

MODELOS DE NEGÓCIOS VOLUME 2

PARA O APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DE
RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS E AGROINDUSTRIAIS



Volume 2

Modelos de Negócios

*Para o aproveitamento energético de
resíduos agropecuários e agroindustriais*

Créditos foto da capa: Granja São Pedro Colombari, localizada em São Miguel do Iguaçu (PR).

Universidade de São Paulo

Reitor: Carlos Gilberto Carlotti Junior

Vice-reitora: Maria Arminda do Nascimento Arruda

Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo

Diretor: Prof. Dr. Roberto Zilles

Vice-diretor: Prof. Dr. Tércio Ambrizzi

FICHA CATALOGRÁFICA

M691	<p>Modelos de negócios para o aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais. [recurso eletrônico] organização Suani Teixeira Coelho; autores, Fabio Rubens Soares ... [et al.]. --São Paulo: Editor IEE-USP, 2023. v.2: il. 30cm. – (Projeto: Sistemas de Energia do Futuro III. Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais)</p> <p>ISBN 978-65-88109-20-5 DOI 10.11606/9786588109205</p> <p>1.Resíduos agropecuários. 2. Recursos energéticos. 3. Resíduos agroindustriais. I. Soares, Fabio Rubens. II. Lima, Heleno Quevedo de. III. Coelho, Suani Teixeira. IV. Garcilasso, Vanessa. V. Ferraz, Antônio Djalma. VI. Varkulya, Americo. VII. Perecin, Danilo. VIII. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU 620.92</p>
-------------	--

Elaborado por Maria Penha da Silva Oliveira CRB-8/6961

Creative Commons
Attribution-NonCommercial 4.0
International (CC BY-NC 4.0)



Copyright © 2023 Universidade de São Paulo. Instituto de Energia e Ambiente. Esta obra é de acesso aberto. É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte e autoria e respeitando a Licença Creative Commons indicada.

PUBLICADO POR:

Sistemas de Energia do Futuro

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

=====

Ministério de Minas e Energia (MME)

Ministro » Alexandre Silveira

Secretário de Planejamento e Transição Energética » Thiago Vasconcellos Barral Ferreira

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Diretor Nacional » Michael Rosenauer

Diretor de Energias Renováveis e Eficiência Energética » Johannes Kissel

Diretor do Projeto Sistemas de Energia do Futuro » Daniel Almarza

=====

Coordenação da Publicação

GIZ

» Nico Kohlhas

» Vítor Peixoto de Souza

ELABORAÇÃO

» Fabio Rubens Soares (Editor Técnico)^{1, 3}

» Heleno Quevedo de Lima (Editor Técnico)²

» Suani Coelho³

» Vanessa Garcilasso³

» Antônio Djalma Ferraz³

» Americo Varkulya³

» Danilo Perecin³

¹ ENVIROSERVICES Consultoria Ambiental e Sustentabilidade; ² Portal Energia e Biogás; ³ Grupo de Pesquisa em Bioenergia (GBio) - Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (IEE/USP).

Cooperativa de Geração de Energias Sustentáveis e Saneamento Rural – AMBICOOP

» Ilmo Werle Welter - Presidente do Conselho de Administração da AMBICOOP

» Neudi Mosconi - Me Le Biogas GmbH

=====

Revisão Técnica

» Nico Kohlhas

» Vítor Peixoto de Souza

**Revisão Textual e de Linguagem
Inclusiva e Não Sexista**

» Davi Miranda

Diagramação

» Máquina CW

Sobre o Projeto

O Projeto Sistemas de Energia do Futuro III integra a Cooperação Brasil-Alemanha para o Desenvolvimento Sustentável e é implementado pela *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH* e pelo Ministério de Minas e Energia (MME), com apoio do Ministério Federal da Cooperação Econômica e do Desenvolvimento (BMZ) da Alemanha. O objetivo principal do projeto é apoiar a integração das energias renováveis e eficiência energética no sistema brasileiro de energia.

Informações legais

Todas as indicações, dados e resultados deste estudo foram compilados e cuidadosamente revisados pelas autoras e pelos autores. Apesar disso, podem ocorrer erros com relação ao conteúdo. Dessa forma, nem a GIZ e tampouco essas autoras e autores podem ser responsabilizadas/os por qualquer reivindicação, perda ou prejuízo, direto ou indireto, resultante do uso ou da confiança depositada sobre as informações contidas neste estudo que sejam, direta ou indiretamente, resultante de erros, imprecisões ou omissões de informações.

A duplicação ou reprodução do todo ou de partes do estudo (inclusive a transferência de dados para sistemas de armazenamento de mídia), bem como a distribuição para fins não comerciais são permitidas, desde que o MME e a GIZ sejam citados como fonte da informação. Para outros usos comerciais, inclusive duplicação, reprodução ou distribuição do todo ou de partes desta publicação, o MME e a GIZ precisarão dar expressa autorização.

Prefácio

Considerando os impactos negativos já conhecidos do aquecimento global e a necessidade de descarbonizar a matriz energética mundial e a do Brasil, a produção e o uso de biogás e biometano a partir de diferentes resíduos mostra-se um tema fundamental e premente.

Nesse contexto, o objetivo do presente estudo é apresentar às pessoas interessadas informações tecnológicas sobre a biodigestão anaeróbia para obtenção de biogás e seus derivados, bem como modelos de negócios para a produção de biogás, principalmente a originária dos dejetos animais. Em particular, apresenta-se o estudo de caso do Projeto Biogás do município de Toledo, no oeste do Paraná, que executa uma configuração pioneira de produção de biogás associada à obtenção de energia elétrica e biofertilizante.

A documentação e a avaliação do Projeto disponibilizadas pelo estudo podem permitir que o modelo seja replicado em outras regiões do país, incrementando ainda mais a matriz energética brasileira com a utilização de fontes renováveis de energia e o reaproveitamento de resíduos.

O Projeto avaliado realiza a produção de biogás utilizando dejetos animais de 41 localidades produtivas da região, a uma taxa aproximada de 1000 m³/hora. A energia elétrica é para uso próprio, e seu excedente é compartilhado para a rede de distribuição a uma taxa de aproximadamente 48 MWh/dia. Uma das inovações do Projeto reside na adoção da produção de biogás centralizada, com o transporte dos resíduos até os biodigestores, em um modelo que busca a otimização dos benefícios energéticos e ambientais.

O Projeto inclui também o aproveitamento produtivo e as aplicações do digestato e dos biofertilizantes, que são coprodutos da biodigestão anaeróbia. No estudo, são apresentados os principais atores do processo produtivo considerado no Projeto, desde o planejamento até as operações e a manutenção do empreendimento.

Desenvolvido pelas equipes da ENVIROSERVICES Consultoria Ambiental e Sustentabilidade; Portal Energia e Biogás, e Grupo de Pesquisa em Bioenergia (GBio) – Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (IEE/USP), o Projeto contou com o apoio técnico do Ministério de Minas e Energia (MME), do Projeto Sistemas de Energia do Futuro, por meio da GIZ, bem como com autoria do estudo de:

- Fabio Rubens Soares (Editor Técnico)^{1,3};
- Heleno Quevedo de Lima (Editor Técnico)²;
- Suani Coelho³;
- Vanessa Garcilasso³;
- Antônio Djalma Ferraz³;
- Americo Varkulya³; e
- Danilo Percin³.

Projeto: **Sistemas de Energia do Futuro III**

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

Também houve cooperação e apoio da Cooperativa de Geração de Energias Sustentáveis e Saneamento Rural – AMBICOOP, através de Ilmo Werle Welter, presidente do Conselho de Administração da AMBICOOP, e de Neudi Mosconi, da Me Le Biogas GmbH.

Considerando seu potencial de mitigação de impactos ambientais e reconhecendo o desenvolvimento de uma infraestrutura pioneira e de um modelo de negócios original e viável para o setor de biogás, o empreendimento caracteriza-se por ser um projeto-piloto inovador, cujo sucesso e aprendizados garantirão sua reprodução em outras localidades do país.

Espera-se que a documentação disponibilizada neste estudo possa contribuir como importante fonte de referência para a disseminação de projetos eficientes e sustentáveis de produção de biogás no Brasil e no mundo.

São Paulo, novembro de 2023.

Prof. Dra. Suani T Coelho

Coordenadora

Grupo de Pesquisa em Bioenergia

Instituto de Energia e Ambiente

Universidade de São Paulo

Realização



MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



Elaboração



¹ ENVIROSERVICES Consultoria Ambiental e Sustentabilidade; ² Portal Energia e Biogás; ³ Grupo de Pesquisa em Bioenergia (GBio) - Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (IEE/USP).

Sumário

1. Sumário	8
2. Lista de Figuras	11
3. Apresentação	12
4. Resumo Executivo	13
5. Capítulo I	15
6. PRINCIPAIS ATORES DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS	15
1.1. INTRODUÇÃO	15
1.2. INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS	17
1.3. FORMAÇÃO DA EQUIPE DO PROJETO.....	19
1.3.1. Figura da pessoa empreendedora	19
1.3.2. Figura do Investidor	20
1.4.1. Profissionais.....	21
1.4.2. Consultores e assessores	23
1.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
7. Capítulo II	28
8. BIOGÁS: MODELOS DE NEGÓCIOS	28
2.1. INTRODUÇÃO	28
2.2. MODELOS DE NEGÓCIOS PARA SERVIÇOS AMBIENTAIS	29
2.2.1. Tratamento de Resíduos Orgânicos	29
2.2.2. Certificados de Ativos Ambientais.....	30

Projeto: **Sistemas de Energia do Futuro III**

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

2.2.2.1. Créditos de Carbono	30
2.2.2.2. Certificados I-REC	30
2.2.2.3. Certificado GAS-REC.....	32
2.2.2.4. Certificado CBIOS	33
2.3. MODELOS DE NEGÓCIOS PARA MERCADO DE FERTILIZANTES	34
2.3.1. Produção de Biofertilizante para Comercialização.....	34
2.3.1.1. Recuperação de nitrogênio	35
2.3.1.2. Recuperação de fósforo.....	35
2.4. MODELOS DE NEGÓCIOS PARA O APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DO BIOGÁS	36
2.4.1. Geração de Energia Elétrica.....	36
2.4.1.1. Geração de energia para o Ambiente de Contratação Regulada (ACR).....	36
2.4.1.1.1. Leilão de Energia Elétrica	37
2.4.1.1.2. Chamada Pública.....	37
2.4.1.1.3. Geração Distribuída (microgeração e minigeração).....	37
2.4.1.1.4. Microrredes de Energia.....	42
2.4.1.2. Geração de energia para o Ambiente de Contratação Livre (ACL) – mercado livre de energia.....	43
2.4.1.3. Geração de energia elétrica isolada da rede (<i>off-grid</i>).....	43
2.4.2. Modelos de negócios para aproveitamento térmico do biogás.....	43
2.4.3. Modelos de negócios para o mercado de gás natural (Nova Lei do Gás).....	44
2.4.3.1. Biometano – injeção em rede de gás natural	44
2.4.3.2. Para fornecimento como BioGNC	44
2.4.3.3. Para fornecimento como BioGNV	44

Projeto: Sistemas de Energia do Futuro III

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

2.4.3.4. Subprodutos do processo de purificação do biogás para biometano	45
2.4.3.5. Produção de Hidrogênio Verde (H ₂) a partir do biogás	47
2.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
9. Capítulo III	51
10. OPORTUNIDADES DE FINANCIAMENTO PARA PROJETOS DE BIOGÁS.....	51
3.1. INTRODUÇÃO	51
3.2. LINHAS DE FINANCIAMENTOS ESPECÍFICAS	52
3.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	58

Lista de Figuras

Figura 1 – Arranjo Institucional no setor de biogás	19
Figura 9 – Principais arranjos produtivos	28
Figura 10 – Usina Termelétrica a Biogás (UTB).....	29
Figura 11 – Usina CS Bioenergia.....	29
Figura 12 – Modelos de Negócios para Geração de Energia Elétrica	36
Figura 13 – Microgeração e Minigeração Distribuída (geração na própria UC)	38
Tabela 1 – GD usinas de biogás com resíduos agropecuários em operação na modalidade de geração na própria UC (três maiores).....	39
Tabela 5 – GD Usinas de Biogás com resíduos agropecuários em operação na modalidade de Autoconsumo Remoto (três maiores).....	39
Tabela 6 – GD usinas de biogás com resíduos agropecuários em operação na modalidade de geração compartilhada (três maiores).....	41
FIGURA 14 – PROJETO DE MICRORREDE DE ENERGIA NA GRANJA SÃO PEDRO COLOMBARI. FOTO: DIVULGAÇÃO / CIBIOGÁS	42
Tabela 7 – Características físico-químicas do dióxido de carbono	45
Figura 15 – Produção e Purificação de Hidrogênio Verde.....	48
Figura 16 – Produção de hidrogênio verde a partir do biogás	48

Projeto: Sistemas de Energia do Futuro III

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

Apresentação

Este trabalho integra o projeto Sistemas de Energia do Futuro III. O objetivo do estudo é apresentar, ao público interessado, informações tecnológicas sobre a biodigestão anaeróbia para obtenção do biogás e seus derivados, além de modelos de negócios para a produção de biogás, principalmente de origem de dejetos animais, trazendo como estudo de caso o Projeto Biogás da cidade de Toledo (PR), que executa um projeto pioneiro com esse biocombustível – com consequente obtenção de eletricidade –, que pode ser replicado a outras regiões do país, incrementando ainda mais a matriz energética brasileira com fontes renováveis de energia e reaproveitamento de resíduos.

Resumo Executivo

O estudo pretende trazer informações úteis sobre processos de aproveitamento energético de resíduos para a produção de biogás, combustível de origem renovável, que pode substituir com a mesma eficiência energética, os combustíveis fósseis que contribuem para o efeito estufa causando as indesejáveis mudanças climáticas.

Traz informações e conhecimentos básicos sobre tecnologias para o aproveitamento energético de biomassa residual para conversão em energia térmica e elétrica, contendo inicialmente a biodigestão anaeróbia para a produção de biogás de dejetos animais, as tecnologias de purificação e principais usos do biogás e biometano, incluindo a obtenção de energia elétrica.

Para efeito comparativo, apresenta algumas tecnologias térmicas de tratamento de resíduos, como a gaseificação e a pirólise; trata o processo produtivo do biogás, desde a coleta dos resíduos até a sua conversão energética.

Aborda também os conceitos e as aplicações do digestato e dos biofertilizantes produzidos pelos resíduos da biodigestão anaeróbia. Contempla uma apresentação dos principais atores do processo produtivo do biogás, desde o planejamento do projeto até as operações e manutenção do empreendimento.

Finalmente, apresenta como referência oportunidades de financiamento para projetos de plantas de biogás e conseqüentemente energia elétrica, a fim de que a leitora e o leitor possam ter informações sobre obtenção de recursos para investimentos na construção dessas usinas.

Espera-se que este estudo sirva de fonte de referência para difusão de projetos de produção de biogás no país.



Modelo conceitual dos biodigestores serão construídos em Toledo (PR). Fonte: Brasil Energia

Capítulo I

PRINCIPAIS ATORES DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS

1.1. INTRODUÇÃO

Esta seção apresenta o envolvimento de **stakeholders**¹ no Processo de Implantação de Projetos de unidades e usinas de produção de biogás.

A implementação bem-sucedida de um projeto de planta de produção de biogás baseia-se principalmente nos seguintes blocos de construção essenciais ou elementos-chave:

- uma razão ou necessidade do projeto devido a um problema ou crise crítica de descarte de resíduos sólidos na comunidade;
- uma agência governamental implementadora ou desenvolvedor de projeto privado com compromisso político disposto e capaz de realizar o projeto;
- um fornecimento adequado de resíduos orgânicos para o projeto ou meios para assegurar o controle do fluxo de resíduos ou atrair quantidades suficientes de outras comunidades;
- mercados para a energia recuperada e materiais recuperados; e
- um local do projeto que seja ambiental, técnica, social e politicamente aceitável.

Talvez o elemento mais crítico que deve estar em vigor para que um projeto de biogás seja bem-sucedido seja a necessidade do projeto. Ou seja, deve existir uma situação tal que as lideranças comunitárias percebam que a comunidade está enfrentando um problema de disposição de resíduos sólidos imediato ou de longo prazo, e que o planejamento de uma alternativa ao aterro sanitário deve ser realizado.

Um segundo elemento importante que deve estar presente para o sucesso do projeto é a liderança política. Infelizmente, os planos mais bem concebidos para projetos de benefício público muitas vezes não são implementados sem essa liderança. Os projetos de biogás são intensivos em capital e requerem planejamento que muitas vezes pode se estender por 2 a 5 anos. Como há eleições a cada 2 ou 4 anos, os projetos de biogás podem ficar órfãos de novas lideranças políticas que possam ter diferentes agendas de gestão de resíduos sólidos.

Conseqüentemente, se uma comunidade tem alguma esperança de implementar uma instalação, então é necessário haver uma entidade implementadora (por exemplo, um consórcio de municípios ou bairros ou distritos municipais, município, autoridade,

¹ **Stakeholders**: refere-se a um grupo de pessoas e/ou instituições com algum interesse direto ou indireto no projeto.

Projeto: **Sistemas de Energia do Futuro III**

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

concessionária de energia elétrica, transportador de resíduos ou empreiteira) ou força motriz, que tenha influência política de longo prazo.

A comunidade também deve ser capaz de realizar uma gestão de resíduos orgânicos que possibilite sua destinação para plantas de produção de biogás. A comunidade deve ser capaz de garantir tanto a quantidade quanto a qualidade de seus resíduos sólidos. O nível de resíduos a ser garantido determinará o tamanho final da instalação. Garantir um contrato de compra de energia e mercado de materiais é outro componente crítico na implementação de um projeto de biogás.

Esses mercados fornecem receitas que compensam as taxas de despejo de plantas e tornam as instalações de biogás financeiramente atraentes para comunidades e desenvolvedores privados. Se esses mercados estiverem ausentes, os projetos de biogás não seriam economicamente viáveis para a maioria das comunidades. Outro componente crítico na implementação do projeto é garantir um local para construir e operar uma instalação.

A localização de projetos de utilidade pública, como instalações de resíduos sólidos, provou ser uma tarefa demorada e controversa nos últimos anos. Esses projetos atraíram oposição pública significativa devido à preocupação das pessoas associada aos impactos percebidos do projeto, como qualidade do ar, saúde pública, congestionamento de tráfego, lixo, ruído, estética e valores de propriedade.

A atitude “Não no meu quintal” fez com que os desenvolvedores de projetos gastassem mais tempo na busca de locais de projeto que fossem técnica, ambiental e socialmente aceitáveis. O que é um tanto único nesses projetos, além de sua complexidade, são os caminhos tortuosos que eles frequentemente percorrem desde o início do projeto até a construção.

Esse longo período de implementação de muitos projetos resultou, em parte, da sua incapacidade de montar uma equipe experiente com forte apoio político de longo prazo para levar o projeto adiante quando enfrentado por grandes impedimentos. Sem essa forte organização e suporte de gerenciamento, muitos projetos foram adiados por sua incapacidade de resolver problemas críticos como a já mencionada oposição pública.

Embora os esforços se concentrem em decisões contratuais, técnicas e financeiras críticas que cada projeto deve resolver com sucesso, deve-se focar a atenção principalmente no desenvolvimento da estrutura de gerenciamento para lidar com esses problemas no dia a dia e concentrar-se nos meios para comunicar eficazmente essas questões complexas ao público e às pessoas que supervisionam o projeto.

Projeto: **Sistemas de Energia do Futuro III**

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

1.2. INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS

O setor de biogás no Brasil está inserido em amplo arranjo institucional com representantes em diferentes níveis, entre os quais podemos destacar: instituições responsáveis pelo estabelecimento das políticas governamentais, instituições de regulação e fiscalização, agentes que atuam diretamente no mercado, agentes institucionais, associações, instituições de pesquisa e de ensino, entre outros.

Sobre **política**, podemos focar nas instituições responsáveis pelo estabelecimento das políticas governamentais. Nesse nível de atuação, destaca-se o papel do Poder Legislativo, uma vez que o **Congresso Nacional** tem por objetivo elaborar as leis e proceder à fiscalização da União e das entidades da Administração direta e indireta.

Paralelamente ao Poder Legislativo, há o Poder Executivo; por meio deste, a **Presidência da República** sanciona ou veta leis aprovadas por deputados e senadores. O presidente da República pode propor que leis sejam criadas, como pode também implantar medidas em caráter provisório, bem como definir o direcionamento da atuação dos ministérios.

Esse conjunto de ações do **Poder Legislativo** e do **Poder Executivo** é essencial para desenvolvimento e consolidação de políticas públicas que possam regular o setor de biogás, possibilitando o incentivo dessa fonte de energia renovável e a sua consolidação na matriz energética brasileira.

Essas instituições isoladas não são suficientes para a identificação das demandas de mercado e o estabelecimento de políticas públicas para o setor de biogás. Há a necessidade de ações conjuntas de toda a sociedade civil organizada, a partir do trabalho desenvolvido por associações, representantes de classes, empresas públicas e privadas, institutos de ensino e pesquisas e agentes institucionais.

A produção de biogás é tema complexo e interdisciplinar que atende diretamente a interesses de diferentes pastas, como Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério da Cidadania, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, Ministério da Educação, Ministério da Economia, Ministério da Fazenda, Ministério da Infraestrutura, Ministério do Desenvolvimento Regional, Ministério do Meio Ambiente e Ministério de Minas e Energia.

Sobre a recuperação energética dos resíduos orgânicos por meio da digestão anaeróbia para a produção de biogás e biometano, podemos destacar diversos agentes institucionais do setor energético:

- **Ministério de Minas e Energia:** atua no desenvolvimento de políticas nacionais e medidas para o setor energético brasileiro, sendo responsável direto pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) e o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE). As ações do MME definem os investimentos setoriais necessários para atender aos desafios do setor energético, promovendo expansão de matriz, segurança energética, tarifas justas e atendendo aos Objetivos de Desenvolvimento

Projeto: **Sistemas de Energia do Futuro III**

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

Sustentável (ODS). O arranjo institucional do setor energético é baseado em pilares da política energética que visam Governança, Estabilidade Regulatória e Jurídica e Previsibilidade.

- **Agências Reguladoras e Fiscalizadores:** são órgãos governamentais que exercem o papel de fiscalização, regulamentação e controle de produtos e serviços de interesse público.
 - ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica;
 - ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível;
 - ANA – Agência Nacional de Águas;
 - Agências reguladoras estaduais: ARSESP, AGERGS, ARSAE, AGEMS, AGERBA, AGENERSA, ARSP-ES, ARESC etc.;
 - Agências reguladoras intermunicipais;
 - Agências reguladoras municipais.
- **Conama:** O Conselho Nacional do Meio Ambiente é o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama) e foi instituído pela Lei nº 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, regulamentada pelo Decreto nº 99.274/90.
- **O Mercado:** O mercado de energia elétrica é composto pelas figuras dos agentes de geração de energia, agentes de transmissão, agentes de distribuição, agentes de comercialização e agentes consumidores. Para fazer a integração de todos esses agentes, existe a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (**CCEE**), responsável por viabilizar a comercialização de energia elétrica e o Operador Nacional do Sistema Elétrico (**ONS**) – órgão responsável pela coordenação e pelo controle da operação das instalações de geração e transmissão de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (**SIN**).
- **Agentes Institucionais:** podemos destacar a atuação da Empresa de Pesquisa Energética (**EPE**), empresa pública vinculada ao Ministério de Minas e Energia que presta serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético. Também há nesse grupo sociedades de economia mistas como a Petrobras e a Eletrobras, assim como as concessionárias e permissionárias de distribuição de energia elétrica, gás natural, água e esgoto.
- **Bancos de Desenvolvimento:** bancos de desenvolvimento com o objetivo de investir em segmentos estratégicos para a economia do Brasil. Como exemplo, podemos citar o BNDES, entre outros bancos estaduais de fomento à sustentabilidade e ao desenvolvimento econômico, social e ambiental.
- **Associações:** organizações resultantes da reunião legal entre duas ou mais pessoas ou empresas, para realização de um propósito comum, organizadas em estrutura definida em estatuto social. A Associação Brasileira do Biogás (**ABiogás**) atua diretamente para ampliar a participação do biogás na matriz energética brasileira. Outras associações têm sinergia com temas relacionados ao processo

Projeto: **Sistemas de Energia do Futuro III**

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

anaeróbio e produção de biogás: ABES, ABEGÁS, ABGD, COGEN, SBERA e ABNT, entre outras.

➤ **Instituições de Pesquisa e de Ensino:** Há inúmeras instituições que atuam na área de PD&I focadas em biogás, com destaque para:

- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (**Embrapa**);
- Centro Internacional de Energias Renováveis (**CIBiogás**);
- Universidades e Institutos Federais.

Figura 1 – Arranjo Institucional no setor de biogás

Política		Presidência de República e os Ministérios
Regulação e Fiscalização		ANEEL, ANP, ANA, CONAMA, Agências Estaduais
Mercado		Geração, Transmissão, Distribuição, Comercializadoras, CCEE e ONS
Agentes Institucionais		EPE, Eletrobras, Petrobras, Concessionárias de Energia Elétrica, Gás Natural, Água, BNDES e Bancos
Associações		ABiogás, Abegás, ABES, ABGD, Abrelpe, ABREN, ABNT, Cogen, Sbera, SBPE, UNICA
Instituições de Ensino e Pesquisa		Embrapa, CIBiogás, Universidades, Institutos

1.3. FORMAÇÃO DA EQUIPE DO PROJETO

1.3.1. Figura da pessoa empreendedora

Empreendedores/as são o marco inicial de um projeto, sendo as pessoas pioneiras participantes no rol de **stakeholders**. Estes são visionários que investem dinheiro e trabalho para a realização de seus sonhos no intuito de concretizar uma ideia sempre inovadora e, portanto, inédita. Nesse caso, o empreendimento é uma unidade ou Usina de Produção de Biogás a partir de resíduos orgânicos.

O papel do/a empreendedor/a, além da responsabilidade sobre os investimentos iniciais, é transmitir a todas as pessoas envolvidas com o projeto a motivação necessária para que todas e todos participem dele com muita vontade e dedicação para o seu sucesso.

Projeto: **Sistemas de Energia do Futuro III**

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

O perfil da pessoa empreendedora deve abranger liderança, motivação, presença, suporte, treinamento, coragem, administração, economia, além de outros atributos que contribuem para a gestão adequada do negócio em questão.

A formação de uma estrutura de equipe é extremamente importante para a intercooperação de toda a equipe na condução do projeto e a participação com empenho de todas as pessoas componentes da equipe. O trabalho em equipe é essencial para o sucesso do empreendimento, desde a fase de idealização até as fases de operações e manutenção e o final, com o descomissionamento de empreendimento. Cada colaborador do projeto deve ser elemento extremamente importante para o sucesso da gestão do empreendimento; portanto, devem ser capacitados adequadamente por profissionais habilitados e com grande experiência na produção de biogás a partir de resíduos orgânicos.

Outra questão muito importante é a construção de uma estrutura societária eficiente, composta por elementos-chave na cooperação das etapas de construção e funcionamento do empreendimento, pois a sinergia de sócias e sócios participantes do negócio é extremamente importante para o seu sucesso. Buscar uma estrutura societária eficaz é a chave para o sucesso do negócio, pois todas as sócias e todos os sócios devem contribuir e participar das ações e operações que levam o empreendimento a tornar-se importante para todas as partes interessadas e para tornar o empreendimento rentável ao olhar dos investidores, além de ser sustentável ao longo do tempo.

Neste particular, um eficiente plano de sustentabilidade e governança deve ser elaborado desde o início do projeto, considerando toda a sua existência, para garantir a sua permanência ao longo dos anos de funcionamento com toda a responsabilidade e eficiência sob os pontos de vista econômico, social e ambiental. Um programa ESG deve ser elaborado com a ajuda de especialistas e consultores nessa área para conceder ao projeto as características de durabilidade e eficácia.

1.3.2. Figura do Investidor

Investidores são pessoas físicas ou jurídicas que bancam o projeto, a incorporação, a construção e as operações de um empreendimento de produção de biogás, fornecendo o capital a ser utilizado em todo o processo de alocação de verbas ou financiamento.

Uma das principais habilidades de uma pessoa investidora é a capacidade de fazer boa análise de investimentos. Essa avaliação ajudará a julgar se determinado projeto faz sentido ou não para uma alocação de capital.

Achar que análise de investimentos se resume à avaliação da rentabilidade de um empreendimento é um erro, porque, além do retorno, existem outras variáveis fundamentais a serem consideradas, como o custo de capital e o risco do projeto.

A análise de investimentos é um conjunto de técnicas utilizadas por uma pessoa investidora para verificar se a alocação de recursos em determinado projeto vale a pena.

Projeto: **Sistemas de Energia do Futuro III**

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

Isso é feito sempre considerando os riscos de cada projeto e o custo de capital próprio e de terceiros utilizados na aplicação ou financiamento do empreendimento.

Com relação ao risco, é preciso que os investidores sejam capazes de avaliar o quanto estão dispostos a ganhar ou perder ao investirem em projetos com muitas incertezas quanto ao resultado. Por exemplo, não é cabível investir em empreendimento com potencial de lucro pequeno, caso os riscos sejam altos.

Fazer investimento com retorno esperado pequeno pode fazer sentido quando o resultado a ser obtido é muito certo. Em outras palavras, quando o risco é menor, os/as investidores/as tendem a esperar retorno menor. Por conta dessas situações, chega-se à máxima de risco e retorno:

- **Quanto maior o risco, maior o retorno; e**
- **Quanto menor o risco, menor o retorno.**

Além do risco, outra variável da análise de investimentos é o custo de capital próprio e de terceiros. Isso porque, para financiar um projeto de biogás, investidores podem utilizar seu próprio recurso ou então o capital obtido em empréstimo com banco ou com outros investidores.

Com isso, o retorno de determinado investimento deve ser capaz de pagar o custo de capital desse recurso (próprio ou de terceiros) e ainda o lucro esperado pelos investidores, de acordo o risco tomado.

A tarefa de análise de risco e retorno e de custo de capital é complexa, sendo algumas vezes, inclusive, subjetiva. É preciso contar com profissionais especialistas, com qualificação, para que a análise seja eficiente e possa realmente avaliar o investimento feito e o retorno esperado. No entanto, existem técnicas de viabilidade de investimento que podem auxiliar investidores e gestores na avaliação das mais diferentes oportunidades do mercado.

Algumas das variáveis mais importantes que contemplam uma análise de investimentos são o **Payback**, a **TIR** (Taxa Interna de Retorno) e o **VPL** (Valor Presente Líquido).

Para assegurar a viabilidade econômica de um projeto de biogás, é preciso uma análise de investimento eficaz a fim de garantir que o retorno de capital e demais variáveis econômicas sejam atrativos.

1.4. DESENVOLVIMENTO E EXECUÇÃO DO PROJETO

1.4.1. Profissionais

Formação da Equipe do Projeto

Um aspecto extremamente importante para garantir o sucesso de um programa com as complexidades de um projeto de biogás é o estabelecimento de uma equipe

Projeto: Sistemas de Energia do Futuro III

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

forte que possa orientar um projeto de longo prazo até a conclusão. Embora cada projeto seja único até certo ponto, há uma série de ações fundamentais que a organização deve estar preparada para tomar a fim de colocar um projeto no caminho certo a longo prazo. Tais medidas podem aumentar o potencial de sucesso do empreendimento.

Equipe Interna do Projeto

No início de um projeto, uma ação-chave é o estabelecimento de uma equipe interna que terá o apoio de pessoas empreendedoras. Como esses projetos exigirão custos iniciais significativos de desenvolvimento para funcionários e serviços de consultoria ao longo de vários anos, é fundamental um compromisso de longo prazo por parte da comunidade para apoiar tais empreendimentos.

Sem esse compromisso, é improvável que o projeto seja realmente bem-sucedido. Idealmente, a equipe interna, que dirigirá as atividades do próprio pessoal e consultores ou assessores externos, deve envolver pessoal de agências apropriadas, de órgãos públicos, financeiros, jurídicos, ambientais e de comunicação.

O objetivo desse comitê interinstitucional é orientar o projeto através dos principais tomadores de decisão e fornecer recomendações de políticas. Como as pessoas participantes e todas as principais pessoas envolvidas são membros desse comitê, é mais provável que as decisões recebam revisão mais equilibrada e completa antes da apresentação aos representantes eleitos da comunidade e resultem em recomendações unificadas da equipe.

Uma desvantagem desse tipo de estrutura de projeto, no entanto, é que ele exige compromissos de tempo extensos e contínuos dos departamentos governamentais, o que pode não ser possível, devido às demandas e aos orçamentos de seus próprios projetos, para fornecer esses serviços. Assim, muitos projetos não conseguiram organizar na prática um comitê de gestão interinstitucional. Para compensar a falta de apoio em tempo integral de agências externas, muitos departamentos de resíduos sólidos, obras públicas, planejamento ou serviços públicos responsáveis pela implementação de projetos de suas comunidades estabeleceram a posição de gerente de projeto em tempo integral. Eles reconheceram que a coordenação da empresa bem como consultores e assessores externos foram essenciais para o sucesso do negócio.

A pessoa selecionada para essa posição geralmente vem de dentro de departamento específico da empresa, responsável pelo projeto, ou é contratada externamente como funcionário. Independentemente do status de funcionário dessa pessoa, seu papel normalmente é ser responsável por coordenar, agendar e monitorar as atividades da equipe interna do projeto e da equipe de consultores. Ela é frequentemente auxiliada por outros membros da equipe em tempo integral devido ao enorme tempo significativo necessário para desempenhar essas funções com sucesso.

Projeto: **Sistemas de Energia do Futuro III**

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

1.4.2. Consultores e assessores

Uma equipe de consultoria com excelente histórico na implementação de projetos de produção de biogás deve ser contratada no início do projeto para complementar a equipe de projeto interna da organização. Muitas empresas hesitam em utilizar consultores nas fases iniciais desses projetos devido aos custos significativos associados à obtenção de serviços de consultoria. Infelizmente, isso revela uma visão limitada do processo, porque consultores/as geralmente são rentáveis a longo prazo, agregando credibilidade e experiência necessária ao negócio.

Uma empresa independente, de engenharia, de consultoria, com experiência significativa na área de biogás, pode conceder informações valiosas à comunidade. O relatório de viabilidade que ele prepara pode apontar vantagens e desvantagens para a comunidade em relação a questões-chave como propriedade do projeto, financiamento, aquisição, localização e licenciamento. Se nada mais, sua assistência na elaboração da solicitação de proposta do projeto deve melhorar a qualidade desse documento de aquisição, o que pode resultar em propostas de fornecedores mais responsivas às necessidades da comunidade.

Como os investimentos na maioria dos projetos de biogás são geralmente bastante significativos, é importante que uma equipe financeira externa forte seja selecionada para preparar o financiamento geral. Essa equipe geralmente inclui uma ou mais firmas de subscrição de títulos ou banco de investimento, consultoria independente, um/a advogado/a de títulos e um/a advogado/a de subscritor de títulos. Cada uma dessas empresas ou pessoas tem um papel específico em ajudar a desenvolver um plano de financiamento forte, que será visto favoravelmente pelas agências de classificação de títulos e pelos mercados de crédito.

À medida que o projeto se aproxima da fase de aquisição, outros/as especialistas às vezes são adicionados por alguns gestores à sua equipe de consultoria. Por exemplo, um/a consultor/a de seguros às vezes é contratado/a para desenvolver os requisitos técnicos de seguro para a solicitação de proposta ou licitação e para auxiliar na obtenção de cobertura de seguro para o projeto. Além disso, consultores jurídicos especiais são frequentemente contratados para auxiliar no licenciamento ambiental; ajudar a negociar contratos de venda de energia; ou auxiliar na preparação e na negociação de contratos de construção e operação com o/a empreiteiro/a selecionado/a para a instalação.

1.5. ANÁLISE DE RISCOS EM PROJETOS DE BIOGÁS

Risco é a chance ou a probabilidade de que eventos desfavoráveis ocorram num projeto. Num projeto de biogás, considera-se, como risco, qualquer fator que possa fazer com que o seu retorno seja diferente do esperado. É muito comum, em projetos dessa natureza, ocorrerem incidentes que impactam a sua boa gestão e rentabilidade.

Para a análise de um investimento em biogás, o/a investidor/a deve avaliar adequadamente seus riscos e a estratégia de gestão estabelecida para o projeto em questão. Essa análise deve levar em conta se os riscos estão sendo avaliados e

Projeto: **Sistemas de Energia do Futuro III**

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

dimensionados de forma eficiente, além de avaliar se estes são compatíveis com o retorno esperado.

Em Ruiz (2015), está citada uma importante referência para a gestão de risco de empresas e investimentos que é a *Corporate Metrics Technical Document* (1999), publicação da Risk Metrics Group em parceria com a JP Morgan. Esse documento traz os tipos de risco aos quais um investimento ou uma empresa estão expostos e podem ser aplicados a projetos de investimentos em biogás: negócio, mercado, crédito e operacional.

Como neste trabalho estamos nos referindo a projetos de biogás, seguem os principais riscos pertinentes à implementação de um projeto nessa área.

Riscos do projeto

A análise e a avaliação de um projeto de biogás devem identificar os riscos incidentes, os seus impactos no fluxo de caixa e as ações para mitigar ou minimizar esses riscos.

Ruiz (2015) ainda cita os seguintes tipos de riscos a que estão sujeitos os projetos de biogás:

- a) risco de *funding* (obtenção de recursos);
- b) *completion* (risco de o projeto não ser concluído);
- c) risco de implantação, construção e performance;
- d) risco tecnológico;
- e) risco de sobrecusto na produção;
- f) risco no abastecimento de matéria-prima;
- g) risco econômico;
- h) risco financeiro e de crédito;
- i) risco socioambiental;
- j) riscos políticos e regulatórios;
- k) riscos de mercado e risco país;
- l) riscos operacionais.

Tais riscos podem também ser classificados em fases ou etapas referentes ao projeto:

1. riscos de desenvolvimento;
2. riscos de engenharia e construção;
3. riscos de *start-up*;
4. riscos de operação.

Os riscos devem ser estudados e analisados de modo a serem previstos, controlados ou mitigados para que sejam evitados transtornos e prejuízos acarretados por ineficiência no gerenciamento desses riscos. Para isso, é importante a participação de todos os **stakeholders** envolvidos, desde a sua concepção até a sua operação e manutenção.

Projeto: **Sistemas de Energia do Futuro III**

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

Para o enfrentamento dos riscos, podem ser eleitas estratégias diferentes: permanecer com o risco; transferi-lo por meio de alocação para uma das pessoas participantes do projeto; ou ainda transferi-lo para agentes seguradores (companhias de seguros).

Para a atuação na gestão de riscos, são recomendadas estratégias de alocação e mitigação deles por meio de algumas etapas: identificação e segmentação do risco; análise dos riscos; análise de sensibilidade; e alocação e mitigação.

Na etapa de identificação e segmentação, devem ser envolvidas todas as áreas do projeto e consideradas todas as possibilidades. A segmentação é uma forma de organizar e categorizar riscos e facilitar sua identificação e posterior análise.

A análise dos riscos, por sua vez, é a etapa em que devem ser completamente entendidos os riscos identificados no projeto e principalmente suas possíveis causas. Recomenda-se, para essa análise, a utilização de ferramentas como a matriz de riscos para facilitar o trabalho, além de classificá-los pelas fases em que impactam o fluxo de caixa do projeto. A priorização das ações para mitigação ou minimização de riscos deve ser feita com base em três parâmetros: probabilidade de ocorrência, frequência e severidade de cada risco.

A análise de sensibilidade é a etapa seguinte e refere-se à quantificação dos impactos por meio de análises de sensibilidade do modelo econômico-financeiro adotado. Nessa etapa o/a investidor/a deve, a partir do modelo de análise de viabilidade econômico-financeira, alterar – se necessário – as premissas individuais ou em conjunto de forma a mensurar qual o seu impacto na rentabilidade do projeto.

Por último, a estratégia de alocação e mitigação é a etapa em que o investidor avalia compartilhar os riscos do projeto com todos os **stakeholders**. Para fazer isso é comum utilizar uma matriz na qual são listadas as alternativas de alocações entre as pessoas participantes e as possibilidades de mitigação para cada um dos riscos por categoria. Para a determinação da melhor alocação de riscos entre os/as envolvidos/as do projeto, é primordial identificar primeiramente todas as pessoas participantes e os principais contratos que regem um projeto de Biogás.

Conceitos e orientações sobre gestão de riscos em projetos de biogás, assim como exemplos de ferramentas utilizadas para elaborar uma boa gestão como Matriz de Riscos, Mapa de Riscos, Matriz de Análise de Sensibilidade, Matriz de Estratégia de Alocação e Mitigação de Riscos, entre outras podem ser encontradas no livro *Análise de Investimento em Projetos Greenfield de Bioenergia*, de Eduardo Tobias Neme F. Ruiz (editora Alínea, 2015). Os conceitos e as definições deste capítulo foram, em parte, extraídos dessa obra.

Projeto: **Sistemas de Energia do Futuro III**

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

1.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta seção apresentou o envolvimento de **stakeholders** no Processo de Implantação de Projetos de unidades e usinas de produção de biogás.

A implementação bem-sucedida de um projeto de planta de produção de biogás baseia-se principalmente nos seguintes blocos de construção essenciais ou elementos-chave:

- uma razão ou necessidade do projeto devido a um problema ou crise crítica de descarte de resíduos sólidos na comunidade;
- uma agência governamental implementadora ou desenvolvedor de projeto privado com compromisso político disposto e capaz de realizar o projeto;
- um fornecimento adequado de resíduos orgânicos para o projeto ou meios para assegurar o controle do fluxo de resíduos ou atrair quantidades suficientes de outras comunidades;
- mercados para a energia recuperada e materiais recuperados; e
- um local do projeto que seja ambiental, técnica, social e politicamente aceitável.

Foram apresentadas também as principais instituições envolvidas nesse processo, além dos principais papéis executados pelos distintos atores, como investidores, empreendedores e executores de projetos de biogás.

Foram trazidos também alguns conceitos de desenvolvimento e execução de um projeto de biogás, além de serem discutidos os riscos envolvidos num projeto dessa natureza. Esperamos ter sido uma contribuição útil para análise e avaliação dos principais atores nesse tipo de empreendimento.



Legenda: ETE Rio Toledo. Crédito: Sanepar/Divulgação

Capítulo II

BIOGÁS: MODELOS DE NEGÓCIOS

2.1. INTRODUÇÃO

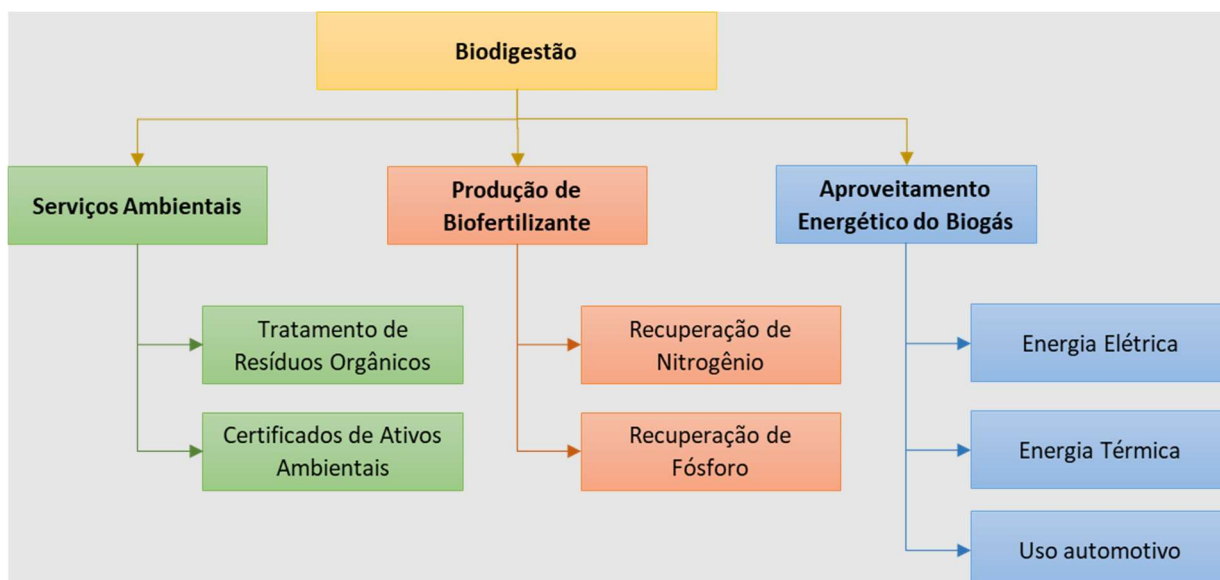
Os modelos de negócios baseados em processos de digestão anaeróbia para o desenvolvimento de **Arranjos Produtivos Locais (APLs)** têm por objetivo geral remediar passivos ambientais, tornando-os ativos econômicos.

A biodigestão contribui para a segurança ambiental, alimentar e energética ao promover o tratamento adequado dos resíduos orgânicos da agropecuária e agroindústria, reduzindo a poluição e possibilitando também a redução dos custos de produção.

Poluição e custos de produção são alguns dos fatores limitadores da agropecuária, somados às novas exigências do mercado (economia circular, transição energética para uma economia de com baixa emissão de carbono e objetivos do desenvolvimento sustentável), que demandam por soluções que atendam aos critérios econômicos e socioambientais (ESG). Nesse contexto, a produção de biogás torna-se elo essencial para propiciar o desenvolvimento regional a partir de novos negócios.

Entre as novas oportunidades, há modelos de negócios distintos, apresentados aqui em três eixos temáticos, conforme destacados na Figura 9: prestação de serviços ambientais, produção de biofertilizante e aproveitamento energético do biogás.

Figura 9 – Principais arranjos produtivos



Projeto: **Sistemas de Energia do Futuro III**

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

2.2. MODELOS DE NEGÓCIOS PARA SERVIÇOS AMBIENTAIS

2.2.1. Tratamento de Resíduos Orgânicos

A digestão anaeróbia possibilita a prestação de serviço de saneamento, promovendo o tratamento de resíduos orgânicos como: restos de alimentos e resíduos de hortifrúteis de origem domiciliar, comercial (resíduos orgânicos de restaurantes, praças de alimentação etc.) e industrial (resíduos orgânicos da indústria de alimentos), assim como de lodos sanitários, entre outros.

Simultaneamente com o tratamento dos resíduos, esse modelo de negócio possibilita a geração de energia renovável, redução do consumo de combustíveis fósseis, redução das emissões de gases de efeito estufa, permitindo também benefícios financeiros em investimentos no setor de saneamento. O Novo Marco Legal do Saneamento (Lei nº 14.026/2020) estabelece diretrizes que facultam às prefeituras firmarem Parcerias Público-Privadas (PPPs) para o desenvolvimento de soluções que conciliem o saneamento com a produção de energia. As Figuras 10 e 11 destacam dos exemplos de caso no estado do Paraná. São usinas de biogás que promovem o tratamento de resíduos orgânicos e produção de biogás e biofertilizante.

Figura 10 – Usina Termelétrica a Biogás (UTB)



Com capacidade até 30 toneladas/dia e 500 KW de potência instalada. Local: Ponta Grossa/PR. Foto: Divulgação / Ponta Grossa Ambiental (PGA).

Figura 11 – Usina CS Bioenergia



A usina produz energia a partir do tratamento de esgoto e resíduos orgânicos. Local: São José dos Pinhais/PR. Foto: Divulgação / CS Bioenergia.

O modelo de negócio de plantas de biogás promovendo a prestação de serviços ambientais também pode ser aplicado em menor escala, em biodigestores rurais. Ao promover o tratamento de resíduos orgânicos, produtores rurais poderão obter uma receita por tonelada de resíduo destinada ao seu biodigestor.

Esse modelo é muito atrativo quando oferece a outros estabelecimentos um destino aos resíduos orgânicos mais próximo do que enviá-los para um aterro sanitário. Em muitos casos, é uma possibilidade técnica e economicamente viável para destinação de resíduos orgânicos dos empreendimentos localizados na vizinhança do biodigestor.

Projeto: **Sistemas de Energia do Futuro III**

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

Dessa forma os processos de transporte desses resíduos se tornam mais práticos e viáveis pelas distâncias reduzidas, e os resultados podem ser compartilhados entre todas as pessoas participantes, proporcionando a formação de uma associação ou cooperativa. As principais vantagens desse modelo são: redução da destinação dos resíduos aos aterros sanitários, contribuindo para o aumento da vida útil dos aterros; redução da poluição, como a contaminação de solo, recursos hídricos e a emissão de gases de efeito estufa; geração de energia renovável; promoção da economia circular ao possibilitar a reutilização do digestato (biofertilizante). É um modelo de negócio que permite a formação de um **Arranjos Produtivos Locais – APLs**.

2.2.2. Certificados de Ativos Ambientais

A emissão de certificados de ativos ambientais também é uma eficiente ferramenta de obtenção de recursos e valoração dos projetos de produção de biogás, podendo complementar todos os modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais. Os certificados tornam os modelos de negócios mais atrativos e viáveis economicamente, garantindo aos investidores que os empreendimentos cumpram com as exigências para redução de gases de efeito estufa e comprovando que a produção de energia é limpa e renovável. Entre os principais certificados aplicados em projetos de biogás, destacam-se:

2.2.2.1. Créditos de Carbono

Formato no qual produtores/as podem auditar a redução da emissão de gases de efeito estufa e emitir certificados com crédito monetário e financeiro devido à utilização de formas de produção de energias mais limpas com baixa emissão de carbono. Os créditos são obtidos por instituições financeiras credenciadas em valores proporcionalmente relativos à redução da emissão de gases de efeito estufa alcançadas pelos processos produtivos de produtores/as. É um formato institucionalizado internacionalmente e atualmente muito utilizado por empreendedores/as no mundo todo. É um processo coletivo de incentivo à redução da emissão de gases que contribuem para o aquecimento global e permite uma premiação em forma de incentivos financeiros para aqueles que participam desse processo e contribuem para a redução da emissão de gases de efeito estufa, substituindo-os por fontes renováveis.

2.2.2.2. Certificados I-REC

O *International REC Standard* (I-REC) é um sistema global que possibilita a certificação da energia renovável. Com isso, o consumidor pode comprovar que a energia consumida é proveniente de fontes renováveis. Para garantir que os RECs emitidos no Brasil sigam os mesmos padrões dos RECs de outros países, o Programa Certificação de Energia Renovável no Brasil também utiliza, desde 2017, a plataforma internacional I-REC. Para ganhar o direito de transacionar os certificados, o/a produtor/a que deseja se tornar emissor precisa passar por um ciclo de certificação antes de aderir ao código I-REC. Inicialmente deve apresentar informações detalhadas sobre o seu empreendimento e passar por uma auditoria documental pelo emissor local. No Brasil, o emissor local é o Instituto Totum.

Projeto: **Sistemas de Energia do Futuro III**

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

Durante o processo, são verificados 5 (cinco) pontos básicos sobre a produção da energia na usina:

- a fonte de energia é renovável;
- a energia é legalmente instalada;
- a energia é interligada na rede do sistema nacional de energia;
- inexistência de duplo beneficiário do REC (sem contagem dupla);
- há características adicionais de sustentabilidade.

Uma organização que atenda aos quatro primeiros critérios já pode ser registrada na plataforma *International REC Standard* (I-REC). Caso a usina atenda a esses critérios, e ainda apresente características adicionais em termos de sustentabilidade, os RECs comercializados por ela podem receber um selo de sustentabilidade adicional: o REC Brasil.

Além disso, também é possível obter a certificação em âmbito internacional *GoldPower*, que é similar ao REC Brasil, sendo limitada a projetos com critérios adicionais de sustentabilidade.

Tais certificados do tipo *premium* têm maior valor de venda que o I-REC tradicional. Com todos os documentos avaliados e aceitos pela auditoria, a empresa pode começar a emitir, vender e transferir os RECs para compradores por meio da plataforma I-REC, em que estarão registradas na condição de participante.

Ressalta-se que os RECs podem ser cancelados em nome de um único consumidor. Isso significa que, uma vez que um certificado é locado para um/a produtor/a, ele sai do estoque, tornando-se indisponível. A partir desse certificado, o consumidor pode fazer um documento confiável e transparente que comprove a compra da energia renovável.

A certificação I-REC é o meio mais prático e confiável de comprovar a origem da sua energia e de evidenciar os seus investimentos em sustentabilidade. Dessa forma, os RECs trazem o reconhecimento a quem consome energia limpa e apoia o desenvolvimento de mais energia renovável.

Além disso, os certificados viabilizam o cumprimento de metas de sustentabilidade de muitas organizações. Então, além de comprovar a redução de suas emissões de GEE para a sociedade, a organização que obtém os RECs ainda consegue uma melhora de seus indicadores para programas de reporte como o **Carbon Disclosure Program** (CDP), o **Índice de Sustentabilidade Empresarial** (ISE) e o **Down Jones Sustainability Index** (DJSI).

O mercado dos RECs tem crescido bastante no Brasil. Em 2018, houve aumento significativo da demanda pelos certificados no país, com a negociação de 1,3 milhões de RECs, quantia quase cinco vezes maior que a de 2017. Mas os números não param por aí: nos primeiros três meses de 2019, o Brasil já emitiu mais de meio milhão de I-RECs, tornando-se o segundo maior emissor do mundo. Com o crescimento da demanda, a oferta de energia renovável certificada também está aumentando. A oferta dos RECs, que até o final de 2017 vinha somente de três empreendimentos, agora vem de 87 empreendimentos capazes de gerar os certificados.

Projeto: **Sistemas de Energia do Futuro III**

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

Apesar dos desafios enfrentados pelo mercado nacional de certificados de energias renováveis, o crescimento vivenciado nos últimos anos beneficia tanto geradores quanto consumidores desse tipo de energia. Mas, além desses benefícios, a certificação incentiva o uso e a produção de energia renovável no país, colaborando com o combate à mudança do clima.

Em janeiro de 2022, a primeira empresa do ramo de geração de energia por meio do biogás de aterro sanitário, **ENC Energy**, vendeu para a **Ecom Energia** mais de 245 mil I-RECs por biogás de aterro gerados em 2021 (ABIOGÁS, 2022; CANAL ENERGIA, 2022).

2.2.2.3. Certificado GAS-REC

O GAS-REC, certificado específico para biogás e biometano, é um programa idealizado pelo Instituto Totum que tem como objetivo valorizar as usinas produtoras de biogás e biometano, transformando a geração de gás da usina em atributo comercializável e dando ao consumidor final de gás (biogás ou não) a possibilidade de aquisição desse atributo para rastreabilidade do gás e substituição do fator de emissão por um fator mais renovável.

O programa desenvolvido pelo Instituto Totum estará alinhado com o programa **Metano Zero** do Governo Federal, alimentando a base deste e trazendo transparência e confiabilidade ao processo. O processo é bastante simples e conta com auditoria documental, através do qual o Instituto Totum audita informações da usina geradora de biogás / biometano, como:

- contrato social da usina;
- ata de assembleia de designação da diretoria;
- autorização de funcionamento / licença de funcionamento;
- documentação de autorização da ANP;
- formulários do programa, conforme disponibilizado no site do Instituto Totum;
- medidor de vazão com identificador de calibração;
- laudo de calibração;
- laudo de poder energético do biogás (metro cúbico para MBTU);
- declaração de não utilização do biogás para outras atividades;
- avaliação do metano evitado para constar na base de dados do Programa Metano Zero;
- verificação de alegação de créditos de carbono de metano evitado e/ou uso de energia renovável.

Projeto: **Sistemas de Energia do Futuro III**

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

Em abril de 2022, a empresa Adecoagro realizou a primeira emissão de certificados GAS-REC no Brasil, na planta de biogás localizada na Usina Ivinhema no Mato Grosso do Sul em parceria com a empresa Methanum. Foram emitidos **25 mil certificados** nesta primeira negociação, que correspondem a 1 milhão de BTUs por certificado (equivalentes a 29,4Nm³ de metano), de acordo com informações do *JornalCana* (2022), do *Valor Econômico* (2022) e da *Forbes* (2022).

2.2.2.4. Certificado CBIOs

O CBIO é um crédito de descarbonização que pode proporcionar benefício financeiro para projetos de biometano na matriz energética de transportes do país. É um **crédito de descarbonização**, representando uma tonelada de CO₂ que deixa de ser emitida pela substituição do combustível fóssil pelo biocombustível. É um título emitido por um/a produtor/a de biocombustível e comercializado para distribuidores de combustíveis, dentro de regras estabelecidas no âmbito do **Programa RenovaBio**, administrado pela **ANP**. Foi criado a partir da instituição do Programa **RenovaBio** no Brasil – Política Nacional de Biocombustíveis, instituída pela Lei nº 13.576/2017 – com o objetivo de fornecer importante contribuição para o cumprimento dos compromissos determinados pelo Brasil no âmbito do Acordo de Paris.

O principal instrumento do **RenovaBio** é o estabelecimento de metas nacionais anuais de **descarbonização** para o setor de combustíveis, de forma a incentivar o aumento da produção e da participação de biocombustíveis na matriz energética de transportes do país. Por meio da certificação da produção de biocombustíveis, são atribuídas notas diferentes para cada produtor e importador de biocombustível, em valor inversamente proporcional à intensidade de carbono do biocombustível produzido. A nota refletirá exatamente a contribuição individual de cada agente produtor/a para a mitigação de uma quantidade específica de gases de efeito estufa em relação ao seu substituto fóssil (em termos de toneladas de CO₂ equivalente).

As distribuidoras de combustíveis devem comprovar o cumprimento de metas individuais compulsórias por meio da compra de Créditos de Descarbonização (**CBIO**), ativo financeiro negociável em bolsa, derivado da certificação do processo produtivo de biocombustíveis com base nos respectivos níveis de eficiência alcançados em relação a suas emissões. O benefício é **financeiro**, ou seja, as distribuidoras têm obrigação legal de **compra de CBIOs** para estarem em conformidade com as metas gerenciadas pela **ANP / MME**.

No início de março de 2022, os **CBIOs** chegaram a ser negociados a **R\$ 101,50** (maior cotação nominal desde início das negociações em junho de 2020), mas a cotação recuou para **R\$ 94,00** na última semana de março.

O preço médio diário em 20/04/2022 correspondeu a R\$ 99,59 por CBIO, de acordo com a Plataforma CBIO do Painel dinâmico RenovaBio na ANP. A participação do biometano corresponde a 0,31% do lastro de emissões de CBIOs até o presente momento (20/04/2022).

2.3. MODELOS DE NEGÓCIOS PARA MERCADO DE FERTILIZANTES

2.3.1. Produção de Biofertilizante para Comercialização

Nos tratamentos e recuperação energética de resíduos animais por meio da biodigestão anaeróbia produzindo biogás, são gerados subprodutos que podem ser utilizáveis, como o digestato, que por sua vez pode produzir um biofertilizante de ótima qualidade, contendo concentrações excelentes de nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) e que pode substituir com vantagens os fertilizantes químicos. Tem uso bastante recomendado por ser fertilizante adequado à maioria dos solos e é importante fonte de renda para produtores/as que utilizam processos produtivos para obtenção do biogás. Sua utilização também contribui ambientalmente, porque reduz a destinação de resíduos da biodigestão anaeróbia para aterros, além de reduzir substancialmente a utilização de fertilizantes químicos que normalmente são mais caros e dispendiosos. Em comparação com o adubo químico, o biofertilizante tem uso relativamente novo e, por isso, ainda existe a necessidade de desenvolvimento de tecnologias e pesquisas para otimizar seu emprego e suas aplicações. No entanto, é evidente que esse adubo orgânico proporciona rendimentos nas plantações na mesma magnitude que o adubo químico, sendo muitas vezes mais vantajoso técnica e economicamente, e tendo também a vantagem de evitar problemas associados ao uso intenso e regular de fertilizantes artificiais:

- a necessidade de reaplicar fertilizantes artificiais regularmente (e talvez em quantidades cada vez maiores) para manter a fertilidade;
- lixiviação de nitrogênio solúvel e fósforo (levando à eutrofização);
- os custos são mais baixos se o fertilizante está disponível localmente.

Os dejetos de suínos podem constituir fertilizantes eficientes e seguros na fertirrigação e na fertilização das culturas, desde que respeitados os aspectos que assegurem a proteção do meio ambiente. A adubação biofertilizante, quando utilizada de forma correta, permite grande potencial de produção agrícola, podendo ser aplicada em culturas produtoras de grãos, fruticultura, pastagem, reflorestamento e recuperação de áreas degradadas. Entretanto, caso seja realizada sem critérios técnicos adequados, poderá reduzir a produtividade agrícola e impactar negativamente o ambiente, especialmente pela possibilidade do comprometimento da qualidade do solo e das águas.

A recomendação do uso do biofertilizante de suínos no solo deve ser realizada por profissional com qualificação na área de fertilidade do solo, como é o caso da engenharia agrônoma e da engenharia florestal. A dose de biofertilizante a ser utilizada na cultura agrícola deverá levar em consideração a escolha do nutriente ou elemento no solo com maior potencial de risco para o ambiente ou aquele que possa reduzir a produtividade da cultura. Portanto, para alcançar esse objetivo, é necessário ter o conhecimento de três princípios:

- análise do solo;
- quantidade de nutrientes absorvido e exportado pela cultura de interesse;
- composição química do biofertilizante.

Projeto: **Sistemas de Energia do Futuro III**

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

Com base nas informações anteriores associadas ao conhecimento do tipo de solo e ao histórico das adubações já realizadas na área, o/a profissional tem condições de escolher qual nutriente usar como referência em sua recomendação.

Num modelo de negócios rentoso e viável, deve-se considerar a utilização dos resíduos da biodigestão anaeróbia como biofertilizante por se tratar de importante fonte de renda, gerada com a comercialização deste subproduto, que contribui enormemente para os resultados econômicos e ambientais do negócio. É bom salientar que, para que o digestato produzido no biodigestor possa ser aplicado na lavoura ou então comercializado como biofertilizante, existem normativas e regulamentos que precisam ser seguidos em âmbito nacional e internacional, da mesma forma que os adubos químicos.

2.3.1.1. Recuperação de nitrogênio

Como dito anteriormente, a utilização do digestato, que é o resíduo gerado na biodigestão anaeróbia, pode ser utilizado como biofertilizante de ótima qualidade. Ele é rico principalmente em nitrogênio, que pode ser recuperado por processos químicos, físicos e biológicos a fim de ser utilizado como matéria-prima para diversos processos de produção de compostos de nitrogênio, gerando assim também importante fonte de renda para empreendimentos de processos produtivos do biogás. O nitrogênio apresenta-se, assim, como um gás importante e útil em produção de outras substâncias químicas relevantes.

2.3.1.2. Recuperação de fósforo

Assim como o nitrogênio, o biofertilizante também é rico em fósforo, outro elemento importante que pode ser recuperado por processos químicos, físicos e biológicos, sendo útil como matéria-prima em diversos processos de obtenção de produtos derivados desse elemento químico, gerando, tal como o nitrogênio, considerável fonte de renda para pessoas produtoras.

Os processos químicos, físicos e biológicos de recuperação do nitrogênio e do fósforo dos biofertilizantes são componentes fundamentais dos modelos de negócios dos processos de produção de biogás a partir de dejetos animais que contribuem grandemente para a viabilidade econômica das usinas assim como também têm importância fundamental para a sustentabilidade de tais negócios e relevante contribuição para a preservação ambiental, já que a utilização de resíduos dos processos da biodigestão anaeróbia reduz a destinação inadequada desses resíduos, além de permitir a obtenção de produtos derivados da recuperação dos componentes desses resíduos, gerando renda para os modelos de negócios.

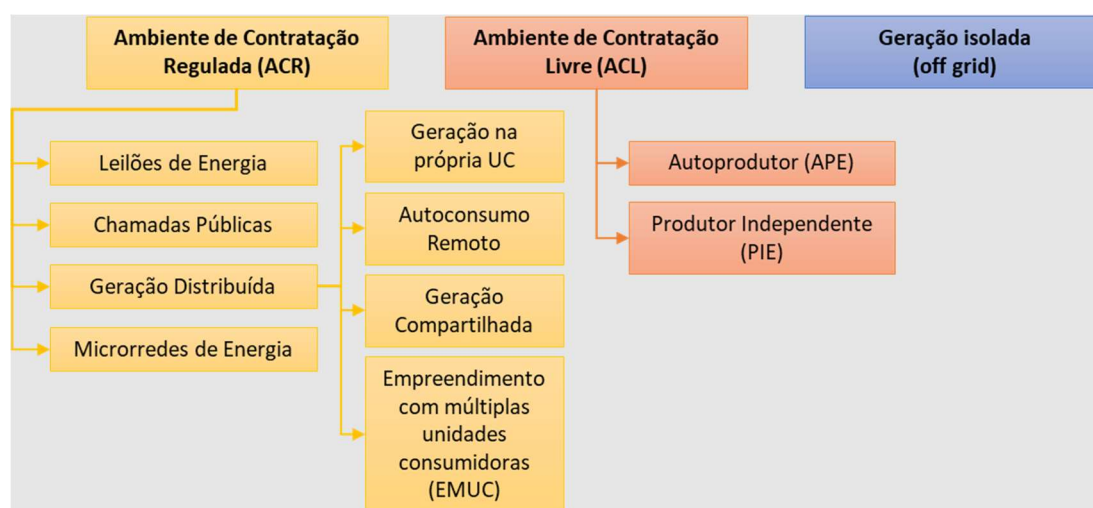
2.4. MODELOS DE NEGÓCIOS PARA O APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DO BIOGÁS

2.4.1. Geração de Energia Elétrica

O biogás é um biocombustível gasoso e versátil, que possibilita desenvolvimento de diferentes modelos de negócio para a geração de energia elétrica. As principais características da geração a biogás são: fonte renovável não intermitente (ou seja, não depende de condições climáticas, como ocorre com a geração de energia solar fotovoltaica, energia eólica e a geração hidrelétrica, suscetível a períodos de estiagem); uma fonte de geração descentralizada, podendo estar próxima de grandes centros de consumo ou podendo estar em regiões distantes (próximas ao fim das linhas de distribuição), possibilitando redução de perdas na transmissão de energia. Uma das principais características de empreendimentos termelétricos a biogás é a facilidade do despacho de energia, podendo ser acionada rapidamente para atender a demandas do sistema energético.

Conheça alguns modelos de negócios para geração de energia elétrica a partir de empreendimentos termelétricos a biogás:

Figura 12 – Modelos de Negócios para Geração de Energia Elétrica



2.4.1.1. Geração de energia para o Ambiente de Contratação Regulada (ACR)

No ambiente ACR, estão todos os consumidores cativos de energia elétrica, ou seja, que consomem eletricidade das concessionárias de distribuição de energia. Para atender clientes finais, as concessionárias de distribuição compram energia por meio de leilões, e o preço é determinado pela ANEEL. No ACR, as tarifas de energia são

Projeto: **Sistemas de Energia do Futuro III**

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

reguladas pelo governo, e cada consumidor paga uma fatura mensal (conta de energia), onde consta o preço da energia consumida, os custos do serviço de distribuição, encargos e impostos. Conheça alguns modelos de negócios para geração a biogás:

2.4.1.1.1. Leilão de Energia Elétrica

É uma concorrência pública para construção de novas usinas, por meio de processo licitatório, com objetivo de adquirir energia elétrica para atender demandas futuras, conforme regras estabelecidas por editais específicos.

Os leilões podem ser de compra ou venda de energia, de energia nova ou existente, com contratos por quantidade ou por disponibilidade.

A respeito de leilões específicos para empreendimentos termelétricos a biogás, a **Portaria Normativa Nº 41/GM/MME**, de 14 de abril de 2022, estabelece diretrizes para a realização dos Leilões de Compra de Energia Elétrica de novos empreendimentos de geração na modalidade Energia Nova A-5 e A-6 com o biogás como fonte de energia desvinculada da biomassa pela primeira vez, sendo o preço teto da energia para empreendimentos a biogás definido em **R\$ 300,00/MWh**.

Nessa modalidade, o empreendimento termelétrico a biogás recebe pela venda da energia elétrica (preço médio da energia e potência contratada).

2.4.1.1.2. Chamada Pública

É um instrumento legal utilizado por administrações públicas para contratação que dispensa licitação, respeitando os princípios administrativos, como a publicidade em veículos de comunicação oficiais, a transparência e a isonomia. A chamada pública simplifica a contratação direta e possibilita que pessoas interessadas possam participar, enviando suas propostas, de modo a atender aos requisitos definidos no edital de chamamento.

A chamada pública permite às concessionárias de energia elétrica realizar a contratação da energia elétrica, assim como enseja que as distribuidoras de gás natural também contratem biometano para suas operações.

2.4.1.1.3. Geração Distribuída (microgeração e minigeração)

Nessa modalidade não há venda de energia elétrica, mas apenas compensação de créditos de energia (kWh/mês). De acordo com a ANEEL (2016), denomina-se microgeração distribuída a central geradora com potência instalada até 75 quilowatts (kW), e minigeração distribuída aquela com potência acima de 75 kW e menor ou igual

Projeto: **Sistemas de Energia do Futuro III**

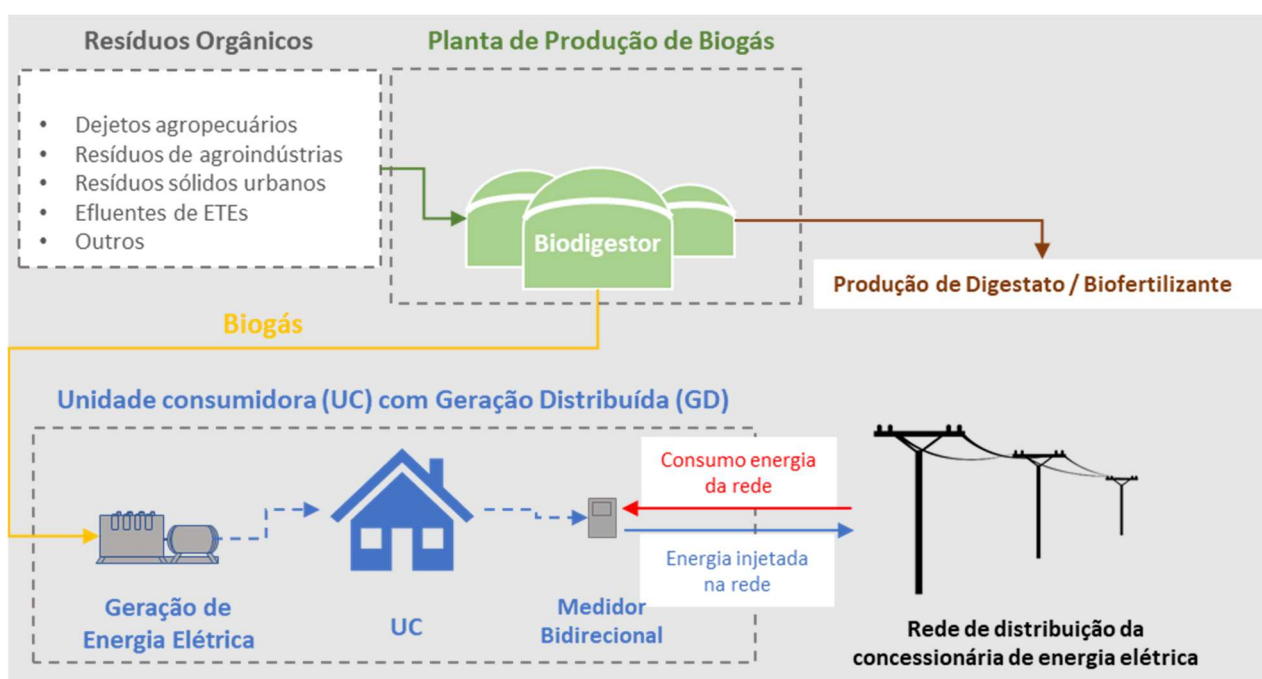
Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

a 5 MW, conectadas na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras (UCs) de energia elétrica.

Uma das grandes vantagens desse modelo é o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE), ou seja, a energia produzida que não é consumida pela UC (excedente) pode ser injetada na rede de distribuição da concessionária de energia, produzindo créditos de energia para serem abatidos da fatura dos próximos meses, de acordo com a REN 482/2012 e a Lei nº 14.300, de 6 de janeiro de 2022 (que instituiu o marco legal da microgeração e minigeração distribuída, o SCEE e o Programa de Energia Renovável Social – PERS).

Conforme dados da ANEEL (19/04/2022), há 336 projetos de geração distribuída a biogás, distribuídos em 176 municípios brasileiros, fornecendo créditos para o sistema de compensação de energia para 5.440 Ucs, totalizando uma capacidade instalada de 76.101,14 kW.

Figura 13 – Microgeração e Minigeração Distribuída (geração na própria UC)



a) Modalidade de autoconsumo local, junto à carga (geração na própria UC)

É uma modalidade em que ocorrem a geração de energia elétrica e a compensação dos créditos de energia na mesma unidade consumidora de energia (UC). Nessa modalidade consta, na ANEEL, o registro de 267 usinas de GD a biogás, distribuídos por 144 municípios, fornecendo créditos de energia para 267 Ucs e totalizando 53.964,33 kW de capacidade instalada.

Projeto: **Sistemas de Energia do Futuro III**

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

Tabela 1 – GD usinas de biogás com resíduos agropecuários em operação na modalidade de geração na própria UC (três maiores)

Município	Combustível	Potência Instalada(kW)
Cristalina – GO	Biogás-AGR	3.000,0
Tapurah – MT	Biogás – RA	2.865,8
Ipiranga do Norte – MT	Biogás – RA	1.932,0

Fonte: ANEEL – Unidades com Geração Distribuída (20/04/2022)

b) Modalidade Autoconsumo Remoto

Modalidade de geração de energia elétrica concentrada em um único local, com compensação dos créditos de energia sendo destinada para mais de uma unidade consumidora em locais diferentes, todas na mesma titularidade e na mesma área de concessão da distribuidora de energia.

Nessa modalidade, atualmente há 58 usinas de GD a biogás, em 45 municípios, fornecendo créditos de energia para 4.780 Ucs. A capacidade instalada dessas usinas totaliza 17.400,17 kW, de acordo com dados da ANEEL.

Tabela 5 – GD Usinas de Biogás com resíduos agropecuários em operação na modalidade de Autoconsumo Remoto (três maiores)

Município	Combustível	Ucs recebem créditos	Potência Instalada(kW)
Vargeão – SC	Biogás – RA	231	536,0
Presidente Olegário – MG	Biogás – RA	6	264,0
Piedade de Ponte Nova – MG	Biogás – RA	7	264,0

Fonte: ANEEL – Unidades com Geração Distribuída (20/04/2022)

c) Modalidade de Geração Compartilhada

Modalidade de geração composta pela união de várias unidades consumidoras de energia (Ucs), em uma mesma área de concessão, através de cooperativas ou consórcios. Nessa modalidade, os dados da ANEEL correspondem a 11 usinas de GD a biogás, em 8 municípios, produzindo créditos de energia para 393 Ucs, totalizando 4.736,64 kW de potência instalada.

A alínea VII do artigo 2º da REN 482 disciplina o modelo de geração compartilhada em que um grupo de pessoas físicas ou jurídicas se reúne através de um consórcio ou cooperativa com o objetivo de gerar energia.

c.1) Cooperativa – é uma organização de pessoas com um objetivo que beneficiará todas e todos em uma atividade em comum. Dessa forma, uma cooperativa de produção de biogás é a reunião de pessoas consumidoras que desejam se associar para viabilizar uma usina de biogás.

Projeto: **Sistemas de Energia do Futuro III**

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

Um modelo de negócios bastante usual e recomendado é o modelo de cooperativas, muito utilizado no mundo e, também, no Brasil.

A fim de solucionar o passivo gigantesco criado pelas cadeias produtivas da agropecuária e agroindústria, são elaborados acordos para o tratamento adequado dos efluentes da cadeia de produção desses segmentos e a transformação destes em novos produtos. De forma objetiva, os encaminhamentos dados para a solução do problema é a busca de parceria para a implementação de grandes unidades de biodigestão a serem constituídas nas microrregionais do território escolhido. As grandes unidades de tratamento a serem construídas possibilitarão o tratamento a todas as unidades de produção, reduzirão o custo geral do tratamento, permitirão o estabelecimento de conceitos completos, transformarão passivos em ativos e proporcionarão uma produção sustentável. Em virtude das dificuldades encontradas no mercado nacional, busca-se parceria para trazer o *know-how* de países cujo modelo já está consolidado. Surge assim a proposta de cooperação entre produtores/as, governos estadual e municipal, bem como empresas de capital privado (do exterior ou nacionais).

Definida a solução tecnológica para o tratamento dos efluentes, inicia-se a discussão sobre o modelo jurídico para a implementação do projeto. Dessa forma, delibera-se para a estruturação de uma cooperativa com a finalidade de fazer a gestão, o tratamento e a transformação do passivo ambiental a todos os/as produtores/as rurais, permitindo a estruturação de um conceito em que todos/as possam ser sujeitos partícipes com ganhos ambientais e econômicos, bem como a estruturação da economia circular na cadeia de produção agropecuária no município.

A cooperativa é então constituída por pessoas proprietárias das unidades de produção agropecuária e por empresárias e empresários da cidade – principais consumidores da energia elétrica gerada na cogeração. Da mesma forma, poderão ser sócias e sócios da cooperativa todas as pessoas que simpatizarem e queiram colaborar com a política de preservação do meio ambiente e da produção sustentável.

A cooperativa instituída terá como objetivos norteadores em suas atividades:

- tratar os resíduos gerados na cadeia de produção agropecuária, transformando-os em produtos de energia renovável a serem consumidos pelos seus cooperados e ou comercializados;
- planejar, construir e operar, individualmente ou em parceria, unidades de cogeração e ou unidades de produção de biocombustíveis no conceito de economia circular;
- construir unidades de tratamento e de transformação a fim de contribuir para a produção sustentável no agronegócio em sua área de atuação;
- estruturar novas matrizes econômicas, com a transformação dos passivos ambientais em ativos econômicos (plantas de CO₂, produção de biometano, bioenergia, adubo orgânico e outras);
- promover a geração e o compartilhamento de energia elétrica através do tratamento dos resíduos da atividade agropecuária, da agroindústria e da utilização da biomassa, todos produzidos na sua área de atuação, na modalidade compartilhada, nos moldes da legislação e regulação vigentes, em especial a Resolução Normativa ANEEL n° 482, de 17 de abril de 2012;

Projeto: **Sistemas de Energia do Futuro III**

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

- desenvolver atividades de infraestrutura, legalmente permitidas, que reúnam os meios necessários para promover o desenvolvimento econômico social em sua área de atuação, através da geração de energia elétrica para a compensação com as faturas de energia elétrica de seus cooperados e/ou terceiros, fornecimento de acesso às fontes alternativas de energia, de combustíveis, de novas tecnologias de produção e tratamento de resíduos.

A constituição de cooperativas visa unificar produtores/as e entidades, na efetiva implementação da produção sustentável. Pequenas propriedades usualmente no Brasil representam mais de 70% das unidades de produção, e estas não encontram amparo econômico para a implementação de tratamento dos dejetos em suas unidades de produção isoladamente. Logo, a associação de produtores cria ambiente favorável para implementação de soluções robustas e economicamente viáveis.

É possível implantar cooperativas em regiões com poucas unidades de produção, permitindo dessa forma a todas as pessoas produtoras participarem, destinando 100% dos seus resíduos para tratamento e transformação, agregando, a estes, valor econômico.

Normalmente, para a criação das cooperativas, realiza-se a sensibilização das pessoas produtoras, construção de parcerias com entidades de apoio, elaboração do modelo jurídico e seu estatuto, sendo todas essas etapas finalizadas com o ato cooperativo. Com a equipe de administração da cooperativa constituída, bem como o diagnóstico de todas as unidades de produtoras da microrregião ou região escolhida, temos elementos estruturantes para avançar na instalação da usina de produção de biogás e seus subprodutos.

Exemplo desse modelo de negócio: AMBICOOP (Toledo/PR).

c.2) Consórcio – O consórcio de consumidores de energia elétrica é a reunião de pessoas físicas e/ou jurídicas consumidoras de eletricidade, instituído para a geração de energia destinada a consumo próprio, com atendimento de todas as unidades consumidoras pela mesma distribuidora.

Tabela 6 – GD usinas de biogás com resíduos agropecuários em operação na modalidade de geração compartilhada (três maiores)

Município	Combustível	UCs recebem créditos	Potência Instalada(kW)
Rosário – MA	Biogás – RA	85	1.056,0
Rosário – MA	Biogás – RA	96	1.056,0
Cariacica – ES	Biogás – RA	37	980,8

Fonte: ANEEL – Unidades com Geração Distribuída (20/04/2022)

Projeto: **Sistemas de Energia do Futuro III**

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

De acordo com a Energia Cooperativa, há o registro de duas iniciativas de geração distribuída na modalidade de geração compartilhada operando com produção de biogás no Brasil.

- Toledo (PR), **AMBICOOP** – Cooperativa de Energia (GD compartilhada), fonte biogás, potência instalada de 2,3 MW;
- Castrolândia (PR), **COGECOM** – Cooperativa de Energia (GD compartilhada), fonte biogás, potência instalada de 1,2 MW.

d) **Modalidade de geração em empreendimento com múltiplas unidades consumidoras (EMUC)**

Modalidade de geração caracterizada pela reunião de unidades consumidoras dentro da mesma propriedade ou propriedades contíguas (condomínios), todas pertencente à mesma área de concessão da distribuidora de energia.

De acordo com a **ANEEL**, não há registro de usinas de biogás em operação na geração distribuída na modalidade EMUC.

2.4.1.1.4. Microrredes de Energia

A COPEL e Itaipu implementaram um projeto de microrrede de energia com **biogás** na **Granja Colombari**, em **São Miguel do Iguçu (PR)**, para avaliar a unidade geradora e os benefícios proporcionados para três unidades consumidoras vizinhas. O objetivo foi estabelecer os procedimentos operativos e garantir a segurança para consumidores finais. Entre os benefícios proporcionados, destacam-se segurança energética, qualidade no fornecimento e confiabilidade por meio da estabilização de parâmetros de qualidade de energia elétrica da rede e a redução de quedas de energia e oscilações na rede. O Projeto de microrrede serviu de parâmetro para que a ANEEL pudesse regular as questões operacionais e comerciais envolvidas na geração distribuída.

FIGURA 14 – PROJETO DE MICRORREDE DE ENERGIA NA GRANJA SÃO PEDRO COLOMBARI.



FOTO: DIVULGAÇÃO / CIBIOGÁS

Projeto: **Sistemas de Energia do Futuro III**

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

2.4.1.2. Geração de energia para o Ambiente de Contratação

Livre (ACL) – mercado livre de energia

Nessa modalidade há venda de energia direta de produtores para consumidores finais, por meio de contratos bilaterais.

2.4.1.3. Geração de energia elétrica isolada da rede (*off-grid*)

Um sistema de geração de energia elétrica *off-grid* caracteriza-se por ser um sistema isolado, autônomo e sem conexão com qualquer rede de distribuição de energia elétrica. O principal objetivo é o fornecimento de energia para autoconsumo. A geração com biogás possibilita a estocagem do biogás em gasômetros, permitindo planejamento eficiente da geração de energia para atender à demanda. Nesse modelo de negócio, o investimento (CAPEX, OPEX, *payback*) para instalação da geração isolada com biogás deverá ser menor do que o investimento necessário para conexão a uma rede de distribuição. O benefício direto é o fornecimento de energia, essencial para os processos produtivos. O ganho de produtividade com a autossuficiência energética deverá ser analisado juntamente com a relação dos custos de produção e benefícios da atividade econômica principal.

O trabalho de De Souza Mendonça et al. (2019) cita como exemplo um estudo de caso em comunidade isolada em área rural nas cidades de Boa Vista (RR) e Alta Floresta (MT). Enquanto o estudo de Souza Filho (2019) avalia a sistema híbrido biogás-solar em uma comunidade rural isolada, localizada em Rio Verde (GO).

2.4.2. Modelos de negócios para aproveitamento térmico do biogás

Há diferentes modelos de negócios visando o aproveitamento térmico do biogás, possibilitando a substituição de combustíveis como GLP, gás natural, lenha, carvão, diesel, entre outros. Entre as diferentes aplicações podemos destacar:



Combustão direta: O biogás pode ser queimado diretamente em fornos, fogões, caldeiras, chamuscadores, aquecedor infravermelho campânula, vassoura (lança-chamas) para aviários, secador de grão a biogás etc.



Aquecimento de água: O biogás aplicado ao aquecimento de água em caldeiras, *boiler* ou aquecedores de passagem.



Cogeração: utilização do biogás como combustível em projeto de cogeração, possibilitando a geração simultânea de energia elétrica e calor de processo.



Refrigeração: O biogás pode ser usado para alimentar motores de refrigeração ou *chiller*, proporcionando o resfriamento de processos.

2.4.3. Modelos de negócios para o mercado de gás natural

(Nova Lei do Gás)

O biogás, após a purificação, com elevada concentração de biometano (Gás Natural Renovável – GNR), tem equivalência com o gás natural. Quando suas especificidades atendem às resoluções da ANP, torna-se produto intercambiável com o gás natural, podendo ter as mesmas aplicações e atender aos mesmos modelos de negócios.

2.4.3.1. Biometano – injeção em rede de gás natural

Nesse modelo de negócio, a pessoa produtora poderá purificar o biogás para obtenção do biometano e realizar a sua venda direto para uma distribuidora de gás natural. A entrega do biometano poderá ser direta, por injeção na rede de gás natural. É um modelo de negócio ideal para venda de biometano em regiões com infraestrutura de gasodutos (rede de distribuição de gás natural).

2.4.3.2. Para fornecimento como BioGNC

Diferentemente da venda direta, que injeta biometano na rede de gás, o biometano também pode ser fornecido na forma de gás comprimido (GNC), transportado por meio de caminhão-feixe (gasoduto virtual) direto da planta de produção para clientes industriais, comerciais ou residenciais. A venda do BioGNC pode ser realizada diretamente entre produtores e consumidores finais por meio de contratos bilaterais, especificando a modalidade de fornecimento e os prazos do contrato.

2.4.3.3. Para fornecimento como BioGNV

Outra alternativa interessante é o fornecimento do biometano como combustível veicular (BioGNV). Nesse modelo de negócio, é possível atender a nichos específicos, como combustível para veículos pesados (caminhões, ônibus e máquinas agrícolas), combustível para veículos leves (carros de passeio) e combustível para máquinas de movimentação de carga, como empilhadeiras.

O produto precisa atender a resoluções da ANP para possibilitar a substituição de combustíveis como, gasolina, diesel e GLP para a frota própria ou de terceiros. As especificações do BioGNV têm que ser idênticas às do GNV, como: poder calorífico superior, índice de Wobbe, teores máximos de CO₂, enxofre e H₂S e pontos de orvalho de água e de hidrocarbonetos, para possibilitar uma transição energética segura.

2.4.3.4. Subprodutos do processo de purificação do biogás para biometano

- **Dióxido de Carbono – CO₂**

Outro gás importante na cadeia de suprimentos do biogás é o CO₂ (gás carbônico) que também pode fazer parte de um modelo de negócios atrativos pela sua importância nas aplicações industriais de várias modalidades. A produção de CO₂ de biogás também contribui grandemente para a redução da emissão de gases de efeito estufa na atmosfera. O conteúdo de CO₂ no biogás varia em média de 25% a 40%; portanto a sua produção a partir do biogás pode ser uma importante fonte de renda no modelo de negócios da cadeia produtiva do biogás.

O dióxido de carbono puro é uma substância incolor, inodora e não inflamável a pressão e temperatura ambientes. O CO₂ está naturalmente presente na atmosfera, e seu estado físico varia com a temperatura e a pressão: a temperatura e pressões normais, o CO₂ é um gás. As propriedades físico-químicas do dióxido de carbono podem ser verificadas na tabela.

Tabela 7 – Características físico-químicas do dióxido de carbono

Propriedades	Dióxido de Carbono (CO ₂)
Peso molecular (g.mol ⁻¹)	44,01
Cor	Incolor
Estado Físico	Gás
Ponto de Fusão °C	-56,5
Densidade a 0 °C, 1atm (kg.m ⁻³)	1,973
Pressão Crítica (atm.)	72,9
Temperatura Crítica (°C)	31

Existem diversos métodos comerciais para extrair o dióxido de carbono do biogás. Os mais comuns são: lavadores de gases (*Water Scrubbing*) com água ou solventes orgânicos como polietileno glicol, adsorção com modulação de pressão (*Pressure Swing Adsorption – PSA*), utilizando-se carvão ativado ou peneiras moleculares como adsorventes.

a. Absorção com líquidos – Os absorventes químicos são utilizados na purificação de biogás para produzir gases como dióxido de carbono. Eles podem ser usados em conjunto com outras tecnologias de purificação para potencializar a eficiência do processo. O solvente mais comum utilizado é a água, empregada em lavadores de gás. Considerada uma técnica robusta, embora perturbações operacionais possam ocorrer devido ao crescimento de micro-organismos. A adição de produtos químicos na água pode melhorar a absorção, resultando em menor consumo de água e de energia. No entanto, a desvantagem com a absorção é a necessidade de regenerar o solvente usado para aplicação no próximo lote ou até mesmo substituição quando não é possível realizar a regeneração.

b. Lavador de gases (*Water Scrubbing*) – Absorção física – Os lavadores de gases (*Water Scrubbing*) são comumente utilizados na purificação de biogás, em que o dióxido de carbono é extraído em virtude de sua solubilidade em água. Nesse processo, misturam-se água e biogás sob pressão, em contracorrente, em uma coluna contendo recheio para maximizar a área de contato entre o líquido e o gás.

O processo convencional de absorção líquido/gás tem sido mais frequentemente utilizado para separação de CO₂ do biogás, baseando-se na diferença de solubilidade entre CO₂ e CH₄ na água, que é dependente de diversos fatores, como pressão, temperatura e a razão líquido/gás. A água é o solvente mais empregado em razão de seu baixo custo (RASI et al., 2014; YAN et al., 2014).

c. Adsorção por modulação de pressão (*Pressure Swing Adsorption – PSA*) – A adsorção de dióxido de carbono sobre um material adsorvente promovida a partir de propriedades físicas (tamanho molecular e eletroafinidade) é denominada Adsorção por modulação de pressão (*Pressure Swing Adsorption – PSA*), uma vez que a adsorção ocorre a uma pressão elevada e o adsorvente é regenerado através da redução da pressão.

Os adsorventes utilizados são sólidos porosos com áreas superficiais elevadas para maximizar o contato entre o adsorvente e o gás. Os materiais mais comuns são carvão ativado, zeólitas (naturais e sintéticas), titanossilicatos, géis de sílica e peneiras moleculares de carbono.

- **Amônia – NH₃**

A amônia, ou gás amoníaco (NH₃), também pode ser obtido na cadeia produtiva do biogás, já que, na formação e composição deste, estão contidos em média entre 0% e 1% daquele gás.

Sua fração contida no biogás é muito pequena, levando empreendedores/as a investir muito pouco nessa modalidade de produção de amônia. Porém, sendo um contaminante na produção do biogás a partir da biodigestão anaeróbia de dejetos animais, pode tornar-se conveniente seu aproveitamento em termos de renda para aplicações principalmente locais.

Utilizando-se a síntese de Haber Bosch, é possível produzir uma quantidade de amônia razoável a partir do biogás. Essa síntese é o processo mais utilizado atualmente e o mais viável economicamente. Também chamada de síntese do amoníaco, refere-se a um processo hoje largamente empregado em escala industrial em que os parâmetros que interferem na reação química entre nitrogênio e hidrogênio são idealmente ajustados a fim de maximizar essa síntese. É possível, assim, obter amônia de forma renovável, utilizando recursos desperdiçados, o que poderá contribuir para uma diminuição na importação de fertilizantes nitrogenados, visto que o Brasil pode obter quantidade significativa de amônia através de todo o biogás produzido nos segmentos agropecuários e agroindustriais.

Projeto: **Sistemas de Energia do Futuro III**

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

O método proposto para a produção de amônia apresenta uma capacidade de gasto energético menor que os métodos convencionais, mostrando-se uma planta exotérmica, o que poderia levar à comercialização da energia excedente, comprovando assim a viabilidade de sua utilização.

Estudos de viabilidade econômica são extremamente recomendáveis para o investimento dessa modalidade de aquisição de amônia, devido a seu baixíssimo conteúdo no biogás. Sendo assim, pode representar baixa atratividade num modelo de negócios ideal, para a cadeia produtiva do biogás. No entanto, como a amônia representa um contaminante em potencial como subproduto da produção de biogás, seu aproveitamento pode representar um valor atrativo se considerado o impacto ambiental causado pelo seu descarte.

2.4.3.5. Produção de Hidrogênio Verde (H₂) a partir do biogás

Hoje em dia, há um crescente interesse na produção de hidrogênio a partir de fontes renováveis; com isso, o hidrogênio pode ser produzido a partir da reforma do biogás, conhecido como bio-hidrogênio (bio-H₂). O conteúdo de gás hidrogênio no biogás é em média entre 1% e 3%. Embora a fração de conteúdo desse gás no biogás seja pequena, pode compor com vantagens um modelo de negócios da produção de biogás com aproveitamento das frações das substâncias contidas nele, como, nesse caso, o H₂, que apresenta relevante potencial energético. Dessa forma evita-se a emissão de gases para a atmosfera e gera-se uma fonte de renda na cadeia de suprimentos com a produção de hidrogênio, que tem diversas aplicações energéticas.

O hidrogênio tem sido cada vez mais visto como possibilidade energética, devido ao seu baixo impacto ambiental e alto valor energético. O fato de poder ser armazenado e consumido quando necessário, além de ser convertido na fonte primária original (eletricidade, por exemplo), ou em outra forma de energia, faz do hidrogênio um excelente vetor energético, servindo de elo e de conversão entre diferentes fontes e formas de energia.

Sabe-se que a queima de combustíveis fósseis aumenta o teor de CO₂ na atmosfera; entretanto, com a utilização da biomassa como fonte de energia, o processo se torna contrário, ou seja, não ocorre o aumento de CO₂. O uso do biogás seria de grande valia, propiciando a produção de hidrogênio, pois utiliza o CO₂ como oxidante na reação de reforma do metano.

Ao se propor uma forma eficiente de reforma entre esses dois gases, que em grande parte são responsáveis pelo efeito estufa, seria fornecida uma forma renovável de provisão do hidrogênio.

Para a aquisição do hidrogênio verde, existem dois processos principais, cada um com suas técnicas e diferenciais.

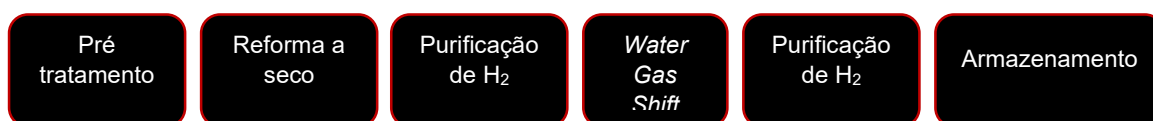
O primeiro é via biogás, que, por se tratar de composto rico em metano e dióxido de carbono, tem versatilidade para utilização nas rotas de PtX, que permitem, por meio de processos de reforma catalítica, transformar o biogás em gás síntese (composto

Projeto: **Sistemas de Energia do Futuro III**

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

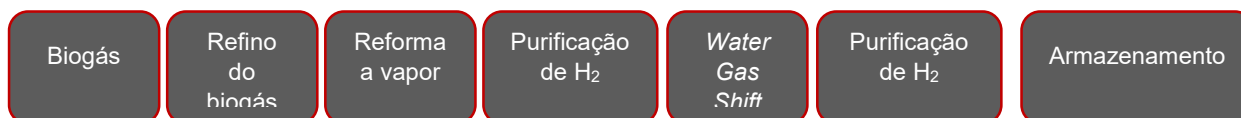
essencialmente por monóxido de carbono e hidrogênio) e, subsequentemente, na sua purificação em hidrogênio verde. Para a produção por meio do biogás, realiza-se um pré-tratamento do composto para a retirada de sulfeto de hidrogênio (H_2S), umidade e demais impurezas. Em seguida, o biogás é submetido a uma reforma a seco, dando origem ao produto de gás de síntese. Então, a partir daí, começa a purificação do H_2 verde.

Figura 15. Produção e Purificação de Hidrogênio Verde



O segundo é via biometano, onde o biogás, após a retirada de H_2S , umidade, CO_2 e demais impurezas, é refinado se tornando biometano e é submetido à reforma a vapor, formando o gás de síntese. A partir daí, começa a purificação do hidrogênio verde.

Figura 16. Produção de hidrogênio verde a partir do biogás



O CIBiogás vem trabalhando ativamente para o desenvolvimento da reforma catalítica a seco do biogás. Essa rota, diferentemente da reforma a vapor do biometano, não requer a retirada do CO_2 do composto, permitindo que as parcelas de CH_4 e CO_2 sejam convertidas em gás de síntese e, posteriormente, purificado em hidrogênio renovável.

Ainda assim, independentemente da rota, é importante ressaltar que a biomassa residual é o ponto de partida para a produção, e seus produtos – biogás e biometano – são os protagonistas em ambos os processos, colocando a cadeia de biogás em evidência e fortalecendo o setor em expansão. Com isso, o biogás se torna também uma opção ainda mais atraente, pois passa a ser um potencial investimento para a produção dessa nova fonte de energia sustentável. Juntos, os recursos passam a representar uma diversificação dos produtos, além de uma descentralização do mercado, ajudando na competitividade e no leque de opções de fontes renováveis.

O uso do hidrogênio como vetor energético tem sido extensamente analisado, havendo certo consenso nas vantagens de integrá-lo dessa forma a sistemas de suprimento de energia no futuro. O uso futuro do hidrogênio em larga escala dependerá, também, do estabelecimento de uma infraestrutura adequada e uma escala de produção/uso essencial, contando com normas e padrões de segurança.

Projeto: **Sistemas de Energia do Futuro III**

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

A decomposição anaeróbia dos dejetos provenientes da suinocultura produz o biogás, sendo este liberado para a atmosfera. O gás hidrogênio, produzido a partir desses dejetos suínos, é utilizado como fonte de energia, além de preservar reservas energéticas disponíveis e diminuir emissões nocivas resultantes da combustão, contribuindo para a redução dos impactos ambientais gerados pela disposição inadequada desses resíduos.

O hidrogênio gerado na digestão anaeróbia apresenta maior potencial energético que o metano, 28.700 kcal/kg para o hidrogênio e 12.000 kcal/kg para o metano, reduzindo significativamente a emissão de gás carbônico e de outros compostos poluidores durante a sua queima.

Algumas instituições têm trabalhado para que o uso do hidrogênio verde possa vigorar. É o caso do Programa Nacional de Hidrogênio, que tem buscado regulamentar o hidrogênio verde no Brasil para que sua comercialização tenha início o quanto antes. Além dele, a ABH2 (Associação Brasileira de Hidrogênio) também tem trabalhado para facilitar esse processo, buscando formas mais rápidas de reconhecer o biogás como hidrogênio verde para que, enfim, a produção possa começar.

Outra peça fundamental nesse processo é a ANP, que ainda precisa regular a produção, o armazenamento e o transporte de hidrogênio verde para usos energéticos e não energéticos.

Esse vácuo legislativo aliado à viabilidade financeira das tecnologias disponíveis e aos investimentos no setor atrapalham a expansão do hidrogênio verde e tem atrasado os avanços da produção, mas o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) tem investido para acelerar os processos por meio do programa 'Combustível do Futuro', que busca incentivos à adoção de combustíveis sustentáveis. Além disso, o conselho também já elaborou as propostas de diretrizes para o Programa Nacional do Hidrogênio, o que significa que em breve teremos novidades.

Segundo especialistas da área, algumas medidas que também podem ajudar nesse processo são:

- financiamentos subsidiados para energia limpa;
- inclusão do hidrogênio no RenovaBio, programa de metas para a descarbonização;
- resoluções conjuntas pelas agências reguladoras;
- descontos e benefícios ambientais nas fontes renováveis para a precificação;
- contratação direta de projetos de hidrogênio pelo Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA).

Projeto: Sistemas de Energia do Futuro III

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

2.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os modelos de negócios apresentados são referências importantes para pessoas investidoras e empreendedoras interessadas no setor de biogás no país. Eles trazem as principais modalidades de negócios para a produção de biogás e seu aproveitamento para produção de energia elétrica. Trazem também modelos de referência e oportunidades para obtenção de recursos para a produção de derivados do biogás, como o biofertilizante a partir do digestato, assim como a produção de biometano, CO₂, amônia e hidrogênio verde.

Capítulo III

OPORTUNIDADES DE FINANCIAMENTO PARA PROJETOS DE BIOGÁS

3.1. INTRODUÇÃO

Além do caráter técnico e da importância estratégica da diversificação da matriz energética, as fontes renováveis de energia apresentam ainda impactos positivos, alinhados às exigências e oportunidades de negócios associados aos programas de ESG (sigla em inglês para *Environmental, Social and Governance* – Ambiental, Social e Governança, em português), assim como também podem contemplar alguns dos dezessete dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), definidos em 2016 pela Organização das Nações Unidas (ONU).

Nesse contexto, diversos bancos e instituições de fomento criaram programas de financiamento como forma de incentivar a execução de projetos e modelos de negócios, considerando-se de forma integrada os impactos positivos decorrentes da realização de projetos de energia renovável.

Como exemplo dessa iniciativa, podemos citar o programa criado pelo Governo do Estado de São Paulo, “Linha ESG – Saneamento e Resíduos”, destinado ao financiamento de micro, pequenas e médias empresas para preservação de água, saneamento básico e tratamento de resíduos sólidos.

Esse programa de financiamento, além do atendimento ao ODS nº 6 (“Garantir disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento para todos”) também está alinhado aos ODS nº 11 (“Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis”) e nº 12 (“Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis”).

Também o Governo do Estado do Paraná, por intermédio da Fomento Paraná, instituição financeira de desenvolvimento do Governo do Estado, tem buscado investimento para a região na área de energia renovável que inclui desde painéis solares, inversores e geradores de energia eólica a aerogeradores de pequeno porte e sistemas geração de energia a partir de biomassa.

Outro importante programa criado com o intuito de combater as mudanças climáticas consiste no “Programa Fundo Clima”, criado pela Lei nº 12.114 em 9/12/2009, regulamentado pelo Decreto nº 7.343, de 26/10/2010, e atualmente regido pelo Decreto nº 10.143, de 28/11/2019.

O “Programa Fundo Clima” tem por objetivo “apoiar a implantação de empreendimentos, a aquisição de máquinas e equipamentos e o desenvolvimento tecnológico relacionados à redução de emissões de gases do efeito estufa e à

Projeto: **Sistemas de Energia do Futuro III**

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

adaptação às mudanças do clima e aos seus efeitos”, contemplando nove subprogramas, entre os quais:

- Máquinas e equipamentos eficientes – destinado à aquisição e à produção de máquinas e equipamentos com maiores índices de eficiência energética ou que contribuam para a redução de emissão de gases do efeito estufa;
- Energias renováveis – dirigido a investimentos em atividades voltadas para o desenvolvimento tecnológico dos setores de energia solar, dos oceanos, energia eólica e da biomassa;
- Projetos Inovadores – apoio a projetos inovadores relacionados aos empreendimentos relacionados aos demais subprogramas do Programa Fundo Clima;
- Gestão e serviços de carbono – voltado a projetos que melhorem a gestão de emissões de carbono ou que efetivamente reduzam as emissões de gases de efeito estufa.

O Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Plano ABC) visa contribuir para o combate das emissões de gases efeito estufa decorrentes da atividade agropecuária e tornar as práticas do setor mais sustentáveis.

Os financiamentos para o Plano ABC podem ser solicitados por pessoas físicas e jurídicas da produção rural e cooperativas de produtores (inclusive para repasse a cooperados). Esse programa contempla, entre outros, empreendimentos referentes à implantação, à manutenção e ao melhoramento de sistemas de tratamento de dejetos e resíduos oriundos de produção animal para geração de energia e compostagem (ABC Tratamento de Dejetos).

3.2. LINHAS DE FINANCIAMENTOS ESPECÍFICAS

Outras linhas específicas para aquisição de financiamento para instalação de projetos de energia renovável são apresentadas nas tabelas a seguir. Alguns dos objetivos descritos nas fontes de financiamento, embora não sejam diretamente relacionados a projetos de geração de energia renovável, podem ser enquadrados quando considerados os demais benefícios gerados em decorrência da implementação dos projetos.

Projeto: **Sistemas de Energia do Futuro III**

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

Fundo de Financiamento	Limite	Objetivos	Características	Itens Financiáveis
1. BADESC BADESC FOMENTO	DE R\$ 250 MIL A R\$ 5 MILHÕES	A linha de crédito objetiva apoiar investimentos em projetos nos setores industrial, comercial e de prestação de serviços, destinada aos diferentes portes de empresas e instituições do segmento privado.	O limite máximo de alavancagem de capital de giro associado será de 30% (trinta por cento) sobre o valor da parte do investimento fixo. Em operações de investimento em fixo e capital misto, será exigido o projeto de investimento, exceto em financiamento de item isolado. A linha de crédito permite concessão de financiamento no valor mínimo de R\$ 250.000,00 e máximo de R\$ 5.000.000,00. Os prazos de carência e o prazo total do financiamento serão definidos em função da capacidade de pagamento da empresa ou instituição, observados os seguintes limites máximos: a) carência: até 18 (dezoito) meses; b) prazo total (carência e amortização): até em 96 (noventa e seis) meses.	Ativos fixos novos e usados Máquinas e equipamentos Veículos utilitários Sistemas industriais Consultorias e sistemas de modernização Obras e instalações Investimentos até 12 meses anteriores Reestruturação organizacional Desenvolvimento tecnológico Investimentos em franquia Migração da banda AM para FM (emissoras de rádio)
2. BADESC BADESC FOMENTO	DE R\$ 250 MIL A R\$ 5 MILHÕES	A linha de crédito objetiva apoiar investimentos em projetos nos setores industrial, comercial e de prestação de serviços, destinada aos diferentes portes de empresas e instituições do segmento privado.	O limite máximo de alavancagem de capital de giro associado será de 30% (trinta por cento) sobre o valor da parte do investimento fixo. Em operações de investimento em fixo e capital misto, será exigido o projeto de investimento, exceto em financiamento de item isolado. A linha de crédito permite concessão de financiamento no valor mínimo de R\$ 250.000,00 e máximo de R\$ 5.000.000,00. Os prazos de carência e o prazo total do financiamento serão definidos em função da capacidade de pagamento da empresa ou instituição, observados os seguintes limites máximos: a) carência: até 18 (dezoito) meses; b) prazo total (carência e amortização): até em 96 (noventa e seis) meses.	Ativos fixos novos e usados Máquinas e equipamentos Veículos utilitários Sistemas industriais Consultorias e sistemas de modernização Obras e instalações Investimentos até 12 meses anteriores Reestruturação organizacional Desenvolvimento tecnológico Investimentos em franquia Migração da banda AM para FM (emissoras de Rádio)
3. BANCO NORDESTE FNE INOVAÇÃO	N/D	Apoio a projetos de investimento em inovação nos setores não rurais: projeto direcionado a implantação, expansão, modernização e reforma, que viabilizem inovações em produtos, serviços, processos e métodos organizacionais nos empreendimentos, inclusive a elaboração de estudos ambientais.	Valor do Investimento Fator de Localização % ao ano % ao mês Até R\$ 200 mil Tipologia Prioritária IPCA* + 0,9127% IPCA* + 0,075742% Tipologia Não Prioritária IPCA* + 1,1156% IPCA* + 0,092494% Acima de R\$ 200 mil Tipologia Prioritária IPCA* +	Bolsas Construção civil Despesas com PI Despesas com viagens Mão de obra Matéria-prima Material de Consumo



MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



Projeto: Sistemas de Energia do Futuro III

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

			1,6429% IPCA* + 0,135888% Tipologia Não Prioritária IPCA* + 2,008% IPCA* + 0,165812%	Serviços de Terceiros Software
4. BANCO NORDESTE FNE VERDE	N/D	Promover o desenvolvimento de empreendimentos e atividades econômicas que propiciem preservação, conservação, controle e/ou recuperação do meio ambiente, com foco na sustentabilidade e competitividade das empresas e cadeias produtivas.	O investimento misto refere-se aos investimentos com capital de giro associado, recebendo o capital de giro, quanto ao prazo, o mesmo tratamento.	Implantação, ampliação, modernização e reforma de empreendimentos Uso sustentável de recursos florestais Recuperação ambiental e convivência com o semiárido Produção de base agroecológica, sistemas orgânicos de produção agrícola ou pecuária e transição agroecológica Energias renováveis e eficiência energética Planejamento e gestão ambiental
5. BANDES INOVAÇÃO	N/D	A linha de crédito objetiva apoiar as empresas do Espírito Santo na produção e introdução no mercado de produtos e/ou serviços inovadores; aquisição desses produtos ou serviços por terceiros; na implantação ou realocação de empresas inovadoras.	Pessoas jurídicas localizadas no Espírito Santo que atendam pelo menos a uma das seguintes condições*: a) estejam incubadas/aceleradas ou foram graduadas/aceleradas no estado; b) tenham sido apoiadas em algum edital da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Espírito Santo (FAPES) e/ou da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), bem como de outros órgãos municipais, estaduais ou federais; c) tenham depositado patente e tenham projeto para reproduzir esse produto e/ou processo; d) empresas de base tecnológica (1); e) empresas pertencentes a setores de conhecimento intensivo.	Investimento em infraestrutura Capital de giro associado, limitado a 30% do valor do investimento total Capital de giro exclusivo para a produção pioneira Despesas relacionadas ao depósito e manutenção de patentes no Brasil e no exterior Despesas de introdução das inovações no mercado, limitadas a 30% do valor do investimento total Elaboração de projeto de investimento, limitado a 2% do investimento total Aquisição de terreno vinculado ao projeto, localizado em ambientes de inovação/parques tecnológicos
6. BDMG BDMG SUSTENTABILIDADE	N/D	Viabilizar projetos de longo prazo, focados em geração de energia, para empresas de médio e grande porte. • Projetos de energia fotovoltaica • Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) • Centrais de Geração Hidrelétrica (GCH) • Projetos de iluminação pública sustentável • Projetos de eficiência energética	Carência: até 24 meses Prazo total: até 144 meses Financiamento destinado a projetos de energia renovável e eficiência energética, obras civis, instalações, serviços e equipamentos, componentes e sistemas geradores fotovoltaicos para empresas com faturamento anual acima de R\$ 16 (dezesseis) milhões. Taxa de juros a partir de SELIC + 3,09% ao ano e CET (Custo Efetivo Total) a partir de SELIC + 3,54% ao ano. Produto sujeito à incidência de IOF Pessoa Jurídica de 0,0041% ao dia (limitado a 1,5% ao ano + adicional de 0,38%). Financiamentos limitados a 75% do valor do projeto, sujeitos à análise de crédito e disponibilidade de recursos, cujos investimentos deverão ser devidamente comprovados e seguir as determinações	Sem restrição

Projeto: Sistemas de Energia do Futuro III

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

			e recomendações do BDMG CLIMATE ACTION FL II – Finance Contract nº 90.645.	
7. BNDES BNDES CRÉDITO ASG	R\$ 150 MILHÕES	<p>Apoio direto por meio de crédito ASG – Ambiental, Social e Governança – para planos de negócio empresariais, com incentivo ao desenvolvimento sustentável.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Promover o reflorestamento, o apoio à cadeia da madeira e ao ecoturismo; • Estimular tecnologias sustentáveis nos subsetores de mineração, metalurgia e siderurgia; • Ampliar o uso de energia limpa; ou • Ampliar a oferta de conectividade de provedores regionais de Internet. 	<p>Financiamento a partir de R\$ 20 milhões a 150 milhões para investimentos em ASG, por meio de solicitação direta ao BNDES.</p> <p>§Taxa de juros = Fator Custo financeiro (TLP, TS ou Taxa Fixa) + Remuneração do BNDES + Taxa de Risco de Crédito</p> <p>§Remuneração do BNDES: 1,5% a.a.</p> <p>§Taxa de Risco de Crédito: Variável conforme risco do cliente e prazo do financiamento.</p> <p>Prazo: Limitado a 96 meses, com carência de até 24 meses</p>	Sem restrição
8. BNDES BNDES FINEM INOVAÇÃO	A PARTIR DE 10 MILHÕES	<p>Plano de Investimento em Inovação abrangendo tanto a capacitação da empresa para inovar quanto as inovações potencialmente disruptivas ou incrementais de produto, processo e marketing.</p>	<p>CONDIÇÕES DE APOIO:</p> <p>Financiamento a partir de R\$ 10 milhões para investimentos em inovação, por meio de solicitação direta ao BNDES.</p> <p>§Taxa de juros = Fator Custo financeiro (TLP¹) + Remuneração do BNDES + Taxa de Risco de Crédito</p> <p>§Remuneração do BNDES: 0,9%</p> <p>§Taxa de Risco de Crédito: Variável conforme risco do cliente e prazo do financiamento.</p> <p>Nas operações indiretas, a Taxa de juros é composta pelo Custo Financeiro, pela Taxa do BNDES (1,05%) e pela Taxa do Agente Financeiro (negociada entre a instituição e o cliente)</p> <p>Prazo: Limitado a 20 anos</p>	<p>Bolsas</p> <p>Capital de Giro</p> <p>Construção Civil</p> <p>Despesas com PI</p> <p>Despesas pré-operacionais</p> <p>Despesas com viagens</p> <p>Mão de Obra</p> <p>Matéria-prima</p> <p>Máquinas e Equipamentos</p> <p>Material de Consumo</p> <p>Móveis</p> <p>Serviços de Terceiros</p> <p>Treinamentos, estudos e projetos</p>
9. BNDES FINEM – CRÉDITO INOVAÇÃO DIRETO	R\$ 20 MILHÕES	<p>Financiamento para investimentos em inovação de empresas de todos os portes.</p>	<p>CONDIÇÕES DE APOIO:</p> <p>Financiamento a partir de R\$ 20 milhões para investimentos em inovação, por meio de solicitação direta ao BNDES.</p> <p>§Taxa de juros = Fator Custo financeiro (TLP) + Remuneração do BNDES + Taxa de Risco de Crédito</p> <p>§Remuneração do BNDES: 0,9%</p> <p>§Taxa de Risco de Crédito: Variável conforme risco do cliente e prazo do financiamento.</p> <p>Nas operações indiretas, a Taxa de juros é composta pelo Custo Financeiro, pela Taxa do BNDES (1,05%) e pela Taxa do Agente Financeiro (negociada entre a instituição e o cliente)</p> <p>Prazo: Limitado a 20 anos</p>	<p>Estudos, projetos, pesquisas de P&D</p> <p>Ensaio, testes e certificações no país e no exterior</p> <p>Obras civis, montagens e instalações</p> <p>Aquisição de material de consumo e permanente</p> <p>Despesas com mão de obra direta</p> <p>Máquinas e equipamentos nacionais novos credenciados no BNDES</p> <p>Software nacional ou importado, caso não haja similar nacional</p> <p>Despesas de P&D correntes</p> <p>Aumento de escala de processos e ajuste de parâmetros</p> <p>Investimentos fabris</p>
10. BNDES FINEM – INVESTIMENTOS SOCIAIS	Valor mínimo de financiamento: R\$ 40 milhões	<p>Financiamento para projetos e programas sociais a serem realizados por empresas, associações e fundações de todos os portes.</p>	<p>Âmbito da Comunidade: ações que tenham como público-alvo populações expostas a algum tipo de risco social</p> <p>1. Ações que tenham como público-alvo populações</p>	N/D

Projeto: Sistemas de Energia do Futuro III

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

			<p>expostas a algum tipo de risco social e localizadas em comunidades das áreas de influência;</p> <p>2. Ações que beneficiem fornecedores locais de bens e serviços acessórios (vestuário industrial, brindes, alimentação, vigilância, pequenos reparos, transporte, dentre outros) com impacto direto na inclusão social naquela comunidade.</p> <p>Âmbito da Empresa:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Implantar ou aprimorar sistemas de gestão ambiental, social e/ou de saúde e segurança do trabalho; 2. Obter certificações, com o cliente e com as empresas de sua cadeia de fornecimento e distribuição; 3. Viabilizar investimentos sociais, complementares às obrigações legais, voltados para os empregados da empresa, bem como para empregados das empresas de sua cadeia de fornecimento e distribuição. 	
11. DESENVOLVE SP LINHA ECONOMIA VERDE	N/D	Fomentar projetos que promovam a redução de emissões de gases de efeito estufa, a geração de energias renováveis e a eficiência energética, por meio de práticas sustentáveis e que minimizem o impacto da atividade produtiva no meio ambiente, como redução de consumo de energia, troca de combustíveis fósseis por renováveis, ou ainda com investimentos em reflorestamento e preservação dos recursos naturais.	<p>CONDIÇÕES DE APOIO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Taxa: A partir de 0,53% ao mês acrescidos da SELIC • Prazo: até 120 meses* • Carência: até 24 meses • Participação de até 80% do valor dos itens financiáveis <p>*Incluindo a carência</p>	<p>Agroindústria</p> <p>Mudança de combustíveis</p> <p>Saneamento, tratamento e aproveitamento de resíduos</p> <p>Energias energética</p> <p>Transporte</p> <p>Processos Industriais</p> <p>Recuperação florestal em áreas urbanas e rurais</p> <p>Manejo de resíduos</p> <p>Construção Civil</p>
12. DESENVOLVE SP LINHA INCENTIVO À TECNOLOGIA	ATÉ R\$ 30 MILHÕES	Financiar projetos de até R\$ 30 milhões, para o desenvolvimento e a transferência de tecnologia, criação de novos produtos, processos ou serviços, investimentos em infraestrutura, pesquisa e desenvolvimento, que incorporem ganhos tecnológicos ou processos inovadores às pequenas e médias empresas.	<p>CONDIÇÕES DE APOIO:</p> <p>Taxa: A partir de 0,33% ao mês acrescidos da SELIC</p> <p>Prazo: até 120 meses incluindo a carência</p> <p>Carência: até 24 meses</p> <p>Participação: Até 90% do valor dos itens financiáveis</p> <p>*Garantia facilitada para pequena/média empresa</p>	<p>Despesas com PI</p> <p>Máquinas e equipamentos</p> <p>Insumos</p> <p>Serviços de terceiros</p> <p>Capacitação e treinamento</p> <p>Software</p>
13. FINEP FINEP CONECTA	A PARTIR DE R\$ 5 MILHÕES	Fortalecer as parcerias ICT-Empresas, intensificando entre estes o fluxo de transferência de conhecimento, tecnologia, recursos humanos bem como a prestação de serviços e investimentos.	<p>Linha de Ação Bônus de taxa Prazo de Carência Prazo Total</p> <p>Conecta 15 Redução de 1% na taxa idêntico ao da linha de ação em que o projeto for enquadrado idêntico ao da linha de ação em que o projeto for enquadrado</p> <p>Conecta 25 Redução de 1% na taxa Até 60 meses Até 144 meses</p> <p>Conecta 50 Redução de 1% na taxa Até 60 meses Até 192 meses</p>	<p>Todos relacionados ao PD&I, inclusive equipamentos importados.</p> <p>Não apoia capital de giro e compra de terreno ou imóvel.</p>

Projeto: Sistemas de Energia do Futuro III

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

14. FINEP APOIO DIRETO À INOVAÇÃO	A PARTIR DE R\$ 10 MILHÕES	Apoiar os investimentos associados às estratégias de inovação das empresas em todos os setores da economia.	<p>A. Taxa de juros baseada em TJLP*, variando entre TJLP-2%*** e TJLP+6,25% ao ano, conforme a linha e bônus (redutores da taxa).</p> <p>B. Especificamente para projetos no setor de Telecomunicações, taxa de juros baseada em TR*, variando entre TR+5%*** e TR+7% ao ano.</p> <p>Carência: de 24 a 48 meses</p> <p>Prazo de total: até 12 anos</p> <p>* TJLP = 4,61% ao ano; valor referente a jan./2021 a mar/2021</p> <p>** TR = 0,00% ao ano;</p> <p>*** Considerando bônus de garantia e o bônus FINEP Conecta ou FINEP Educação ou FINEP IoT.</p>	<p>P&D interno</p> <p>Aquisição externa de P&D</p> <p>Aquisição de outros conhecimentos externos</p> <p>Aquisição de software</p> <p>Treinamento</p> <p>Introdução das inovações tecnológicas no mercado</p> <p>Aquisição de máquinas e equipamentos</p> <p>Produção pioneira e outras preparações para a produção e distribuição</p> <p>Fusão e aquisição</p> <p>Todos relacionados ao PD&I, inclusive em moeda estrangeira</p> <p>Aquisição de <i>startups</i> ou empresas, para absorção de tecnologia</p> <p>Não apoia capital de giro e compra de terreno ou imóvel.</p>
15. FINEP FINEP SUSTENTABILIDADE	N/D	<p>Tem por objetivo apoiar o desenvolvimento e a adoção de tecnologias para a redução no consumo de recursos naturais. São passíveis de apoio Planos Estratégicos de Inovação de desenvolvimento e/ou a adoção de tecnologias para a redução no consumo de recursos naturais, alinhado a um dos temas:</p> <p>Redução do uso de recursos naturais diretamente no processo produtivo – notadamente a água;</p> <p>Aproveitamento de resíduos sob o conceito de economia circular e que diminuam o uso de recursos naturais;</p> <p>Reuso agrícola e industrial de água;</p> <p>Redução de perdas no sistema de abastecimento de águas urbano e rural;</p> <p>Eficiência e uso racional da água em processos de produção, incluindo irrigação;</p> <p>Soluções tecnológicas que ampliem o uso racional da água e o acesso a água e esgoto</p>	<p>Linha de Ação Taxa Participação da FINEP</p> <p>Inovação Crítica TJLP – 1,488% a.a. Até 100%</p> <p>Inovação Pioneira TJLP – 0,424% a.a.</p> <p>Inovação para Competitividade TJLP + 0,640% a.a.</p> <p>Inovação para Desempenho TJLP + 2,768% a.a.</p> <p>Difusão Tecnológica para Inovação Selic + 5,3% a.a.</p>	<p>Despesas em P&D Interno</p> <p>Aquisição Externa de P&D</p> <p>Aquisição de outros conhecimentos externos</p> <p>Aquisição de software</p> <p>Treinamento</p> <p>Introdução de inovações tecnológicas no mercado</p> <p>Aquisição de máquinas e equipamentos</p> <p>Produção pioneira</p> <p>Outras preparações para a produção e distribuição</p> <p>Fusão e Aquisição</p>

Observação: Todas as 15 linhas de financiamentos citadas encontram-se com o *status* aberto (em julho de 2022) e com prazo até 31/12/2022.

Projeto: **Sistemas de Energia do Futuro III**

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

3.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Existem ainda outras fontes de financiamento e de fomento que poderão ser incluídas ao longo do desenvolvimento do presente trabalho.

É importante ressaltar que iniciativas sustentáveis no setor da agropecuária devem apresentar progressiva implementação, especialmente considerando-se o compromisso assumido pelo Brasil na Conferência das Partes (COP 26) em reduzir as emissões de gás metano em 30% até 2030.

De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), no Brasil não há outra atividade econômica que produza mais metano do que a criação de bovinos e suínos, e os sistemas de produção atuais não dispõem de mecanismos para realizar sua remoção.

Com base nesse contexto, projetos de energia que aproveitem os dejetos da pecuária podem ter destaque como alternativa tecnológica a fim de contribuir para as metas do setor.

FIGURA 17 – GRANJA DE SUÍNOS EM TOLEDO (PR). FOTO: AGÊNCIA ESTADUAL DE NOTÍCIAS (PR).



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BADESC. Agência de Fomento do Estado de Santa Catarina S.A. Badesc Fomento, 2022. Disponível em: <http://www.badesc.gov.br/portal/linha_fomento.jsp>. Acesso em: 20 out. 2022.

BANCO DE DESENVOLVIMENTO DE MINAS GERAIS (BDMG). Crédito Verde. BDMG, 2022. Disponível em: <<https://www.bdmg.mg.gov.br/credito-verde/>>. Acesso em: 20 out. 2022.

BANCO DE DESENVOLVIMENTO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO (BANDES). Crédito para Inovação. Banded, 2022. Disponível em: <<https://www.banded.com.br/Site/Dinamico/Show/1015/creditoinovacao>>. Acesso em: 20 out. 2022.

BANCO DO NORDESTE DO BRASIL (BNB). FNE Inovação. BNB, 2022a. Disponível em: <<https://www.bnb.gov.br/fne-inovacao>>. Acesso em: 20 out. 2022.

BANCO DO NORDESTE DO BRASIL (BNB). FNE Verde. BNB, 2022b. Disponível em: <<https://www.bnb.gov.br/fne-verde>>. Acesso em: 20 out. 2022.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). BNDES Crédito ASG. BNDES, 2022a. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/bndes-credito-asg>>. Acesso em: 20 out. 2022.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). BNDES Finem – Crédito Inovação Direto. BNDES, 2022b. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/bndes-inovacao>>. Acesso em: 20 out. 2022.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). BNDES Finem – Investimentos sociais de empresas (linha ISE). BNDES, 2022c. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/bndes-finem-investimentos-sociais>>. Acesso em: 20 out. 2022.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). Fundo Clima. BNDES, 2022. Disponível em:

Projeto: **Sistemas de Energia do Futuro III**

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/fundo-clima>. Acesso em: 10 mar. 2022.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). Programa ABC. BNDES, 2022. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/programa-abc>. Acesso em: 10 mar. 2022.

CIBIOGÁS. Hidrogênio verde: qual a perspectiva do biogás para sua chegada ao Brasil? Cbiogás. Disponível em: <https://cibiogas.org/blog-post/hidrogenio-verde-qual-a-perspectiva-do-biogas-para-sua-chegada-ao-brasil/>. Acesso em: 20 out. 2022.

DESENVOLVE SP. Banco do Empreendedor do Governo do Estado de São Paulo. Linha Economia Verde. Desenvolve SP, 2022a. Disponível em: <https://www.desenvolvesp.com.br/empresas/opcoes-de-credito/projetos-sustentaveis/linha-economia-verde/>. Acesso em: 20 out. 2022.

DESENVOLVE SP. Banco do Empreendedor do Governo do Estado de São Paulo. Linha Incentivo à Tecnologia. Desenvolve SP, 2022b. Disponível em: <https://www.desenvolvesp.com.br/empresas/opcoes-de-credito/projetos-inovadores/linha-incentivo-a-tecnologia/>. Acesso em: 20 out. 2022.

DESENVOLVE SP. Linha economia verde: saneamento e resíduos. Desenvolve SP. Disponível em: <https://www.desenvolvesp.com.br/empresas/opcoes-de-credito/projetos-sustentaveis/linha-economia-verde-saneamento-e-residuos/>. Acesso em: 10 fev. 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). O compromisso global do metano: um novo desafio para a pecuária brasileira. Embrapa. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/68235525/artigo---o-compromisso-global-do-metano-um-novo-desafio-para-a-pecuaria-brasileira>. Acesso em: 10 mar. 2022.

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS (FINEP). Apoio Direto à Inovação. Finep, 2022. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/apoio-e-financiamento-externa/programas-e-linhas/apoio-direto-a-inovacao>. Acesso em: 20 out. 2022.

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS (FINEP). Finep Conecta. Finep, 2022b. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/apoio-e>

Projeto: **Sistemas de Energia do Futuro III**

Modelos de negócios para aproveitamento energético de resíduos agropecuários e agroindustriais

financiamento-externa/programas-e-linhas/finep-conecta>. Acesso em: 20 out. 2022.

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS (FINEP). 2022c. Finep Sustentabilidade. Finep, 2022c. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/apoio-e-financiamento-externa/programas-e-linhas/finep-sustentabilidade>>. Acesso em: 20 out. 2022.

FREDDO, A. Estudo da remoção de dióxido de carbono e sulfeto de hidrogênio de biogás utilizando soluções absorvedoras. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Medianeira, 2017.

GÊNERO L. C. et al. Produção de hidrogênio a partir de biogás. Acta Iguazu, Cascavel, v.2, n.1, p. 29-42, 2013.

GOVERNO DO PARANÁ. Com 45 projetos já atendidos, Fomento Paraná estimula financiamento para energia limpa. Agência Estadual de Notícias. Disponível em: <https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Com-45-projetos-ja-atendidos-Fomento-Parana-estimula-financiamento-para-energia-limpa>. Acesso em: 10 mar. 2022.

MONCAYO ROMERO, Dipl. Ing. Gabriel . Dimensionamiento y diseño de biodigestores y plantas de biogas: Biodigestores – manual de diseño (Version 2020) (Spanish Edition) (p. 448).

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Indicadores Brasileiros para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. ODS Brasil. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/>. Acesso em: 10 mar. 2022.

RUIZ, Eduardo T. N. F. Análise de Investimento em Projetos Greenfield de Bioenergia. Campinas: Alínea, 2015.

TCHOBANOGLIOUS, G.; E.D. Schoeder. 1985. Water quality: Characteristics, modeling, modification. Addison-Wesley. Reading, MA. 169. Teira, M.R., Flotats, X., Casañé, A., Magrí, A.

VIÑAS, M. 1994. Criterios de diseño y escalado de reactores anaerobios. p. 111-123. In: III Taller y Seminario Latinoamericano "Tratamiento Anaerobio de Aguas Residuales". Montevideo, Uruguay.

MODELOS DE NEGÓCIOS VOLUME 2

PARA O APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DE
RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS E AGROINDUSTRIAIS



MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

