

POLÍTICAS PÚBLICAS EM CONTEXTOS INTERSETORIAIS: O DESAFIO DA COORDENAÇÃO E EXEMPLO DO BIOGÁS

Laurene Desclaux¹
Helder Queiroz Pinto Júnior¹

¹*Universidade Federal do Rio de Janeiro*

DOI: 10.47168/rbe.v27i4.584

RESUMO

Um dos principais traços marcantes do processo de transformação da matriz energética mundial, visando a redução da participação de combustíveis fósseis, está relacionado com as oportunidades de ampliação da oferta e demanda de novos combustíveis. Uma ilustração exemplar desse movimento diz respeito a expansão observada, ao longo dos últimos anos, da produção e consumo, em vários países, do biogás. Esta fonte de energia possui potencial para contribuir para a redução das emissões de gases de efeito estufa, a segurança energética, a universalização do acesso à energia sustentável, a promoção do saneamento e a gestão de resíduos de diversos setores integrada com a produção de energia e de biofertilizantes. Entretanto, o desenvolvimento do biogás enfrenta barreiras devidas às suas características técnico-econômicas, diversidade de matérias-primas, usos e escalas possíveis, heterogeneidade de retorno financeiro entre os projetos, que dificultam a identificação e abordagem integrada por meio de políticas públicas e regulações. Este artigo propõe, através da análise do conjunto de políticas, programas e instrumentos de incentivo ao biogás no Brasil, a identificação das lacunas e problemáticas de coerência desse conjunto e dos mecanismos possíveis para remediar esses problemas. Resultados mostram que apesar do grande número de programas e instrumentos de incentivo à produção e consumo de biogás, a falta de uma abordagem completa dos diferentes aspectos do biogás e de uma de coordenação intersetorial entre políticas e programas reduz o potencial de expansão e de aproveitamento dos benefícios associados. Essas limitações podem ser explicadas pela falta de mecanismos de coordenação tanto na fase de formulação de políticas públicas, tradicionalmente elaboradas setorialmente e com pouca interação entre setores, quanto na implementação dos programas por meio de regulações e instrumentos de incentivo.

Palavras-chave: Biogás; Política energética; *Policy mix*.

ABSTRACT

One of the main striking features of the transformation process of the world energy matrix, aimed at reducing the share of fossil fuels, is related to the opportunities for expanding the supply and demand for new fuels. An exemplary illustration is the development, during the last few years, of biogas production and consumption in several countries. This biofuel holds a great potential to contribute to reduction of greenhouse gases emissions, energy security, universal access to sustainable energy, promotion of sanitation and waste management in various economic sectors, together with energy and biofertilizer production. However, biogas development faces barriers due to its technical and economic characteristics, large range of feedstocks, uses and scales, heterogeneity in financial returns between projects, hampering its identification and integrated approach by public policies. This article, based on the analysis of the existing public policies and incentives direct or indirectly aimed at biogas production and consumption in Brazil, identifies the characteristics of the set of instruments in terms of comprehensiveness and coherence. Although the research showed a large number of programs and regulations are involved in the development of biogas in Brazil, the lack of a complete approach considering all aspects of biogas and of coordination between the policies create gaps and a lack of coherence within this policy landscape. These limitations can be explained by a lack of coordination mechanisms in policy formulation, traditionally undergone within specific sectors, as well as in its implementation.

Keywords: Biogas; Energy policy; policy mix.

1. INTRODUÇÃO

Um dos principais traços marcantes do processo de transformação da matriz energética mundial, visando a redução da participação de combustíveis fósseis, está relacionado com as oportunidades de ampliação da oferta e demanda de novos combustíveis. Uma ilustração exemplar desse movimento diz respeito à expansão observada, ao longo dos últimos anos, da produção e consumo, em vários países, do biogás (IEA, 2020). Esta fonte de energia possui potencial para contribuir para a redução das emissões de Gases de efeito estufa (GEE) (UNFCCC, 2019), a segurança energética, a universalização do acesso à energia sustentável, a promoção do saneamento e a gestão de resíduos de diversos setores, integrada com a produção de energia e de biofertilizantes (Cecci e Caninato, 2015; IEA, 2020).

O biogás pode ser usado para diversos fins, sendo os principais

a produção de eletricidade e calor, ou após purificação para obtenção de biometano, como substituto do gás natural e como gás de processo. Ele ainda é produzido por meio de uma tecnologia simples e facilmente adaptada em escalas diversas, podendo ser implementada de maneira descentralizada e adequada às necessidades e especificidades de cada região. Entretanto, o biogás ainda é pouco desenvolvido e depende da atuação do Estado para ser mais amplamente difundido (IEA, 2020). Em particular, diversos países, incluindo membros da União Europeia (WELLISCH et al., 2020 e FERREIRA et al., 2012) ou ainda a China (GIWA et al., 2020) desenvolveram políticas públicas com o intuito de apoiar o biogás.

A multiplicidade de matérias-primas, usos e escalas possíveis e benefícios dificultam o enquadramento do biogás em uma política setorial tradicional, pois envolve as competências de diversos setores e níveis de governo de maneira coordenada. Desta forma, no Brasil o biogás é objeto de diversos instrumentos de incentivo no âmbito de políticas energética, ambiental, agrícola ou de gestão de resíduos, porém carece de uma abordagem coordenada e completa que facilitaria o seu desenvolvimento aproveitando todas suas dimensões (DESCLAUX, 2019¹).

A questão da coordenação institucional na área de políticas públicas, seja na dimensão intersetorial, entre níveis de governo, ou ainda entre atores governamentais e não governamentais, especialmente no contexto do desenvolvimento sustentável, entrou na agenda de pesquisa sobre políticas públicas nos anos 2010, impondo a necessidade de uma nova visão e de mudanças nos processos de formulação e implementação de políticas públicas (PETERS, 2018). Esses processos tradicionalmente seguem decisões dos governos centrais relativas a um setor específico da economia e envolvem ministérios e agências regulatórias do setor, com pouco envolvimento de organizações não governamentais ou de representantes de outros setores (IBID).

Para fomentar o desenvolvimento do biogás de forma a aproveitar os seus benefícios, seria necessária uma coordenação entre políticas públicas nos setores de energia, meio ambiente, resíduos sólidos e saneamento básico, com instrumentos de incentivo financeiro levando em conta cada benefício, bem como instrumentos regulatórios adaptados às especificidades desta tecnologia e outros instrumentos de apoio. Ainda poderiam ser melhorados arranjos de coordenação entre órgãos de governo, atores econômicos e sociais a diferentes níveis para identificar e implementar oportunidades de uso adequado e vantajoso do biogás (DESCLAUX, 2019; IEA, 2020).

1 Para mais detalhes sobre este aspecto ver, por exemplo, a dissertação de mestrado de Desclaux (2019), intitulada "Desafios para o desenvolvimento do biogás no Brasil: a importância da coordenação na formulação de políticas públicas e na regulação (2019).

Este trabalho busca identificar futuros aprimoramentos do processo de formulação de políticas públicas mais favoráveis a uma transição para uma economia sustentável, apoiando-se no exame das vantagens técnico-econômicas e nas barreiras à difusão do biogás. A próxima seção introduzirá os principais conceitos teóricos permitindo a análise dos aspectos de coordenação na formulação e implementação de políticas públicas, com foco nas abordagens institucionalistas e nos aportes teóricos articulados em torno do conceito de “*policy mix*”. A terceira seção apresentará as principais características técnico-econômicas da produção e uso do biogás, exemplo que será usado na quarta seção para ilustrar os desafios encontrados na formulação e implementação de conjuntos de políticas intersetoriais no Brasil. A quinta seção concluirá este trabalho.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS – POLÍTICAS PÚBLICAS EM AMBIENTES MULTISSETORIAIS E COORDENAÇÃO

2.1. Políticas públicas: principais aportes da literatura

O conceito de Política Pública recebeu diversas definições, todas tendo como conceito central as políticas públicas como forma de ação do governo.

Souza (2006) apresenta modelos que contribuem para explicar por que e como determinadas políticas públicas são desenvolvidas. A abordagem do ciclo da política pública propõe uma forma de descrever as políticas públicas como um processo dinâmico, identificar os atores e descrever os diferentes processos envolvidos. Raeder (2014) levanta diferentes versões de descrição do ciclo das políticas públicas e propõe uma descrição em cinco etapas:

- i. a percepção dos problemas e definição da eventual necessidade de atuação do governo;
- ii. a definição das políticas que serão perseguidas, decisão tomada pelo governo, com a participação de grupos de interesse, movimentos sociais e a sociedade civil em geral;
- iii. a formulação das políticas públicas, definida por Souza (IBID) como o “estágio em que os governos democráticos traduzem seus propósitos e plataformas eleitorais em programas e ações que produzirão resultados ou mudanças no mundo real” (p 26). Outras organizações dos governos estão envolvidas neste processo de formulação, e existe uma dimensão essencial das instituições e regras nos ciclos de políticas públicas;

- iv. a implementação das políticas públicas, uma vez formuladas, por meio de diversos tipos de instrumentos;
- v. o acompanhamento e a avaliação das políticas.

Apesar da política pública ter sido definida como uma atuação do governo, pode ser notada a participação de atores não governamentais nas diferentes etapas do ciclo: grupos de pressão compostos de atores do mercado, organizações não governamentais (ONG), associações ou acadêmicos. As etapas de formulação e implementação podem contar com a participação da sociedade por meio de consultas públicas. Finalmente, especialmente no caso do desenvolvimento de novas tecnologias e produtos, a implementação depende da participação dos atores do mercado e investidores.

O foco deste trabalho reside nas etapas ii – definição das políticas perseguidas, iii – formulação de políticas públicas e iv – implementação.

Para entender os fatores e condições influenciando essas etapas, correntes institucionalistas e neoinstitucionalistas destacam a importância do papel das instituições na decisão, formulação e implementação das políticas públicas.

Os estudos sobre instituições e seu papel no desenvolvimento econômico também se interessam pelos processos de mudança institucional¹, como elemento promovendo desenvolvimento econômico e possibilitando a adoção de novas tecnologias, mas também como resultado da implementação de políticas públicas e das mudanças tecnológicas e nos mercados que essas provocam.

Além da necessidade de se criar novos arranjos institucionais, a introdução de uma nova tecnologia teria também, segundo Richard Nelson (2007, 2008), o potencial de promover mudanças institucionais. Neste contexto, o autor usa o conceito de “tecnologias sociais” – forma como as coisas são feitas em contextos onde as ações e interações de várias partes determinam o que é alcançado – a partir de dois aspectos da teoria do desenvolvimento: (i) a inovação tecnológica é o principal vetor do desenvolvimento econômico e (ii) o papel das instituições é primordial para o funcionamento da economia e elas evoluem ao decorrer do processo de desenvolvimento econômico.

Assim, mudanças de “tecnologias físicas” possuem um papel no processo de mudança institucional, afetando a organização e a or-

1 Ver North (1991) para definições e papel de constrangimento das instituições, e Chang e Evans (2005) sobre os seus papéis “possibilitador” e “constitutivo”. Na escola da Nova Economia Institucional, Williamson (2000) apresenta os níveis de análise social das instituições, levando ao enquadramento das políticas públicas nos terceiro e quarto níveis, enquanto Menard (2004) detalha o potencial das políticas públicas em introduzir mecanismos de redução de custos de transação ou de incentivo, ou possibilitando novas formas de contratos. O Institucionalismo Legal, como ilustrado por Deakin et al. (2016), considera a lei e seus derivados, tais como regulações, como instituição fundamental para o funcionamento da economia e instrumentos de implementação das políticas públicas.

dem social das atividades econômicas. Novas instituições aparecem no processo de implementação e consolidação de novas tecnologias, sendo como pré-requisito para esse surgimento ou como sua consequência.

A decisão de promover o biogás no âmbito de uma estratégia de desenvolvimento econômico e de proteção do meio ambiente se insere em uma mudança de paradigma na avaliação dos retornos das tecnologias para a sociedade, levando em conta na avaliação dos retornos econômicos as externalidades dos outros combustíveis, bem como os retornos positivos em outros setores. Desta forma, faz-se necessária uma análise das políticas e programas em desenvolvimento atualmente no Brasil para avaliar de qual forma as inovações institucionais necessárias estão sendo perseguidas.

Para empreender tal análise, é necessário um entendimento mais detalhado da forma de atuação do Estado por meio das políticas públicas, que foi denominada de “Estado Regulador” no âmbito da teoria de Evans (2004). Na maioria dos países democráticos, o Estado, na sua forma de atuação na economia, pode ser denominado de “Estado Regulador”, a regulação sendo a principal forma de intervenção possibilitando o desenvolvimento de novas tecnologias e inibindo práticas nocivas ao interesse público.

A regulação pode ser, desta forma, definida como uma ação do Estado restringindo as ações dos agentes econômicos e permitindo, assim, a operação de mercados (“*enabling*”), pois além de impor uma série de regras, ela pode definir incentivos econômicos, fornecer estruturas contratuais e facilitar o acesso à informação para a sociedade em geral.

Deste modo, o Estado, em vez de intervir de maneira direta na economia, age como agente articulador e facilitador da atuação dos atores privados, induzindo o desenvolvimento de mercados e uma atuação das firmas seguindo linhas diretrizes por ele determinadas. A regulação desenvolve assim um papel essencial para possibilitar as inovações organizacionais e tecnológicas necessárias para o desenvolvimento do biogás, já que o maior problema não é a rentabilidade financeira.

Na prática, a regulação é geralmente exercida por Agências Reguladoras autônomas com atuação focada em um setor. Ela adquiriu primeiramente um papel normativo e fiscalizador, sendo encarregada de emitir normas e regras e controlar a sua aplicação evitando práticas anticoncorrenciais e protegendo os consumidores, garantindo preços justos, qualidade e acesso universal aos serviços contemplados.

Martins (2011) observa que no âmbito da atuação do Estado Regulador, as agências reguladoras se encarregam da implementação

de Políticas Públicas por meio de “políticas regulatórias”, com a criação de normas e regulamentos visando induzir decisões de investimento e comportamento dos atores do mercado visado pela política, fornecendo incentivos, medidas autorizativas (outorgas e cassação de outorgas) e segurança jurídica e financeira para os investidores e consumidores.

Apesar da relevância dos aspectos acima, cabe notar que essas abordagens teóricas não apresentam um quadro de análise específico para os casos, apresentando características de intersetorialidade. Nesses casos, o uso de políticas unisetoriais e planejadas de maneira isolada leva a um esgotamento da capacidade de apoio eficiente por parte do Estado para a introdução de novas tecnologias em contextos completos, requerendo inovações tanto institucionais, organizacionais e tecnológicas.

Desta forma, faz-se necessário o uso de teorias preocupadas com a questão da intersetorialidade e da complexidade institucional e técnica atrelada a esta. O conceito de “*policy mix*” foi desenvolvido em resposta a essas questões e permite caracterizar e analisar conjuntos de políticas e instrumentos, sua eficiência e os conflitos e desafios que os são atrelados.

2.2. *Policy mix*: definição e características

Tradicionalmente, políticas públicas tendem a considerar somente um setor e uma atividade específica. Entretanto, no contexto da necessária transição para uma economia sustentável, da complexidade dos problemas envolvidos e correspondente necessidade de visão sistêmica para a formulação de políticas públicas, existe a necessidade de considerar essas em conjunto, como parte de uma estratégia geral, multisetorial e examinando problemas complexos e diversos, e potenciais soluções podendo ter objetivos e efeitos complementares, porém também contraditórios ou adversos (ROGGE & REICHARDT, 2015).

A atuação do Estado deve então incluir conjuntos de políticas públicas incentivando transições que atendam todos ou parte desses objetivos em diversos setores da economia, integrando a dimensão temporal, atentando-se à evolução das necessidades para o desenvolvimento sustentável, como justificado por Huttunen et al. (2014)¹.

Essas transições incluem a introdução de novas tecnologias que possuem o potencial de desempenhar papel relevante para alcançar esses objetivos e atingem setores diversos da economia. É o caso do desenvolvimento da produção de biogás, para o qual os setores de produção de energia, saneamento ambiental, agricultura e transporte

¹ “Transitions towards more sustainable societies involve policy changes cutting across multiple sectors and taking on a more systemic perspective” (Huttunen et al., 2014, p 14).

devem ser almeçados.

Diferentes políticas públicas almejando a mesma tecnologia para responder a seus objetivos podem assim coexistir de maneira independente, o que potencialmente cria conflitos. Pfau et al. (2017) ilustraram esse risco com o exemplo do biogás, considerado pelas políticas de energias renováveis e bioeconomia na União Europeia (UE), criando conflitos de alocação de recursos.

Além do aspecto multisetorial e dos objetivos diversos para algumas das tecnologias para as quais uma transição é desejável, em muitos casos são necessários conjuntos de programas e instrumentos – denominados “*policy mix*” em inglês – para almejar diversos tipos de falhas impedindo transições tecnológicas. Essas falhas podem ser falhas de mercado, falhas institucionais ou ainda falhas sistêmicas (ROGGE E REICHARDT, 2016). Cada tipo de falha pode ser abordado por meio de programas ou instrumentos específicos, tais como incentivos fiscais, mandatos de participação de um produto no seu mercado, regulações, proibições, investimento público em inovação, licitação de infraestrutura de apoio, e informação, por exemplo.

O “*policy mix*”, além de um conjunto de instrumentos de política, também é definido pelos processos pelos quais tais instrumentos são criados e interagem entre si, e as noções de evolução ao decorrer do tempo e de interação entre os instrumentos são parte integrante do conceito. Para subsidiar a análise de determinadas *policy mix*, Rogge e Reichardt (2015), especialmente, propõem as características de “consistência, coerência, credibilidade, estabilidade e completude”.

A coerência é a característica mais relevante no contexto da preocupação com a interação de instrumentos e o aspecto multisetorial de algumas transições tecnológicas.

Policy coherence means that policy goals, instruments and other policy-related signals [...] are consistent with each other (May et al., 2006) and that this compatibility occurs across substantive policy domains. Ideally, this leads to an increasing likelihood that policies will reach their intended outcomes, such as more sustainable societal change. (Huttunen et al., 2014, p. 15-16).

Ainda de acordo com esses autores, a coerência pode ser analisada com três dimensões:

- i. interna: em um dado setor, com a comparação dos objetivos em relação aos outros, o alinhamento entre objetivos e seus instrumentos e os resultados das políticas em relação aos objetivos;

- ii. externa: a coerência externa visa a comparação dos objetivos, instrumentos e implementação entre diferentes setores;
- iii. temporal: diz respeito à consistência e à previsibilidade das políticas ao decorrer do tempo. Ela é ligada ao aspecto dinâmico dos *policy mix*.

A coordenação é apontada por Rogge & Reichardt (2015) como uma das ferramentas para melhorar a coerência e a completude dos *policy mix*, procurando alinhamento das tarefas e estratégias das organizações governamentais, especialmente com mecanismos formais para melhorar os fluxos de informação entre eles.

2.3. Aspectos de coordenação da formulação e implementação de políticas públicas

A coordenação é outro conceito que recebe diversas definições; podemos selecionar algumas adaptadas ao caso estudado. “Em geral, coordenação se refere à disposição ordenada, coerente e metódica de determinado sistema. Através da coordenação busca-se alinhar estruturas e atividades, com o intuito de reduzir sobreposições e duplicações, garantindo que os objetivos da ação sejam atingidos” (BAKVIS E JUILLET (2004) apud CASTRO E YOUNG, 2017, p. 34-35). Uma definição mais concisa ainda pode explicitar a coordenação como o “gerenciamento de interdependências entre atividades”.

Desta forma, na fase de formulação de políticas públicas, o uso da coordenação é essencial para promover uma visão sistêmica e intersetorial, permitindo que todos os setores envolvidos sejam alcançados por políticas apropriadas participando de um *mix* completo e evitando sobreposições. A coordenação na fase de implementação também desempenha um papel crucial, com objetivo de assegurar a coerência entre os objetivos das políticas e os instrumentos derivando desses objetivos, a eficiência desses instrumentos em influenciar as decisões dos atores envolvidos e gerenciando as interações com instrumentos de outras políticas – já existentes no setor ou ainda de outros setores. A regulação, como explicitado mais acima, desempenha atualmente, no contexto do Estado Regulador, o principal vetor de implementação de políticas públicas.

As definições gerais da coordenação podem ser desenvolvidas no contexto das políticas públicas, destacando quatro níveis de coordenação, de acordo com Peters (2004):

- i. a coordenação negativa, em que os atores governamentais e programas não se atrapalham;

- ii. a coordenação positiva, por meio da qual existe uma colaboração para a implementação dos diferentes programas, porém cada organização continua perseguindo seus objetivos específicos;
- iii. a integração de políticas, que procura uma compatibilização dos objetivos das diferentes políticas, levando a coordenação ao nível da formulação dos objetivos e políticas, e não somente ao nível da implementação;
- iv. o desenvolvimento de estratégias de governo, que além de integrar políticas de setores diversos e seus objetivos, pressupõe uma visão clara de futuro para desenvolver soluções completas aos problemas públicos a longo prazo.

De acordo com Magro et al. (2014), a coordenação pode ser externa, quando políticas envolvem organizações independentes que devem se organizar para gerenciar atividades que envolvem interações, ou interna, quando se trata das atividades gerenciadas por uma organização única. Eles ainda introduzem os conceitos de modos e mecanismos de coordenação:

- i. Modos de coordenação respondem às falhas que surgem por causa da complexidade do contexto de políticas públicas. Os principais modos apresentados são: a coordenação vertical, que diz respeito à colaboração entre organizações governamentais em diferentes níveis de governo, e a coordenação horizontal, que corresponde à interação entre organizações de setores diferentes a um mesmo nível de governo.
- ii. Mecanismos de coordenação são referentes aos instrumentos ou instituições que são criados para responder às falhas que ameaçam a coerência e completude dos conjuntos de políticas e os seus objetivos. Alguns exemplos são comitês e conselhos reunindo representantes dos atores envolvidos com as políticas, acordos bilaterais, redes ou ainda agências, consultas e reuniões públicas.

Os atores restringiram a sua análise aos modos de coordenação entre atores governamentais, mas a coordenação pode envolver também a sociedade civil e o mercado.

3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICO-ECONÔMICAS E VANTAGENS DO BIOGÁS: OPORTUNIDADES E BARREIRAS NO BRASIL

3.1. Características gerais do biogás

O biogás é uma fonte de energia renovável na forma de um gás bruto, produzido por digestão anaeróbia (conversão de material or-

gânico em dióxido de carbono, metano e lodo através de bactérias, em um ambiente pobre em oxigênio), a partir de substratos com alto teor orgânico. A sua composição é variável, porém contém uma maior proporção de metano (CH_4), podendo variar entre 55 e 70%, dióxido de carbono (CO_2), entre 30 e 45%, e pequenas quantidades de vapor d'água (H_2O), gás sulfídrico (H_2S), nitrogênio (N), oxigênio (O_2), hidrogênio (H_2) e outros gases. O biometano pode ser produzido por meio de purificação do biogás, visando um produto com mais de 95% de metano, que pode ser usado como substituto do gás natural, com poder calorífico e índice de pureza similares. O processo de produção de biogás possui como coproduto um lodo que pode ser usado como biofertilizante pelo setor agrícola (BRASIL, 2015).

Uma grande variedade de substratos pode ser empregada como matéria-prima para a produção de biogás. A pecuária produz uma larga gama de resíduos com vocação para produzir biogás, destacando-se os dejetos e esterco da criação de bovinos, suínos e aves, ramos da pecuária mais relevantes no Brasil. Os resíduos pecuários com possibilidade de aproveitamento são somente os resíduos de criações pecuárias confinadas, em que é tecnicamente viável a instalação de um sistema de coleta de rejeitos e existe maior necessidade de tratamento dos rejeitos (BRASIL, 2016a).

A produção de biogás e biometano a partir dos substratos apresentados acima cumpre as seguintes etapas (FNR, 2013): tratamento dos substratos, biodigestão anaeróbia (principal etapa de formação do biogás), tratamento do biogás: secagem e dessulfurização preliminar, e tratamento do lodo (preparação para uso como biofertilizante). Para uso como combustível ou para injeção na rede de distribuição, o biogás deve passar por um processo de purificação adicional, obtendo-se biometano, que alcança um teor em metano de mais de 95% e um poder calorífico e Índice Wobbe similares aos do gás natural (BRASIL, 2016b).

Cabe observar, assim, que o biogás é um combustível versátil que pode ser aproveitado de maneiras e em escalas variadas, de acordo com o tipo de produtor, suas necessidades energéticas e a infraestrutura existente, e as necessidades de outros consumidores de energia ou de biofertilizante da região.

Pode ser usado pelo seu próprio produtor ou distribuído por meio de redes de cooperativas de produtores rurais, para geração de eletricidade ou de calor, como gás de cocção (especialmente no caso de aproveitamentos de escala residencial) ou como combustível veicular para frota de caminhões e tratores em produções agrícolas (WBA, 2017; SCARLAT et al., 2018).

Caso o biogás seja aproveitado como combustível na geração de eletricidade, a energia produzida pode ser injetada na rede de distri-

buição e gerar reduções nas contas de energias dos produtores, ou ser vendida no Ambiente de Comercialização Livre (ACL), no Ambiente de Comercialização Regulado (ACR) ou ainda vendida diretamente para a distribuidora local, dependendo da potência injetada e do perfil de consumo do gerador (TAVARES, 2019).

O biometano, caso atenda as regulações em vigor, pode também ser usado como combustível ou como matéria-prima no âmbito da “bioeconomia”, para produção de produtos tais como bioplásticos, ou comercializado e injetado em redes existentes de distribuição de gás natural (WBA, 2017).

3.2. Benefícios do biogás para o desenvolvimento

A expansão da produção e do uso do biogás potencialmente traria diversas vantagens para o desenvolvimento sustentável do Brasil, dos pontos de vista ambiental, econômico e social, mas também em termos de segurança energética.

As vantagens ambientais derivam de três dinâmicas:

- i. a substituição de combustíveis fósseis ou biocombustíveis de primeira geração;
- ii. a valorização de resíduos com alto teor orgânico em vez do seu descarte inadequado;
- iii. a substituição de fertilizantes tradicionais por biofertilizantes.

Os benefícios resultantes são a diminuição das emissões de GEE e outros poluentes, a poluição evitada de aquíferos e solos e o uso evitado de terras para cultivo de matérias-primas agrícolas (PAOLINI et al., 2018).

Como apresentado acima, o biogás pode substituir combustíveis fósseis em diversos usos: como combustível veicular, e para produção de calor ou de eletricidade. Desta forma, emissões de GEE são reduzidas, pois o ciclo de vida do biogás promove emissões de GEE muito abaixo das suas alternativas (BRASIL, 2015). No caso da substituição da lenha, ainda existe a vantagem de diminuir o desmatamento causado pela extração da lenha (WORLD BANK, 2014).

O Brasil encontra também grandes dificuldades para o gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), que é percebido como um custo para os municípios. O descarte inadequado dos resíduos com alto conteúdo orgânico promove a emissão de metano, gás com forte potencial causador do efeito estufa, em decorrência do processo de degradação dos seus compostos (TAVARES, 2019). Caso seja realizada a biodigestão desses resíduos, a emissão de CO₂ resultante da combustão do metano contido no biogás resulta na diminuição das emis-

sões de carbono equivalente, pois o metano possui um efeito estufa muito superior ao CO_2 . O descarte inadequado de resíduos promove também a poluição dos aquíferos e solos, com consequências diretas para os ecossistemas locais e a saúde humana (WORLD BANK, 2014).

O biogás ainda apresenta uma vantagem em relação a biocombustíveis de primeira geração, tais como o etanol de cana ou biodiesel de soja (os mais produzidos no Brasil), pois não necessita de uso dedicado de solo, água, fertilizantes ou pesticidas para o cultivo de matéria-prima (GIUNTOLI et al., 2015; TAMBONE et al., 2015).

Finalmente, o uso de biofertilizantes em substituição de fertilizantes clássicos diminui as emissões de dióxido de nitrogênio (NO_2) (GIUNTOLI, 2015).

A produção de biogás ainda promove benefícios econômicos para os produtores e a economia nacional, em geral. O uso direto do biogás ou da eletricidade produzida localmente promove uma diminuição relevante dos custos de energia dos produtores, enquanto o uso do biofertilizante reduz os custos de compra de fertilizantes. Em caso de sobra, a venda de energia (sob forma de biometano ou eletricidade) e de biofertilizantes geram receitas adicionais e são fontes de economias de escopo para os produtores. Do ponto de vista macroeconômico, a produção nacional de biogás e biometano pode substituir importações de gás natural e diesel, com efeitos positivos na balança comercial do país. De maneira geral, o investimento em instalações de produção de biogás e purificação de biometano representa uma nova atividade econômica com possibilidade de estimular a indústria nacional (caso os equipamentos sejam produzidos no Brasil) e criar empregos em diversos setores (World Bank, 2014; WBA, 2017).

Em relação à segurança energética, o Brasil enfrenta desafios ligados ao aumento da demanda tanto de energia elétrica quanto de combustíveis, e ao esgotamento da infraestrutura de importação de combustíveis e de transmissão e distribuição de energia elétrica. Para resolver esses problemas, é necessário diversificar as fontes de energia, favorecendo fontes renováveis locais e com menor impacto ambiental. Também é necessário favorecer uma organização descentralizada de produção de energia. O biogás pode ser produzido na quase totalidade do território nacional e em sinergia com a atividade econômica local, em escalas adaptadas ao fluxo de resíduos, respondendo ela mesma às suas necessidades energéticas por meio da valorização dos seus resíduos (SÄRKILAHITI et al., 2017).

3.3. Capacidade atual de produção de biogás, biometano e potencial de desenvolvimento

Segundo o Balanço Energético Nacional (BEN 2020) da EPE,

em 2019 foram produzidos cerca de 269 mil tep de biogás no Brasil, por meio de projetos de reaproveitamento de resíduos de agricultura, pecuária, lodo de esgoto e RSU, contra 204 mil tep em 2018 (31,8% de crescimento) (EPE, 2020)¹.

O potencial de geração de biogás no Brasil foi avaliado pela EPE e pela Abiogás (Associação Brasileira de Biogás e Biometano), com ordens de grandeza similares: cerca de 39 bilhões de m³ por ano contra 45 bilhões de m³ de biometano, respectivamente; a avaliação da Abiogás equivale a cerca de 82 milhões de m³ de biogás (ABIOGÁS, 2018). No caso da EPE, o potencial técnico de produção de biometano foi avaliado em 1.570 milhões de m³/ano com biodigestão de RSU (EPE, 2014a), 5.040 milhões de m³/ano por biodigestão de vinhaça, 12.920 milhões de m³/ano por biodigestão de resíduos agropecuários e 17.450 milhões de m³/ano com biodigestão de resíduos agrícolas (EPE, 2014b).

O projeto Probiogás (BRASIL, 2016a) e a experiência dos atores do setor permitiram destacar alguns desafios encontrados para o desenvolvimento desta fonte de energia no Brasil. As incertezas sobre a atratividade financeira dos projetos de produção de biogás são apontadas com uma das principais barreiras ao seu desenvolvimento no Brasil, desestimulando potenciais investidores e agentes financeiros, assim como o número limitado de projetos bem sucedidos como referência. A falta de conhecimento sobre o biogás tende a piorar essa situação. As especificidades do mercado de energia e de gás não são adequadas para as características do biogás. A multiplicidade e heterogeneidade das possíveis matérias-primas, usos, arranjos e escala de projetos, dificultam o enquadramento do biogás em uma política pública determinada, como será observado na próxima seção. Os atores e o Probiogás detectaram a falta de uma política pública específica para o biogás (ABIOGÁS, 2018; BRASIL, 2016b).

4. ANÁLISE DO QUADRO DE POLÍTICAS DO BIOGÁS

Tal como destacado acima, existem inúmeras vantagens potenciais associadas à produção e uso do biogás no Brasil. Entretanto, sua participação na matriz energética brasileira ainda permanece pequena e tributária de instrumentos de políticas públicas e regulação articuladas e coordenadas visando sua expansão. No Brasil, várias iniciativas existem e já estão em curso, porém com baixo grau de efetivi-

¹ Uma lista dos projetos de geração de biogás no Brasil pode ser encontrada no mapa Webmap da EPE ([gisepeprd2.epe.gov.br > WebMapEPE](http://gisepeprd2.epe.gov.br/WebMapEPE)). A capacidade de produção diária de biogás em maio de 2019 era de cerca de 1,37 milhão de m³, equivalente a cerca de 500 milhões de m³ por ano. Essa capacidade anual equivale a cerca de 455 mil tep, apresentando um aumento significativo em relação às produções anuais descritas acima, porém ainda muito aquém do potencial estimado.

dade decorrente, sobretudo, de problemas de coordenação interinstitucional.

Esta seção objetiva realizar um levantamento das políticas de Estado, políticas de governo (também denominadas programas), instrumentos e ações que incentivam direta ou indiretamente a produção de biogás no Brasil.

4.1. Levantamento das políticas nacionais setoriais com objetivos compatíveis

Foram identificadas as principais políticas de Estado para as quais o biogás, considerando as suas propriedades e vantagens, pode contribuir a atingir os objetivos.

Tabela 1 – Políticas nacionais cujos objetivos podem ser atingidos com a participação do biogás

Nome	Objetivos motivando o incentivo ao biogás
PNMC – Política Nacional de Mudanças Climáticas	- Diminuir as emissões de GEE, em particular nos setores de energia, agropecuária, transporte e indústria (Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009)
Política Energética Nacional	- Utilizar fontes alternativas de energia - Aumentar a participação dos biocombustíveis na matriz energética - Garantir o fornecimento de biocombustíveis em todo o território - Incentivar a geração de energia elétrica a partir da biomassa - Diminuir as emissões de GEE e de poluentes nos setores de energia e de transportes, inclusive com o uso de biocombustíveis (Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997).
PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos	- Favorecer o gerenciamento adequado de resíduos sólidos - Tratamento dos resíduos sólidos (inclusive incentivo ao aproveitamento energético de resíduos) - Proteção da saúde pública e da qualidade ambiental (Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010)
PNSB – Política Nacional de Saneamento Básico	- Promover a universalização do acesso aos serviços de saneamento básico (Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007) - Fomento à eficiência energética e o reuso de efluentes sanitários (Lei nº 14.026 de 2020)
Políticas macroeconômicas	- Reduzir a dependência das importações de combustíveis

Seguindo esses objetivos, os ministérios responsáveis pelos setores envolvidos e os órgãos governamentais relacionados desenvolveram programas, planos, instrumentos de incentivo e regulações. Entretanto, nem todas essas instituições consideram ou deram origem a programas ou instrumentos promovendo o desenvolvimento do biogás. Enquanto alguns programas e instrumentos derivados dessas po-

líticas visam especificamente o biogás, também podem ser mencionados programas e instrumentos que o incentivam indiretamente ou não de maneira específica. Observamos por exemplo incentivos à produção de energia com uso de fontes renováveis, em geral, ou à tecnologias contribuindo à redução das emissões de GEE, objetivos nos quais o biogás se enquadra, sem que esse seja especificamente considerado.

Além das políticas setoriais no âmbito federal, alguns Estados desenvolveram políticas estaduais especificamente para incentivar a produção de biogás. A Tabela 2 abaixo apresenta um levantamento das políticas, programas e respectivos instrumentos cujos objetivos ou efeitos tendem a favorecer o desenvolvimento do biogás, com suas principais características: alcance, tipo de atuação, produtos e matérias-primas, e perfil dos atores atingidos.

Tabela 2 - Políticas, programas e instrumentos com impacto potencial no desenvolvimento do biogás no Brasil

Política / programa	Instrumentos	Órgão responsável	Alcance	Tipo	Produto atingido	Matéria-prima almejada	Perfil dos beneficiários
RenovaBio (Política Nacional de Biocombustíveis)	Metas de redução de emissões de GEE, Créditos de Descarbonização (CBIO)	MME/ANP	Federal	Econômico-financeiro	Biometano	Todas (mas vinhaça e torta de filtro são melhor atingidas)	Produtores de biocombustíveis em grande escala
Política energética	Desconto na TUST e TUSD	ANEEL	Federal	Econômico-financeiro	Eletricidade	Todas	Produtores de eletricidade em grande escala (>5MW)
Política energética	Leilões de energia	MME/ANEEL	Federal	Oportunidade de mercado	Eletricidade	Todas	Produtores de eletricidade em grande escala (>5MW)
Política energética	REIDI	MME	Federal	Econômico-financeiro	Eletricidade	Todas	Produtores de eletricidade em grande escala (>5MW)
Política energética	Autorização para produzir eletricidade com biogás	ANEEL	Federal	Facilitador	Eletricidade	Todas	Produtores de eletricidade de pequeno e grande porte
Política energética	Sistema de Compensação para Geração distribuída de eletricidade	ANEEL	Federal	Facilitador	Eletricidade	Todas	Consumidores de eletricidade
Programa Paulista de biogás	Mandatos de mistura nas redes	Estado de SP	Estadual	Oportunidade de mercado	Biometano	Todas	Produtores de biometano
Política Estadual do Gás Natural Renovável	Mandatos de mistura nas redes	Estado do RJ	Estadual	Oportunidade de mercado	Biometano	Todas	Produtores de biometano
Políticas estaduais no RS, SC, PR, SP, RJ, MG	Descontos no ICMS	Receita Estadual	Estadual	Econômico-financeiro	Biometano	Todas	Produtores de biometano
PNRS	Metas de aproveitamento energético	MMA	Federal	Oportunidade de mercado	Biogás, biometano, eletricidade	RSU	Aterros sanitários
PNMC	Fundo Clima	BNDES	Federal	Econômico-financeiro	Todos	RSU	Diversos
PNMC / Plano ABC (Agricultura de Baixo Carbono)	Linhas de financiamento do Plano ABC	MDA/MAPA	Federal	Econômico-financeiro	Todos	Resíduos da pecuária	Agricultores
	PRONAF	MDA/MAPA	Federal	Econômico-financeiro	Todos (pequenos projetos)	Resíduos agrícolas e pecuários	Agricultores familiares
PNMC / Plano ABC	Treinamentos	Embrapa, SENAI, CIBiogás	Federal ou estadual	Facilitador	Diversos	Todas	Profissionais

Tabela 2 - Políticas, programas e instrumentos com impacto potencial no desenvolvimento do biogás no Brasil (continuação)

Política / programa	Instrumentos	Órgão responsável	Alcance	Tipo	Produto atingido	Matéria-prima almejada	Perfil dos beneficiários
Probiogás	Cooperação internacional	Ministério das Cidades /GIZ	Federal	Facilitador	Biogás, biometano, eletricidade	Todas	Diversos
Política Energética Nacional	Critérios para revenda de combustíveis, inclusive GNV de biometano	ANP	Federal	Facilitador	Biometano	Todas	Revendedores de combustíveis
Política Energética Nacional	Especificação técnica do biometano	ANP	Federal	Facilitador	Biometano	Resíduos agro-silvo-pastoris	Produtores de biometano
Política Energética Nacional	Especificação técnica do biometano	ANP	Federal	Facilitador	Biometano	RSU e efluentes de ETE	Produtores de biometano
Política Energética Nacional	Autorização para produzir biometano	ANP	Federal	Facilitador	Biometano		Produtores de biometano
Programa Inova	Financiamentos e subvenções para inovação	BNDES / Finep	Federal	Facilitador, financeiro	Todos	Todas (vinhaça e torta de filtro melhor atingidas)	Grandes produtores e empresas investindo em P&D

O RenovaBio, Política Nacional de Biocombustíveis, foi criado por meio da Lei n. 13.576 de 26 de dezembro de 2017 e regulamentado pelo Decreto n. 9.308 de 2018. Norteado por metas de redução de emissões de GEE na matriz de combustíveis, pretende aumentar a participação de biocombustíveis graças a sua valorização por meio de Créditos de Descarbonização atribuídos aos produtores de biocombustíveis. Esses créditos são atribuídos em função da intensidade em carbono dos biocombustíveis ao longo do seu ciclo de vida, o biometano sendo uma das opções contempladas. Esses créditos são adquiridos pelas distribuidoras de combustíveis em função da sua meta de descarbonização. Portanto, representam um incentivo financeiro para os produtores de biometano, em particular quando sua produção é inserida na cadeia de produção de outros biocombustíveis, como do etanol de cana, por meio da biodigestão de torta de filtro e vinhaça. Esse programa é coordenado pelo Ministério de Minas e Energia (MME), com a participação da Casa Civil e de outros ministérios relevantes no seu comitê gestor, em particular o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Almejando a produção de energia elétrica de fontes renováveis, um arcabouço de incentivos e instrumentos de comercialização facilita a viabilização de projetos de geração de eletricidade a partir de biogás¹.

¹ A outorga da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica, órgão regulador federal) é o instrumento permitindo a produção de energia elétrica por agentes segundo regras e condições estabelecidas. Os leilões de energia, determinados por decretos do MME, incluem desde 2014 a possibilidade de participação de empreendimentos usando a biodigestão de resíduos de capacidade superior a 5 MW, enquanto a Resolução ANEEL n.º 482/2012 permite a geração distribuída de eletricidade por meio de aproveitamento térmico de biogás para consumidores cativos, no intuito de compensar o seu consumo de energia elétrica. <https://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida>

Além disso, o REIDI (Regime Especial de Desenvolvimento de Infraestrutura) permite a suspensão do PIS e COFINS sobre aquisição de bens e equipamentos para projetos de geração de energia elétrica. De forma similar à energia elétrica, um arcabouço regulatório permite a produção do biometano seguindo critérios técnicos, bem como facilita a sua comercialização por meio de instrumentos de reserva de mercado. A Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) estabelece os critérios para revenda de combustíveis, inclusive Gás Natural Veicular (GNV) de biometano e emite autorizações¹. Ela também é responsável pelas especificações técnicas dos biocombustíveis, e estabeleceu especificações do biometano oriundo de resíduos agrícolas e de silvicultura por meio da Resolução 8/2015, e de resíduos sólidos e saneamento por meio da Resolução 685/2017².

Políticas estaduais, em particular nos estados do Rio de Janeiro e São Paulo, procuram incentivar a produção de biometano por meio de cotas mínimas de injeção de nas redes de distribuição de gás natural. Outros estados promoveram programas com redução do ICMS sobre a venda de biogás. Grande parte dos estados possui programas de incentivo às energias renováveis ou políticas de mudança do clima atingindo de forma não específica o biogás³.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) prevê, como forma de destinação adequada de resíduos sólidos, o seu aproveitamento energético, e o Plano Nacional de Resíduos Sólidos determina como meta o desenvolvimento desse aproveitamento, inclusive por meio da biodigestão anaeróbica⁴, porém não prevê instrumentos para implementar essa meta.

A Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) oficializou os compromissos do Brasil para a redução das emissões de GEE e visa garantir o desenvolvimento econômico e social em conjunto com o atendimento das metas de redução de emissões. Ela resultou na criação de planos, programas e fundos. Podem ser destacados o Fundo Clima, que apoia projetos de geração de biogás por meio de financiamentos operados pelo BNDES⁵, e o Plano ABC (Agricultura de Baixo Carbono) que, além de linhas de financiamento para tecnologias de baixo carbono – o biogás sendo integrado na linha “Tratamento de Dejetos Animais” –, promove capacitações, campanhas de comunicação, estudos e pesquisas, e permite incentivos fiscais. Por exemplo, a Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) promove o

1 Informação disponível em <https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-734-2018-regulamenta-a-autorizacao-para-o-exercicio-da-atividade-de-producao-de-biocombustiveis-e-a-autorizacao-de-operacao-da-instalacao-produtora-de-biocombustiveis?origin=instituicao&q=biometano>

2 <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/producao-e-fornecimento-de-biocombustiveis/biometano>

3 <https://datasebrae.com.br/biblioteca-legislacao-biogas/>

4 <http://consultaspublicas.mma.gov.br/planares>

5 <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/fundo-clima>

projeto “Tecnologias para produção e uso de biogás e fertilizantes a partir do tratamento de dejetos animais no âmbito do plano ABC”, que fornece informações sobre soluções para a produção e uso de biogás e biofertilizantes de dejetos animais, bem como treinamentos¹. O SENAI (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial) em diversos estados promove capacitações e apoio técnico para projetos de inovação em tecnologias de biogás.

O Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) oferece desde 1995 linhas de crédito com financiamento de até 100%, contemplando sistemas de geração de biogás para agricultores familiares por meio das linhas PRONAF Bioeconomia e PRONAF Mais Alimentos.

Programas de cooperação internacional foram implementados no Brasil para fomentar a transferência de conhecimento sobre as tecnologias de produção e purificação de biogás e a adaptação de máquinas e veículos para aproveitar esses produtos. O Probiogás é um projeto de cooperação técnica entre a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades (MCidades) e a empresa de apoio ao desenvolvimento do Governo Alemão, a *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* (GIZ) GmbH. Ele atuou, principalmente entre 2015 e 2018, em prol da melhoria regulatória, do desenvolvimento de parcerias de pesquisa e da formação de rede de laboratórios para a análise de substratos, por meio de aproximações entre instituições alemãs e brasileiras, e busca capacitar profissionais brasileiros em diversos níveis².

O GEF Biogás promove, desde 2019, ações locais e federais de estímulo à integração do biogás na cadeia produtiva brasileira. Ele é liderado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) e implementado pela Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO), com participação do Centro Internacional de Energias Renováveis (CIBiogás), Itaipu Binacional, MME, MAPA, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), a Associação Brasileira do Biogás (Abiogás) e a Embrapa, com recursos do Fundo Global para o Meio Ambiente (*Global Environment Facility*, GEF).

O financiamento da inovação em tecnologias de saneamento, inclusive por meio da produção de biogás, foi realizado por meio do PROSAB e, na sua continuidade, por meio de chamadas públicas “MCT/MCIDADES/Finep/Ação Transversal - Saneamento Ambiental e Habitação”, em 2009 e 2010³, e por meio do Programa Inova em 2013⁴.

1 <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/biogasfert>

2 <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/probiogas>

3 <http://finep.gov.br/apoio-e-financiamento-externa/historico-de-programa/prosab/o-que-e>

4 <http://www.finep.gov.br/en/noticias/todas-noticias/5935-brasil-domina-tecnologia-que-transforma-vinhaca-em-biogas>

4.2. Análise do conjunto de instrumentos

A análise do levantamento apresentado na Tabela 2 permite observar algumas características do *policy mix* de promoção do biogás no Brasil.

Esse *policy mix* inclui um número importante de instrumentos, formando um conjunto variado com incentivos fiscais e econômicos, mandatos de uso, linhas de financiamento com condições especiais, regulações facilitadoras, treinamentos e difusão de conhecimento. Entretanto, é possível perceber que a maioria dos programas e instrumentos não tem como objetivo principal ou específico incentivar o desenvolvimento do biogás, ou ainda o trata como uma subcategoria da biomassa, como no RenovaBio ou no âmbito dos leilões ou geração distribuída de energia elétrica, ou como uma tecnologia cujo principal objetivo é o tratamento de dejetos animais, como no âmbito do Plano ABC.

Pode ser observado o grande número de atores envolvidos, com a atuação direta de três Ministérios – MME, MMA e MCidades – e de duas agências reguladoras federais – ANEEL e ANP – além de empresas públicas, tais como o BNDES, a Finep e ainda governos estaduais e instituições públicas. Entretanto, apesar da política energética ser a principal razão dos instrumentos que podem favorecer o biogás, não há liderança ou coordenação entre os atores para o desenvolvimento do conjunto de instrumentos.

A maioria dos instrumentos almeja especificamente os usos do biogás para produção de eletricidade ou biometano. Pode ser observado também que alguns benefícios fiscais na fase de implantação dos projetos, tais como o REIDI, somente são acessíveis para projetos de geração de eletricidade por meio de biogás.

Em relação às matérias-primas para produzir biogás, todas são contempladas, porém são principalmente os RSU, dejetos agropecuários e resíduos da indústria sucroalcooleira que recebem atenção e instrumentos exclusivos. Desta forma, essas matérias-primas são favorecidas em relação à outras, especialmente lodo de esgoto e resíduos de outras indústrias, que em consequência recebem menor visibilidade. Regulações sobre qualidade de combustíveis, elaboradas pela ANP, omitiam até 2017 as especificações técnicas para biometano oriundo de RSU e lodos de esgoto, travando o seu uso para produção de biometano comercializável (ANP, 2015 e 2017). Não foram identificadas regulações sobre especificação técnica ou de qualidade do biofertilizante para comercialização e uso.

Apesar do *mix* de instrumentos incluir diversos tipos de incentivos, podem ser observadas algumas lacunas. Em especial, apesar de existirem diversas linhas de financiamento, os atores do setor alertam

para dificuldades na obtenção de garantias para financiamentos e expressam a necessidade de um fundo garantidor (ABIOGÁS, 2018). Pode ser notada também a ausência de incentivos financeiros para serviços outros que a redução das emissões de GEE. Por exemplo, poderia ser contemplada a valorização da segurança energética, da oportunidade de redução das importações de gás ou de diesel, a diminuição dos custos de construção de linhas de transmissão de alta tensão ou ainda o pagamento por serviços ambientais, tais como a proteção de solos e aquíferos da poluição causada por resíduos despejados no meio ambiente. Os estados de Rio de Janeiro e São Paulo são os dois únicos a terem criado mandatos de mistura de biometano nas redes de distribuição de gás natural.

Esse conjunto de políticas e instrumentos, apesar de sua variedade, não contempla de maneira isonômica os diferentes usos, matérias-primas e escalas possíveis de projetos de biogás no território nacional. Essa característica pode ser explicada pela falta de um planejamento intersetorial levando em consideração todos os potenciais benefícios do biogás e sua participação para atingir objetivos de diversas políticas. Outra lacuna importante que pode ser identificada é a ausência de planejamento em termos de infraestrutura e adequação das frotas de veículos e instalações de transporte e estocagem de biogás e biometano, ou mesmo do planejamento energético adequado a novas formas descentralizadas e integradas de produção de energia.

O biogás foi identificado tanto no setor de energia, quanto nos setores agrícola e de saneamento, como uma solução para responder a diversos desafios. Desta forma, o biogás é mencionado de maneira explícita em diversos planos e programas de governo, porém com poucos instrumentos e regulações incentivando de fato o seu desenvolvimento. Por exemplo, como enfatizado por Quadros et al. (2016), a PNRS impôs demandas para a gestão de resíduos, potencialmente fortalecendo o aproveitamento do biogás, porém o país ainda carece de políticas capazes de incentivar esse tipo de projeto. Essa tendência se repete no caso do Plansab (Plano Nacional de Saneamento Básico), que reconhece o biogás como uma solução desejável, porém sem que haja formulação de instrumentos de apoio.

Com a exceção de projetos de geração de eletricidade, regulações sobre a qualidade e comercialização de biogás ainda são incipientes, travando o desenvolvimento de ações.

Apesar do biogás possuir potencial para cumprir cada uma das metas de políticas listadas na Tabela 1, nem sempre é considerado explicitamente como uma solução ou produto a ser incentivado. Enquanto alguns planos, programas e instrumentos considerarem de maneira explícita o biogás e o biometano como objetos, geralmente apenas uma dimensão da questão é tratada.

Considerando o contexto mais amplo das políticas públicas existentes no Brasil, ainda pode ser mencionada a existência de políticas com objetivos conflitantes, especialmente as que buscam favorecer a produção, importação e refino de combustíveis fósseis ou biocombustíveis de primeira geração.

Finalmente, ficou clara a multiplicidade de setores, atores, programas, instrumentos e regulações relacionados com o desenvolvimento do biogás no Brasil. Essa multiplicidade torna crítico o problema de coordenação, pois existe risco de falta de coerência no conjunto de políticas e instrumentos.

4.3. Coerência externa e interna dos programas, planos e instrumentos

Será apresentada a seguir uma análise do conjunto de políticas e instrumentos com potencial impacto no desenvolvimento do biogás, de acordo com o quadro proposto por Huttunen et al. (2014), procurando identificar as interações entre as diferentes políticas setoriais, existentes e novas, a coerência entre os objetivos e os instrumentos dessas políticas e a sua forma de implementação, a evolução do conjunto de políticas e instrumentos e as lacunas desse conjunto.

Para tal, começaremos por uma análise dos programas e planos, seus instrumentos (coerência interna) e suas interações com outros programas e instrumentos (coerência externa). A dimensão temporal, quando relevante, também será analisada.

Os programas identificados são: (a) a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), (b) o Plano ABC, (c) o PRONAF, (d) o Fundo Clima, (e) o Programa Inova, (f) planos de gestão de RSU, (g) o Probiogás (e o GEF Biogás, mais recente), (h) o Plansab, (i) instrumentos de incentivo à produção de eletricidade a partir de biogás e (j) programas estaduais de incentivo à produção de biometano.

Ainda devem ser mencionados políticas e instrumentos com potencial impacto negativo. Especialmente, serão consideradas políticas de incentivo aos combustíveis fósseis tradicionais ou biocombustíveis de primeira geração, que o biogás ou biometano poderiam substituir: (a) mandatos de mistura de biocombustíveis de primeira geração, (b) incentivos fiscais para biocombustíveis de primeira geração, (c) programas de incentivo ao investimento em infraestrutura para combustíveis fósseis.

A Tabela 3 abaixo apresenta um resumo das interações, classificadas em função das dimensões de coerência propostas por Huttunen et al. (2014) e apresentadas na parte teórica: interna, externa e temporal.

Tabela 3 - Principais políticas, programas e instrumentos com potencial impacto para o desenvolvimento do biogás e interações internas, externas e temporais identificadas, seguindo o conceito de “*policy mix*”

Política	Objetivos	Instrumentos	Interações		
			Internas	Externas	Temporais
Política Energética Nacional	Estímulo ao investimento em biocombustíveis	RenovaBio: Metas de descarbonização e CBIOS	Mandatos de mistura de etanol na gasolina e biodiesel no óleo diesel	Incentivo aos combustíveis fósseis	Iniciou em 2020
Política Energética Nacional	Favorecer a geração de energia elétrica a partir de fontes alternativas e derivados de biomassa	Desconto da TUST /TUSD	Federal	Facilitador	Biometano
	Incentivar o investimento em infraestrutura	REIDI	Favorece projetos de biogás (e outras fonte) de grande porte, para geração de energia elétrica		Necessita renovação da vigência
Política Nacional sobre Mudanças do Clima	Redução das emissões de GEE no setor de agricultura e pecuária	Plano ABC, PRONAF	Pode favorecer projetos de agricultura familiar e de maior porte	RenovaBio / Incentivos aos combustíveis fósseis.	Risco de perda da vigência do instrumento
PNMC	Redução das emissões de GEE relativos aos RSU	Fundo Clima	Pode favorecer projetos de biogás no setor de saneamento básico	Ampla gama de setores e projetos cobertos, além do biogás	Risco de perda da vigência do instrumento
Política Nacional de Resíduos Sólidos	Gerenciamento adequado dos RSU, aproveitamento energético	Planos de Gestão de RSU (Nacional, Estaduais, Municipais)	Falta de instrumentos concretos e implementação	O Fundo Clima pode incentivar projetos	Planos Estaduais e Municipais atrasados
Política Nacional de Saneamento	Universalização da coleta e tratamento de esgotos	Plansab	Falta de instrumentos concretos e implementação	O Fundo Clima pode incentivar projetos	
Política Estadual Biogás – São Paulo	Estímulo à produção de biometano para injeção nas redes de distribuição	Percentual de biometano que deve ser injetado nas redes das concessionárias	Falta definição do percentual		
Política Estadual Biogás – Rio de Janeiro	Estímulo à produção de biometano para injeção nas redes de distribuição	Obrigação de compra de biometano pelas concessionárias	Falta regulação	A não implementação da PNRS dificulta o acesso a matérias-primas	

Tabela 3 - Principais políticas, programas e instrumentos com potencial impacto para o desenvolvimento do biogás e interações internas, externas e temporais identificadas, seguindo o conceito de “*policy mix*” (continuação)

Política	Objetivos	Instrumentos	Interações		
			Internas	Externas	Temporais
Política Energética Nacional macroeconômica	Diminuição da dependência das importações – Estímulo ao investimento no setor de derivados de petróleo	Combustível Brasil: Estímulos fiscais, planos		Pode prejudicar o biogás por causa das prioridades percebidas pelos atores	
	Diminuição da dependência as importações – Estímulo ao investimento no setor de gás natural	Gás para Crescer – Novo Mercado do Gás	Melhorias regulatórias – estabelecimento de um mercado concorrencial	Pode fornecer melhores condições para a venda de biometano	
Política Energética Nacional e macroeconômica	Diminuição da dependência das importações	Não existem instrumentos contemplando o biogás	Não identificação do potencial do biogás – foco no gás do Pré-Sal	RenovaBio pensado também para diminuir dependência das importações	
Política Nacional do Meio Ambiente	Controle da poluição do ar, aquíferos e solos	Programa Produtor de Água (ANA), PSA, geralmente não consideram o biogás	As vantagens ambientais do biogás, além da redução de emissões de GEE, não foram identificadas	Pouca articulação com RenovaBio e outras políticas setoriais	

A análise desses programas mostrou que existem diversas interações internas, externas e temporais no conjunto de instrumentos de políticas públicas com impacto sobre o desenvolvimento do biogás.

O RenovaBio, ao promover a competitividade dos biocombustíveis e particularmente do biometano, que tende a ter fator de emissão de GEE muito baixo, apresenta interações com os mandatos de mistura de etanol e biodiesel na gasolina e diesel, respectivamente: esses biocombustíveis já se beneficiam de incentivos de mercado, e o biometano tem somente nos estados do Rio de Janeiro e São Paulo mandatos de compra. Em termos de interações externas, pode ser notada a existência de programas de incentivos para combustíveis fósseis, que tendem a diminuir a vantagem competitiva que o RenovaBio pode trazer para os biocombustíveis, em geral, e o biometano, em particular.

Na geração de energia elétrica, alguns instrumentos permitem a comercialização de eletricidade produzida com biogás e outros ofe-

recem incentivos econômicos. Em termos de coerência interna, pode ser observado que nenhum desses instrumentos é específico ao biogás. No caso do REIDI, que desonera investimentos, grande parte dos projetos de infraestrutura são contemplados. Esses instrumentos, ademais, somente favorecem projetos de geração de energia elétrica conectados ao Sistema Interligado Nacional. Todos os instrumentos são sujeitos à revisão ou interrupção, o que representa uma deficiência na coerência temporal.

A PNMC resultou na criação de programas e instrumentos em diversos setores, com diversas interações externas. Em particular, o Plano ABC articula fundos para financiamento de projetos de tratamento de dejetos animais por meio de biodigestão, tanto na escala de grandes produtores quanto da agricultura familiar, por meio do PRO-NAF. O Fundo Clima abrange mais setores, mas pode financiar projetos de biogás por meio das linhas “Energias Renováveis” e “Resíduos Sólidos”¹. Esses fundos, muitas vezes operados pelo BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social), entretanto, são pouco articulados e sujeitos a interrupções e suspensões.

A PNRS prevê o aproveitamento energético de gás de aterro e biogás obtido por biodigestão, e o novo Plano Nacional de Resíduos Sólidos destaca a meta de aumentar esse aproveitamento. Entretanto, não existem instrumentos oriundos dessa política para implementar essas metas. Em particular, planos estaduais e municipais de gestão de RSU estão em diversos casos atrasados e não implementados (Tavares, 2019). Os mesmos comentários se aplicam à Política Nacional de Saneamento Básico. Uma interação externa positiva com a PNMC, em particular por meio de recursos do Fundo Clima, pode favorecer projetos de biodigestão de RSU e logo de esgoto.

As políticas de incentivo à produção de biometano nos estados do Rio de Janeiro e São Paulo apresentam lacunas de coerência interna, com falta de regulamentação detalhada. Ademais, a ausência até 2017 de regulação para biometano oriundo de RSU, bem como a dificuldades para garantir matérias-primas (condições necessárias para firmar contratos de venda de biometano com concessionárias), dificultam a implementação dessas políticas.

Políticas de incentivo ao investimento em combustíveis fósseis – Combustível Brasil e Gás para Crescer, substituído pelo Novo Mercado do Gás, podem representar elementos de coerência externa negativa, ao estimular combustíveis fósseis em detrimento do biometano. Entretanto, o Novo Mercado do Gás é avaliado como uma iniciativa positiva por fornecer estruturas concorrenciais e de mercado para a comercialização do biometano. Tanto esses programas, quanto o *RenovaBio*, visam diminuir a dependência das importações de combustíveis,

¹ <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/fundo-clima/fundo-clima>

e portanto devem ser consideradas as interações externas entre eles.

Finalmente, pode ser destacada a ausência de valorização dos serviços ambientais prestados pela biodigestão de resíduos orgânicos por programas de pagamento por serviços ambientais, tais como o Programa Produtor de Água¹.

4.4. A falta de coordenação no conjunto de incentivos para o biogás

A síntese acima permite destacar algumas falhas na coerência do conjunto de políticas públicas: a dimensão externa da análise de *policy mix*, especialmente, apresenta uma falta de integração entre programas, com um tratamento compartimentado das diferentes matérias-primas (RSU, resíduos agrícolas, lodo de estações de tratamento de esgoto, resíduos da indústria sucroalcooleira) ou dos produtos derivados (eletricidade, biometano). Entretanto, é importante lembrar que na maioria dos programas e instrumentos apresentados na Tabela 1, o biogás é contemplado como uma opção tecnológica dentro do contexto do programa (política agrícola, energética, de saneamento, focada no gás, na eletricidade), mas não de forma holística. Exceções incluem os programas de cooperação internacional dedicados ao biogás, que contemplam a gama de matérias-primas e de usos possíveis.

Vale ressaltar que muitos dos programas e instrumentos levantados nesta seção tendem a almejar um setor específico (energia, saneamento, agricultura), ou ainda considerar somente um uso específico do biogás (por exemplo, produção de eletricidade), ou tipos específicos de projetos. Entretanto, como o biogás tem um papel em diversos objetivos de políticas, um apoio eficiente deveria atingir todos os setores envolvidos, bem como todos aspectos do ciclo de produção de biogás, e considerar além da fonte de energia produzida, os serviços ambientais prestados e propor instrumentos adaptados aos diferentes modelos de negócios possíveis. Também pode ser notada a ausência de iniciativas para adequar tanto a infraestrutura física quanto a sua forma de planejamento à realidade do biogás, da forma como estudada por Nelson (2007, 2008), por meio das mudanças nas instituições junto com as novas “tecnologias físicas”.

Para atingir tal meta, seria necessária uma coordenação maior nas etapas de formulação de políticas públicas e regulações e outros instrumentos. Esse é o principal pleito da Abiogás, que elaborou propostas do Programa Nacional de Biogás e Biometano (PNBB), em 2015 e 2018 (Abiogás, 2018). O objetivo principal do Programa proposto é a promoção de “um cenário institucional, econômico, normativo e regulatório” para o biogás, respaldado pelas oportunidades que essa

¹ <https://www.ana.gov.br/programas-e-projetos/programa-produtor-de-agua>

fonte de energia apresenta para o desenvolvimento sustentável do país. Propostas para o PNPB visam enfrentar as principais barreiras identificadas pela Abiogás e seus associados, e complementar e coordenar os instrumentos existentes implementados por outras políticas.

Do ponto de vista da coerência interna, cabe ressaltar que não são identificados nessa análise instrumentos para implementar programas. Podem ser citados os exemplos do programa estadual de São Paulo, que não definiu o percentual mínimo de biometano nas redes de distribuição de gás, a falta de regulação específica para a comercialização de biometano no estado do Rio de Janeiro, ou a falta de instrumentos específicos para implementar o objetivo da PNRS de biodigestão a partir de RSU. A falta de fundo garantidor também é considerada como um freio para o financiamento de projetos, apesar de existirem diversas linhas de financiamento.

Finalmente, a não continuidade de alguns programas (tais como Inova Energia), ou incertezas sobre a manutenção de alguns benefícios (tais como o REIDI), foram observadas.

Frente aos desafios em termos da coerência do conjunto de instrumentos de incentivo ao biogás – ou a outras soluções conflitantes com o seu desenvolvimento – a coordenação foi identificada como uma solução potencial para que o biogás contribua para o desenvolvimento sustentável do Brasil. Desta forma, a coordenação adequada seria tanto em nível estratégico quanto na integração das políticas, como definidos por Peters (2004).

Identificada a necessidade de uma efetiva coordenação para garantir o desenvolvimento do biogás, aproveitando todos seus benefícios, procuramos agora analisar os mecanismos de coordenação na formulação e implementação de políticas públicas no Brasil, e esses como poderiam ser aprimorados.

A Tabela 4 apresenta uma síntese dos desafios para a formulação de um conjunto coerente e completo de instrumentos para garantir o desenvolvimento do biogás, com os modos de coordenação correspondentes e possíveis mecanismos de coordenação.

Tabela 4 – Síntese dos desafios do biogás para políticas públicas e instrumentos, tipos e mecanismos de coordenação

Desafios para políticas públicas de biogás	Níveis de coordenação necessários	Modos/dimensões de coordenação	Mecanismo possível
Dificuldade de identificar as múltiplas contribuições possíveis do biogás	Estratégia de governo	Coordenação horizontal e vertical, com a sociedade civil e o mercado	Comitê com participação da Casa Civil e da sociedade

Tabela 4 – Síntese dos desafios do biogás para políticas públicas e instrumentos, tipos e mecanismos de coordenação (continuação)

Desafios para políticas públicas de biogás	Níveis de coordenação necessários	Modos/dimensões de coordenação	Mecanismo possível
Intervenção necessária em diversos setores, simultaneamente	Integração de políticas	Coordenação horizontal – intersetorial	Comitê interministerial
O desenvolvimento de biogás requer ações em diversos níveis de governo	Coordenação positiva	Coordenação vertical / federativa	Conselhos coordenados por agências federais, diretrizes gerais para agências reguladoras subnacionais
Necessidade de formulação e implementação de diversos instrumentos	Integração de políticas / Coordenação positiva	Coordenação horizontal e vertical, com a sociedade civil e o mercado	Comitê interministerial, PNBB, participação da sociedade, levantamento das políticas existentes

O biogás pode ser considerado como uma solução potencial para responder a diversos desafios de desenvolvimento, em setores e escalas diferentes. Entretanto, a elaboração de um quadro coerente de políticas públicas para incentivar a maior parte possível dos usos do biogás requer coordenação ampla. Para isso, seria necessária uma coordenação estratégica de governo, com dimensões horizontal (entre setores) e vertical (em diferentes níveis dos governos), mas também com a sociedade civil e o mercado. Um instrumento possível é um Comitê presidido pela Casa Civil, com participação de ministérios e de representantes da sociedade.

Considerando a necessidade de intervenção em setores diversos, a integração de políticas setoriais deve ser realizada por meio de coordenação horizontal. No Brasil, comitês interministeriais são o instrumento mais amplamente usado para esse fim. A coordenação vertical, com medidas de coordenação positiva entre diferentes níveis de governo, é necessária considerando que o biogás pode ser objeto de medidas nos três níveis, cobrindo lacunas e evitando redundâncias.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do biogás no Brasil enfrenta diversos tipos de barreiras. A mais evidente é a baixa atratividade financeira, especialmente em relação às alternativas tais como o gás natural. Essa barreira geralmente é amenizada por meio de incentivos fiscais e econômicos, ou ainda instrumentos de estímulo à demanda (leilões específicos, mandatos de participação no mercado). Outra barreira, também comum às novas tecnologias, é a dificuldade de financiamento de projetos, em razão da falta de estruturação do mercado e de conheci-

mento por parte do governo e dos atores potencialmente envolvidos. Entretanto, é importante notar que além da dificuldade de obtenção de financiamento, as lacunas na regulação, tanto em termos de especificação do biogás e do biometano, das suas regras de comercialização, do uso dos subprodutos ou ainda do uso das matérias-primas, criam obstáculos para a implantação de projetos mesmo potencialmente viáveis economicamente. Também deve ser lembrada a necessidade de adaptação da infraestrutura e da frota de veículos, bem como uma mudança no paradigma do planejamento (integrando as problemáticas energéticas e de saneamento) para contemplar o biogás como uma solução relevante para o desenvolvimento sustentável do país.

Desta forma, apesar da existência de vários instrumentos de incentivo para o biogás no Brasil, diferentes limitações podem ser constatadas na completude e na coerência do seu conjunto. Essas limitações são devidas a diversas características, especialmente a heterogeneidade das matérias-primas e a multiplicidade de subprodutos e de tipos de projetos. Esses aspectos se traduzem em lacunas em termos de programas e instrumentos de incentivo para o biogás no Brasil, que poderiam ser resolvidas com a coordenação nas fases de formulação e implementação de políticas públicas.

Em suma, as características do biogás citadas acima se traduzem nas seguintes barreiras em termos de formulação e implementação eficientes de políticas públicas e instrumentos:

- i. parece não ter sido identificado o biogás como uma solução, podendo contribuir ao mesmo tempo para atingir diversos objetivos de políticas energéticas e o atendimento descentralizado às necessidades de energia e saneamento;
- ii. existe a necessidade de intervenção em diversos setores da economia, simultaneamente;
- iii. em razão dos vários perfis de projetos (escalas, produção de biometano ou eletricidade, uso direto ou comercialização), o biogás mobiliza competências de diversos níveis de governo;
- iv. existe a necessidade de uma grande variedade de instrumentos: regulação e incentivo para o uso dos diferentes tipos de resíduos, oriundos de setores distintos da economia, regulação dos diferentes produtos e subprodutos e usos, financiamento e incentivos econômicos, entre outros.

Há a necessidade de coordenação diversificada, para a formulação e implantação de um conjunto coerente e completo de políticas e instrumentos visando o desenvolvimento da produção e consumo de biogás.

Por fim, cabe ressaltar neste ponto que a necessidade e a qua-

lidade da coordenação interinstitucional foi identificada formalmente como necessária para uma atuação mais eficiente do Estado por meio de políticas públicas, em particular no âmbito da regulação como principal meio de implementação. O exemplo do biogás, tanto no Brasil quanto em outros países, mostra que falta implantar de maneira sistemática mecanismos de coordenação, tanto horizontais quanto verticais, e desenvolver estratégias intersetoriais para identificar soluções para o desafio do desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIÓGÁS. Proposta de Programa Nacional do Biogás e Biometano, São Paulo, 2018, <https://abiogas.org.br/>

BNDES. Biogás | BNDES Setorial 47, p. 221-276, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/15384/1/BS47__Biogas__FECHADO.pdf>.

BRASIL. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Probiogás. Tecnologias de digestão anaeróbia com relevância para o Brasil: substratos, digestores e uso de biogás / Probiogás; organizadores, Ministério das Cidades, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (GIZ) ; autores, Oliver Jende ... [et al.]. – Brasília, DF : Ministério das Cidades, 2015

_____. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Probiogás. Barreiras e propostas de soluções para o mercado de biogás no Brasil / Probiogás ; organizadores: Ministério das Cidades, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (GIZ); autores: Oliver Jende et al. – Brasília, DF : Ministério das Cidades, 2016a.

_____. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Probiogás. Biometano como combustível veicular / Probiogás ; organizadores, Ministério das Cidades, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (GIZ) ; autor, Uwe Becher. - Brasília, DF : Ministério das Cidades, 2016b

CASTRO, B. S; YOUNG, C. E. F. Problemas de coordenação de Políticas Públicas: desafios para a gestão ambiental no Brasil. Revista TCE-RJ, v.12, n.1, p.32-53, Rio de Janeiro, jan.jun. 2017. Disponível em: <https://www.academia.edu/33860597/Problemas_de_coordena%C3%A7%C3%A3o_de_pol%C3%ADticas_p%C3%BAblicas_desafios_para_a_gest%C3%A3o_ambiental_no_Brasil>;

CECCHI, F.; CAVINATO, C. (2015). Anaerobic digestion of bio-waste: A mini-review focusing on territorial and environmental aspects. *Waste Management & Research*, 33(5), 429–438. doi:10.1177/0734242X14568610

CHANG, H-J. and EVANS, P. – The Role of Institutions in Economic Change, in Dymksi, G. and De Paula, S. - Reimagining Growth, Zed Books, 2005.

DEAKIN, S.; GINDIS, D.; HODGSON, G. M.; HUANG, K.; PISTOR, K - Legal institutionalism: Capitalism and the constitutive role of law, *Association for Comparative Economic Studies*, 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147596716300087>>.

DESCLAUX, L. Desafios para o desenvolvimento do biogás no Brasil: a importância da coordenação na formulação de políticas públicas e na regulação. Dissertação (Mestrado em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<https://www.ie.ufrj.br/images/IE/PPED/Dissertacao/2019/Laurene%20Desclaux.pdf>>.

EPE. Nota Técnica DEA 18/2014 – Inventário Energético de Resíduos Sólidos Urbanos. Rio de Janeiro, 2014a. www.epe.gov.br/sites-pt/publicacao-251/topico-311

EPE. Nota Técnica DEA 15/2014 – Inventário Energético de Resíduos Rurais. Rio de Janeiro, 2014b. www.epe.gov.br/sites-pt/publicacao-251/topico-308

EPE, Balanço Energético Nacional, ano base 2019, Rio de Janeiro, 2020. <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2020>

EVANS, Peter. Autonomia e Parceria – Estados e Transformação Industrial. Rio de Janeiro, Editora da UFRJ, 2004 Capítulo 3 “Estado” e Capítulo 4 “Papéis e Setores”.

FARIA, C. A. P.; FILGUEIRAS, C. A. C.; ROCHA, C. A. V. Cooperação Inter-Organizacional e Resiliência das Instituições: notas sobre a intersectorialidade na gestão das políticas públicas. *Pensar BH. Política Social*, Belo Horizonte, n. 15. p. 5, Abr./Jun. 2006.

FNR, Guia Prático do Biogás, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), 2013. Disponível em: <http://web-resol.org/cartilhas/giz_-_guia_pratico_do_biogas_final.pdf>.

FERREIRA, M.; MARQUES I. P.; MALICO I. Biogas in Portugal: Status and public policies in a European context, *Energy Policy*, Volume 43, 2012, Pages 267-274. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.01.003>>.

GIWA, A. S.; ALI, N.; AHMAD, I.; ASIF, M.; GUO, R. B.; LI, F. L.; LU, M. Prospects of China's biogas: Fundamentals, challenges and considerations, *Energy Reports*, Volume 6, 2020, Pages 2973-2987. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.egy.2020.10.027>>.

HUTTUNEN S. et al. The need for policy coherence to trigger a transition to biogas production. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 12 (2014) 14–30. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210422414000203?via%3Dihub>>.

IEA (2020). Outlook for biogas and biomethane: Prospects for organic growth, IEA, Paris. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/outlook-for-biogas-and-biomethane-prospects-for-organic-growth>>.

MAGRO et al.. Coordination-Mix: The Hidden Face of STI Policy Review of Policy Research, Volume 31, Number 5 (2014). Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ropr.12090>>.

MARTINS, M. S. M. A implementação de políticas públicas por meio das agências reguladoras. In: *Âmbito Jurídico*, Rio Grande, XIV, n. 84, jan 2011. Disponível em: <<https://ambitojuridico.com.br/cadernos/direito-constitucional/a-implementacao-de-politicas-publicas-por-meio-das-agencias-reguladoras/>>.

MAY, P. J.; SAPOTICHNE, J.; WORKMAN, S. Policy Coherence and Policy Domains. *Policy Studies Journal*, 34(3), 381–403. 2006. doi:10.1111/j.1541-0072.2006.00178.x

MÉNARD, C. - “A New Institutional Approach to Organization” in Claude Ménard and Mary M. Shirley (eds). *HANDBOOK OF NEW INSTITUTIONAL ECONOMICS*, Boston-Dordrecht: Kluwer Academic Press, 2004.

NELSON, R. Institutions, “Social Technologies”, and Economic Progress, *Globelics Working Paper Series No. 2007-03* ISBN: 978-970-701-963-8

NELSON, R. - What enables rapid economic progress: What are the needed institutions? *Research Policy* 37 (2008) 1–11. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048733307002314>>.

North, D. C. Institutions, *The Journal of Economic Perspectives*, Vol. 5, No. 1. (Winter, 1991), pp. 97-112.

PAOLINI, V.; PETRACCHINI, F.; SEGRETO, M.; TOMASSETTI, L.; NAJA, N.; CECINATO, A. Environmental impact of biogas: A short review of current knowledge. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, (), 1–8, 2018. doi:10.1080/10934529.2018.1459076

PETERS, B. G. The search for coordination and coherence in public policy: Return to the center? Department of Political Science, University of Pittsburgh, 2004.

PETERS, B. G. The challenge of policy coordination. *Policy Design and Practice*, 1(1), 1–11, 2018. doi:10.1080/25741292.2018.1437946

PFAU et al., Biogas between renewable energy and bio-economy policies—opportunities and constraints resulting from a dual role, *Energy, Sustainability and Society* (2017) 7:17. Disponível em: <<https://energ-sustainsoc.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13705-017-0120-5>>.

QUADROS, R. et al. A Importância do Contexto Nacional Industrial na Adoção de Políticas para o Aproveitamento Energético do Biogás Oriundo dos Resíduos Sólidos Urbanos. *Qualitas Revista Eletrônica*, [S.l.], v. 17, n. 2, p. 21-38, out. 2016. ISSN 1677-4280. Disponível em: <<http://revista.uepb.edu.br/index.php/qualitas/article/view/3055>>.

RAEDER, S. Ciclo de políticas: uma abordagem integradora dos modelos para análise de políticas públicas. *Perspectivas em Políticas Públicas*, Belo Horizonte, Vol. VII, Nº 13, P. 121-146, jan/jun 2014. Disponível em: <<https://revista.uemg.br/index.php/revistappp/article/view/856>>.

ROGGE K. S.; REICHARDT K. Going Beyond Instrument Interactions: Towards a More Comprehensive Policy Mix Conceptualization for Environmental Technological Change. *SPRU Working Paper Series*, 2015-12, Disponível em: <<https://www.sussex.ac.uk/webteam/gateway/file.php?name=2015-12-swps-rogge-reichardt.pdf&site=25>>.

_____, Policy mixes for sustainability transitions: An extended concept and framework for analysis. *Research Policy* Volume 45, Issue 8, October 2016, Pages 1620-1635. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733316300506>>.

SÄRKILAHTI, M.; KINNUNEN, V.; KETTUNEN, R.; JOKINEN, A.; RINTALA, J. Replacing Centralised Waste and Sanitation Infrastructure with Local Treatment and Nutrient Recycling: Expert Opinions in the Context of Urban Planning. *Technological Forecasting Soc. Change* 2017, 118, 195–204. DOI:10.1016/j.techfore.2017.02.020

SCARLAT, N.; DALLEMAND, J-F.; FAHL, F. Biogas: developments and perspectives in Europe. *Renewable Energy*, 2018. S096014811830301X doi:10.1016/j.renene.2018.03.006

SOUZA, C. Políticas Públicas: uma revisão da literatura. *Sociologias*, Porto Alegre, ano 8, nº 16, jul/dez 2006, p. 20-45. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/soc/n16/a03n16>>.

TAMBONE, F.; TERRUZZI, L.; SCAGLIA, B.; ADANI, F. Composting of the Solid Fraction of Digestate Derived from Pig Slurry: Biological Processes and Compost Properties. *Waste Manage.* 2015, 35, 55–61. DOI:10.1016/j.wasman.2014.10.014

TAVARES, A. N. Oportunidades enterradas: geração elétrica a partir do biogás de resíduos sólidos urbanos / André Neiva Tavares, Glicia Vieira dos Santos, Ruy de Quadros Carvalho [autores], Sérgio Valdir Bajay (colaborador) - Vitória : EDUFES, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufes.br/bitstream/10/11417/1/Oportunidades_Enterradas.pdf>.

UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) (2019). CDM methodology booklet. https://cdm.unfccc.int/methodologies/documentation/meth_booklet.pdf

WELLISCH, M.; GREEN, J.; MCCABE, B.; RASI, S.; SIEMENS, W.; AMMENBERG, J.; LIEBETRAU, J.; BOCHMANN, G.; MURPHY, J. D. Drivers for Successful and Sustainable Biogas Projects: International Perspectives – Report of a symposium held on March 26, 2020. Disponível em: <<https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2020/06/Drivers-for-Successful-and-Sustainable-Biogas-Projects-International-Perspectives.pdf>>.

WILLIAMSON, O. E. The new institutional economics: Taking stock, looking ahead, *Journal of Economic Literature*; Set 2000. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/2565421>>.

WORLD BANK (2014). Clean and improved cooking in sub-Saharan Africa: A landscape report. Disponível em: <<http://documents.worldbank.org/curated/en/164241468178757464/Clean-and-improved-cooking-in-Sub-Saharan-Africa-landscape-report>>.

WORLD BIOENERGY ASSOCIATION (WBA). Global Bioenergy Statistics 2017 (2017), doi: 10.1016/0165-232X(80)90063-4