimas, que são importadas²³.

É importante citar que existem diversas iniciativas nesse sentido, e que o CTBE já está avançado no desenvolvimento de um coquetel enzimático utilizando microorganismos nacionais. O CTBE está iniciando a fase de testes do coquetel, que mostrou possuir custos competitivos. Destaca-se que o desenvolvimento do CTBE poderá ser disponibilizado às empresas iniciantes, pois transpassa o segredo industrial por ser um laboratório público que tem como objetivo contribuir para o desenvolvimento nacional²⁴.

Portanto, apesar do Sistema Nacional de Inovação sucroalcooleiro estar consolidado no Brasil, os produtores de etanol fazem parte de um setor tradicional, que não consegue prover sozinho todas as competências necessárias ao desenvolvimento do etanol 2G, uma vez que, para esse desenvolvimento, o país é carente de empresas de biotecnologia com interesse na produção dos insumos necessários à indústria de etanol celulósico.

Considerando o histórico apresentado na seção anterior, verificamos que as políticas públicas não tiveram a continuidade necessária ao desenvolvimento de tecnologias que pudessem promover um desenvolvimento econômico sustentável e menos dependente de combustíveis fósseis. No tocante ao etanol 2G, essa instabilidade é mais prejudicial, por se tratar de uma tecnologia de fronteira, com grandes incertezas provenientes da própria novidade, sendo necessário um desenvolvimento de longo prazo para possivelmente aferir os ganhos

²³ Informação obtida em entrevista realizada em 08 de junho de 2018, com Mario Murakami, diretor científico do CTBE e em entrevista realizada em 23 de maio de 2018, com Fabrício Brollo Dunham e Artur Yabe Milanez, que participaram, representando o BNDES, do Grupo de Trabalho BNDES-FINEP formado para executar a chamada pública do PAISS.

²⁴ Idem 23.

provenientes do pioneirismo na produção do combustível celulósico. Dessa forma, as empresas não são incentivadas a aplicar recursos de alto risco necessários à produção do etanol celulósico.

Apesar disso, o Brasil atualmente é o maior produtor de etanol celulósico do mundo, dado que só a Raízen produziu 12 milhões de litros do produto em 2017, o que já representa volume maior do que a soma de todas as outras produtoras do mundo²⁵. No entanto, a produção mundial ainda é insipiente e os países estão superando as dificuldades encontradas na escala comercial, de forma que essa liderança brasileira pode estar ameaçada caso não tenhamos um cenário vantajoso ao produto no país.

2.4 Conclusões

O setor sucroenergético no Brasil é importante no contexto econômico nacional e conseguiu durante muito tempo uma constância em políticas públicas que produziram um consolidado sistema de inovação.

No entanto, nas últimas décadas, as políticas públicas não têm sido estáveis, produzindo oscilações que prejudicam um desenvolvimento sustentável para um setor estratégico, com benefícios econômicos, sociais e ambientais.

Ainda assim, o Brasil tem papel de destaque tanto na produção do produto quanto no desenvolvimento de tecnologias, sendo um dos pioneiros na produção do etanol 2G e alcançando atualmente o posto de maior produtor mundial do produto, apesar da reduzida produção. É importante destacar que o país possui inúmeros fatores que contribuem para que a produção nacional seja bem-sucedida, além de uma matéria prima que possui vantagens em relação ao milho, principal matéria prima utilizada para a produção de etanol no mundo.

No entanto, não existem ainda empresas de biotecnologia nacionais capazes de produzir as enzimas necessárias à hidrólise da celulose, sendo que essa parte da produção precisa ser importada. Cabe destacar que existem pesquisas no sentido de produzir enzimas nacionais, mas até o momento não atingimos a comercialização desses insumos.

Além disso, o cenário atual parece favorável à produção de etanol 2G, principalmente pela efetivação do RenovaBio, mas pode sofrer revezes pela dependência do mercado aos preços do petróleo e do açúcar, dependendo das políticas públicas adotadas pelos próximos governos.

²⁵ Informação obtida em entrevista realizada em 29 de junho de 2018, com Evandro Curtolo da Cruz, Gerente de Tecnologia da Raízen.

CAPÍTULO 3: O PAISS

O capítulo 3 está estruturado em 5 seções. A seção 3.1, Metodologia de análise, apresenta a metodologia utilizada para a pesquisa e análise do PAISS. A seção 3.2, Apresentação do PAISS, está dividida em duas subseções. A subseção 3.2.1, Elaboração do Programa, apresenta o contexto de elaboração do PAISS. A subseção 3.2.2, Lançamento do Programa, apresenta o desenho e o processo de execução das etapas do programa. A seção 3.3, Caracterização e análise do programa, está dividida em quatro subseções. A subseção 3.3.1, Características do programa, apresenta as características do PAISS. A subseção 3.3.2, Avaliação do programa, analisa as características do programa e de que forma elas impactaram os resultados. A subseção 3.3.3, O PAISS no contexto das políticas públicas, contextualiza o programa como política pública. A subseção 3.3.4, Articulação entre os agentes do Estado, discorre sobre as articulações necessárias entre os agentes de políticas públicas e como ela se deu no PAISS. A seção 3.4, Resultados do programa, apresenta alguns resultados obtidos pelo apoio. Por fim, a seção 3.5, Conclusões, apresenta as principais conclusões do capítulo.

3.1 Metodologia de análise

O objetivo dessa seção é apresentar a metodologia da pesquisa, para que seja possível entender de que forma foram obtidas as informações que constam no capítulo 3, onde o PAISS será apresentado e analisado.

A metodologia de pesquisa foi escolhida a partir do desenvolvimento teórico apresentado no primeiro capítulo dessa dissertação, onde foi identificada a importância de avaliações qualitativas e periódicas das políticas públicas. Por isso, o presente trabalho pretende realizar uma análise qualitativa dos resultados do PAISS, a partir de dados que foram coletados de três fontes:

- a) Dados secundários, coletados de estudos já realizados sobre o programa encontrados nas principais bases de dados de pesquisa;
- b) Dados primários quantitativos disponibilizados por BNDES e Finep e coletados de fontes oficiais; e
- c) Dados primários qualitativos, coletados através de entrevistas realizadas com:

- i. Técnicos do BNDES, que formularam ou acompanharam a seleção, contratação ou execução dos Planos de Negócios no âmbito do PAISS²⁶;
- ii. Técnico da Finep, que participou da formulação, seleção, contratação e execução dos planos de negócios no âmbito do PAISS²⁷;
- iii. Integrantes do Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) que participaram do processo de seleção ou execução dos projetos no âmbito do PAISS²⁸. Destaca-se que a empresa formalizou 9 projetos no âmbito do programa;
- iv. Integrante do Laboratório Nacional de excelência em bioenergia (CTBE), que participou da execução dos dois projetos no âmbito do PAISS que o laboratório teve participação²⁹;
- v. Integrante da Petrobrás, que participou do processo de seleção do Plano de Negócios da empresa no âmbito do programa. Destaca-se que a Petrobrás teve seu Plano de Negócios aprovado, mas decidiu por não encaminhar a contratação do projeto³⁰; e
- vi. Integrante da Raízen que participou do processo de seleção e execução do projeto de etanol de segunda geração contratado no âmbito do PAISS³¹.

É importante observar que as entrevistas foram realizadas através de um roteiro aberto, com possibilidade de introdução de informações que não estavam previstos inicialmente.

A escolha dos entrevistados foi realizada considerando sua importância e a diversidade, de forma que fosse possível obter um panorama do programa nas diferentes instituições apoiadas.

Dessa forma, o CTC e o CTBE foram escolhidos por sua importância no Sistema de Inovação, destacada no capítulo 2 dessa dissertação.

A Petrobrás foi selecionada por ser uma empresa estatal que já estava avançada no desenvolvimento de etanol 2G e, mesmo assim, desistiu de utilizar o apoio conseguido no programa.

A Raízen foi escolhida por ser a empresa apoiada que apresentava os melhores resultados na produção de etanol 2G.

²⁶Entrevista realizada em 23 de maio de 2018, com Fabrício Brollo Dunham e Artur Yabe Milanez, que participaram, representando o BNDES, do Grupo de Trabalho BNDES-FINEP formado para executar a chamada pública do PAISS.

²⁷Entrevista realizada em 11 de junho de 2018, com Laércio de Sequeira, analista da Finep que participou do Grupo de Trabalho BNDES-Finep.

²⁸Entrevista realizada em 08 de junho de 2018, com Fabio Hayashida, diretor do CTC, e Daiane Diehl, que participou do processo de seleção dos projetos representando o CTC.

²⁹Entrevista realizada em 08 de junho de 2018, com Mario Murakami, diretor científico do CTBE.

³⁰Entrevista realizada em 18 de junho com Juliana Vaz Bevilaqua, gerente de biotecnologia da Petrobrás.

³¹Entrevista realizada em 29 de junho de 2018, com Evandro Curtolo da Cruz, Gerente de Tecnologia da Raízen.

3.2 Apresentação do PAISS

Nessa seção será apresentado o programa, a partir de sua concepção, com objetivo de contextualizar a formulação do PAISS, seu lançamento e suas características.

3.2.1 Elaboração do Programa

O Plano Conjunto BNDES-Finep de Apoio à Inovação Tecnológica Industrial dos Setores Sucroenergético e Sucroquímico (PAISS) foi o primeiro programa lançado em conjunto pelo Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES) e a Financiadora de estudos e projetos (Finep).

O programa surgiu a partir de uma iniciativa conjunta dessas duas empresas públicas, que começou a ser delineada em 2010, momento em que o setor sucroenergético estava apresentando dificuldades. Essas dificuldades tinham origem nos investimentos realizados pelo setor entre 2005 e 2009 (período com contexto favorável ao etanol) que geraram endividamento das empresas. Com a crise internacional de crédito iniciada em 2008 e a gradual perda de competitividade do etanol no mercado doméstico de combustíveis, as usinas estavam passando por um período instável. “Nesse contexto, o BNDES estudava meios de contribuir para melhorar a competitividade do setor, dentre os quais se destacava a necessidade de fomentar maiores investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I)” (Nyko et al, 2013).

Além disso, Finep e BNDES receberam um projeto de inovação do setor sucroenergético com desafios que os instrumentos de fomento disponíveis não seriam capazes de financiar. Assim, as equipes de análise do setor buscaram se aprofundar no tema, acumulando conhecimentos e intensificando discussões que permitiram a realização de um panorama do setor. Dessa forma, perceberam o potencial de inovação pouco explorado. Portanto, a necessidade de estudar o tema fez com que os analistas da Finep e do BNDES pudessem trocar experiências, buscar conhecimentos na área e entender os pontos que precisavam ser apoiados³².

A partir dessa parceria foi elaborado um diagnóstico que circunscreveu as necessidades observadas no Brasil, para que fosse possível o desenvolvimento do etanol 2G. Esse diagnóstico foi publicado por Nyko et al. (2010), na forma de estudo setorial do BNDES, onde foram apontadas diretrizes para o apoio ao desenvolvimento tecnológico do etanol 2G,

³² Informação obtida em entrevista realizada em 23 de maio de 2018, com Fabrício Brollo Dunham e Artur Yabe Milanez, que participaram, representando o BNDES, do Grupo de Trabalho BNDES-FINEP formado para executar a chamada pública do PAISS.

extraído a partir da conversão de biomassa de cana-de-açúcar no Brasil. A partir desse diagnóstico e aproveitando um momento em que os biocombustíveis estavam entre as prioridades do governo federal, BNDES e Finep propuseram a realização do programa e conseguiram o apoio necessário no Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação³³.

Os formuladores do programa destacaram que, desde o início da elaboração do diagnóstico até o resultado da chamada, transcorreram dois anos. Assim, avaliam que tiveram tempo suficiente para realização do diagnóstico, planejamento e análise das propostas no âmbito da chamada, tempo necessário para o amadurecimento do diagnóstico e para uma cuidadosa análise dos Planos de Negócios submetidos pelas empresas, uma vez que os objetivos do incentivo eram bem ambiciosos pela natureza disruptiva das tecnologias que se pretendia apoiar³⁴.

Outro fator destacado por eles, como de extrema importância para o resultado positivo do apoio, foi a delimitação do escopo técnico dos planos de trabalho. A partir do diagnóstico, foi possível circunscrever os temas de acordo com pontos observados como mais promissores ou carentes para o desenvolvimento a que se pretendia. Por isso, a chamada delimitou o apoio a tecnologias específicas³⁵.

Nyko et al. (2010) destacaram em seu diagnóstico os seguintes fatos para justificar a necessidade de apoio estatal ao desenvolvimento do etanol 2G:

- a) O Brasil já possuía domínio da técnica de produção de etanol de primeira geração, sendo líder mundial em produtividade, o que facilitaria o desenvolvimento da tecnologia;
- b) A tecnologia do etanol de primeira geração já estava próxima de seus limites teóricos, podendo alcançar um aumento máximo de 4% em produtividade, enquanto o etanol celulósico poderia proporcionar um ganho de produtividade de até 50% em termos de litros de etanol por hectare, que poderiam ser adicionados à produção nacional de etanol 1G – ou seja, cerca de 10 bilhões de litros a mais e R\$ 12 bilhões de faturamento extra para o setor sucroenergético (Tete, 2016);
- c) O etanol celulósico, como é produzido a partir de material proveniente da fabricação do etanol de primeira geração, não aumentaria as áreas cultiváveis para sua produção;

³³ Informação obtida em entrevista realizada em 23 de maio de 2018, com Fabrício Brollo Dunham e Artur Yabe Milanez, que participaram, representando o BNDES, do Grupo de Trabalho BNDES-FINEP formado para executar a chamada pública do PAISS.

³⁴ Idem 33.

³⁵ Idem 33.

- d) O etanol de segunda geração é um combustível pouco poluente e, com as alterações climáticas cada vez mais observadas e apontadas como provenientes da queima de combustíveis, torna-se imprescindível a busca por combustíveis limpos;
- e) O desenvolvimento de biocombustíveis é importante na consolidação da segurança energética do país, considerando o aumento progressivo do consumo de combustíveis, principalmente dos combustíveis fósseis que são recursos finitos;
- f) O desenvolvimento dessa tecnologia estava muito mais avançado em outros países, com iniciativas públicas vultosas e bem articuladas no fomento ao desenvolvimento (principalmente nos Estados Unidos), ameaçando a liderança da produção de etanol nacional; e
- g) A busca pela competitividade do etanol de segunda geração demandava muitos esforços de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I), com alto risco em sua implementação. Assim, eram necessários incentivos que tornassem atrativo o investimento no etanol 2G.

Além disso, como foi visto no capítulo 2, a cana é uma matéria prima que apresenta maior percentual de diminuição de gases do efeito estufa em comparação com o milho, além de sua biomassa possuir grande capacidade energética. Dessa forma, a matéria prima nacional é considerada vantajosa para a produção de etanol 2G.

Outro ponto importante é a estrutura de produção existente no país. As usinas, em sua maioria, são ligadas às plantações, o que é um ponto importante para a logística da coleta do bagaço e redução de custos (Pereira, 2015).

O diagnóstico realizado por Niko et al. (2010) procurou estudar a melhor forma de incentivar a tecnologia e, para isso, mapeou os esforços realizados até aquele ano, para incentivar o desenvolvimento de etanol 2G nos Estados Unidos, União Europeia e Brasil, chegando ao seguinte panorama:

- A legislação americana de incentivo à produção de etanol de segunda geração tinha a coordenação (entre entidades governamentais envolvidas direta ou indiretamente com bioenergia recorrente nos diversos instrumentos de política pública) vista como condição essencial para evitar a duplicação de esforços, alavancar recursos limitados, estimular a participação da iniciativa privada, maximizar o impacto do investimento público e cumprir as metas estabelecidas pelo governo americano. Também se observaram incentivos ao desenvolvimento, produção e compra. Portanto, o fomento americano procurava articular os diversos elos do Sistema de Inovação. Destaca-se que essas políticas, implementadas nos EUA para o desenvolvimento do Etanol 2G, possuíam caráter sistêmico, uma vez que deram ênfase à articulação e privilegiaram não só o desenvolvimento, mas também a produção e compra.

- Os esforços da União Europeia eram um pouco menos articulados que os americanos, mas tinham um volume de recursos proporcionais aos alocados nos EUA.
- O Brasil possuía os esforços menos articulados dos três grupos, além de contar com recursos pouco expressivos frente aos demais. Apesar de ter contado com um aumento da quantidade de programas voltados ao tema a partir de 2007 (como o PACTI), o que alavancou o investimento em tecnologias voltadas ao etanol, os valores ainda eram pequenos se comparados às outras iniciativas (Oliveira Filho, 2017).

Dessa forma, o diagnóstico permitiu observar que as tecnologias estavam fragmentadas em instituições separadas e muito diversas, tanto no porte quanto nas competências. Por isso, a falta de integração dessas iniciativas impedia que ocorresse a articulação de todo o ciclo tecnológico que pudesse dar sustentação ao desenvolvimento da inovação. A partir do estudo que deu origem ao diagnóstico, os analistas da Finep e BNDES também puderam observar que as pesquisas no tema ainda estavam dentro de um perfil de fomento e desenvolvimento muito acadêmicos, com escassas atividades empresariais voltadas ao mercado³⁶.

Levando todos esses fatores em consideração, o modelo operacional do programa foi construído e pensado à luz do diagnóstico realizado, com objetivo de melhorar os pontos considerados carentes, como a ausência de integração e diversidade de empresas que atuavam no setor. Por isso, a chamada alterou a forma de recepção das propostas, que antes era sob a forma de projetos, e previu que as empresas submetessem Planos de Negócios. Essa inovação no formato foi determinante para alinhar os esforços com os objetivos do mercado porque, diferente dos projetos, os Planos de Negócios deveriam prever o ciclo completo de desenvolvimento da tecnologia, sendo papel da empresa antecipar as parcerias necessárias para que os produtos pudessem chegar ao mercado³⁷.

Pereira (2015) destaca que o fomento realizado pela FINEP ao segmento sucroalcooleiro, antes do PAISS, era realizado principalmente por demandas por parte das empresas, sendo modesto no estímulo ao avanço tecnológico do segmento. Aponta também a pouca quantidade de chamadas públicas específicas para etanol ou biocombustíveis até o lançamento do programa.

³⁶ Informação obtida em entrevista realizada em 23 de maio de 2018, com Fabrício Brollo Dunham e Artur Yabe Milanez, que participaram, representando o BNDES, do Grupo de Trabalho BNDES-FINEP formado para executar a chamada pública do PAISS.

³⁷ Idem 36.

Outro ponto importante a ser destacado é que a criação do PAISS também foi impulsionada pela resistência encontrada no mercado internacional ao etanol 1G. Essa resistência foi percebida a partir da tentativa de comercialização do etanol em escala global e pode ser explicada porque o produto de primeira geração possui aspectos em seu cultivo que são considerados problemáticos no exterior. Podemos citar como exemplos, o desmatamento de áreas de floresta, os conflitos fundiários existentes em áreas de plantio de cana e a existência de trabalho análogo ao escravo nas lavouras. Uma vez que a produção do etanol 2G não agrava algumas dessas questões, principalmente as relativas à terra, ele se constituiu como um produto com maior aceitação no mercado internacional (Oliveira Filho, 2017).

3.2.2 Lançamento do Programa

Embasados nesse diagnóstico e panorama, o BNDES e a Finep lançaram o programa através de edital com previsão de apoio conjunto aos Planos de Negócios das empresas que ganhassem a concorrência pública realizada no PAISS, procurando, dentro de seu raio de atuação, responder aos aspectos diagnosticados.

Cabe destacar que o programa induziu o desenvolvimento de projetos nas rotas tecnológicas pré-determinadas, direcionando assim o progresso técnico com intuito de fomentar tecnologias específicas. Esse direcionamento reforçou a biomassa da cana-de-açúcar e elegeu tecnologias portadoras de futuro. Também buscou a obtenção de produtos de maior valor agregado, que podem ser obtidos a partir da biomassa da cana, como combustíveis de maior conteúdo energético e também intermediários químicos com aplicações industriais diversas (Oliveira Filho, 2017).

A partir desse panorama e da percepção do potencial do etanol celulósico, foi lançado o PAISS em 2011. Para intervir nos pontos observados no diagnóstico, o programa contou com diversas inovações em seu desenho e implementação, realizando pela primeira vez: (i) associação de todos os instrumentos de financiamento utilizados tanto pela Finep quanto pelo BNDES, (ii) modelo de “Plano de Negócios” com ênfase na articulação da empresa proponente com outras instituições que possuíssem técnicas ou conhecimentos complementares, de forma a cobrir todas as etapas do desenvolvimento da inovação, e (iii) desenho, execução, análise, seleção e elaboração dos planos de financiamentos realizados em conjunto pela Finep e BNDES.

A seleção para participação no programa foi realizada da seguinte forma:

- Foram incluídas três linhas temáticas: (i) bioetanol de segunda geração, oriundo de biomassa de cana-de-açúcar; (ii) novos produtos de cana-de-açúcar; e (iii) gaseificação de

biomassa, também com foco em cana. O objetivo da chamada era incentivar a produção de etanol 2G. No entanto, a introdução de outras linhas temáticas pretendia proporcionar o surgimento de biorrefinarias³⁸, o que permitiria aos produtores de etanol 2G uma maior diversificação na produção e, conseqüentemente, maior estabilidade frente às frequentes oscilações no mercado de biocombustíveis.

- Foram realizadas três etapas principais e consecutivas para seleção: (i) manifestação de interesse por parte das empresas que desejavam participar do processo (inventário de empresas); (ii) apresentação dos planos de negócios por parte das empresas selecionadas; e (iii) estruturação do plano de suporte conjunto (PSC), que indicou, entre os instrumentos de apoio financeiro existentes no âmbito do BNDES e/ou da Finep, aqueles que melhor se adequaram aos projetos resultantes de cada plano de negócios selecionado. Aprovada nas etapas, as empresas deveriam enviar seus projetos para contratação.

- Foram previstos inicialmente R\$ 1 bilhão em recursos, valor considerado suficiente para alterar o quadro de desvantagem em que se encontrava o país no aspecto do financiamento para o desenvolvimento de etanol 2G, de acordo com a distribuição observada na Tabela 1. A tabela mostra que Finep e BNDES previram 500 milhões de reais em crédito, 200 milhões em recursos não reembolsáveis (recursos destinados a instituições de pesquisa sem fins lucrativos), 200 milhões em subvenção econômica (recursos não reembolsáveis destinados a empresas) e 100 milhões para investimento com participação acionária.

Tabela 2: Composição dos recursos do PAISS

Modalidade de Financiamento	Valor (R\$ milhões)	Finep	BNDES
Crédito	500,0	40,0%	60,0%
Não-reembolsável	200,0	50,0%	50,0%
Subvenção Econômica	200,0	100,0%	-
Participação Acionária	100,0	-	100,0%

Fonte: Edital da chamada pública

3.3 Caracterização e análise do programa

Essa seção apresenta as características do PAISS e faz uma análise mostrando as inovações que o programa apresentou em seu desenho e implementação, e de que forma essas inovações impactaram os objetivos do PAISS. Além disso, contextualiza o programa como política pública, articulado com outras ações do Estado que influenciaram seus resultados.

³⁸ Biorrefinaria é uma instalação que integra processos de conversão de biomassa em biocombustíveis, insumos químicos, materiais, alimentos, rações e energia.

3.3.1 Características do programa

O edital de seleção pública que lançou o PAISS contemplava as seguintes fases para análise das iniciativas:

- h) Inventário de empresas: As empresas se cadastravam e enviavam uma carta de manifestação de interesse, onde deveriam resumir a estratégia de inovação, explicitar a capacidade interna para o desenvolvimento pretendido e indicar e qualificar as parcerias com empresas, Instituições de Ciência e Tecnologia -ICT ou outras organizações, considerando o tema em que pretendia atuar;
- i) Seleção das empresas: O BNDES e a Finep faziam uma seleção inicial das cartas de manifestação e as empresas selecionadas eram convidadas a realizar uma exposição presencial de suas propostas ao Grupo de Trabalho BNDES-FINEP³⁹;
- j) Apresentação dos Planos de Negócio: As empresas selecionadas apresentavam o Plano de Negócios, que deveria contemplar o planejamento da dinâmica que descrevia todo o empreendimento, sendo obrigatório apresentar todas as suas fases, desde a concepção e desenvolvimento da inovação até a sua comercialização, considerando as estratégias operacionais e de inserção no mercado, além de estimativas dos resultados financeiros.
- k) Seleção dos Planos de Negócio: O Grupo de Trabalho BNDES-FINEP analisou os Planos de Negócios apresentados e selecionou os que estavam aptos ao recebimento do fomento;
- l) Estruturação do Plano de Suporte Conjunto: Para cada Plano de Negócios selecionado, o Grupo de Trabalho BNDES-FINEP estabeleceu um Plano de Suporte Conjunto, que indicava, dentre os instrumentos de apoio financeiro existentes no âmbito do BNDES e/ou da Finep, aqueles que melhor se adequavam aos projetos resultantes do Plano de Negócios a serem apoiados. Um mesmo plano de negócios poderia ser contemplado com mais de um instrumento de financiamento.

Merece realce o fato do programa ter centralizado todo o apoio previsto na empresa, que seria o principal agente no Plano de Negócios. O diagnóstico realizado em Nyko et al. (2010) revelava que um dos problemas no desenvolvimento do etanol de segunda geração seria o fato das pesquisas desenvolvidas na área, até então, serem pouco voltadas ao mercado. Tete (2016) destaca que as iniciativas existentes não possuíam visão estratégica de mercado e as pesquisas realizadas no período eram “pouco ambiciosas, descoordenadas e com pouco ou nenhum viés comercial”. Com o foco na empresa proposto pelo PAISS, buscou-se o desenvolvimento de tecnologias alinhadas às necessidades do mercado, uma vez que as empresas é que fariam as

³⁹ O Grupo de Trabalho BNDES-FINEP foi instituído para realização da chamada, constituído por 4 técnicos da Finep e 4 técnicos do BNDES.

parcerias necessárias e orientariam o desenvolvimento da pesquisa, tendo como objetivo final a comercialização do produto. Portanto, o programa foi desenhado de forma que apenas empresas celebraram os contratos com Finep e BNDES, e todas as outras instituições parceiras dentro do Plano de Negócios teriam sua ligação formal diretamente com essas empresas.

Foi especialmente relevante a inclusão de subvenção no plano, uma vez que esse é um instrumento mais adequado para tecnologias com risco elevado (Corder e Sales-Filho, 2005; Melo 2010), configurando-se num incentivo às empresas ajustarem suas rotas tecnológicas ao que estava previsto no programa.

Como resultado da chamada pública realizada em 2011, 57 empresas se candidataram, das quais 39 foram selecionadas para apresentar os planos de negócios. Foram selecionados 35 planos de negócios, de 25 empresas diferentes, totalizando R\$ 3,3 bilhões em recursos solicitados, dos quais R\$ 2,4 bilhões já estavam aprovados ou contratados em 2013. Como indicam Nyko et al (2013):

(...) o modelo do PAISS trouxe como benefício o aumento do poder de indução de cooperações empresariais (formação de consórcios) e parcerias entre empresas e institutos de ciência e tecnologia. Durante a execução do PAISS, foram formados sete consórcios entre empresas e dez parcerias entre empresas e universidades.

As carteiras de projetos do BNDES e FINEP relacionados ao etanol de segunda geração em abril de 2010 apresentavam um total de R\$ 70 milhões, saltando para R\$ 1,5 bilhão em 2013. O Brasil conseguiu dar um salto não só quantitativo, mas também qualitativo no volume de projetos e de investimentos a partir de 2011(Nyko et al., 2013).

Quadro 2: PAISS - Resultado da Etapa de Seleção de Planos de Negócio - Lista de empresas com Planos de Negócio Selecionados

Razão Social	Linha I	Linha II	Linha III
Abengoa Bioenergia Agroindustrial Ltda.	x		
AGACÊ SUCROQUÍMICA Ltda.		x	
Amyris Pesquisa e Desenv. de Biocombustíveis		x	
Barauna Comércio e Indústria Ltda.		x	
BioFlex Agroindustrial Ltda.	x		
BIOMM S/A	x		
Bunge Açúcar e Bioenergia Ltda.		x	
Butamax Biocombustíveis Avançados		x	
CTC - Centro de Tecnologia Canavieira S.A.	x	x	
Dow Brasil S/A	x	x	
DSM South América Ltda.	x	x	
DU PONT DO BRASIL S/A		x	
Eli Lilly do Brasil Ltda.	x		
ETH Bioenergia S.A.	x	x	
Ideom Tecnologia Ltda.		x	
Kemira Chemicals Brasil Ltda.		x	
LS9 Brasil Biotecnologia Ltda.		x	
Mascoma Brasil	x		
METHANUM ENGENHARIA AMBIENTAL Ltda.		x	
Metso Paper South America Ltda.	x		
Novozymes Latin America Ltda.	x		
PETRÓLEO BRASILEIRO S/A	x		x
PHB Industrial S/A		x	
Solazyme Brasil Óleos Renováveis e Bioprodutos Ltda.		x	
VTT Brasil - Pesquisa e Desenvolvimento Ltda.	x	x	

Fonte: Resultado da Chamada Pública

A única linha que não fechou contrato foi a linha 3, gaseificação de biomassa. No entanto, não era uma rota considerada muito promissora nos estudos realizados para o diagnóstico. A linha 2, novos produtos de cana-de-açúcar, não era o objetivo central da chamada, mas teve um número de projetos submetidos muito além do esperado e representou quase metade dos financiamentos aprovados⁴⁰.

3.3.2 Avaliação do programa

As avaliações realizadas após sua implementação mostraram que o programa conseguiu atender aos pontos diagnosticados e obteve alguns avanços, quais sejam:

a) a articulação entre as políticas foi melhorada com a união do BNDES e da Finep na execução do programa em conjunto;

⁴⁰ Informação obtida em entrevista realizada em 23 de maio de 2018, com Fabrício Brollo Dunham e Artur Yabe Milanez, que participaram, representando o BNDES, do Grupo de Trabalho BNDES-FINEP formado para executar a chamada pública do PAISS.

- b) a escassez de recursos foi contornada, uma vez que o programa elevou o montante de recursos disponibilizados a aproximadamente um bilhão de reais em 2013;
- c) a falta de conexão dos esforços foi diminuída, uma vez que o programa definia que deveriam ser entregues, para a participação da seleção do PAISS, Planos de Negócios que já deveriam prever a integração de todas as instituições necessárias ao desenvolvimento da tecnologia, desde a ciência básica necessária ao seu desenvolvimento, até a comercialização.

Para que o estímulo à integração das instituições no desenvolvimento de etanol 2G fosse mais eficiente, o programa associou os instrumentos financeiros, de forma que cada estágio do Plano de Negócios pudesse ser contemplado com o instrumento adequado. Na avaliação de Pereira (2013), que comparou o PAISS a outras iniciativas de fomento ao etanol 2G nos EUA e União Europeia, o PAISS foi a iniciativa que mais se destacou na associação de instrumentos de financiamento, já que incluía, além da subvenção econômica, linhas de crédito (com condições mais favoráveis), recursos não-reembolsáveis para apoio a projetos em parceria com Instituições de Ciência e Tecnologia, e participação acionária através de operações de renda variável direta do BNDES ou através de fundos de investimento nos quais BNDES e FINEP possuem participação. O autor ressaltou que na iniciativa europeia não foram encontradas evidências de esforços no sentido de coordenar os diferentes instrumentos e que o caso dos Estados Unidos apresentava um contexto econômico diferente, uma vez que o mercado de fundos de *venture capital* americano é mais desenvolvido e com mais interessados em projetos de maior oportunidade de retorno e maior risco, fazendo com que a participação do governo seja menos necessária nesse estágio da inovação. Observou ainda que nos EUA houveram iniciativas de padronização de rotulagem (Certified Biobased Products) e de compras governamentais, incentivando a aquisição de bioprodutos (Biopreferred), o que favoreceu a produção de biorrefinados (Pereira, 2013).

Pereira (2013) apontou ainda o esforço das iniciativas externas no aprofundamento das especificações das tecnologias apoiadas em seus programas, destacando que o PAISS teria o nível mais baixo de aprofundamento, apesar de especificar um conjunto de tecnologias que seriam apoiáveis pelo programa. No entanto, Pereira (2013) esclarece que os objetivos dos programas estudados eram diferentes e esse aprofundamento não seria essencial ao atendimento dos objetivos do PAISS (Pereira, 2013).

Cada uma dessas fases previstas na avaliação (apresentação de carta de interesse, plano de negócios e análise conjunta do apoio pelo grupo de trabalho) foram relevantes na configuração do programa, apesar de terem demandado elevados tempo e esforço das equipes envolvidas.

Tanto os beneficiados com o programa quanto seus formuladores observaram nas entrevistas realizadas que as etapas foram importantes para os objetivos do PAISS. A apresentação das Cartas de Manifestação de Interesse foi fundamental para que o Grupo de Trabalho BNDES-FINEP pudesse estabelecer um panorama de empresas atraídas para o desenvolvimento das tecnologias apoiadas, bem como as respectivas tecnologias de interesse. Assim, a partir delas, foi possível delinear parcerias entre os participantes do processo de seleção que possuíssem competências complementares e pudessem realizar as cooperações necessárias ao desenvolvimento dos produtos.

Essa etapa promoveu interações entre as instituições participantes, que acarretaram parcerias e consórcios inclusive entre empresas que participavam da seleção. Muitos arranjos foram feitos para que os Planos de Negócios incluíssem o ciclo completo da tecnologia. Além disso, a interação proporcionou outros desdobramentos, como trocas de informações entre as empresas⁴¹.

Considerando a complexidade tecnológica envolvida nos objetivos do programa de transformação de uma indústria tradicional como a de cana, os participantes das equipes responsáveis pela execução do programa acreditam que o prazo de formulação e realização do PAISS não poderia ter sido menor. Por isso, se fosse necessária a redução dos prazos para elaboração ou execução de etapas da chamada, provavelmente a eficiência da seleção teria sido prejudicada. Além disso, vale destacar que as empresas pediam mais tempo para se organizar, passar as decisões por seus conselhos consultivos e realizar contratos com as instituições com as quais estivessem estabelecidas parcerias no Plano de negócios⁴².

Outro ponto importante foi que a exposição presencial realizada pelas empresas permitiu que o Grupo de Trabalho identificasse as falhas na elaboração dos Planos de Negócios e orientasse a elaboração de um Plano que previsse o conjunto de tecnologias necessário, utilizando o conhecimento das empresas interessadas para propor as parcerias adequadas a essa etapa.

Além disso, a apresentação de planos de trabalho, que alterou a forma padrão que BNDES e Finep solicitavam a apresentação das demandas de fomento (em formato de projetos anteriormente), previa que o modelo de negócios deveria conter todas as fases, fazendo com que as empresas e/ou instituições de pesquisa tivessem que se coordenar em consórcios,

⁴¹ Informações obtidas nas entrevistas realizadas com representantes do BNDES, CTC e Raízen, vide notas de rodapé 26, 28 e 31.

⁴² Informação obtida em entrevista realizada em 23 de maio de 2018, com Fabrício Brollo Dunham e Artur Yabe Milanez, que participaram, representando o BNDES, do Grupo de Trabalho BNDES-FINEP formado para executar a chamada pública do PAISS.

integrando seus esforços de inovação por meio de parcerias técnico-comerciais. Essas parcerias deveriam ser previstas na proposta, para que os planos dessem conta de todo o desenvolvimento da tecnologia pretendida, até sua comercialização. Esse ponto foi importante para a coordenação das instituições, uma vez que deveriam ser previstas todas as capacitações fundamentais, desde a pesquisa até o estágio final de chegada ao mercado, o que acabou por impor as integrações necessárias às empresas, ainda que fosse recorrente e enraizada a opção estratégica de não interagir com outras instituições como forma de preservar seus segredos industriais⁴³.

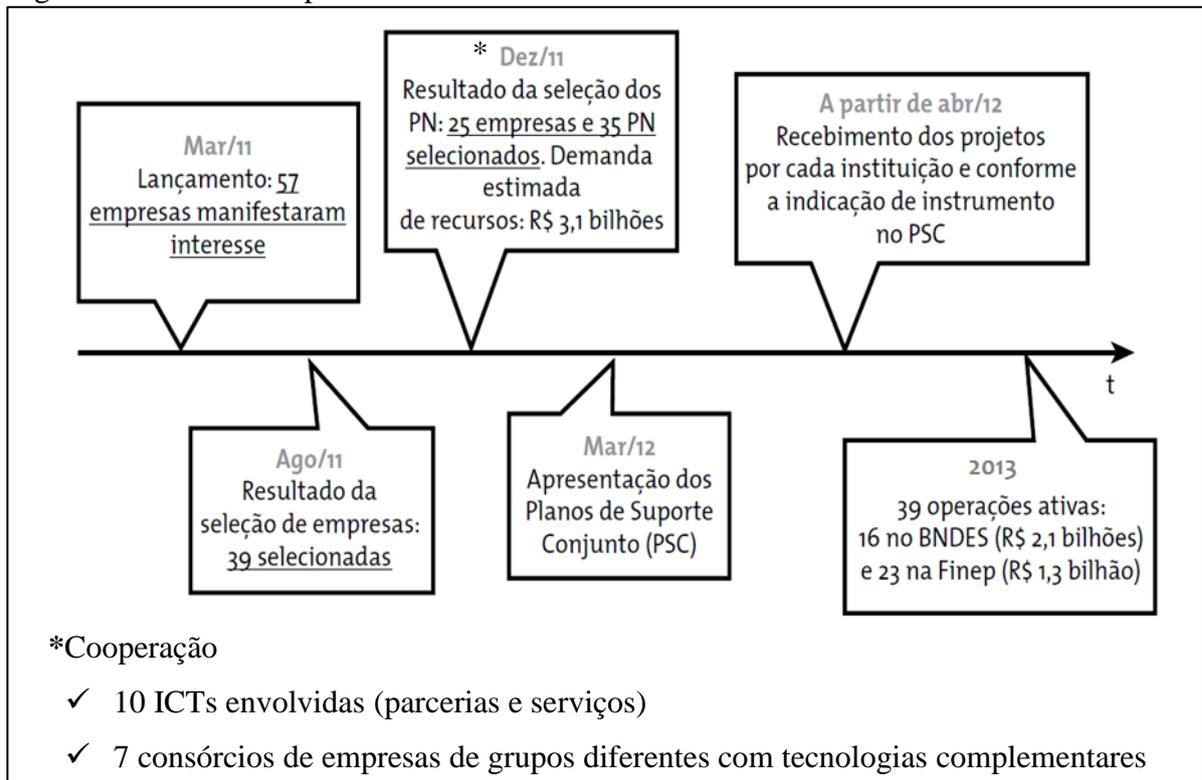
Ao final, a estruturação do Plano de Suporte Conjunto foi importante porque o Grupo de Trabalho definia o instrumento de financiamento adequado às iniciativas previstas no Plano de Negócios, prevendo a integração de instrumentos. Esse modelo foi inovador e importante, à medida que cada etapa poderia ser financiada de forma adequada à maturidade da tecnologia, de acordo com a fase a que se referia o projeto de desenvolvimento aprovado⁴⁴. Como o comitê que realizou a elaboração do Plano de Suporte Conjunto contou com analistas do BNDES e da Finep, foi possível a associação de instrumentos disponíveis nas duas instituições, bem como a harmonia entre as fontes de financiamento federais à inovação, evitando duplicação de fomentos (Nyko et al., 2013).

Essas características fizeram com que o programa conseguisse promover a formação de sete consórcios entre empresas e dez parcerias entre empresas e universidades, como podemos ver na Figura 2.

⁴³ Informação obtida em entrevista realizada em 23 de maio de 2018, com Fabrício Brollo Dunham e Artur Yabe Milanez, que participaram, representando o BNDES, do Grupo de Trabalho BNDES-FINEP formado para executar a chamada pública do PAISS.

⁴⁴ Idem 43.

Figura 2: Linha do tempo do PAISS até 2013



Fonte: Niko et al (2013)

No entanto, para as instituições beneficiadas no programa, o tempo decorrido desde o lançamento da chamada até a liberação dos recursos foi excessivo, o que poderia ter acarretado prejuízos na corrida pela tecnologia. Nessas instituições, o entendimento é de que os órgãos estatais são demasiadamente burocráticos na realização de fomento ou parcerias para o desenvolvimento da inovação, o que atrapalha tanto a utilização de fontes para financiamento de projetos, quanto de integração das empresas com institutos de pesquisa ou universidades⁴⁵.

Podemos observar que, além da demora na contratação mencionada pelas instituições, também ocorreram atrasos no desembolso dos valores contratados através da Finep, conforme a Tabela 3.

Tabela 3: Situação dos desembolsos dos projetos contratados no PAISS até novembro de 2014 (R\$ mil)

BNDES			
	Contratado	Desembolsado	% Desembolsado
Crédito	845,0	705,0	83,4%
Participação Acionária	900,0	379,0	42,1%
Subvenção*	25,0	11,0	44,0%
Total BNDES	1.770,0	1.095,0	61,9%

⁴⁵ Informações obtidas nas entrevistas realizadas com representantes do CTC e CTBE, vide notas de rodapé 28 e 29.

Finep			
	Contratado	Desembolsado	% Desembolsado
Crédito	1.146,0	207,6	18,1%
Subvenção*	85,3	21,2	24,9%
Total FINEP	1.231,3	228,8	18,6%
Total PAISS	3.001,3	1.323,8	44,1%

* Subvenção econômica para empresas mais os recursos não reembolsáveis para instituições de pesquisa.

Fonte: Pereira e Paula, 2016

A Tabela 3 apresenta a realidade de desembolso até novembro de 2014 e evidencia que, apesar de os valores totais contratados por Finep e BNDES terem sido próximos dos previstos, existe uma discrepância entre os valores contratados e desembolsados. Assim, Pereira e Paula (2016, p. 820) apontam:

(...) ainda que o programa seja uma ótima iniciativa para fomentar mais pesquisa, desenvolvimento e inovação em empresas e/ou instituições públicas e privadas, verifica-se que essas dificuldades no repasse dos valores tendem a atrasar o encaminhamento dessas pesquisas. Enquanto no BNDES 61% do total contratado já foi repassado, na Finep esse percentual chega somente a 18% dos valores. O BNDES informou que as diferenças entre os valores contratados e os desembolsados se referem ao próprio cronograma dos projetos.

Não existem mais parcelas a serem liberadas no âmbito do programa, ainda que os valores não tenham sido totalmente desembolsados. Nos projetos com recursos liberados pela Finep, ocorreram muitos cancelamentos, fazendo com que a Finep só desembolsasse R\$ 577,9 milhões do total de R\$ 1.323,8 milhões previstos. Esses cancelamentos se deram principalmente porque o mercado ficou menos atrativo pela baixa do preço do Petróleo (como visto no capítulo 2), o que fez com que as empresas deixassem de ter interesse em alguns desenvolvimentos, cancelando os projetos. Além disso, as tecnologias desenvolvidas em alguns projetos se mostraram inviáveis no decorrer das pesquisas, resultando no cancelamento de parcelas não liberadas. Mesmo assim, o BNDES conseguiu atingir o desembolso de R\$ 1.707,0 milhões, dos R\$1.770,0 previstos. Essa diferença entre os desembolsos no BNDES e Finep também se dá porque os instrumentos financeiros utilizados no fomento à inovação são diferentes, uma vez que a subvenção para empresas é utilizada para projetos com maior risco tecnológico, sendo por isso, mais provável o cancelamento das parcelas referentes à essa modalidade de financiamento, que só é oferecida pela Finep⁴⁶.

No tocante à demora na liberação dos recursos por parte da Finep, grande parte da dificuldade apresentada no desembolso se deu pela burocracia existente na instituição para

⁴⁶ As informações referentes aos recursos desembolsados foram obtidas na Finep e no BNDES e em entrevista realizada em 11 de junho de 2018, com Laércio de Sequeira, analista da Finep que participou do Grupo de Trabalho BNDES-Finep.

liberação. A exigência de garantias robustas para liberações de projetos reembolsáveis fez com que os repasses fossem atrasados ou mesmo com que as empresas desistissem de contratar os projetos. Para a subvenção a empresas, os órgãos de controle estabelecem regras muito rigorosas, o que aumenta o tempo para o desembolso dos recursos.

Cabe esclarecer que a burocracia prevista para liberações e contratos assinados junto a empresas por agentes do estado são requisitos formais demandados pelos órgãos de controle, que na maioria das vezes não entendem que o investimento em inovação possui caráter complexo e risco inerente ao negócio. Assim, não é dada aos agentes que operam as políticas públicas de inovação a flexibilidade adequada aos projetos contratados no tema.

Mazzucato e Penna (2016) identificaram que a burocracia e regulação brasileiras são um aspecto onde o SNI do Brasil apresenta fragilidade, tendo como consequência a dificuldade para as pequenas empresas prosperarem. Os autores destacam que os controles burocráticos exercem pressão negativa sobre as instituições que deveriam assumir alguns dos riscos da inovação, como o BNDES e FINEP, que estão sujeitas aos mesmos controles utilizados para operações financeiras que não envolvem os riscos da inovação. Por isso, tanto BNDES quanto Finep não tomam o risco necessário, deixando de investir em determinados projetos por serem demasiadamente arriscados e, ainda assim, sendo cobrados pelos órgãos de controle por alguns investimentos que tenham resultado em fracasso, ainda que esse seja um desfecho possível em projetos de inovação. Além disso, outras empresas estatais que poderiam utilizar o poder de compra para incentivar projetos inovadores, estão sujeitas a controles que impedem que esse recurso seja plenamente utilizado pelo governo. (Mazzucato e Penna, 2016).

Cabe destacar que esforços estão sendo envidados para que ocorram melhorias nesse aspecto, com a promulgação de legislação específica, através da lei de inovação e mais recentemente do decreto que regulamenta essa lei⁴⁷. No entanto, não foram incorporadas todas as questões que impactam o tema. Ainda é importante observar que, atualmente, o país atravessa um período de extremada valorização do combate à corrupção, o que promove um ambiente pouco favorável à tomada de risco por parte dos agentes de políticas públicas.

Além dessa dificuldade na liberação de recursos, a integração dos instrumentos de financiamento (crédito, subvenção, participação acionária e recursos não reembolsáveis) enfrentou alguns problemas, uma vez que fatores legais impediram que fosse realizado um contrato único, que contemplasse todos os instrumentos. Por isso, foi necessária a assinatura de diversos instrumentos contratuais para o mesmo projeto, naqueles casos em que a empresa fosse

⁴⁷Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004 e decreto nº 9.283, de 7 de fevereiro de 2018

agraciada com mais de um instrumento financeiro de apoio. Esse ponto foi percebido na Finep como uma carência da legislação⁴⁸. No entanto, as entrevistas realizadas com as instituições apoiadas mostraram que essa questão não gerou dano, uma vez que essa falha não foi percebida como problema e os entrevistados tiveram a percepção de que a associação dos instrumentos transcorreu da forma adequada, tendo sido um aspecto muito importante e positivo no programa⁴⁹.

Outra questão percebida pelas instituições apoiadas como ponto a ser aprimorado, não só no PAISS mas em todos os apoios à inovação promovidos no Brasil, é o aumento do prazo de execução dos projetos apoiados. Os projetos possuíam prazos e carências curtos com relação ao tempo de maturação necessário ao desenvolvimento de inovação na fronteira, fazendo com que a empresa muitas vezes precisassem iniciar o pagamento do financiamento antes de começar a auferir o lucro proveniente da inovação fomentada⁵⁰. Tendo em vista que a inovação é um processo longo, complexo e arriscado, os prazos previstos deveriam ser bem dilatados.

Outra questão mencionada nas avaliações realizadas, foi a importação das tecnologias para o desenvolvimento de etanol 2G. Milanez et al. (2015), destacou que boa parte dos projetos optou por utilizar biotecnologias desenvolvidas no exterior, evitando assim apostar em alternativas nacionais ainda em fase de desenvolvimento, incorporando maior risco tecnológico. Cabe ressaltar que um dos critérios utilizados para seleção dos projetos apoiados foi “Grau de nacionalização da tecnologia”. No entanto, as empresas preferiram não iniciar esse desenvolvimento interno, acreditando que a estratégia de importar a tecnologia traria mais celeridade e menor risco ao desenvolvimento. As entrevistas mostram que não ocorreu ausência de recursos não reembolsáveis para tecnologias nacionais, e que a opção por adotar tecnologias importadas foi uma decisão estratégica das empresas pela carência brasileira na área de biotecnologia⁵¹. Segundo os técnicos do BNDES, não existiam empresas no Brasil que tivessem capacitação em biotecnologia e interesse em desenvolver produtos para produção de etanol 2G. Assim, os recursos previstos para subvenção não foram integralmente utilizados, e as leveduras e enzimas necessárias à hidrólise da biomassa são obtidas no exterior⁵².

⁴⁸ Entrevista realizada em 11 de junho de 2018, com Laércio de Sequeira, analista da Finep que participou do Grupo de Trabalho BNDES-Finep.

⁴⁹ Informações obtidas nas entrevistas realizadas com representantes do CTC e CTBE, vide notas de rodapé 28 e 29.

⁵⁰ Informações obtidas nas entrevistas realizadas com representantes do CTC e Rafzen, vide notas de rodapé 28 e 31.

⁵¹ Idem 50.

⁵² Informação obtida em entrevista realizada em 23 de maio de 2018, com Fabrício Brollo Dunham e Artur Yabe Milanez, que participaram, representando o BNDES, do Grupo de Trabalho BNDES-FINEP formado para executar a chamada pública do PAISS.

Essa carência de atores com competências necessárias em biotecnologia ao desenvolvimento de tecnologia de ponta no país é um ponto a ser destacado. Especificamente para o desenvolvimento do etanol 2G houve dificuldades, uma vez que o Brasil não apresenta um conjunto consolidado de firmas no segmento de biotecnologia, dificultando o desenvolvimento interno na rota do etanol celulósico. No entanto, apesar das dificuldades encontradas, os projetos deram origem a desenvolvimentos endógenos, proporcionados pelas adaptações que foram se mostrando necessárias devido aos problemas observados no processamento da cana com as tecnologias importadas. Portanto, pode-se afirmar que houve um esforço de internalização do conhecimento oriundo da tecnologia importada a partir dos incentivos do programa. (Oliveira Filho, 2017).

Do ponto de Vista técnico, o maior problema encontrado na produção em escala comercial foi o pré-tratamento da cana de açúcar. Acreditava-se que as máquinas importadas da indústria de papel e celulose seriam adequadas ao processamento da biomassa de cana, que parecia mais simples que o processamento da madeira. No entanto, características da biomassa, como presença de sílica e absorção de água, fizeram com que o maquinário apresentasse defeitos por corrosão, obrigando a indústria a parar a produção regularmente para manutenção das máquinas. Esse fator promoveu a produção de maquinário nacional, adaptado às características do produto local, a partir da reinvenção de parte da engenharia. Além disso, acreditava-se que o coquetel enzimático genérico⁵³ seria adequado ao processamento, mas a produção mostrou que o coquetel tem que ser extremamente customizado não só por tipo de biomassa, mas também por tipo de pré-tratamento. Outro componente fundamental da produção, as leveduras, também se mostraram dependentes do tipo de pré-tratamento. Portanto, a produção do etanol 2G se mostrou um processo muito complexo, que precisou de inúmeras adaptações às necessidades locais, que a comunidade científica não havia previsto⁵⁴.

No entanto, os coquetéis enzimáticos ainda são importados pelos produtores de etanol 2G, apesar dos esforços de produção locais. A carência de determinadas capacitações e infraestrutura adequadas em biotecnologia no Brasil torna o custo de desenvolver internamente etapas produtivas, que envolvem conhecimento para produção de enzimas e leveduras, muito alto. Dessa forma, as empresas ainda optam por realizar parte das pesquisas, incluindo determinados testes, no exterior. Esses fatores certamente teriam dificultado o desenvolvimento

⁵³ Coquetel enzimático é um conjunto de proteínas utilizado para “quebrar” determinadas moléculas em moléculas menores. No caso do etanol 2G, o coquetel enzimático “quebra” celulose e hemicelulose em moléculas fermentáveis.

⁵⁴ Informação obtida em entrevista realizada em 08 de junho de 2018, com Fabio Hayashida, diretor do CTC e Daiane Diehl.

das tecnologias no país quando o programa foi lançado. No entanto, o PAISS criou a demanda que já está estimulando o desenvolvimento interno. Além disso, como estimulou a formação de uma indústria, já conseguiu atrair outras soluções endógenas para os problemas encontrados nas plantas de etanol 2G, estimulando outras áreas a se desenvolverem⁵⁵.

No entanto, para Pereira (2015), o fato das tecnologias utilizadas para quebra de enzimas terem sido desenvolvidas por empresas do exterior, mesmo existindo diversas pesquisas em PD&I relacionada ao etanol 2G em andamento no Brasil, é sinal de que o país apenas reagiu a uma corrida tecnológica iniciada fora do país, ainda que o contexto fosse bastante favorável ao pioneirismo no desenvolvimento dessas tecnologias (Pereira, 2015).

3.3.3 O PAISS no contexto das políticas públicas

A partir dos resultados observados no PAISS, outros programas foram lançados inspirados nessa experiência. O primeiro, o Inova Petro, lançado em setembro de 2012, recebeu uma demanda de R\$ 2,7 bilhões, mas aprovou R\$ 353 milhões. Em março de 2013 foi lançado o Plano Inova Empresa, com previsão de recursos da ordem de R\$ 32,9 bilhões. O plano lançou diversas chamadas com formato semelhante ao do PAISS, com objetivo de fomentar a integração das instituições envolvidas nos temas de apoio. No âmbito do Inova Empresa, foram lançados os programas Inova Energia, Inova Aerodefesa, Inova Saúde -Equipamentos Médicos, Inova Saúde Biofármacos, Farmoquímicos e Medicamentos, Inova Agro, Inova Empresa Pni/Parques Tecnológicos, Inova Sustentabilidade e Inova Telecom⁵⁶.

Mazzucato e Penna (2016) analisaram o PAISS, o Inova Petro e o Plano Inova Empresa. Os autores afirmam que os programas se constituiriam em iniciativas de política sistêmica e orientadas a missões, na medida em que o modelo dos programas procurava incentivar as interações entre instituições públicas e privadas de pesquisa, a articulação de instrumentos e tinham um objetivo bem delimitado.

De fato, podemos observar na análise realizada nessa dissertação, que a pequena quantidade de integrações foi um ponto que se pretendia resolver com o PAISS e que o desenho realmente contribuiu para que elas fossem melhoradas, gerando interações importantes nas etapas de seleção.

⁵⁵ Informação obtida em entrevista realizada em 23 de maio de 2018, com Fabrício Brollo Dunham e Artur Yabe Milanez, que participaram, representando o BNDES, do Grupo de Trabalho BNDES-FINEP formado para executar a chamada pública do PAISS.

⁵⁶ Informações obtidas do Relatório de Gestão da Finep do exercício de 2013.

Ainda que tenha sido considerada uma política sistêmica, alguns aspectos permitem concluir que não ocorreu a articulação necessária entre as diferentes instâncias do Estado com o objetivo de fomentar o etanol 2G, mesmo que o programa estivesse focado numa área estratégica para o governo.

Um fato relevante a ser sublinhado e que exemplifica uma limitação na execução do programa é que a Petrobrás, através de seu centro de pesquisa (CENPES), submeteu um Plano de Negócios ao PAISS, que foi aprovado. No entanto a empresa não chegou a formalizar o apoio.

O objetivo da Petrobrás, ao submeter o Plano de Negócios ao PAISS, era desenvolver uma usina de etanol celulósico em escala industrial, totalmente integrada a uma usina de cana-de-açúcar pertencente ao Grupo. No entanto, o projeto não chegou ao último estágio, que seria a implantação e a produção de etanol celulósico no Brasil. (Oliveira Filho, 2017)

Observando o contexto da época do lançamento do programa, observa-se um quadro em que o petróleo estava com preços elevados no mercado externo e, mesmo assim, o governo não repassou esse aumento aos consumidores brasileiros, mantendo o preço da gasolina mais baixo no mercado interno. O governo pretendia controlar os preços dos combustíveis para evitar o aumento da inflação. No entanto, Oliveira Filho, 2017, observa que esta estratégia ajudou a deixar a Petrobrás frágil economicamente. Pouco tempo depois, ocorreu uma acentuada queda no preço do petróleo no mercado externo, deixando a companhia em dificuldades financeiras e tornando o desenvolvimento do etanol menos atrativo, pela pouca competitividade frente à gasolina na concorrência por preço. (Oliveira Filho, 2017).

O quadro político conturbado, com diversas denúncias de corrupção envolvendo a empresa, agravou as dificuldades da Petrobrás. Esses fatores tornavam o cenário pouco favorável a investimentos de alto risco. Assim, a empresa desistiu de formalizar o apoio e utilizar os recursos do PAISS, ainda que fosse uma empresa estatal e que já estivesse avançada no desenvolvimento do etanol 2G. (Oliveira Filho, 2017)

Cabe destacar que a Petrobrás era, na época, a empresa mais avançada no Brasil em etanol 2G, pois começou suas pesquisas em 2004, aproveitando os conhecimentos das universidades (principalmente da UFRJ), que já possuíam pesquisas mais antigas na área. A empresa procurava desenvolver a tecnologia mais competitiva, monitorando os desenvolvimentos no mundo e realizando parcerias com a UFRJ e com outras instituições. A

partir dessas parcerias foi possível realizar testes em planta piloto nos Estados Unidos, chegando a produzir etanol 2G em escala de demonstração⁵⁷.

Quando submeteu o plano de negócio ao PAISS, a empresa tinha expectativa de montar uma unidade industrial em 4 ou 5 anos após o programa, mas uma alteração em seu direcionamento estratégico, motivada pelo cenário acima mencionado, fez com que ela desistisse de buscar o apoio. Nesse contexto, como a produção não se mostrou viável economicamente, o entendimento foi que a tecnologia não havia chegado no grau de maturidade adequado e nem se mostrou rentável o suficiente para justificar o investimento, dadas as novas diretrizes de economia da empresa. Por isso, ocorreu a decisão de suspender seus esforços nessa área⁵⁸.

Portanto, em virtude do contexto da Petrobrás, que estava com situação financeira frágil, a empresa optou por reduzir o endividamento e se desfazer de ativos que não estavam trazendo o rendimento esperado, dentre eles os investimentos em biocombustíveis. Por isso, a empresa desde 2016 vem vendendo ativos de sua subsidiária, a Petrobrás Biocombustível S.A, apesar de continuar mantendo competências que possam monitorar tecnologias competitivas nessa área⁵⁹.

O fato da Petrobrás não ter finalizado o projeto apoiado no programa e ainda ter descontinuado seus investimentos na área, sugere a existência de contradições no âmbito da política, uma vez que um programa de fomento à inovação foi lançado, numa área considerada estratégica para o governo federal, mas uma empresa estatal que estava avançada em desenvolvimentos na área (e historicamente foi utilizada como instrumento de política pública), passou a adotar uma estratégia que não estava alinhada com a política em curso.

Vale destacar que esse quadro de manutenção do preço da gasolina baixo no Brasil, com posterior queda nos preços do petróleo internacional e somado ao real valorizado frente ao dólar, fez com que tivéssemos um quadro de dificuldades financeiras no setor sucroalcooleiro, como visto no capítulo 2 dessa dissertação.

Assim, nesse contexto, questões macroeconômicas contribuíram para que o etanol de segunda geração não se viabilizasse. Como vimos no capítulo 1 dessa dissertação, as políticas implícitas podem atrapalhar, ou até mesmo inviabilizar as políticas explícitas. Em todas as entrevistas realizadas no âmbito desta dissertação, o preço da gasolina foi considerado o principal obstáculo para o sucesso do programa. Para os entrevistados, grande parte dos

⁵⁷ Informação obtida em entrevista realizada em 18 de junho com Juliana Vaz Bevilaqua, gerente de biotecnologia da Petrobrás.

⁵⁸ Idem 57.

⁵⁹ Idem 57.

problemas no desenvolvimento foram ocasionadas por questões geopolíticas, principalmente o preço do petróleo no mercado internacional, que fizeram com que o etanol 2G não alcançasse viabilidade econômica. Um fato importante para entender o contexto, foi que na mesma época em que foi lançada a primeira usina de etanol 2G no mundo, ocorreu uma queda do preço do petróleo no mercado internacional, que despencou de 140 para 40 dólares⁶⁰

Dessa forma, utilizando os conceitos de políticas implícitas e explícitas apresentados no capítulo 1, pode-se afirmar que as políticas de manutenção do preço da gasolina e de valorização do real (implícitas), dificultaram o desenvolvimento do etanol 2G. Por isso, a política explícita para estímulo a esse desenvolvimento, representada pelo PAISS, teve seus resultados limitados.

3.3.4 Articulação entre os agentes do Estado

Outro ponto importante destacado por Pereira (2015) foi a ausência de parcerias efetivas entre ministérios ou qualquer tipo de governança dos instrumentos/ações disponibilizados agindo em paralelo no Brasil. O autor identificou que historicamente ocorreram poucas parcerias entre algumas das instituições que realizam P&D em etanol 2G, bem como a quase inexistência de uma organização clara e amparada em diretrizes e metas definidas a partir de um eixo definido pelo governo federal. O autor coloca ainda que normalmente o fomento é realizado no que se consideram demandas importantes para o momento, e não em um conjunto de diretrizes claras e articuladas, e, apesar de ter destacado o PAISS como exceção a essa regra na medida que o programa procurou conjugar instituições complementares, destaca que teve um escopo reduzido para realizar essa conjugação nacionalmente (Pereira, 2015)

Oliveira Filho (2017) apontou a necessidade de aprimorar a estratégia de cooperação com outros órgãos e instâncias do governo, destacando que praticamente não houve engajamento de outros entes públicos no PAISS e que o Estado se limitou a ações de estímulo a C&T e aprendizado tecnológico. O autor sublinha que a tradição de produção de etanol de primeira geração não é suficiente ao desenvolvimento do etanol celulósico, dado o seu estágio de desenvolvimento tecnológico que exige um quadro institucional inexistente no país. Por isso, seriam necessárias políticas públicas complementares com objetivo de fomentar a demanda, o que não foi realizado.

Nesse aspecto, é necessário frisar que BNDES e FINEP tentaram viabilizar essas ações, com uma recomendação de mandato mínimo na mistura da gasolina e bonificação ao produtor. A proposta consistia em determinar que a mistura de álcool na gasolina, hoje obrigatória,

⁶⁰ Informação obtida em entrevista realizada em 08 de junho de 2018, com Mario Murakami, diretor científico do CTBE.

contemplasse um percentual mínimo de 1% de etanol celulósico. Em paralelo, a proposta previa que fosse pago ao produtor um prêmio de R\$1,00 por litro de Etanol 2G. Estima-se que essas ações poderiam ter incentivado o aumento da produção do etanol celulósico, uma vez que a quantidade necessária para prover esse percentual é maior do que a produzida atualmente, estimulando o investimento para aumento da produção. No entanto, a falta de engajamento de outras instâncias do Estado não permitiu a efetivação dessa proposta (Oliveira Filho, 2017).

Segundo Soares (2016), todas as empresas produtoras de etanol 2G pretendiam comercializar a produção em mercados com estímulos à compra de E2G, que se dão principalmente nos EUA e Europa através de mandatos mínimo de E2G e prêmios para sua compra.

Assim, apesar de não ter sido possível implementar a política de mandato mínimo de etanol 2G no Brasil, o mercado externo tem absorvido o produto que, por ter pegada de carbono bem abaixo dos combustíveis produzidos no exterior, alcança um preço muito atrativo internacionalmente⁶¹.

Além disso, a expectativa revelada pelos agentes em todas as entrevistas realizadas nesse trabalho de pesquisa, é que o RenovaBio, programa lançado pelo governo Federal em 2018, venha a estimular a produção de combustíveis com menor pegada de carbono, sendo uma oportunidade de incentivo ao etanol 2G.

O RenovaBio é um programa que ajuda a preencher essa lacuna no incentivo à demanda ao dar incentivos que ajudam a diminuir os custos do etanol 2G frente ao etanol de primeira geração. Como visto no capítulo 2, o programa prevê que os produtores de biocombustíveis sejam certificados para poderem emitir o CBIO, a partir da venda (nota fiscal) de sua produção. Por outro lado, ocorrerá o estabelecimento de metas de redução das emissões da matriz de combustíveis, que serão desdobradas em metas individuais para os distribuidores de combustíveis fósseis. Para cumprir essas metas, os distribuidores de combustíveis terão que comprovar a propriedade dos CBIOs em sua carteira e os produtores de combustíveis com menor pegada de carbono como o etanol 2G receberão mais recursos com o programa.

⁶¹ Informação obtida em entrevista realizada em 23 de maio de 2018, com Fabrício Brollo Dunham e Artur Yabe Milanez, que participaram, representando o BNDES, do Grupo de Trabalho BNDES-FINEP formado para executar a chamada pública do PAISS.

Cabe lembrar que o Brasil está submetido ao acordo de Paris⁶², que prevê que o país cumpra metas de descarbonização. Assim, o Renovabio é uma importante ferramenta de incentivo ao cumprimento dessas metas previstas no acordo.

Em vista da análise dos fatos ocorridos, podemos perceber que no Brasil, ainda que a área de atuação do PAISS tenha sido considerada prioritária, não existiu uma articulação nacional do governo para viabilizar seu desenvolvimento. Pereira (2015) destaca que enquanto nos EUA, considerando o contexto de produção do etanol 2G, “as tentativas de reduzir a dependência de fontes de energia fósseis derivaram de diretrizes traçadas no plano nacional e voltadas para o desenvolvimento tecnológico”, no Brasil não se observou a mobilização necessária dos agentes com os temas estratégicos para proporcionar a articulação dos entes do governo em torno desse objetivo. (Pereira, 2015)

Também merece destaque que o tema tenha perdido sua importância estratégica para o governo brasileiro a partir de 2011. Como vimos no capítulo 2 dessa dissertação, a ênfase previamente dada às energias renováveis e biocombustíveis foram preteridas em prol de políticas direcionadas à exploração do pré-sal. Esse fato revela a desarticulação federal em torno dos temas importantes ao desenvolvimento do país. Ao contrário, os EUA continuaram com fomento articulado com propósito de desenvolvimento de combustíveis que emitem menos poluentes, com ações mais abrangentes que as do Brasil (Pereira, 2015).

3.4 Resultados do programa

É importante destacar também que, apesar das limitações já apontadas, o programa é considerado exitoso em seus objetivos, de acordo com os estudos encontrados, Tete (2016, p. 182 e 281), observa que:

(...) o PAISS impulsionou com financiamento a adoção de processos enzimáticos de conversão de biomassa em escala industrial, que criaram o estímulo necessário para que diferentes empresas interessadas nas oportunidades geradas por esse biocombustível, ou no potencial da química verde (e das biorrefinarias), se articulassem em prol da legitimação, perante a sociedade e ao governo federal, de um novo setor produtivo sustentável e estratégico para o desenvolvimento nacional(...)

(...) Entre todas as manifestações institucionais regulatórias, as regras formais contidas no edital do PAISS Industrial foram as que produziram efeitos substanciais no STI do etanol 2G, mais até que os dispositivos legais estabelecidos pela agência reguladora ANP. As regras desse edital influenciaram o empreendedorismo, decisões tecnológicas e articulação de parcerias para a viabilização da produção do etanol 2G no Brasil.

⁶² O Acordo de Paris foi um acordo Internacional no âmbito da ONU, no qual o Brasil se comprometeu a reduzir as emissões de gases do efeito estufa com iniciativas que contemplavam o aumento da participação de bioenergia sustentável na sua matriz energética.

As duas plantas de produção existentes hoje no Brasil, quais sejam a da Granbio⁶³, que foi a primeira planta em escala comercial de etanol celulósico do Hemisfério Sul (em funcionamento desde setembro de 2014), e a da Raízen⁶⁴, tiveram apoio do PAISS.

A Raízen já superou os problemas relacionados ao pré tratamento, e alcançou em 2017 a produção de 12 milhões de litros de etanol 2G, volume que supera em muito a soma da produção de todas as tecnologias de etanol de segunda geração do mundo. A previsão é que em 2018 chegue aos 25 milhões e que atinja a capacidade da planta, de 40 milhões de litros ao ano, em 2019⁶⁵.

É relevante observar que a Raízen é uma Joint venture entre a Cosan e a Shell, além de ser uma empresa consolidada no mercado. Assim, a Raízen pode contar com um suporte aos seus investimentos que permite a tomada de maior risco, não sofrendo com a possibilidade de ter sua capacidade financeira comprometida por esse investimento.

Já a Granbio, cuja planta possui capacidade total de produção de 70 milhões de litros ao ano, enfrenta problemas financeiros que dificultaram investimentos que fossem capazes de resolver as questões de engenharia encontradas na planta. Mesmo assim, pretende retomar a produção de etanol 2G em 2019 (Marques, 2018). Uma observação importante é que a Granbio já produz sua própria levedura, o que sinaliza a nacionalização desse componente.

O CTC foi apoiado em 9 projetos no âmbito do PAISS. Em três projetos eles conseguiram resultados importantes para a empresa e o setor, quais sejam: Um projeto de tratamento de palha para coogeração, que executou uma planta piloto que foi revendida para uma usina em 2016. Dois projetos de melhoramento genético, que chegaram a variedades de cana de melhor qualidade. Outro projeto de melhoramento genético produziu a primeira cana transgênica do mundo, sendo que a nova variedade é resistente à broca, maior praga nas plantações de cana do Brasil. Com essa transgenia, o CTC proporciona às empresas a possibilidade de deixar de utilizar uma quantidade de defensivos que permite aumentar a margem de lucro, melhorar a saúde dos trabalhadores e a qualidade do solo, diminuir liberações de gases de efeito estufa, entre outros benefícios. Num projeto de etanol 2G, a empresa chegou a construir uma planta de demonstração, mas esbarrou em problemas de pré-tratamento e o projeto está sendo avaliado quanto à sua continuidade. Dentre os outros projetos apoiados,

⁶³A GranBio é uma empresa brasileira de biotecnologia dedicada à produção de biocombustíveis e bioquímicos de segunda geração.

⁶⁴A Raízen foi formada em 2011, a partir da integração de parte dos negócios de Shell e Cosan. Destaca-se por ser a maior produtora individual de açúcar e etanol, por ser gigante na cogeração de energia no Brasil e também por estar entre as maiores distribuidoras de combustíveis do país.

⁶⁵Informação obtida em entrevista realizada em 29 de junho de 2018, com Evandro Curtolo da Cruz, Gerente de Tecnologia da Raízen.

alguns foram cancelados e outros ainda estão em andamento ou em análise de viabilidade. A interpretação na empresa é que o programa permitiu que ela tivesse fôlego para continuar atuando na área, uma vez que as pesquisas não seriam possíveis com os recursos que a empresa dispunha quando assinou os projetos⁶⁶.

Para o CTBE o programa foi muito importante, mesmo que o etanol 2G não tenha tido a trajetória esperada, muito do que se aprendeu e se construiu foi proveniente do programa, gerando um intangível monumental em diversas áreas, com ganho em capacitação que pode ser espalhado para a comunidade, inclusive na área de biotecnologia, tão carente no Brasil. Destaca-se que o financiamento de um projeto da escala apoiada pelo PAISS, com todas as etapas previstas no Plano de Negócios, não seria viável em fontes regulares de financiamento⁶⁷.

Como desdobramento do programa, o CTBE está realizando pesquisas no campo dos coquetéis enzimáticos, que representam um custo importante para o processamento do etanol 2G e que ainda está sendo importado. Também desenvolve pesquisas para encontrar leveduras capazes de fermentar pentose.

“Cada vez que você melhora uma levedura você reduz um pouco o custo, você reduz tempo de processo, você melhora a enzima, você aumenta a eficiência, vai ter mais glicose, mais xilose, pentose, axiose com essa levedura gerada. Todos esses componentes, pré-tratamento, coquetel enzimático e leveduras geradas, contribuem para o custo e ainda tem que o que ser desenvolvido, ou que ser melhorado para baixar os custos, que ainda são altos com relação ao etanol 1G”⁶⁸.

Assim, a instituição espera nos próximos anos ter a produção de um coquetel enzimático competitivo, bem como de uma levedura nacional. O laboratório espera poder disponibilizar esses desenvolvimentos para o setor, uma vez que não tem fins lucrativos e seu objetivo é auxiliar as empresas. Além disso, o laboratório também realiza pesquisas que procuram melhorar o pré-tratamento⁶⁹.

Niko et al (2013) destacou que em 2013, em consequência do PAISS, estavam previstas a implantação de pelo menos oito plantas dedicadas ao etanol 2G, sendo três em escala comercial, duas plantas demonstrativas e três plantas-piloto. Os autores destacaram que antes do programa existiam apenas duas plantas-piloto no Brasil e não havia previsão de implantação

⁶⁶ Informação obtida em entrevista realizada em 08 de junho de 2018, com Fabio Hayashida, diretor do CTC e Daiane Diehl.

⁶⁷ Informação obtida em entrevista realizada em 08 de junho de 2018, com Mario Murakami, diretor científico do CTBE.

⁶⁸ Idem 67

⁶⁹ Idem 67.

de plantas demonstrativas ou comerciais. Em vista dessa evolução, o programa conseguiu efetivamente impulsionar as iniciativas de desenvolvimento do etanol 2G.

Portanto, as análises sugerem que o PAISS proporcionou grandes avanços no setor quando tratamos da produção, mas não foi conjugado com ações para estimular a demanda, como, por exemplo, mandatos de misturas mínimas de etanol 2G à gasolina, ou subsídios aos produtores para equiparação dos custos. Além disso, não produziu a confiança que seria necessária com uma política sistemática e contínua, tão importante para incentivar os produtores a investir em tecnologias de fronteira. Por isso, o estado deixou que as oscilações do mercado internacional de Petróleo tivessem efeito muito aprofundado nas empresas nacionais.

Como acima mencionado, essa percepção de sucesso do PAISS ocasionou a tentativa de desenhar outros programas com as mesmas características, o que se configurou no Plano Inova Empresa. Comparando essas iniciativas, observamos que os resultados desses programas foram aquém do esperado, o que provavelmente ocorreu porque alguns pontos não foram observados para a implementação dos programas. À exceção do Inova Saúde, que possuía um instrumento de política (implícita) extremamente importante, qual seja o poder de compra do SUS, os outros programas não alcançaram os objetivos pretendidos. A percepção no BNDES⁷⁰ e na Finep⁷¹ é de que um dos motivos que limitaram o impacto dos programas foi a ausência de um diagnóstico aprofundado antes de seu lançamento. Esse diagnóstico não foi possível porque não foram dados prazos aos seus formuladores para estudo das áreas, uma vez que, ao contrário do PAISS, os outros programas Inovas surgiram como demanda das diretorias da Finep e BNDES. Na ausência desse diagnóstico, não foi possível delimitar claramente os pontos de atuação e as tecnologias a serem submetidas. Assim, não ocorreu a focalização do apoio, sendo necessário um enorme esforço na seleção de um número muito maior de projetos submetidos, sem o devido embasamento dada a generalidade dos temas abrangidos no fomento⁷².

Já no PAISS, a definição de linhas que delimitavam tecnologias específicas, amparadas pela capacitação das equipes no tema, permitiu que fosse submetido um número mais reduzido de propostas, sendo possível o mapeamento de parcerias relevantes nos planos de trabalho. Além disso, o PAISS proporcionou a análise mais qualificada da demanda. Os outros programas

⁷⁰ Informação obtida em entrevista realizada em 23 de maio de 2018, com Fabrício Brollo Dunham e Artur Yabe Milanez, que participaram, representando o BNDES, do Grupo de Trabalho BNDES-FINEP formado para executar a chamada pública do PAISS.

⁷¹ Informação obtida em entrevista realizada em 11 de junho de 2018, com Laércio de Sequeira, analista da Finep que participou do Grupo de Trabalho BNDES-Finep

⁷² Idem 70.

do Plano Inova Empresa não ocorreram dessa forma e os objetivos foram extremamente genéricos, aceitando projetos em temas abrangentes, como Petróleo (Inova Petro), Energia (Inova Energia) e até Sustentabilidade. Assim, o processo de seleção foi mais complexo, limitando a capacidade dos planos de melhorar os pontos de carência nas áreas pretendidas.

Por isso, é importante destacar que as características do PAISS, apesar de terem sido consideradas importantes para o sucesso do programa, não devem ser copiadas sem as devidas adaptações ao Sistema Nacional de Inovação que se deseja apoiar. Além disso, muito de seu sucesso se deve ao fato do programa ter sido orientado para uma missão delimitada, qual seja o etanol 2G, ainda que o contexto político fora das instituições envolvidas no programa, não tenha sido orientado no mesmo sentido.

3.5 Conclusões

O PAISS foi um programa pioneiro, uma vez que uniu os dois agentes federais que hoje atuam no financiamento de inovação. Também foi o primeiro programa a conseguir a conjugação entre todos os instrumentos financeiros utilizados para fomento a inovação, num mesmo programa de apoio. Essa associação dos instrumentos só foi possível porque o BNDES e a Finep atuaram em conjunto, já que o BNDES não disponibiliza subvenção às empresas e a Finep não opera participação acionária direta. Assim, essa conjugação dos esforços das duas empresas foi fundamental aos objetivos do programa.

Além disso, seu desenho foi realizado a partir de um diagnóstico do setor, que permitiu explicitar de maneira articulada os objetivos a serem enfocados pelo programa. Dessa forma, o PAISS foi desenhado procurando tratar os problemas enfrentados no desenvolvimento do etanol 2G, especificando inclusive tecnologias a serem apoiadas, apontadas como as mais promissoras. Esse aprofundamento realizado no programa foi capaz de definir rotas tecnológicas a serem percorridas. Esse foi um fator muito positivo no alcance de resultados, uma vez que a ação foi voltada à resolução das falhas encontradas nas políticas existentes à época.

Outro ponto importante foi o apoio ter sido focalizado na empresa, que deveria prever todas as integrações com instituições que possuíssem competências complementares. Esse aspecto foi importante porque o apoio à pesquisa era realizado através de projetos submetidos pelas instituições de pesquisa. Assim, a centralidade do apoio na empresa, mesmo em financiamentos não reembolsáveis voltados às instituições de pesquisa, fez com que o desenvolvimento tivesse um viés comercial, o que muitas vezes falta às pesquisas realizadas no país.

Merece destaque que o programa tenha conseguido fomentar a articulação entre instituições com capacidades complementares, promovendo parcerias que proporcionaram o desenvolvimento completo da inovação. Como anteriormente destacado, este é um dos maiores limitantes ao sucesso das políticas públicas no país, que leva a uma sobreposição de ações sem que ocorram as articulações que permitam que elas sejam conjugadas para o desenvolvimento da inovação. Assim, os recursos públicos podem não ser alocados de forma que obtenha maior impacto para a sociedade.

No entanto, as análises mostram que o PAISS não estava inserido num contexto de planejamento estratégico por parte do governo federal, que pudesse articular outras políticas, explícitas e implícitas, conjugadas com o objetivo único de desenvolver a inovação no setor. Ao contrário, o governo alterou as prioridades e adotou ações (ou políticas implícitas) que atrapalharam o desenvolvimento das tecnologias apoiadas no PAISS, evidenciando uma falta de coordenação que não só fez com que a inovação em etanol 2G tenha ficado menos vantajosa, como diminuiu a confiança no investimento nessa inovação devido à falta de estabilidade nas prioridades estabelecidas. É relevante apontar que a manutenção do alinhamento das políticas adotadas é salutar para prover a segurança e confiança necessárias ao investimento em inovação, dado o risco já inerente ao seu desenvolvimento.

Assim, a partir do embasamento teórico e da análise do programa apresentada, podemos obter uma tabela com o resumo do desempenho do programa considerando as dimensões apontadas no capítulo 1 dessa dissertação:

Tabela 4: Avaliação do PAISS a partir do embasamento teórico

Dimensões de análise	PAISS
Desenvolvimento de tecnologias internas.	Não foi bem sucedido em alguns pontos, como o desenvolvimento das enzimas, mas criou demanda para que ocorressem os desenvolvimentos posteriormente.
Entendimento claro do papel de cada uma das instituições do sistema nacional de inovação.	Colocou a empresa como protagonista, cumprindo esse entendimento para desenvolvimento da inovação.
Promoção de interação entre as instituições.	Conseguiu promover a interação entre os agentes na etapa de seleção das propostas, alcançando uma melhoria significativa nesse critério a partir do modelo de Planos de Negócios.
Financiamento público adequado.	Ocorreram problemas nas liberações ocasionados principalmente pelas exigências legais, mas alavancou o financiamento nas tecnologias apoiadas e associou os instrumentos, contemplando modalidades de financiamento adequadas a cada etapa do desenvolvimento.

<p>Diagnósticos e prognósticos sólidos e claros, identificando elos inexistentes, falhas e gargalos do sistema nacional de inovação, bem como os pontos fortes do sistema usado na elaboração de estratégias concretas.</p>	<p>Realizou diagnóstico que identificou os elos, sendo um programa que atuou nas tecnologias consideradas promissoras e nos pontos apontados pelo diagnóstico dentro de seu raio de atuação.</p>
<p>Articulação de políticas explícitas e implícitas</p>	<p>Não foram articuladas as políticas implícitas com objetivo de promover as tecnologias apoiadas no programa, o que gerou limitações nos efeitos do apoio, tendo sido apontado como o principal empecilho para o alcance dos resultados pretendidos no programa.</p>
<p>Estado atuante por se tratar de desenvolvimentos nas fronteiras do conhecimento - papel do Estado como disseminador de conhecimento e ideias, articulador de competências, regulador de mercados, financiador e até como potencial comprador.</p>	<p>O Estado se limitou à atuação no programa, não promovendo políticas complementares de demanda, de regulador ou de difusor do conhecimento.</p>

Dessa forma, é importante destacar que as análises apresentadas evidenciam que o PAISS possuiu muitos pontos de avanço, mas que poderia ter sido complementado e articulado com outras ações que alavancariam seus resultados. Mesmo assim, o programa promoveu avanços significativos no desenvolvimento de etanol 2G, podendo ser considerado o responsável pela capacidade produtiva de destaque que o Brasil possui, sendo o maior produtor mundial atualmente. Além disso, estimulou a formação dessa indústria, conseguindo com isso atrair soluções endógenas para os problemas encontrados nas plantas de etanol 2G e estimular outras áreas a se desenvolverem.

CONCLUSÃO

A partir da análise apresentada nessa dissertação, as perguntas que devem ser respondidas são: O PAISS possui as características de uma política sistêmica? Quais foram os pontos de avanço que ele apresentou? Quais foram seus resultados? Quais suas principais limitações?

Para isso, inicialmente cabe destacar as inovações que o programa realizou. O PAISS foi antecedido por um diagnóstico detalhado do setor, mapeando suas deficiências, de forma que fosse possível ao programa atuar diretamente nos pontos considerados críticos para fomentar o etanol de segunda geração no país. Mazzucato e Penna (2016) destacam que as políticas sistêmicas orientadas por missões devem ser baseadas em diagnósticos e prognósticos sólidos e claros, identificando elos inexistentes, falhas e gargalos do sistema nacional de inovação, bem como os pontos fortes do sistema e que esses diagnósticos devem ser usados na elaboração de estratégias concretas. Dessa forma, é possível perceber que a elaboração do diagnóstico realizado no programa é um ponto essencial na formulação das políticas públicas. Nas entrevistas, realizadas na pesquisa empírica para a dissertação, ficou também clara a importância do diagnóstico que, de acordo com os formuladores da política, foi fundamental na definição das tecnologias a serem fomentadas, no desenho do programa (para que pudesse focar nos pontos de carência encontrados no sistema de inovação do etanol 2G), na avaliação das cartas de interesse apresentadas, no mapeamento de tecnologia complementares (para que o Grupo de Trabalho BNDES-Finep pudesse propor parcerias aos proponentes) e, finalmente, na avaliação dos planos de negócios submetidos.

O programa previu etapas que ajudaram na elaboração dos planos de trabalho, começando com a apresentação de cartas de interesse por parte das instituições interessadas em receber apoio no âmbito do programa. Essa etapa permitiu que fosse possível delinear parcerias entre os participantes do processo de seleção que possuíam competências complementares e eram capazes de realizar as cooperações necessárias ao desenvolvimento dos produtos.

Essa etapa promoveu interações entre as instituições participantes, que estabeleceram parcerias e consórcios, inclusive entre empresas que participavam do processo de seleção. Ademais, a interação proporcionou outros desdobramentos, como trocas de informações entre as empresas.

Além disso, o programa exigiu que o Plano de Negócios deveria conter todas as etapas do desenvolvimento da inovação até sua chegada ao mercado, promovendo a integração de instituições com objetivo de completar o ciclo de desenvolvimento dos produtos apoiados. Por

isso, muitos arranjos foram feitos para que os Planos de Negócios incluíssem todas as etapas do processo de desenvolvimento das tecnologias.

O programa conseguiu promover a formação de sete consórcios entre empresas e dez parcerias entre empresas e universidades. Além da entrega das propostas no formato de planos de trabalho, foi fundamental para essas parcerias a integração dos instrumentos de financiamento.

O programa permitiu apenas às empresas a formalização do apoio. Assim, a falta de alinhamento das pesquisas realizadas no Brasil com as necessidades do mercado, que foi um dos problemas identificados no diagnóstico que antecedeu a elaboração do programa (discutido no capítulo 3), foi minimizada. Assim, a necessidade de submissão de Plano de Negócios, com protagonismo atribuído às empresas, fez com que os projetos contratados tivessem previsto a comercialização dos produtos.

Deve-se ressaltar que, para o desenho e realização do PAISS, as principais agências de apoio à inovação do sistema de inovação brasileiro, Finep e BNDES, se uniram. Essa característica do programa contribuiu para uma melhor alocação dos recursos públicos e evitou a duplicação de esforços no fomento.

Como visto no capítulo 3, a percepção de que essas características do programa foram benéficas ocasionou a tentativa de desenhar outros programas com as mesmas características, o que se resultou no desenho e implementação do Plano Inova Empresa.

A análise dos resultados alcançados no programa sugere que ele promoveu grandes avanços no desenvolvimento da indústria de etanol 2G no Brasil, tendo financiado as plantas que produzem atualmente a maior quantidade do produto no mundo.

Além disso, o programa promoveu um aumento de conhecimento e pesquisas na área, que permitiram o aprofundamento nas pesquisas de tecnologias nacionais, que possibilitaram, entre outros resultados, o desenvolvimento de enzimas e leveduras nacionais. Diante disso, ainda que o desenvolvimento do etanol 2G não tenha apresentado a trajetória esperada, o programa foi muito importante por ter promovido o desenvolvimento de capacitações que podem ser difundidas para a sociedade, em áreas como biotecnologia ou engenharia.

Em vista dos consórcios e parcerias formados na etapa de elaboração dos Planos de Negócios do programa, podemos concluir que o PAISS foi exitoso na promoção de interações entre instituições. Cabe destacar que essa característica do programa representa um grande avanço, uma vez que o arcabouço teórico apresentado constata a importância das interações para o processo de inovação.

No entanto, o programa poderia ter tido um alcance ainda maior. Como visto no capítulo 3, em 2013 estavam previstas a implantação de pelo menos oito plantas dedicadas ao etanol 2G, mas antes do programa ser lançado existiam apenas duas plantas-piloto no Brasil e não havia previsão de implantação de plantas demonstrativas ou comerciais. Portanto, o programa conseguiu efetivamente impulsionar as iniciativas de desenvolvimento do etanol 2G.

Entretanto, apesar da amplitude do programa, apenas duas plantas comerciais estão instaladas atualmente no país, a planta da Raízen e a da Granbio. A planta da Raízen, apresenta a maior produção do mundo em etanol 2G, mas a Granbio apresenta problemas financeiros que podem inviabilizar a produção do etanol.

É importante frisar que a Raízen (empresa do grupo Shell e Cosan) atualmente é a maior produtora individual de açúcar e etanol do Brasil, estando entre as maiores distribuidoras de combustíveis do país. Nesse cenário, a empresa fica menos vulnerável às variações do mercado, uma vez que possui o suporte financeiro do Grupo multinacional ao qual pertence.

O fato de apenas a Raízen possuir, atualmente, produção em escala comercial, ainda que outras iniciativas de planta tenham sido previstas no programa, está relacionado principalmente às políticas implícitas que foram adotadas pelo governo durante a implementação do PAISS. Como foi discutido no capítulo 3, a política de preço da gasolina, que manteve o produto abaixo do valor praticado internacionalmente, fez com que o etanol não alcançasse um preço que cobrisse os custos de produção, tornando o produto inviável economicamente. Somado a isso, a política nacional de valorização do real faz com que o petróleo ficasse mais barato internamente e diminui a competitividade do etanol frente à gasolina.

Como visto no capítulo 2, o setor de etanol passou por problemas econômicos sérios desde o lançamento do PAISS, que provocaram a falência de um número significativo de empresas, enquanto outras ainda estão em recuperação judicial. Mais de 80 usinas de açúcar fecharam desde 2008 e cerca de 30 por cento das usinas restantes enfrenta altos níveis de endividamento.

Nesse cenário, o Estado deveria ter complementado o programa com políticas implícitas e explícitas que conferissem ao etanol 2G maior atratividade, como políticas de estímulo à demanda ou benefícios fiscais que induzissem a produção.

No entanto, até a Petrobrás, empresa estatal que poderia ter sido utilizada no âmbito da política pública de desenvolvimento de um produto de interesse nacional, abandonou o projeto de etanol 2G aprovado no PAISS e vem reduzindo o desenvolvimento de

biocombustíveis. Destaca-se que o abandono ao etanol 2G se deu justamente porque a empresa considerou que o produto não se mostrava economicamente viável.

Dessa forma, o governo não implementou ações suficientes para promover a viabilidade econômica do setor de etanol de segunda geração e ainda evitou utilizar a principal empresa estatal nesse processo, apesar dos benefícios que ele poderia trazer à nação.

Como destacado no capítulo 2, Fábio Erber ressaltava a necessidade de intervenção do Estado no âmbito industrial e inovativo, principalmente nos países em desenvolvimento, inclusive com o uso de empresas estatais para assumir diretamente a responsabilidade pelo desenvolvimento de setores mais carentes de investimento privado (Cassiolato e Lastres, 2014). Assim, a desistência da Petrobrás em participar do PAISS é um exemplo da falta de coordenação entre os agentes estatais com objetivo de desenvolver o etanol 2G no Brasil.

Portanto, a pesquisa evidencia que o PAISS representou grandes avanços em pontos importantes no fomento à inovação, mas que poderia ter sido complementado com outras ações que alavancariam seus resultados. Além disso, as políticas implícitas deveriam ter sido coordenadas com objetivo de incentivar os investimentos no setor, quando a análise realizada mostrou que elas tiveram efeito oposto, limitando os impactos da política explícita. Dessa forma, pode-se concluir que o PAISS apresentou um avanço importante no sentido de se configurar como uma política sistêmica, mas que para ser de fato um programa que tivesse esse caráter deveria estar articulado e coordenado com outras ações de políticas públicas com a prioridade de desenvolver o setor de etanol 2G.

No entanto, apesar das limitações observadas, o programa foi o responsável por colocar o Brasil na posição de maior produtor de etanol 2G do mundo, além de ter promovido o desenvolvimento de importantes capacitações em agentes do sistema de inovação brasileiro que transbordam para outros setores.

REFERÊNCIAS

- AROCENA, R.; SUTZ, J. Uruguay: Higher Education, **National System of Innovation and Economic Development in a Small Peripheral Country** In Goransson, B. e Brundenius, C. Universities in Transition The Changing Role and Challenges for Academic Institutions. Canadá: Editora Springer: IDRC, 2011.
- BATTELLE, J. **The Search**. Nova York: Penguin, 2005
- BELL, M.; PAVITT, K. **Technological Accumulation and Industrial Growth: contrasts between developed and developing countries. Industrial and Corporate Change**, vol.2, n.2, Oxford University Press, pp.157-210, 1993.
- BITTENCOURT, PABLO E A F CARIO, SILVIO. **O Conceito de Sistema Nacional de Inovação: das raízes históricas à análise global contemporânea**, XXI Encontro Nacional de Economia Política - A Economia Política da Recessão, At São Bernardo do Campo – SP, 2016.
- BRANDÃO, M. **Temer assina decreto que regulamenta o RenovaBio**. Disponível em: (<http://agenciabrasil.ebc.com.br/politica/noticia/2018-03/temer-assina-decreta-que-regulamenta-o-renovabio>), Acesso em: 08 jun 2018.
- BRASIL. Decreto nº 19.717, de 20 fevereiro de 1931. **Estabelece a aquisição obrigatória de álcool, na proporção de 5% (cinco por cento) da gasolina importada, e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Rio de Janeiro, 1931.
- BRESCHI, S.; MALERBA, F. **Sectoral innovation systems: Technological regimes, schumpeterian dynamics, and spatial boundaries**. In: EDQUIST, Charles. (org). 295 Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations. Londres: Pinter. 1997.
- CANAPLAN, **eleições e política de preço impopular para combustíveis põem açúcar em risco no Brasil**. Disponível em: (<http://canaplan.com.br/noticias/setor-sucroenergetico/0000001501>). Acesso em: 28 jun 2018.
- CASSIOLATO, J. E.; ARROIO, A. **Conhecimento, sistema de inovação e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ Contraponto, 2005.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. **Inovação, globalização e as novas políticas de desenvolvimento industrial e tecnológico.** In: CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. Globalização e inovação localizada: experiências de sistemas locais do Mercosul. Brasília: IBICT/MCT, 1999.

_____. **Inovação e desenvolvimento: a força e permanência das contribuições de Erber.** In: PRADO, Luiz Carlos Delorme; LASTRES, Helena Maria Martins. (Org.). Estratégias de desenvolvimento, política industrial e inovação: ensaios em memória de Fabio Erber. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2014. p. 379-414.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M.; MACIEL, M. L. **Systems of innovation and development: evidence from Brazil.** Cheltenham: Edward Elgar, 2003.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. **Sistemas de inovação e desenvolvimento: as implicações de política.** São Paulo Perspectiva, v. 19, n.1, jan./mar. 2005, p.34-45.

_____. **Tecnoglobalismo e o papel dos esforços de P&D&I de multinacionais no mundo e no Brasil.** Parcerias Estratégicas, N. 20, 2005. pp. 1179-1200

CASSIOLATO, J. E.; GUIMARÃES, V.; PEIXOTO, F.; LASTRES, H. M. M. **Innovation Systems and Development: what can we learn from the Latin American experience?**III Globelics Conference, Pretoria, 2005. [www.sinal.redesist ie.ufrj.br](http://www.sinal.redesist.ie.ufrj.br).

CASSIOLATO, J. E., GUIMARÃES, V.; LASTRES, H. M. M. **Innovation systems for information and communication technologies: the case of Brazil.** In Baskaran, A.; Muchie, M. (Bridging the digital divide: innovation systems for ICT in Brazil, China, Thailand and Southern Africa, London: Adonis & Abbey, 2006.

CHAGAS, R. de S. B. **Análise da estrutura agroindustrial canvieira a partir dos processos de diversificação industrial e inovações verificados no período de 2000 a 2010.** Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Economia, Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento, 2014.

CHESNAIS, F. **O capital portador de juros: acumulação, internacionalização, efeitos econômicos e políticos.** In: CHESNAIS, F. (Org). A finança mundializada. São Paulo: Boitempo, 2005.

COOKE, P.; URANGA, M. G.; ETXEBARRIA, G. **Regional systems of innovation: institutional and organisational dimensions**. *Research Policy*, v. 26, n.1, p. 475-491, 1997.

COUTINHO L. G. A. **Regimes macroeconômicos e estratégias de negócios: uma política industrial alternativa para o Brasil no século XXI**. In: LASTRES, H. M. M.; CASSIOLATO, J. E.; ARROIO, A. *Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento*. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ: Contraponto, 2005.

COUTINHO, L.; FERRAZ, J. C. **Estudo da competitividade da indústria brasileira**. Campinas: Papirus:Universidade Estadual de Campinas, 1994.

CORDER, S. e Filho, S. S., **Aspectos conceituais do financiamento da inovação**. *Revista Brasileira de Inovação*, Rio de Janeiro, v.5, n.1, p.33-76, jan-jul 2006.

COSTA, A. C. **Política de Inovação Brasileira: Análise dos Novos Instrumentos operados pela FINEP**. Rio de Janeiro: IE/UFRJ, 2013. (Tese de Doutorado)

DE LA MOTHE, J.; PAQUET, G. **Local and regional systems of innovation. Economics of science, technology and innovation**. Boston, Mass.: Kluwer Academic Publishers, 1998. v. 14.

DUNHAM, F. B.; BOMTEMPO, J. V.; FLECK, D. L. **A Estruturação do Sistema de Produção e Inovação Sucroalcooleiro como Base para o Proálcool**. *Revista Brasileira de Inovação*, Campinas, SP, v. 10, n. 1, p. 35-72, maio 2011. ISSN 2178-2822. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rbi/article/view/8649009>>. Acesso em: 16 jun 2018.

EDQUIST, C., **Systems of innovation: technologies, institutions, and organizations**. Londres: Pinter, 1997.

ERBER, F. S., **Inovação tecnológica na indústria brasileira no passado recente: uma resenha da literatura econômica**, Cepal-Ipea, 2010 (Textos para Discussão).

FREEMAN, C. **The national system of innovation in historical perspective**. *Cambridge Journal of Economics*, Cambridge: Academic Press Limited, n.19, 1995.

FURTADO, A. T.; SCANDIFFIO, M. I. G.; CORTEZ, L. A. B. **The Brazilian sugarcane innovation system**. *Energy Policy*, v. 39, n. 1, p. 156-166, 2011.

_____ **Um pouso forçado para a "nova economia"? A tecnologia da informação e o Sistema Nacional de Inovação dos Estados Unidos.** In: LASTRES, H. M. M.;

FURTADO, C. O Capitalismo global. São Paulo: Paz e Terra, 1998.

_____ **Introdução ao desenvolvimento: enfoque histórico estrutural.** São Paulo: Paz e Terra, 2000.

GOLDEMBERG, J. **The Role of Biomass in the World's Energy System.** In Marcos S. Buckeridge e Gustavo H. Goldman. Routes to Cellulosic Ethanol. Springer. New York, 2011

HERRERA, A. **Ciencia y Política en América Latina.** Cidade do México, Siglo XXI, 1971.

KLINE, S. J; ROSENBERG, N. **An overview of innovation.** In: LANDAU, R. e ROSENBERG, N. (eds.), The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth. Washington, D.C.: National Academy Press, 1986, p. 275–305.

KOVARIK, B. **History of Biofuels: Chapter One.** 2013. Disponível em: <<http://www.environmentalhistory.org/billkovarik/about-bk/research/cabi/>>. Acesso em: 06 mar 2016.

KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. (org.). **Economia Industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil**, 2.ed., Rio de Janeiro, Elsevier, 2013.

LASTRES, H. M. M.; CASSIOLATO, J. E.; LEMOS, C.; MALDONADO, J. e VARGAS, M. A. **Globalização e inovação localizada.** In CASSIOLATO, J. E. e LASTRES, H. M. 19 M. (eds.) Globalização e Inovação Localizada - Experiências de Sistemas Locais no Mercosul. Brasília: IEL/IBICT, 1999.

LASTRES, H. M. M.; CASSIOLATO, J. E.; ARROIO, A. (orgs.) **Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento.** Rio de Janeiro: UFRJ; Contraponto, 2005.

LASTRES, H. M. M.; CASSIOLATO, J. E. **Innovation systems and local productive arrangements: new strategies to promote the generation, acquisition and diffusion of knowledge.** In: Innovation: management, policy & practice.v.2-7 – April. 2005.

_____ **Estratégias para o Desenvolvimento: um enfoque sobre arranjos produtivos locais do Norte, Nordeste e Centro-Oeste brasileiros.** Rio de Janeiro: E-Papers, 2006.

LIST, G. F. **Sistema Nacional de Economia Política**. São Paulo: Nova Cultural, 1986.

LUNDVALL, B-Å (Ed.) **National innovation systems: towards a theory of innovation and interactive learning**. London: Pinter, 1992.

_____. **The social dimension of the learning economy**. DRUID Working Paper 1, Department of business studies. Aalborg University, Denmark, 1996.

_____. **Post script: innovation system research - where it came from and where it might go**, Fifth Globelics Conference, 2007.

_____.; BORRÁS, S. **Science, Technology and Innovation Policy**, In: FAGERBERG, J., MOWERY, D. C. e NELSON, R. R. (Eds). *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford University Press, 2006.

MAIA, B. A. A. **Política de inovação do etanol celulósico**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2010.

MANSFIELD, E, **Academic Research and Industrial Innovation, Research Policy** , 20, 1991, p.1-12.

MARQUES, F. **Obstáculos no caminho** - demora em alcançar a viabilidade econômica do etanol de segunda geração afasta investidores, mas algumas empresas persistem na corrida, **Pesquisa Fapesp**, ed.. 268. jun. 2018 Disponível em: [<http://revistapesquisa.fapesp.br/2018/06/18/obstaculos-no-caminho/>] Acesso em: 08 jun 2018.

MAZZUCATO, M. **O Estado Empreendedor: desmascarando o mito do setor público vs. setor privado**. São Paulo: Companhia das Letras, 2014

MAZZUCATO, M.; PENNA, C. C. R. (Orgs). **Mission-oriented finance for innovation**. London & New York: Policy Network / Rowman & Littlefield, 2015.

MAZZUCATO, M.; PENNA, C. **The brazilian innovation system: a mission-oriented policy proposal**. Brasília: CGEE. Disponível em: [<https://www.cgee.org.br/the-brazilianinnovation-system>], 2016. Sumário Executivo, cap.1 e cap.6], 2016. Acesso em: 25 jun 2018.

MELO, L. M., **O financiamento das empresas inovadoras: alternativas para discussão**. *Economia & Tecnologia*. [s.l.]ano 06, v. 20 – Jan./Mar. 2010.

MILANEZ, A. Y. ; et al. **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.** BNDES Setorial ,[s.l], v. 41, p. 237-294, 2015.

NIOSI, J. **Building National and Regional Innovation Systems: Institutions for Economic Development.** Edward Elgar, Cheltenham, UK – Northampton, MA, USA, 2010.

_____. **Science-based industries: a new Shumpeterian taxonomy.** *Technology in Society*, 22 (3), p. 429-444, 2000.

NYKO, D. et al. **Planos de fomento estruturado podem ser mecanismos mais eficientes de política industrial? Uma discussão à luz da experiência do PAISS e seus resultados.** BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 38, p. 55-78, set. 2013.

NYKO, D. et al. **A corrida tecnológica pelos biocombustíveis de segunda geração: uma perspectiva comparada.** BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 32, p. 5-48, set. 2010

OLIVEIRA FILHO, A. **Mudanças e Permanências no Sistema Setorial de Inovação da Cana-de-Açúcar: o caso do etanol celulósico.** Tese de Doutorado, Instituto de Geociências. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2017.

PEIXOTO, F. J. M. **Nanotecnologia e Sistemas de Inovação: Implicações para Política de Inovação no Brasil.** Rio de Janeiro, 2013. (Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro), 2013.

PEREIRA, F. S. **Comparação internacional de programas de subvenção a atividades de PD&I em biocombustíveis.** Rio de Janeiro, 2013. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

PEREIRA, W. S. **A participação do Estado no fomento ao etanol como uma oportunidade estratégica de desenvolvimento econômico: as políticas federais de estímulo ao etanol no Brasil e nos EUA.** Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências de Ciências Sociais Aplicadas, Curso de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Curitiba, 2015

PEREIRA, W; de Paula, N., **Fomento Federal ao Etanol de Segunda Geração no Brasil: um exame da atuação da FINEP e do BNDES.** [s.l], **Revista de Políticas Públicas**, vol. 20, núm. 2, pp. 805-824, 2016.

ROSARIO, F. J. P. **Competitividade e transformações estruturais na agroindústria sucroalcooleira no Brasil: uma análise sob a ótica dos sistemas setoriais de inovações.** 2008. Tese (Tese de doutorado em economia)- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

SCHUMPETER, J. (1911). **A Teoria do desenvolvimento econômico.** São Paulo: Abril Cultural, 1982.

_____ (1942). **Capitalismo, socialismo e democracia.** Rio de Janeiro: Zahar, 1984.

SCHMOOKLER, J., **Invention and Economic Growth**, Cambridge, MA, Harvard University Press, 1966.

SHARIF, N. **History and Development of the National Innovation Systems (NIS) Conceptual Approach.** DRUID Tenth Anniversary Summer Conference 2005. Department of Science and Technology Studies. Cornell University, 2005

SOARES, G. A., **O Avanço das Tecnologias de Segunda Geração e Seus Impactos na Indústria do Etanol.** Dissertação (Mestrado em Economia da Indústria e Tecnologia) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

SCHILING, M. **Strategic Management of Technological Innovation.** Segunda Edição. New York: McGraw-Hill, 2006.

SZAPIRO, M. **Reestruturação do setor de telecomunicações na década de noventa: um estudo comparativo dos impactos sobre o sistema de inovação no Brasil e na Espanha.** 2005. Tese (Tese de Doutorado) - Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

SZAPIRO, M. H. S. ; VARGAS, M. A. ; CASSIOLATO, J. E. **Avanços e limitações da política de inovação brasileira na última década: Uma análise exploratória.** **Revista Espacios**, [s.l]: [s,n],v. 37, p. 18, 2016

TETE, M. F. **Vínculos entre instituições e funções na formação de um sistema tecnológico de inovação: o caso do etanol de segunda geração brasileiro**. 2016. xvii, 337 f., il. Tese (Doutorado em Administração), Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

TIGRE, P. B. **Gestão da Inovação: a economia da tecnologia no Brasil**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

TOLAN, J. S. **Iogen's process for producing ethanol from cellulosic biomass**. Clean Technologies and Environmental Policy, v. 3, n. 4, p. 339-345, 2002.

TOMÉ, J. A. **Etanol de segunda geração: o grande salto tecnológico**, 2014, disponível em [https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2013/05/130424_etanol_mdb]. Acesso em: 17 jul 2018.

UDOP. **Capital Estrangeiro no Setor Sucroalcooleiro Brasileiro**. Relatório Econômico, pp. 1-3, 28 de 01 de 2009.

VASCONCELLOS, I. M.. **O setor sucro-alcooleiro liberalizado: uma análise a partir da dinâmica dos preços**. 2008. 59 f. Monografia (Bacharelado em Ciências Econômicas) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

VERGES, P. H. **Transição do sistema de produção e inovação sucroalcooleiro**. Rio de Janeiro. 2013. Dissertação (Mestrado em Economia) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

ANEXO 1: Entrevistas realizadas com elaboradores do programa no BNDES e Finep

1. Como se deu a iniciativa de criação do PAISS?
2. Qual a importância do diagnóstico realizado em Nyko et al. (2010) antes do lançamento do PAISS?
3. Quais as principais diferenças entre o PAISS e os programas anteriormente executados?
4. Acredita que essas diferenças tenham sido significativas nos resultados do programa? Por que?
5. Os recursos disponibilizados foram suficientes em cada modalidade de financiamento?
Em qual modalidade eles deveriam ter tido maior ou menor volume de recursos?
6. Algumas avaliações do programa (Pereira e Paula, 2016, por exemplo) identificaram a ausência de desenvolvimento de tecnologias locais. Concorda com esta avaliação?
Caso concorde, atribui a que fatores essa ausência?
7. As três linhas do programa conseguiram fechar contratos?
Caso não, a que se daria a falta de contratação nas linhas especificadas?
8. Além do etanol 2G quais foram os produtos que obtiveram resultados no programa?
9. Como foi a articulação do programa com os órgãos do governo (direta e indiretamente ligados à instituição)?
10. Os órgãos não ligados diretamente ao programa realizaram políticas públicas que influenciaram ou complementaram de alguma forma (positiva ou negativamente) o programa?
 - a. Quais foram essas iniciativas?
 - b. Como elas influenciaram/complementaram?
11. No seu ponto de vista, faltou a implementação políticas complementares ao programa?
 - a. Quais?
12. Considera que o programa atingiu os objetivos?
13. Quais pontos julga que deveriam ter sido diferentes no desenho do programa?
Por quê?
14. Quais pontos pensa que deveriam ter sido diferentes na execução do programa.
Por quê?
 - a. Por que elas seriam importantes para os objetivos do programa?
 - b. Na sua opinião, quais motivos impediram que essas políticas não tenham sido implementadas?
15. Acredita que o cenário macroeconômico influenciou o programa em alguma medida?

16. Os biocombustíveis estavam entre as linhas prioritárias do governo no momento em que o PAISS foi lançado. Na sua opinião, o governo implementou essa priorização de forma eficiente na prática?
 - a. Por que?
 - b. Caso a implementação não tenha se dado de forma eficiente, quais pontos deveriam ter sido alterados na política do governo de forma que a prioridade fosse observada na prática?
17. Na sua percepção, historicamente houve continuidade nas políticas públicas brasileiras voltadas ao setor sucroalcooleiro?
 - a. Por que?
18. Teria alguma observação adicional a fazer?

ANEXO 2: Roteiro da entrevista realizada na Petrobrás

1. Para quais tecnologias/produtos a Petrobrás conseguiu apoio no PAISS Industrial?
2. Quando a empresa começou a produzir os produtos apoiados no programa?
3. Quais eram as expectativas que a empresa tinha quando iniciou o desenvolvimento dessa tecnologia?
4. Quais são atualmente?
5. Quais são as redes nas quais a empresa está inserida para o desenvolvimento da tecnologia apoiada no PAISS?
6. O PAISS influenciou de alguma forma a rota tecnológica definida pela empresa para desenvolvimento dos produtos apoiados?
7. O programa previa várias etapas antes da contratação. Acredita que essas etapas foram positivas para troca de conhecimento e/ou amadurecimento do projeto?
8. Houve, no decorrer do processo de seleção do PAISS, a interação das instituições que participavam da seleção. Essa interação teve algum impacto para a empresa?
9. O programa previa que o plano de Negócios contasse com todas as etapas do desenvolvimento do produto, cabendo às empresas buscar as competências necessárias desde a concepção da tecnologia até a comercialização. Esse modelo promoveu novas parcerias para a empresa?
10. Quais motivos levaram a Petrobrás a não assinar o contrato de apoio conseguido no programa?
11. Acredita que alguma característica do programa contribuiu para essa decisão?
12. Fale sobre a quantidade e a qualidade do conhecimento desenvolvido no Brasil, considerando as competências necessárias para desenvolvimento dos produtos apoiados no PAISS.
13. Esse conhecimento é suficiente para o desenvolvimento desses produtos no Brasil e sua fabricação em escala comercial?
14. Acredita que o PAISS contribuiu substancialmente para o desenvolvimento desse conhecimento?
15. Existe troca desse conhecimento entre instituições brasileiras e estrangeiras considerando as tecnologias apoiadas pelo programa?
16. Acredita que o programa teria atuado de alguma forma na promoção desse intercâmbio?
17. Fale sobre a troca de conhecimentos entre a ciência (academia) e a indústria na área apoiada pelo PAISS.

- a. Ela já existia antes do PAISS?
 - b. Sabe se o programa aumentou essa troca?
18. Fale sobre a troca de conhecimentos entre os usuários da tecnologia apoiada no programa e a indústria que a desenvolve e produz.
19. O programa de alguma maneira contribuiu para aumentar essa troca?
20. Existem outras fontes de financiamento para desenvolvimento dos produtos apoiados pelo PAISS?
21. Acredita que os recursos financeiros alocados pelo programa foram suficientes em todas as modalidades?
- c. Se não foram, quais questões importantes não obtiveram financiamento?
22. Fale sobre a formação do mercado brasileiro dos produtos que foram apoiados no programa.
- d. O tamanho esperado do mercado é suficiente para o desenvolvimento e sua viabilização no Brasil?
 - e. O que deve ser feito para se expandir o mercado?
 - f. Acredita que o governo poderia contribuir de alguma forma para essa expansão?
 - g. O mercado teve alguma influência da decisão da Petrobrás de investimento nos produtos apoiados no programa?
23. Quais benefícios considera que o produto oferece, ou pode oferecer, para o Brasil em termos sociais, econômicos, ambientais, de matriz energética de combustíveis e de desenvolvimento tecnológico e industrial?
24. Acredita que a Petrobrás, como empresa pública, deveria ter dado prioridade a esses produtos em vista desses benefícios?
25. Conhece outras políticas públicas, relacionadas aos produtos apoiados no PAISS, que também ajudaram na promoção do desenvolvimento das tecnologias apoiadas pelo programa?
26. Acredita que outras iniciativas do estado seriam necessárias para promoção do desenvolvimento desses produtos?
27. Acredita que a conjuntura macroeconômica (política de juros e taxa de câmbio por exemplo) influenciou de alguma forma o desenvolvimento dos produtos apoiados no PAISS?
28. O preço da gasolina influenciou de alguma forma as decisões de investimento no desenvolvimento dos produtos apoiados pelo programa?
29. Existe algum outro fator, externo à empresa e ao programa, que tenha tido influência nas decisões de investimento ou no desenvolvimento do produto apoiado?
30. Gostaria de fazer alguma observação adicional?

ANEXO 3: Roteiro da entrevista com o CTBE:

31. Caracterização e histórico da instituição:
 - a. Quando foi fundada?
 - b. Quais os seus principais produtos e serviços?
 - c. Quais os mercados de atuação?
32. Quais são as redes nas quais o CTBE está inserido para o desenvolvimento da tecnologia apoiada no PAISS?
33. Quais eram as expectativas que sua instituição tinha quando iniciou o desenvolvimento dessa tecnologia?
34. Essas expectativas foram alteradas? Se sim, quais são atualmente?
35. Para quais tecnologias/produtos a instituição conseguiu apoio no PAISS Industrial?
36. Quando o CTBE começou a produzir os produtos apoiados no programa?
37. O PAISS alterou de alguma forma a rota tecnológica definida pela instituição ou pelas empresas parceiras para desenvolvimento dos produtos apoiados?
38. O programa previa várias etapas antes da contratação. Acredita que essas etapas foram positivas para troca de conhecimento e/ou amadurecimento do projeto?
39. Houve, no decorrer do processo de seleção do PAISS, a interação das instituições que participavam da seleção. Essa interação teve algum impacto para o CTBE?
40. O programa previa que o Plano de Negócios contasse com todas as etapas do desenvolvimento do produto, cabendo às empresas buscar as competências necessárias desde a concepção da tecnologia até a comercialização. Esse modelo promoveu novas parcerias para o CTBE? Se sim, elas permaneceram após o projeto?
41. Fale sobre a quantidade e a qualidade do conhecimento desenvolvido no Brasil, considerando as competências necessárias para desenvolvimento dos produtos apoiados no PAISS.
42. Esse conhecimento é suficiente para o desenvolvimento desses produtos no Brasil e sua fabricação em escala comercial?
43. Acredita que o PAISS contribuiu substancialmente para o desenvolvimento desse conhecimento?
44. Existe troca desse conhecimento entre instituições brasileiras e estrangeiras considerando as tecnologias apoiadas pelo programa?
O Programa atuou de alguma forma na promoção desse intercâmbio?
45. Fale sobre a troca de conhecimentos entre a ciência (academia) e a indústria na área apoiada pelo PAISS.

- a. Ela já existia antes do PAISS?
 - b. O programa aumentou essa troca?
46. Fale sobre a troca de conhecimentos entre os usuários da tecnologia apoiada no programa e a indústria que a desenvolve e produz.
- O programa de alguma maneira contribuiu para aumentar essa troca?
47. Antes do PAISS sua instituição já alocava recursos humanos no desenvolvimento da tecnologia apoiada pelo programa?
- a. O programa de alguma maneira contribuiu para melhoramento ou aumento desses recursos humanos?
48. No desenvolvimento dos produtos, ocorreram dificuldades não previstas? Foram superadas? Como foi o processo de superação dessas dificuldades?
49. Existem outras fontes de financiamento para desenvolvimento dos produtos apoiados pelo PAISS?
50. Acredita que os recursos financeiros alocados pelo programa foram suficientes em todas as modalidades?
- a. Se não foram, quais questões importantes não obtiveram financiamento?
51. Após o programa, aumentou a alocação de recursos pela própria instituição no desenvolvimento das tecnologias apoiadas?
52. Fale sobre a formação do mercado brasileiro dos produtos que foram apoiados no programa
- a. O tamanho esperado do mercado é suficiente para o desenvolvimento e sua viabilização no Brasil?
 - b. O que deve ser feito para se expandir o mercado?
 - c. Acredita que o governo poderia contribuir de alguma forma para essa expansão?
53. Quais benefícios considera que o produto oferece ou pode oferecer para o Brasil em termos sociais, econômicos, ambientais, de matriz energética de combustíveis e de desenvolvimento tecnológico e industrial?
54. Conhece outras políticas públicas, relacionadas aos produtos apoiados no PAISS, que também ajudaram na promoção do desenvolvimento das tecnologias apoiadas pelo programa?
55. Acredita que outras iniciativas do estado seriam necessárias para promoção do desenvolvimento desses produtos?
56. Acredita que a conjuntura macroeconômica (política de juros e taxa de câmbio por exemplo) influenciou de alguma forma o desenvolvimento dos produtos apoiados no PAISS?

57. O preço da gasolina influenciou de alguma forma as decisões de investimento no desenvolvimento dos produtos apoiados pelo programa?
58. Existe algum outro fator, externo às empresas e ao programa, que tenha tido influência nas decisões de investimento ou no desenvolvimento do produto apoiado?
59. Gostaria de fazer alguma observação adicional?

ANEXO 4: Roteiro da entrevista realizada no CTC e na Raízen

1. Caracterização e histórico da empresa:
 - a. Quando foi fundada?
 - b. Quais os seus principais produtos e serviços?
 - c. Quais os mercados de atuação?
2. Quais são as redes nas quais a empresa está inserida para o desenvolvimento da tecnologia apoiada no PAISS?
3. Quais eram as expectativas que sua empresa tinha quando iniciou o desenvolvimento dessa tecnologia?
4. Essas expectativas foram alteradas? Se sim, quais são atualmente?
5. Para quais tecnologias/produtos a empresa conseguiu apoio no PAISS Industrial?
6. Quando a empresa começou a produzir os produtos apoiados no programa?
7. O PAISS alterou de alguma forma a rota tecnológica definida pela empresa para desenvolvimento dos produtos apoiados?
8. O programa previa várias etapas antes da contratação. Acredita que essas etapas foram positivas para troca de conhecimento e/ou amadurecimento do projeto?
9. Houve, no decorrer do processo de seleção do PAISS, a interação das instituições que participavam da seleção. Essa interação teve algum impacto para a empresa?
10. O programa previa que o Plano de Negócios contasse com todas as etapas do desenvolvimento do produto, cabendo às empresas buscar as competências necessárias desde a concepção da tecnologia até a comercialização. Esse modelo promoveu novas parcerias para sua empresa? Se sim, elas permaneceram após o projeto?
11. Fale sobre a quantidade e a qualidade do conhecimento desenvolvido no Brasil, considerando as competências necessárias para desenvolvimento dos produtos apoiados no PAISS.
12. Esse conhecimento é suficiente para o desenvolvimento desses produtos no Brasil e sua fabricação em escala comercial?
13. Acredita que o PAISS contribuiu substancialmente para o desenvolvimento desse conhecimento?
14. Existe troca desse conhecimento entre instituições brasileiras e estrangeiras considerando as tecnologias apoiadas pelo programa?
O Programa atuou de alguma forma na promoção desse intercâmbio?

15. Fale sobre a troca de conhecimentos entre a ciência (academia) e a indústria na área apoiada pelo PAISS.
 - a. Ela já existia antes do PAISS?
 - b. O programa aumentou essa troca?
16. Fale sobre a troca de conhecimentos entre os usuários da tecnologia apoiada no programa e a indústria que a desenvolve e produz.

O programa de alguma maneira contribuiu para aumentar essa troca?
17. Antes do PAISS sua empresa já alocava recursos humanos no desenvolvimento da tecnologia apoiada pelo programa?
 - a. O programa de alguma maneira contribuiu para melhoramento ou aumento desses recursos humanos?
18. A importação de tecnologias ou maquinário se mostrou apresentou alguns problemas de adaptação ao material, esses problemas foram superados? De que maneira?
19. Acredita que foi importante essa importação ou o desenvolvimento local teria sido mais adequado?
20. Hoje a empresa continua importando a maior parte dos insumos ou maquinário que no projeto inicial eram desenvolvidos no exterior ou já existem opções domésticas?
21. Acredita que o programa contribuiu para o desenvolvimento de outras tecnologias não previstas nos projetos iniciais?
22. No desenvolvimento dos produtos, ocorreram outras dificuldades não previstas? Foram superadas? Como foi o processo de superação dessas dificuldades?
23. Existem outras fontes de financiamento para desenvolvimento dos produtos apoiados pelo PAISS?
24. Acredita que os recursos financeiros alocados pelo programa foram suficientes em todas as modalidades?
 - a. Se não foram, quais questões importantes não obtiveram financiamento?
25. Após o programa, aumentou a alocação de recursos pela própria empresa no desenvolvimento das tecnologias apoiadas?
26. Fale sobre a formação do mercado brasileiro dos produtos que foram apoiados no programa.
 - a. O tamanho esperado do mercado é suficiente para o desenvolvimento e sua viabilização no Brasil?
 - b. O que deve ser feito para se expandir o mercado?
 - c. Acredita que o governo poderia contribuir de alguma forma para essa expansão?

27. Quais benefícios considera que o produto oferece, ou pode oferecer, para o Brasil em termos sociais, econômicos, ambientais, de matriz energética de combustíveis e de desenvolvimento tecnológico e industrial?
28. Como está a produção dos produtos apoiados atualmente?
29. Em trabalhos publicados, pesquisadores chamaram atenção ao fato das empresas produtoras de etanol 2G estarem operando muito abaixo da capacidade instalada. Como está o cenário hoje com relação ao potencial de produção e à realidade desta produção? Quais as expectativas com relação à utilização total da capacidade produtiva?
30. Conhece outras políticas públicas, relacionadas aos produtos apoiados no PAISS, que também ajudaram na promoção do desenvolvimento das tecnologias apoiadas pelo programa?
31. Acredita que outras iniciativas do estado seriam necessárias para promoção do desenvolvimento desses produtos?
32. Acredita que a conjuntura macroeconômica (política de juros e taxa de câmbio por exemplo) influenciou de alguma forma o desenvolvimento dos produtos apoiados no PAISS?
33. O preço da gasolina influenciou de alguma forma as decisões de investimento no desenvolvimento dos produtos apoiados pelo programa?
34. Existe algum outro fator, externo à empresa e ao programa, que tenha tido influência nas decisões de investimento ou no desenvolvimento do produto apoiado?
35. Gostaria de fazer alguma observação adicional?