



Geração de emprego direto, indireto e induzido na cadeia do biogás

Determinação do impacto total no emprego da cadeia de valor do biogás na Região Sul do Brasil



MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE E
MUDANÇA DO CLIMA



MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



MINISTÉRIO DA
INTEGRAÇÃO E DO
DESENVOLVIMENTO
REGIONAL

UNITED NATIONS
INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA
E PECUÁRIA



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY
INVESTING IN OUR PLANET



Parceiros do Projeto



Parceiros nesta Atividade



Comitê Diretor do Projeto



MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE E
MUDANÇA DO CLIMA



MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



UNITED NATIONS
INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION

MINISTÉRIO DA
INTEGRAÇÃO E DO
DESENVOLVIMENTO
REGIONAL



GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY
INVESTING IN OUR PLANET

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO



www.gefbiogas.org.br

This project/program is funded by the Global Environment Facility

Projeto “Aplicações do Biogás na Agroindústria Brasileira” (GEF Biogás Brasil)



Este documento está sob a licença Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License. Citações ao material deste documento devem ser da seguinte forma:

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL; CENTRO INTERNACIONAL DE ENERGIAS RENOVÁVEIS. **Geração de emprego direto, indireto e induzido na cadeia do biogás:** determinação do impacto total no emprego da cadeia de valor do biogás na Região Sul do Brasil. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2023. *E-book*. (Projeto Aplicações do Biogás na Agroindústria Brasileira: GEF Biogás Brasil).

COMITÊ DIRETOR DO PROJETO

Fundo Global para o Meio Ambiente

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações

Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Ministério de Minas e Energia

Ministério do Meio Ambiente

Ministério do Desenvolvimento Regional

Centro Internacional de Energias Renováveis

Itaipu Binacional

PARCEIROS DO PROJETO

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

Associação Brasileira do Biogás

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FICHA TÉCNICA

Nome do produto:

Geração de emprego direto, indireto e Induzido na cadeia do biogás: Determinação do impacto total no emprego da cadeia de valor do biogás na Região Sul do Brasil.

Atividade vinculada:

Development of the methodology and application of social indicator - jobs, in biogas chain

Publicado pela(s) entidade(s):

Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação
Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial

Entidade(s) diretamente envolvida(s):

CIBiogás – Centro Internacional de Energia Renováveis

Autoria e coautoria:

Carlos Adrián Romero
Gustavo Ferro
Maria Priscila Ramos

Coordenação:

Tiago Quintela Giuliani

Revisão:

Tiago Quintela Giuliani

Data da publicação: Fevereiro/2023

O68g Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial.

Geração de emprego direto, indireto e induzido na cadeia do biogás: determinação do impacto total no emprego da cadeia de valor do biogás na Região Sul do Brasil / Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial ; Centro Internacional de Energias Renováveis. – Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2023.

85 p.: il. – (GEF Biogás Brasil)

ISBN: 978-65-5471-038-1

1. Biogás – Criação de emprego – Brasil. I. Romero, Carlos Adrián. II. Ferro, Gustavo. III. Ramos, Maria Priscila. IV. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. V. UNIDO. VI. Centro Internacional de Energias Renováveis. VII. Título. VIII. Série.

CDU 662.767.2



APRESENTAÇÃO

O Projeto “Aplicações do Biogás na Agroindústria Brasileira” (GEF Biogás Brasil) reúne o esforço coletivo de organismos internacionais, setor privado, entidades setoriais e do Governo Federal em prol da diversificação da matriz energética do país por meio do biogás.

O Projeto é liderado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), implementado pela Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO), financiado pelo Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF), e conta com o Centro Internacional de Energias Renováveis (CIBiogás) como principal entidade executora.

O objetivo do Projeto é reduzir a emissão de gases de efeito estufa, fortalecendo as cadeias de valor e inovação tecnológica ligadas à produção de biogás. Por meio de ações concretas, o Projeto amplia a oferta de energia e combustível no Brasil a partir da geração de biogás e biometano, fortalecendo as cadeias nacionais de fornecimento de tecnologia no setor e facilitando investimentos.

O biogás é uma fonte renovável de energia elétrica, energia térmica e combustível. Seu processamento também resulta em biofertilizantes de alta qualidade para uso agrícola. A gestão sustentável dos resíduos orgânicos provenientes da agroindústria e de ambientes urbanos por meio da produção de biogás traz um diferencial competitivo para a economia brasileira. Desenvolver a cadeia de valor do biogás significa investir em uma economia circular envolvendo inovação e novas oportunidades de negócios. Indústrias de equipamentos e serviços, concessionárias de energia e gás, produtores rurais e administrações municipais estão entre os beneficiários do Projeto, que conta com US \$7,828,000 em investimentos diretos.

Com abordagem inicial na Região Sul e no Distrito Federal, o Projeto gera impactos positivos para todo o país. As atividades do Projeto incluem a atuação direta junto a empresas, cooperativas e entidades da governança do biogás para implementar acordos de cooperação, fazer análises de mercado, desenvolver modelos de negócio inovadores e atrair investimentos nacionais e internacionais.

O Projeto também investe diretamente na otimização de plantas de biogás mais eficientes, seguras e com modelos replicáveis, entregando ao mercado exemplos práticos de sucesso operacional. Além disso, o Projeto desenvolve ferramentas digitais e atividades de capacitação que atualizam e dinamizam o setor, facilitando o desenvolvimento de projetos executivos de biogás. Em paralelo, especialistas do Projeto desenvolvem estudos técnicos com dados inéditos que apoiam o avanço de políticas públicas favoráveis ao biogás. Dessa forma, o Projeto entrega para o mercado brasileiro mais competitividade, fomentando o biogás como um grande catalizador de novas oportunidades.



Geração de emprego direto, indireto e induzido na cadeia do biogás:

Determinação do impacto total no emprego da cadeia de valor do biogás na Região Sul do Brasil

Data da Publicação:

Fevereiro/2023

Sumário

Resumo/Abstract	7
Resumo Executivo: Impactos	8
1. Introdução	15
2. Estrutura do setor biogás no Sul do Brasil	18
2.1 Dados CIBiogás	19
2.2 Pesquisa GEF Biogás Brasil	20
2.3 Informação compilada das pesquisas	21
2.4 Indicadores de produção e emprego	22
2.5 Informação compilada das pesquisas aos expansores de emprego	26
3. Matrizes Insumo-Produto dos estados do Sul do Brasil	29
3.1. Aberturas relevantes	30
3.2. Fontes de informação secundária para a construção das MIP estaduais	33
3.3. Tratamento dos dados para manter a consistência	33
3.4. Apresentação das MIPs estaduais	34
4. Modelo Insumo-Produto regional	35
4.1. Aspectos metodológicos do modelo I-P	35
4.2. Calibração do modelo e situação de base	37
4.3. Desenho e descrição de Cenários de simulação do desenvolvimento do biogás no Sul do Brasil ...	43
4.4. Análise de multiplicadores de emprego	44
5. Resultados do impacto nas variáveis econômicas e de emprego nos cenários centrais	46
5.1. Resultados dos cenários centrais	46
5.2. Análise de Sensibilidade de resultados dos cenários centrais: parâmetros críticos	49
6. Conclusões	56
7. Bibliografia	58
Anexos	62
A. Método RAS para balancear matrizes	62
B. Método de Coeficientes de Alocação	64
C. A Pesquisa GEF Biogás Brasil	66
D: Dados CIBiogás e Pesquisa GEF Biogás Brasil Processadas	76
E. Nota Metodológica. Estimção do Vetor de Emprego para as MIP regionais de PR, SC e RS	80
F. Indicadores setoriais	81
G. Multiplicadores de produção e emprego, cenários centrais	83

Resumo/Abstract

PORTUGUÊS

Os objetivos desta pesquisa são medir os impactos no emprego e na produção da cadeia de valor do biogás nos estados de Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Região Sul do Brasil), gerado a partir dos substratos da pecuária, agroindústria, resíduos sólidos urbanos (RSU) e esgoto tratado. A pesquisa foi feita seguindo as etapas: 1) estabelecendo uma linha de base, 2) considerando cenários com maior demanda, crescimento da oferta e aproveitamento pleno do substrato disponível na região Sul, 3) sensibilizando esses cenários, e 4) diferenciando os efeitos diretos, indiretos e induzidos. Nos três estados, nossa estimativa do VBP de biogás é de USD 85 milhões e o VA gerado de 13,86 milhões, gerando o emprego direto a 3.494 trabalhadores (e até 7.261 entre diretos, indiretos e induzidos). Além disso, foi constatado que a geração de emprego através do biogás no Brasil é superior à geração de emprego em outros setores energéticos tradicionais, como na produção de petróleo e gás, e na hidroelétrica. Em um cenário de aumento da demanda até um uso pleno da capacidade, a geração de emprego total seria de até 8.840 trabalhadores diretos, indiretos e induzidos. Caso houvesse investimento para dobrar a capacidade existente, a geração de emprego direto chegaria até 33.255 trabalhadores diretos, indiretos e induzidos. Finalmente, se todo o substrato existente nos três estados fosse aproveitado para gerar biogás, até 283.637 pessoas seriam empregadas, incluindo efeitos diretos, indiretos e induzidos. Os multiplicadores encontrados estão alinhados com a experiência relatada em outros estudos sobre setores comparáveis.

Palavras-chave: Emprego; Cadeia de valor do biogás; Estados do Sul do Brasil.

ENGLISH

The objectives of this research are to measure the impacts on employment and production of the biogas value chain in the states of Paraná, Rio Grande do Sul and Santa Catarina (Southern Region of Brazil), generated from substrates of livestock, agroindustry, solid waste (MSW) and treated sewage. The research was carried out following the steps: 1) establishing a baseline, 2) considering scenarios with greater demand, growth in supply and full use of the substrate available in the South region, 3) raising awareness of these scenarios, and 4) differentiating the direct, indirect and induced effects. In the three states, our estimate of the VBP of biogas is USD 85 million and the VA generated of 13.86 million, generating direct employment for 3,494 workers (and up to 7,261 between direct, indirect and induced). In addition, it was found that the generation of employment through biogas in Brazil is higher than the generation of employment in other traditional energy sectors, such as oil and gas production, and hydroelectricity. In a scenario of increased demand up to full use of capacity, total job creation would be up to 8,840 direct, indirect and induced workers. If there was an investment to double the existing capacity, direct job creation would reach up to 33,255 direct, indirect and induced workers. Finally, if all the existing substrates in the three states were used to generate biogas, up to 283,637 people would be employed, including direct, indirect and induced effects. The multipliers found are in line with the experience reported in other studies on comparable sectors.

Keywords: Employment; Biogas Value Chain; Southern Brazilian States.

Resumo Executivo: Impactos

Os objetivos desta pesquisa são medir os impactos no emprego e na produção da cadeia de valor do biogás nos estados de Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Região Sul do Brasil), gerado a partir dos substratos da pecuária, agroindústria, resíduos sólidos urbanos (RSU) e esgoto tratado. A pesquisa foi feita seguindo as etapas: 1) estabelecendo uma linha de base, 2) considerando cenários com maior demanda, crescimento da oferta e aproveitamento pleno do substrato disponível na região Sul, 3) sensibilizando esses cenários, e 4) diferenciando-os em todos os casos os efeitos diretos, indiretos e induzidos.

O impacto inicial (ou direto) se define como a atividade econômica e o emprego gerado pela indústria. Além disso, abrange a atividade em todos os estágios da produção do biogás em cada subsetor (pecuária, indústria alimentícia etc). Um segundo canal de impacto é conhecido como o **efeito indireto**, que captura a atividade econômica e empregos gerados na cadeia de valor da indústria. Atividades como compra de insumos para outros setores do estado e de fora deles, e a demanda final pelos usuários de biogás que o compram para sua utilização, são considerados efeito indireto. Finalmente, o terceiro canal de impacto são os **efeitos induzidos**: despesas realizadas em outros setores da economia pelos agentes que receberam as receitas geradas pelos efeitos inicial e indireto.

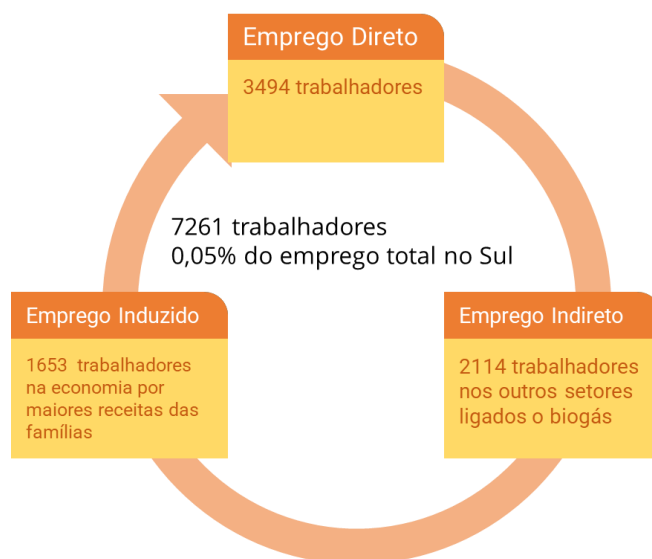
Para estimar o impacto na economia a partir da produção e do emprego do setor de biogás, os critérios para distinguir os impactos inicial, indireto e induzido seguem o esquema apresentado na figura a seguir.



Atualmente, o setor de biogás na região Sul do Brasil produz 303 milhões de Nm³ de biogás, equivalentes a USD 85 milhões (utilizando 2018 como nossa base de cálculo), ou a 457.447 MWh, dado que o uso principal do biogás é a geração de eletricidade¹, gerando 3494 empregos diretos, 2114 empregos indiretos e 1653 empregos induzidos. A relação de emprego direto por Nm³ na região é de 11,53 empregos/Nm³ de biogás, e se somamos os

¹ A relação estabelecida entre Nm³ de biogás gerado e seu equivalente em MWh de eletricidade, pode ser convertida facilmente a outras medidas energéticas, como toneladas equivalentes de petróleo o terá-joules. Veja mais abaixo.

empregos gerados indiretamente nos outros setores da região e os empregos induzidos pelo consumo das famílias, essa relação cresce para até 24 empregos/Nm³ de biogás.



No estado do Paraná, a produção de biogás é de 196 milhões de Nm³, equivalente a 295.985 MWh ou USD 48 milhões (dados de 2018 considerando produção direta, indireta e induzida), gerando 1669 empregos diretos, 968 empregos indiretos e 839 empregos induzidos. A relação de emprego direto por Nm³ de biogás no Paraná é de 8,51 empregos/Nm³ de biogás, e, considerando o total de empregos gerados pelo setor no estado, a relação é de 17,73 empregos/Nm³ de biogás.

Já no estado de Santa Catarina, a produção de biogás é de 28 milhões de Nm³, equivalente a 42.251 MWh ou USD 9,22 milhões (dados de 2018 considerando produção direta, indireta e induzida), gerando 481 empregos diretos, 415 empregos indiretos e 323 empregos induzidos. Em Santa Catarina, a relação entre empregos diretos e produção de biogás é de 17,2 empregos/Nm³ de biogás. Considerando o total de empregos gerados pelo biogás a partir das relações diretas, indiretas e induzidas, o coeficiente de emprego é de 43,5 empregos/Nm³ de biogás no estado.

Finalmente, no Rio Grande do Sul, a produção de biogás é de 79 milhões de Nm³, equivalente a 119.211 KWh ou USD 27,27 milhões (dados de 2018 considerando produção direta, indireta e induzida), gerando 1344 empregos diretos, 730 empregos indiretos e 490 empregos induzidos. No estado, o setor do biogás gera 17 postos de trabalho diretos por Nm³ de biogás produzido. Adicionando a geração de emprego indireta e induzida do setor do biogás no estado, a relação aumenta para até 32,4 empregos/Nm³ de biogás.

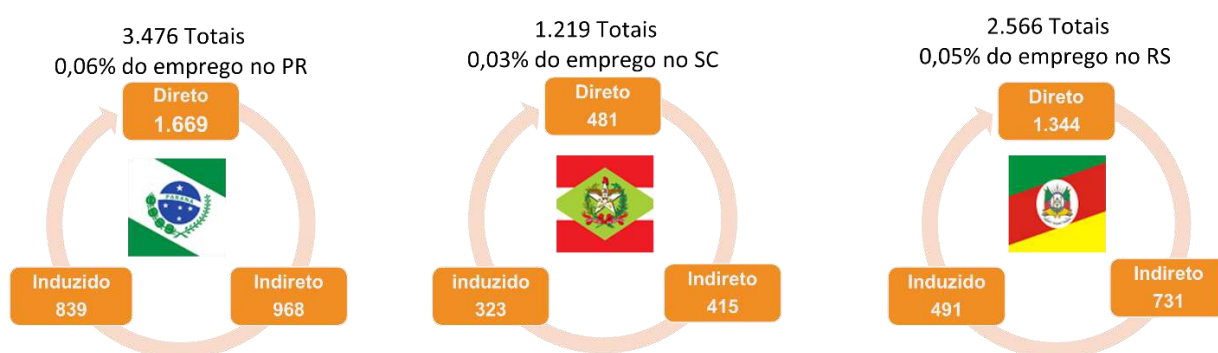
É importante destacar que a geração de emprego no biogás no Brasil é superior à geração de emprego em outros setores energéticos tradicionais, como na produção de petróleo e

gás, e na hidroeétrica. Esta comparação é feita convertendo as produções de todos os setores em equivalente TJ (terá-joules).

Assim, o setor de biogás da região Sul (os três estados) gera, em média 1,48 empregos/TJ. Considerando cada estado, o biogás gera 2,19 empregos/TJ no PR, 2,21 empregos/TJ em SC e 1,09 empregos/TJ no RS.

O setor de petróleo e gás gera 0,05 empregos/TJ, e a hidroeétrica 0,12 empregos/TJ. Os coeficientes de emprego/TJ no biogás são também maiores do que outras fontes renováveis de geração elétrica como a eólica, com 0,2 empregos/TJ.

Já a produção de energia solar gera 1,7 empregos por TJ, acima da média regional do biogás, mas, ainda assim, menor que os coeficientes do Paraná e de Santa Catarina.



Neste relatório, as **aberturas** feitas incluem seis setores produtores de biogás: 1) Agropecuário ou BIOPEC (mandioca, cana de açúcar, gado bovino, suíno e aviário, entre outros), 2) Abatedouros ou BIOABA, 3) Fecularias ou BIOFAR, 4) Complexo Sucroalcooleiro ou BIOSUC, 5) Cervejarias, Laticínios e Outras Indústrias ou BIOCER, 6) Resíduos Sólidos Urbanos e Tratamento de Esgoto ou BIOESG. A composição do setor de biogás em cada estado é diferente. No Paraná, por exemplo, a indústria alimentar tem muito peso. Já em Santa Catarina a pecuária é mais importante proporcionalmente.

A **metodologia** empregada consiste em:

1. Caracterizar as estruturas de produção e emprego no setor de biogás nos três estados do Sul do Brasil.
2. Construir três Matrizes de Insumo-Produto (MIP) regionais para os estados do Sul, de maneira consistente com a MIP nacional do Brasil e, entre elas, com aberturas nos setores chave na cadeia de valor do biogás;
3. Elaborar as contas-satélites de emprego nestes estados;
4. Desenvolver um modelo Insumo-Produto (I-P) de simulação para cada estado;
5. Projetar cenários visando promover projetos no setor do biogás;

6. Sensibilizar os cenários com mudanças em variáveis-chave;
7. Avaliar o impacto na econômico e na geração de emprego.

As MIPs desenvolvidas especialmente para os três estados (PR, SC e RS) têm abertura em 35 setores dos quais 6 são subsetores de biogás processando diferentes substratos.

As fontes principais utilizadas para o desenvolvimento deste trabalho foram duas, uma utilizando a base de dados do CiBiogás (Centro Internacional de Energias Renováveis) e outra conduzida pelo Projeto GEF Biogás Brasil. Na primeira, se dispunha de informação quantitativa simultânea sobre produção e emprego de 22 empresas (sobre uma amostra muito maior, porém com muitas respostas ausentes), e a segunda adicionou informação quantitativa sobre as mesmas variáveis de 16 empresas (sobre uma amostra de 61, muitas delas com respostas incompletas).

A seguir, para a construção das matrizes, partimos de matrizes já desenvolvidas para os três estados, em diferentes estudos e em diferentes momentos, e foram compatibilizadas nos setores e datas.

Em terceiro lugar, para desenvolver os coeficientes de emprego, foram geradas contas-satélites de emprego nas cadeias de valor do biogás, que utilizaram dados oficiais da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2018, além dos dados que relacionam emprego e produção das duas pesquisas setoriais disponíveis somadas.



Foram construídas simulações que avaliam os impactos de choques sobre a situação inicial do coeficiente de emprego e quantificam suas consequências. Os cenários ensaiados incluem:

- 1) Crescimento na demanda (esgotando capacidade ociosa),
- 2) Acrescentamento da oferta (motivado por investimentos),
- 3) Aumento do aproveitamento do substrato existente (gerando uso de capacidade ociosa e incentivando investimentos).

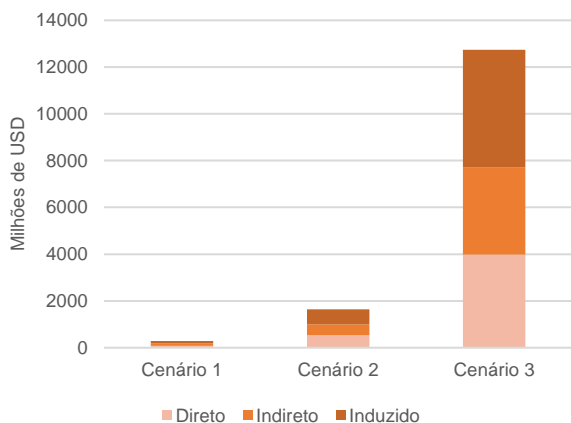
No Cenário 1, supomos que demanda de biogás cresce a ponto de utilizar plenamente a capacidade produtiva existente no ano base de 2018 (que, atualmente, é parcialmente utilizada, de acordo com o relatório Potencial de Produção de Biogás de Freddo et al., 2019), mas sem requerer expansão de capacidade (ou seja, investimentos adicionais). Estes tipos de choque podem provir, por exemplo, de uma baixa no preço relativo das fontes não convencionais (biomassa) de produção de eletricidade, versus as convencionais (hidrocarbonetos), ou de uma mudança das preferências da população consumidora dando prioridade às energias limpas.

Alguns subsetores produtores de biogás estão trabalhando atualmente perto de sua capacidade máxima de produção, no entanto, outros têm muita capacidade ociosa.

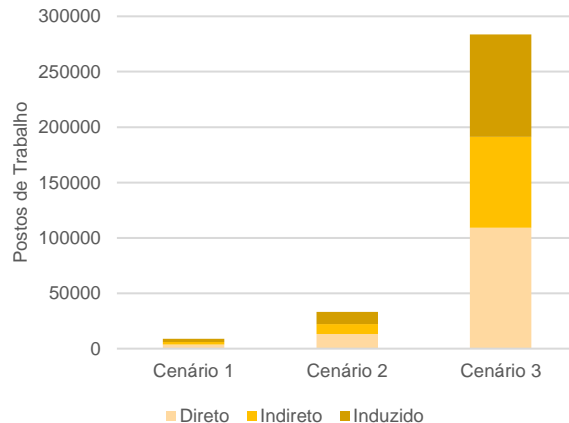
No Cenário 2, supomos que a capacidade produtiva de oferta de biogás aumenta a partir de novos investimentos (que, no caso anterior, só aconteceriam em setores sem margem, porque já estavam produzindo perto de sua capacidade, mas não teriam lugar em setores com elevada capacidade ociosa). Então supomos que os investimentos estão espalhados em todos os subsetores, incluindo aqueles com a capacidade produtiva altamente ocupada, mas também aqueles que possuíam muita margem ociosa para acrescentar produção. Estes tipos de choques poderiam se originar de políticas públicas que aumentam obrigatoriamente a participação de fontes não convencionais (biomassa) versus as convencionais (hidrocarbonetos) para produzir eletricidade. Os efeitos do Cenário 2 com relação ao Cenário 1 são diferentes, pois o incremento na produção e emprego no setor de biogás é somado com aumentos transitórios de produção e emprego na construção de novas plantas.

No cenário 3, supomos o aumento da utilização da biomassa existente para a produção de biogás, esgotando a capacidade produtiva em alguns casos e requerendo investimentos onde a capacidade de processamento não é suficiente. O cenário 3 é semelhante ao 2, porém a intensidade dos incrementos de produção e emprego varia, pois no cenário 2 o objetivo não implicava necessariamente utilizar todo o substrato teoricamente possível. A origem desta situação poderia ser a consequência da implementação de políticas para incentivar a utilização de quantidades existentes de substratos gerados, como tratamento obrigatório de esgoto, separação obrigatória e reciclagem de resíduos urbanos, ou até mesmo políticas de aproveitamento de substratos das atividades agropecuárias ou industriais. A informação para realizar os choques neste cenário também se origina no

relatório de Potencial de Produção de Biogás (Freddo et al., 2019) e da pesquisa desenvolvida neste relatório, cujos detalhes estão tabelados em Anexo.

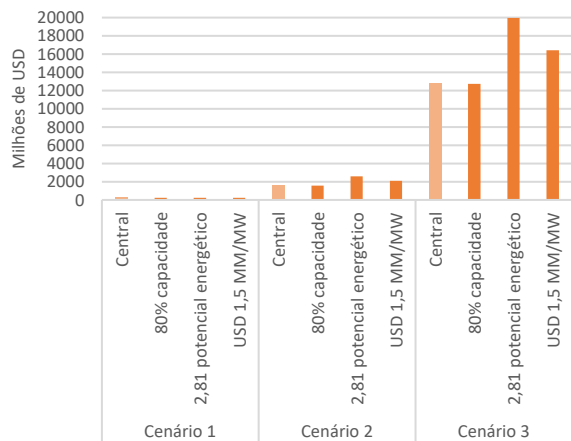


(A) Aumento na Produção

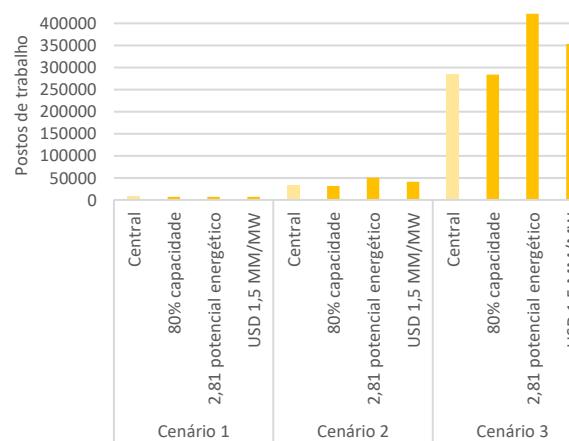


(B) Aumento no Emprego

Os cenários foram sensibilizados mudando as estimativas iniciais com os quais aqueles foram construídos, incluindo três possibilidades, de acordo com o esquema a seguir.



(A) Aumento na Produção



(B) Aumento de Empregos

Conclusões:

1. Nos três estados, nossa estimativa do VBP de biogás é de USD 85 milhões e o VA gerado de 13,86 milhões.

2. Os subsetores produtores de biogás representam 0,01% do VBP na região Sul do Brasil, e geram um emprego direto estimado em 3.494 trabalhadores diretos (e até 7.261 entre diretos, indiretos e induzidos).
3. A produção de biogás nos estados do Sul de Brasil é resulta em maior geração de emprego (1,48 empregos/TJ em média para a região Sul) do que os setores de petróleo e gás, hidroeletricidade e energia eólica (com 0,05, 0,12 e 0,2 empregos/TJ respectivamente). Somente a geração de energia solar atinge níveis tão elevados quanto o biogás.
4. Em um cenário de aumento da demanda até o uso pleno da capacidade, a geração de emprego seria de 3.605 empregos diretos (e até 8.840 considerando diretos, indiretos e induzidos).
5. Caso haja um choque de investimento que dobre a capacidade existente, a geração de emprego direto chegaria até 13,162 (e até 33.255 considerando diretos, indiretos e induzidos).
6. Finalmente, se todo o substrato existente nos três estados fosse aproveitado para gerar biogás, seriam empregadas 109,029 pessoas (e até 283,637, incluindo efeitos diretos, indiretos e induzidos).
7. Os multiplicadores achados estão alinhados com a experiência relatada em outros estudos sobre setores comparáveis.

1. Introdução

A região Sul do Brasil (estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul) é um grande produtor de proteínas do país, e se encontra submetido a vários estresses ambientais. O biogás é uma **indústria em crescimento** nos três estados da região. Existe uma demanda importante para a digestão anaeróbia de dejetos animais na região, especialmente aqueles que provêm da suinocultura. Além disso, as agroindústrias nesses estados, incluindo explorações agropecuárias e cooperativas, reconhecem a importância do biogás para a geração de eletricidade e energia térmica para autoconsumo, assim como o seu potencial para a venda de energia em forma de eletricidade e combustíveis para veículos. As companhias elétricas e concessionárias de gás nos estados têm demonstrado interesse no uso de biometano como um substituto de gás natural, assim como o de biogás para a geração distribuída de eletricidade.

O **escopo** deste estudo considera a produção de biogás proveniente de diferentes substratos (resíduos da atividade agropecuária, da agroindústria, resíduos sólidos urbanos, e tratamento de esgoto), identificando e descrevendo as principais diferenças nos resultados. O relatório também modela como os setores vão reagir à expansão na produção, no investimento, ou ao maior uso do potencial de substrato já existente e não aproveitado. O estudo informa o que se pode esperar em termos de crescimento da economia, globalmente e por cada setor de atividade, e de emprego (quantidade e qualidade, expansão e contração em cada setor).

Os **objetivos** do estudo são medir os impactos no emprego e na produção da cadeia de valor do biogás nos estados de Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Região Sul do Brasil), gerado a partir dos substratos da pecuária, agroindústria, resíduos sólidos urbanos (RSU) e esgoto tratado, 1) estabelecendo uma linha de base, 2) considerando cenários com maior demanda, crescimento da oferta e aproveitamento pleno do substrato disponível na região Sul, 3) sensibilizando esses cenários, e 4) diferenciando os efeitos diretos, indiretos e induzidos em todos os casos.

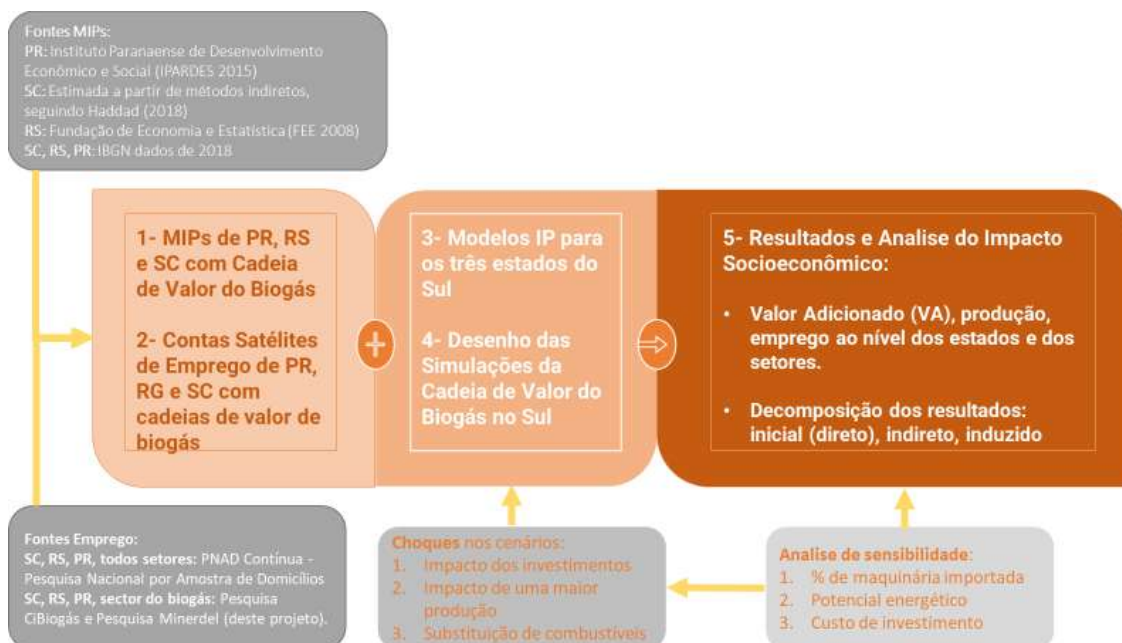
A estratégia metodológica foi desenvolvida para avaliar diferentes políticas dentro dos planos nacionais de ação setorial para a mudança climática e para obter resultados com estimativas das suas possíveis implicações. A **metodologia** empregada, consiste em:

1. Caracterizar as estruturas de produção e emprego no setor de biogás nos três estados do Sul do Brasil.
2. Construir três Matrizes de Insumo-Produto (MIP) regionais para os estados do Sul, de maneira consistente com a MIP nacional do Brasil e, entre elas, com aberturas nos setores chave na cadeia de valor do biogás;
3. Elaborar as contas-satélites de emprego nestes estados;

4. Desenvolver um modelo Insumo-Produto (I-P) de simulação para cada estado;
5. Projetar cenários visando promover projetos no setor do biogás;
6. Sensibilizar os cenários com mudanças em variáveis-chave;
7. Avaliar o impacto na econômico e na geração de emprego.

Na ilustração 1 é apresentado o esquema metodológico para construir os modelos para quantificar os impactos de medidas visadas à geração do emprego e, a seguir, as etapas são explicadas.

Ilustração 1. Esquema metodológico



Fonte: Elaboração própria

A ilustração destaca cinco atividades principais: coleta e adequação da informação para o desenvolvimento das matrizes estaduais de insumo-produto (1) e as respectivas contas-satélites de emprego (2); a construção dos modelos de simulação estaduais (3); o desenho de cenários e execução das simulações (4), a análise dos resultados de produção e emprego nos estados a nível setorial (5), e a sensibilização dos cenários (6).

- Coleta e adequação da informação (1 e 2), abrange três tipos de dados:
 - i) Informação sobre a estrutura econômica. Se faz necessário contar com três MIP regionais para os estados de PR, SC, RS consistentes com a MIP do Brasil ao nível nacional. Elas foram atualizadas, estendidas (PR, RS) ou desenvolvidas (SC) para o ano 2018.

- ii) Informação de todos os setores mais relevantes da cadeia de valor do biogás para que sejam abertos em todas as MIP estaduais (usando pesquisas).
- iii) Informação relativa ao emprego para construir contas-satélites de emprego regional e nacional em todos os setores das MIP desenvolvidas neste estudo.
- Desenvolvimento do modelo de simulação (3). Esta atividade requer primeiro a construção de modelos insumo-produtos para os três estados do Sul do Brasil e logo utilizá-los de maneira a capturar tanto os efeitos diretos relacionados aos choques, como os efeitos indiretos e induzidos dos mesmos. Inclui o uso de modelos I-P, considerando mudança estrutural. Para algumas simulações pode ser necessário estender o modelo de insumo-produto para um modelo em preços que permita capturar as melhorias de eficiência produzidas pelos choques.
- Desenho dos cenários e execução das simulações (4). Os cenários de simulação sobre o desenvolvimento do biogás requerem definir quantitativamente as projeções de produção, o aproveitamento da geração de substratos totais, dos novos investimentos nas plantas de biogás e de geração de eletricidade a partir do biogás como autoconsumo nos mesmos setores de biogás, principalmente. Esta etapa implica o desenvolvimento de um sistema que permita executar grande quantidade de simulações (porque, em geral, as políticas estão fragmentadas ao nível residencial e setorial).
- Efetuar análise de sensibilidade de parâmetros críticos (5), como potencial energético do biogás, custo de investimento etc.
- Análise de resultados (5). Esta atividade permite analisar resultados agregados e setoriais. Estes últimos são particularmente importantes ao permitir às autoridades que analisem possíveis gargalos, necessidade de compensar famílias ou firmas, desenvolvimento de fornecedores etc.

O presente relatório apresenta os resultados para as matrizes de insumo-produto dos estados sob análise e os resultados de simulações dos cenários projetados para o desenvolvimento do biogás.

O estudo contém resultados que podem ser marginalmente modificados na medida que novas informações sejam adicionadas aos dados obtidos, no contexto da validação dos resultados por especialistas no setor.

Deste modo, este relatório incorpora as matrizes estaduais de PR, RS e SC, com os dados obtidos de fontes secundárias e primárias (coletadas nas pesquisas), e as metodologias de atualização utilizadas. Além disso, o estudo apresenta o detalhe do desenho dos três cenários simulados e apresenta e discute seus resultados para extrair conclusões e recomendações de políticas públicas para o setor.

O relatório é organizado da seguinte forma: em primeiro lugar, a Seção 2 apresenta **estrutura de produção e emprego** do setor do biogás nos três estados do Sul do Brasil a partir das informações primárias das pesquisas elaboradas pelo projeto GEF Biogás Brasil (este estudo). A seção 3 apresenta a **metodologia** (fontes de dados e tratamento consistente da informação) e os resultados obtidos para cada uma das matrizes e as respectivas contas-satélite de emprego. A seção 4 apresenta o **modelo de insumo-produto** utilizado para o desenvolvimento das simulações, sua calibração (parâmetros, valores das MIPs e de emprego) e o desenho e justificação dos cenários. A seção 5 expõe os **resultados** dos cenários centrais e dos cenários da análise de sensibilidade de parâmetros críticos. Finalmente, na seção 6 apresentamos as **conclusões**. No final do documento se encontram a bibliografia e os anexos metodológicos.

2. Estrutura do setor biogás no Sul do Brasil

Dentro do marco de uma estratégia de crescimento verde e da Agenda 2030 (Acordo de Paris), a energia verde (ou bioenergia) tem recebido considerável atenção em todo o mundo. Ainda é um grande desafio estimar seu impacto nas economias regionais, devido à carência de dados desagregados a nível regional na maioria dos países, ou de um enfoque metodológico para levar em conta sua participação setorial individualizada na matriz energética e nas contas nacionais.

A introdução de tecnologias de biogás para autoconsumo e venda de eletricidade ou biometano aos agentes do mercado energético traz uma série de efeitos externos sociais, econômicos, ambientais e de saúde pública que se faz necessário documentar.

Nossa análise tem enfoque na maneira que o biogás afeta a produção e emprego em uma escala econômica regional (os três estados da região Sul do Brasil). A criação de empregos no setor de energias limpas, como o biogás, vincula-se à redução de impactos ambientais negativos e à geração de projetos sustentáveis, como Lehr et al. (2008), Breitschopf et al. (2011), e Garret-Peltier (2017) afirmam. O escopo estatístico destes empregos está longe de ter sido definido, devido à dificuldade de serem isolados de todos os outros (Rojo et al. 2020, Stoevska e Hunter, 2013).

Para atingir nosso objetivo (com informação inicialmente insuficiente em quantidade, atualidade, abrangência, desagregação e compatibilização), aplicamos uma metodologia híbrida que adiciona dados primários desagregados aos dados secundários das fontes estatísticas oficiais. Essa metodologia permite evitar problemas decorrentes da informação insuficiente ou muito agregada, e maximiza a utilidade da informação já disponível. Para mapear a rota, vamos desenvolver as tabelas estendidas de Insumo-Produto incorporando

a representação da cadeia de valor do biogás nos estados da região Sul do Brasil (Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Paraná) e, assim, examinar os efeitos dominó.

Na elaboração de indicadores de emprego no setor de biogás dos três estados da região Sul do Brasil, a abordagem consistiu primeiro em esgotar a exploração da informação existente, enquanto era desenhada uma pesquisa para obter os dados não disponíveis, fazendo com que a pesquisa não solicitasse novamente a mesma informação aos mesmos atores.

A seguir, apresentamos os dados primários das pesquisas do projeto GEF Biogás Brasil realizadas a nível de plantas de biogás, para a construção dos indicadores de produção e emprego que permitem conhecer as estruturas dos setores de biogás mais relevantes nos três estados sob estudo.

2.1 Dados CIBiogás

A informação foi disponibilizada pelo CIBiogás sem identificar os dados de contato das empresas individuais consultadas, para resguardar a confidencialidade dos dados. A origem da informação fornecida é variada, vindo das seguintes fontes:

- 1) A Base de Dados CIBiogás (daqui em diante, BD, informação pública disponível em <https://mapbiogas.cibiogas.org/>)
- 2) A Lista das Usinas de Biogás do Sul do Brasil Anexo A
- 3) Base de dados (pesquisa a empresas) desenvolvida para estimar o Potencial de Produção de Biogás 2020 nos estados do Sul de Brasil (Freddo et al., 2019)

A informação disponibilizada nas fontes anteriores compreende diferentes graus de detalhe e desagregação, e é fundamentalmente complementar. Essa informação foi tabelada e em alguns casos processada. Quando possível, a partir da existência de indicadores, se inferiram dados, ou quando as respostas exigiam ao pesquisador alguma alocação de informações (por exemplo, quando uma empresa declarava mais de um substrato e os dados de gado da fazenda permitam atribuir parte da produção ao gado bovino e uma outra parte ao gado suíno). Todo processamento da informação acessada está documentada e é possível reconstruir os cálculos que foram feitos (para uma análise completa, ver o Relatório de Avanço deste projeto).

Uma vez definidos os dados primários e indicadores com eles construídos, necessários para estabelecer as relações insumo-produto (especialmente aquelas vinculadas com o emprego no setor), o passo seguinte foi construir indicadores calculados com a informação disponível (Freddo et al., 2019) e realizar seu processamento e imputação quando necessário, a fim de ter uma caracterização do setor e identificar onde a informação é mais abrangente e onde precisa ser complementada com entrevistas ou pesquisas.

Chamamos as anteriores fontes de “Dados CiBiogás”, daqui em diante. A pesquisa contém muitos dados interessantes, faz um levantamento importante das características tecnológicas do setor, do tipo de máquinas utilizadas e têm informação sobre substrato processado, produção de biogás, conversão em eletricidade, pessoal empregado, utilização (autoconsumo ou arranjo comercial com a energia produzida), etc.

Para o nosso estudo, o importante era encontrar a conexão entre produção de biogás e emprego em cada setor. Entretanto, no universo das empresas existentes (mais de 230 foram identificadas), em muitos casos não havia dados quantitativos de nenhum tipo, em outros havia dados de produção, mas não de emprego. Dessa forma, um subconjunto menor das respostas totais forneceu informações cruciais para o estudo. Um problema importante, por exemplo, era a carência de abrangência sobre produção de biogás no tratamento de esgoto.

2.2 Pesquisa GEF Biogás Brasil

Estabelecido o escopo limitado da informação disponível para efetuar os cálculos requeridos para estimar os coeficientes técnicos nas matrizes de insumo-produto, realizamos uma pesquisa, com o apoio do projeto GEF Biogás Brasil, para ter acesso à informação primária complementar. A pesquisa permitiu complementar dados sobre produção e emprego, e ter acesso à informação sobre uma empresa estadual de tratamento de esgoto. Chamamos daqui em diante a este levantamento de “Pesquisa GEF Biogás Brasil”, para distinguir ele do levantamento anterior que temos chamado de “Dados CiBiogás”.

Geramos uma pesquisa, cujo formulário se apresenta em anexo ao final deste relatório. Todas as perguntas não tinham que ser respondidas por todas as empresas, mas segundo as respostas em cada uma a empresa é guiada na pergunta seguinte, construindo uma árvore. Por exemplo, as perguntas Q1 e Q2 eram para ser respondidas por todas as empresas, mas na Q3, se a empresa escolhia a categoria de Indústria (opção 2), seguia com a pergunta Q5. Depois, se a resposta escolhida da pergunta Q5, fosse “Sucroalcooleiro” (opção 2), as seguintes perguntas eram Q14 e Q15 sobre a quantidade do substrato gerado e processado para biogás. As perguntas Q16 a Q30 tinham que ser respondidas por todas as empresas. Elas concentravam as perguntas de produção de biogás, investimento, emprego e substituição de combustíveis fósseis para o cálculo das emissões reduzidas pelo uso do biogás na atividade produtiva. A pergunta Q31 introduziu, também, opções que bifurcavam as seguintes perguntas. Se a resposta da Q31 era Geração de energia térmica (opção 2) as perguntas seguintes da Q37 a Q43 eram sobre caldeiras (quantidade, eficiência etc.), emprego na geração de calor e a demanda de outros combustíveis fósseis para completar as necessidades de geração de calor para sua atividade produtiva.

2.3 Informação compilada das pesquisas

A informação conjunta das duas pesquisas foi compatibilizada. Em Anexo está apresentado o desagregado de observações individuais e sua agrupação, no entanto, no texto principal do relatório são apresentados os dados agregados ao nível de 1) estado, 2) região Sul, 3) aberta por setores produtores de biogás, 4) explicitando o tamanho da amostra em cada estado e setor (n), 5) produção do conjunto das empresas, 6) empregos totais informados pelas empresas, e 7) empregos de operários afetados a produção de biogás.

A produção de biogás utiliza como substrato resíduos das atividades agrícolas, pecuárias, industriais, resíduos sólidos urbanos e resultantes de tratamento de esgoto. Neste relatório, as aberturas feitas incluem seis subsetores produtores de biogás: Agropecuário ou BIOPEC (mandioca, cana de açúcar, gado bovino, suíno e aviário, entre outros), Abatedouros ou BIOABA, Fecularias ou BIOFEC, Complexo Sucroalcooleiro ou BIOSUC, Cervejarias, Laticínios e Outras Indústrias ou BIOCER, Resíduos Sólidos Urbanos e Tratamento de Esgoto ou BIOESG.

O total da produção levantado nas duas pesquisas (CiBiogás e Projeto GEF Biogás) para os três estados do Sul de forma conjunta, e que pode ser relacionada com emprego, é de 94,3 milhões de Nm³ de biogás (Tabela 1). O dado preliminar de empregos era de 19507 (todo o emprego gerado), e de 6575 (para operários).

Mas uma ressalva muito importante tem que ser feita: o primeiro número inclui 11213 empregados totais da SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná), que não estão discriminados entre atividade produtora de biogás e as outras que a empresa desenvolve. Além desse valor, outra observação atípica: foi informado um abatedouro, no estado de Paraná, onde o valor informado de é de 5300 empregados totais.

Ou seja, tirando essas duas observações ficaríamos com um emprego total em produção de biogás de 1994 pessoas. No entanto, com respeito aos operários, o número da SANEPAR não isola operários de biogás, mas informa todos seus operários (6413). Tirando esse valor atípico da amostra, ficam 162. Tanto 1994 como 162 são claramente patamares mínimos. De fato, a Sanepar tem mais do que 250 unidades produtoras de biogás, logo, pelo menos uma pessoa tem que operar cada uma delas.

Estes dados primários, ainda insuficientes, deram as primeiras pistas para avançar no estudo sobre emprego no setor.

Tabela 1: Dados primários agrupados por estado e setor das duas pesquisas

Estado	Agropecuária	Fecularia	Abatedouro	Cervejaria	RSU e Esgoto	Produção de Nm ³ biogás	Empregos Totais da Empresa	Operários Afetados à Produção de Biogás	Observações
Total PR	24	18	3	1	1	76.936.633	18.750	6.506	a) e b)
Total RS	12	0	2	0	0	6.640.122	182	26	
Total SC	16	0	0	0	0	7.676.834	560	41	
Total Sul	52	18	5	1	2	94.307.588	19.507	6.575	a) e b)
Sem outliers							1994	162	

a) e b) Os totais estão afetados pelos dois valores atípicos: a) O dado 6413 é a carteira assinada de toda a empresa SANEPAR. Não foi possível discriminar operários de biogás; b) O dado 5300 é todo o pessoal de um abatedouro. Foi possível discriminar operários desse abatedouro.

Fonte: Elaboração própria sobre Pesquisas CIBiogás e GEF Biogás Brasil.

2.4 Indicadores de produção e emprego

Para chegar a indicadores úteis para a tarefa de calcular quanto e que tipo de emprego gera o setor de biogás, foram definidos um conjunto de dados primários que depois são processados para caracterizar as relações insumo-produto e reconstruir a cadeia de produção do setor. Esses dados primários se apresentam no Esquema 1, e incluem dados primários quantitativos. Entre eles, incluem-se produção de biogás em Nm³, o potencial da planta de processamento de biomassa (na unidade de medida que é relevante para cada biomassa possível), o emprego total - distinguindo administração e comercial dos operários da planta, e considerando que em algumas usinas o emprego pode ser diferenciado entre aquele que produz biogás, mas em outros casos, os funcionários desenvolvem tarefas compartilhadas com outras atividades, situação presente na pecuária, por exemplo. É o mesmo caso dos funcionários administrativos que compartilham tarefas em uma indústria entre outras áreas da empresa, a exemplo de uma cervejaria, e por sua vez, prestam serviço em tarefas vinculadas com a produção de biogás.

Um quarto valor dos dados primários tem a ver com o investimento realizado para implantar a usina, considerando dinheiro já gasto, e incluindo o investimento inicial e melhoramentos, reparações e investimentos complementares, realizados após a implantação.

Complementam o conjunto de dados quantitativos anteriores aqueles referidos a preços da produção intermediária (biogás), e final (quando o biogás visa substituir ou vender eletricidade, produzir combustíveis líquidos e/ou biometano). Os preços não disponíveis nas pesquisas foram adicionados à base de dados por outras vias.

Nos casos de produção e potencial de aproveitamento de biomassa, os dados estão referenciados a um período: toda informação recebida com outra referência temporal é levada ao ano-calendário para que possa ser comparável.

Esquema 1: Dados primários quantitativos para desenvolver indicadores

Dados primários quantitativos	Unidade de medida
Produção	Nm3 biogás/ano
Potencial de processamento de biomassa (Com fatores de conversão específicos de cada fonte de biomassa considerada)	Dependente da biomassa utilizada
Emprego (total, operários)	Pessoas empregadas
Investimento	USD (milhões)

Fonte: Elaboração própria.

Além dos dados primários quantitativos, precisamos informação qualitativa para compor os indicadores. Eles podem se classificar em quatro tipos, apresentados no Esquema 2:

- 1) Situação da planta - operando, em reforma ou em implantação (elaborado para entender se a usina está produzindo ou não ao momento da análise).
- 2) Categoria (agropecuária, indústria e resíduos urbanos, que por sua vez podem ser sólidos ou provir do tratamento de líquidos de esgoto). Esta abertura que temos chamado de “categoria” tem a ver com o substrato, dado que cada um deles tem um impacto diferenciado na produção de biogás. Esta classificação é importante para derivar coeficientes técnicos de produção posteriormente, úteis para a construção das relações insumo-produto.
- 3) Uso (por tipo de energia gerada ou biometano). Tem a ver com questões técnicas e novamente vão alimentar os coeficientes técnicos de produção.
- 4) Aproveitamento (segundo o usuário final, seja ele o próprio produtor mediante autoconsumo, ou tenha algum arranjo comercial com terceiros). A questão aqui é que em um caso o aproveitamento gera transações explícitas, enquanto no outro é a própria empresa que aproveita o biogás. Nesse caso, a empresa precisa estimar não quanto dinheiro recebe pela venda, mas quanto dinheiro poupa ao comprar menos eletricidade e/ou combustível no mercado.

Esquema 2. Dados primários qualitativos para desenvolver indicadores

Dados primários qualitativos	Abertura	Informação que fornece sobre a planta
Situação	Em operação Em reforma Em implantação	Produzindo ou não
Categoria	Agropecuária Indústria RSU ou Estação de Tratamento de esgoto	Substrato
Uso	Energia elétrica Energia mecânica Energia Térmica Biometano	Destino
Aproveitamento do biogás	Autoconsumo Arranjo comercial com terceiros (por exemplo, venda)	Usuário final

Fonte: Elaboração própria.

Dispondo dos dados primários quantitativos e qualitativos acima descritos, o passo seguinte foi confeccionar indicadores que constituem transformações dos dados primários (geralmente quocientes), cada um dos quais visa uma utilidade diferente no estudo.

No Esquema 3 são apresentados os indicadores quantitativos que foram calculados a partir dos dados primários dos Esquemas 1 e 2. Três deles podem ser caracterizados como de produtividade parcial. Esses dados ajudaram a estimar coeficientes técnicos no modelo Insumo-Produto ao calcular a relação entre o biogás gerado, a energia elétrica gerada e o biometano produzido, com o emprego criado em cada categoria (setor ou atividade) e uso.

Cinco indicadores a mais permitem calcular o quociente entre investimento, substrato processado e produção, com o emprego criado na atividade de produção de biogás. Além disso, fornecem coeficientes técnicos úteis para a construção da matriz insumo-produto. Também existem duas relações que é possível estabelecer entre investimento e capacidade de processamento de substrato, assim como investimento e produção efetiva, respectivamente. Esses indicadores também contêm coeficientes técnicos.

Por último, preços relativos podem se construir entre o biogás e a eletricidade, o diesel e o biometano, constituindo indicadores do potencial de novos investimentos ao informar as possibilidades de uso do biogás para produzir diferentes tipos de energia que substituem fontes fósseis.

Esquema 3: Indicadores quantitativos obtidos a partir dos dados primários.

Indicadores quantitativos	Tipo	Objetivo
Fatores de conversão		
M3 de biogás gerado/emprego criado	Produtividade parcial (abertura por substrato)	Pedidos pela UNIDO
Kw energia gerada/emprego criado		Ajudam a estimar coeficientes técnicos
M3 de biometano produzido/emprego criado		
Para utilizar em simulações		
Investimento/emprego criado	Investimento ou produtividade média por unidade de emprego gerado	Obter Coeficientes técnicos
Capacidade/emprego criado		
Investimento/capacidade		
Investimento/produção		

Fonte: Elaboração própria.

Os indicadores qualitativos apresentados no Esquema 4 podem se classificar em quatro grupos, sendo todos descritivos. Cada indicador deste tipo mostra uma participação no total. Em cada caso, os indicadores são de Capacidade de Processamento de Substrato (teto produtivo), Produção (efetivamente atingida e reportada), Emprego (declarado) e Investimento (feito até a data). Eles se referem, respectivamente, à situação da empresa (em operação ou em implantação), à categoria (agropecuária, indústria ou resíduos urbanos), ao destino intermediário (produzir eletricidade, energia mecânica, energia térmica ou biometano), e ao destino do biogás (autoconsumo ou arranjo comercial).

Esquema 4. Indicadores qualitativos obtidos a partir dos dados primários.

Indicadores qualitativos	Tipo	Objetivo
Capacidade de processamento por situação	Descritivo	Em operação
Produção por situação		Em implantação
Emprego por situação		

Investimento por situação		
Capacidade de processamento por categoria	Descritivo	Agropecuária
Produção por categoria		Indústria
Emprego por categoria		RSU ou Estação de Tratamento de esgoto
Investimento por categoria		
Capacidade de processamento por uso (destino)	Descritivo	Energia elétrica
Produção por uso (destino)		Energia mecânica
Emprego por uso (destino)		Energia Térmica
Investimento por uso (destino)		Biometano
Capacidade de processamento por aproveitamento	Descritivo	Autoconsumo
Produção por aproveitamento		Arranjo comercial
Emprego por aproveitamento		
Investimento por aproveitamento		

Fonte: Elaboração própria.

2.5 Informação compilada das pesquisas aos expansores de emprego

O passo seguinte do estudo era caminhar dos dados amostrais para os valores universais. Dessa forma, foram estimados os coeficientes de emprego e expandidos ao nível da população. Chamando L ao emprego foram estimados coeficientes de emprego L/Nm³ (utilizando primeiro como numerador aos operários e expandindo depois a todos os trabalhadores). Da mesma maneira, a produção de biogás foi avaliada economicamente, levando em conta que a maioria do biogás é utilizado para gerar eletricidade e que há valores dela nos três estados. Assim, se estimaram L/VBP (sendo VBP o valor bruto da produção), ao nível amostral e expandidos a nível da população).

Esses coeficientes L/Nm³ e L/VBP foram aplicados aos VBP das matrizes de insumo-produto, apresentadas abaixo, para calcular o nível de emprego em cada setor de biogás. Estes valores podem ser considerados mínimos, e abrangem tanto operários como outros funcionários administrativos, comerciais, de manutenção, gerência compartilhada com o resto das atividades desenvolvidas por cada empresa etc.

O cálculo em alguns setores foi mais direto (BIOPEC, BIOABA, BIOCER) e em outros, indireto (BIOPEC, BIOSUC, BIOESG).

Nos casos de BIOPEC, BIOABA e BIOCER dispomos da produção que pode se conectar com emprego, apresentada na Tabela 1. Para esses três setores também há o número de operários afetados pela produção de biogás. Dividindo operários informados na amostra (coluna D da Tabela 2) na produção amostral (coluna B da Tabela 2), obtém-se Operários/Nm³ (coluna E da Tabela 2). Esse coeficiente se multiplica pela produção da amostra completa (lembre-se que os dados de produção eram muito mais abundantes do que os de emprego) e assim se construiu a Coluna F da Tabela 2 (Operários Expandidos, ou seja os operários que todo o setor emprega a partir das relações emprego/produção obtidas na amostra.

Por último, os operários foram expandidos por um múltiplo de 2,92, derivado do estudo de biomassa de Perrota (2021), gerando a coluna G. Essa coluna apresenta o total de operários expandidos mais outros funcionários (administrativos etc.).

No setor BIOFEC o ajuste foi menor, originado no fato que a produção do valor universal é reportada como menor do que a da amostra. Nosso critério foi considerar o dado da população (o menor dos dois) na estimativa da coluna E. Ou seja, nesse caso a Coluna E é obtida como D/C ao invés de D/B como nos casos anteriores. O resto do processo para chegar ao emprego expandido é semelhante ao descrito acima.

No setor BIOSUC o problema era diferente: havia informação de produção universal, mas não de dados amostrais de emprego e de produção. Logo, o critério para determinar a coluna foi utilizar o fator operário/produção que informa IBGE para todo o setor sucroalcooleiro. Esse dado foi aplicado à produção da população (o único dado disponível) e o número de operários resultantes foi expandido com o mesmo critério a todos os empregos, seguido nos outros quatro setores já apresentados.

Por último, foi analisado outro setor complexo e importante: o de RSU e esgoto. Os Dados CIBiogás informava a produção de várias empresas de RSU e a Pesquisa GEF Biogás Brasil de uma de tratamento de esgoto que abrange todo o estado do Paraná. Entretanto, somente na pesquisa GEF Biogás Brasil havia informação simultânea de produção e emprego, porém sem discriminar pessoal de biogás dos restantes operários da empresa.

Partimos do fato que ela informou operar 255 unidades produtoras de biogás. Fizemos a estimativa mais conservadora de que cada unidade fora operada por uma só pessoa. Esse emprego foi dividido pela produção de biogás da SANEPAR e esse coeficiente foi utilizado como o do setor na coluna E (ou seja, 255 imputados/16,5 milhões de Nm³ de biogás). Depois, esse valor foi expandido com a produção de toda a população N (na coluna c), e expandido aos empregos totais do mesmo jeito que o resto dos setores.

Com essa metodologia, os operários expandidos para os seis setores nos três estados são 1197 pessoas, e o emprego total atinge, segundo nossa estimativa, 3494 pessoas. Todo o processo de cálculo utiliza informação processada das pesquisas, do IBGE, e critérios transparentes e conservadores para chegar aos números finais que foram depois utilizados na construção das matrizes de insumo-produto e os modelos que geram a linha de base, o

impacto dos cenários e sua sensibilização.

Tabela 2. Dos dados nas pesquisas aos dados de emprego desagregados por setor produtor de biogás.

Setor	Empresas na amostra	Produção Biogás Milhões Nm3 (n)	Produção Biogás Milhões Nm3 (N)	Operários (n)	Operários / Milhão Nm3 (n)	Operários Expandidos	Operários Expandidos + Administrativos
	A	B	C	D	E = D/B	F = C x E	G = F x 2,92 ****
BIOPEC	41	24,374	59,597	108	4,4	264	771
BIOABA	4	6,461	28,861	17	2,6	76	222
BIOFEC *	17	46,530	22,147	30	1,4	30	88
BIOSUC **	-	-	65,489	-	2,2	141	413
BIOCER	1	0,438	5,809	2	4,6	27	77
BIOESG ***	1	16,532	121,042	255	5,4	659	1923
Total	64	94,334	302,945			1.197	3.494

Notas: *Para BIOFEC o dado da amostra completa (pesquisas que só responderam sobre produção e não sobre emprego) é menor do que aquele da amostra reduzida (dados correspondentes de produção e emprego). Para determinar a razão operários / milhão de Nm3, foi utilizado no denominador o menor dos dois valores (que corresponde à amostra de tamanho N).

** No setor BIOSUC não temos dados amostrais que permitam relacionar produção com operários. Tendo dados somente de produção, o critério foi utilizado o coeficiente emprego / produção do setor sucroalcooleiro completo no Brasil, que provém do IBGE.

***No caso de BIOESG, não dispomos de dados de operários. Apenas sabemos que toda a carteira assinada da empresa SANEPAR (a única que forneceu emprego é de 6413 pessoas. Como a empresa conta com 255 unidades produtoras de biogás, nossa premissa conservadora foi supor um operário por unidade. O coeficiente Operários/Milhão Nm3 foi calculado, por sua vez, como a produção dessa empresa dividida pelos operários imputados. Esse coeficiente foi utilizado depois para expandir ao todo o setor, dividindo a produção (N) pelos trabalhadores imputados e chegando ao valor 659.

****Para expandir o emprego de operários a operários + administrativos (emprego direto total do setor biogás) se utilizou como expensor o coeficiente 2,92 cuja fonte é o estudo sobre biomassa de Perrotta (2021). Ou seja, existem 1,92 empregados administrativos por cada um na área de produção.

Fontes: Elaboração própria a partir dos Dados CIBiogás, Pesquisa GEF Biogás Brasil e Perrotta (2021)

3. Matrizes Insumo-Produto dos estados do Sul do Brasil

Em seguida, são apresentados os dados secundários requeridos com as fontes de informação necessárias para as atualizações das MIP existentes e as extensões com as aberturas setoriais relevantes para a cadeia de valor do biogás, além de suas respectivas contas-satélites de emprego. Também são detalhadas as fontes primárias utilizadas nas metodologias de construção das MIP regionais condicionadas à disponibilidade e qualidade dos dados.

Uma MIP representa as relações interindustriais baseadas principalmente em informação nacional. Para construir MIP regionais é preferível ter acesso às Matrizes de Contabilidade Social (MCS) ou MIP oficiais e com dados homogêneos. Todavia, eles são às vezes difíceis de encontrar em nível subnacional ou regional, mas os institutos nacionais de estatísticas usualmente oferecem um conjunto de diferentes variáveis (por exemplo, valor bruto da produção, valor adicionado aos níveis setorial e regional), e bases de dados que permitem ajudar a construir MIP regionais estendidas. Por isso, outra informação mais específica e desagregada deve ser incorporada.

No caso do Brasil, ao nível da União, está disponível a MIP nacional para 2015² no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) com um detalhe setorial aberto em 67 setores. Alguns setores são relevantes para a cadeia de valor do biogás no grau de agregação existente, mas outros setores requerem de aberturas mais detalhadas: por exemplo, suinocultura, bovinocultura e avicultura (para atividades pecuárias); cerveja, farinhas e açúcar e álcool (para indústrias de transformação); resíduos sólidos urbanos (atividades de gestão de lixo urbano) e esgoto (processos de tratamento).

Para os estados de RS e PR existem MIP regionais para os anos 2008 e 2015 respectivamente, mas com uma abertura setorial muito mais restringida que a MIP nacional. Elas foram desenvolvidas pela Fundação de Economia e Estatística (FEE) no RS, e pelo Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES) no PR, possuindo aberturas setoriais de 37 e 42 setores respectivamente, sem que o setor de biogás esteja discriminado em nenhuma delas. Estas MIP regionais do RS e do PR foram atualizadas para o ano 2018 da mesma maneira que a MIP nacional, modificando as aberturas para as necessidades do estudo. No entanto, não existindo uma MIP oficial para o estado de SC, foi preciso estimá-la a partir de métodos indiretos (ver próxima subseção) para o ano 2018, seguindo Haddad (2018).

² Ver MIP 2015 do Brasil no site do IBGE consultado em julho de 2021: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101604>

As três matrizes construídas têm a mesma abertura setorial (35 setores em total) para representar em forma homogênea a cadeia de valor do biogás (6 setores) em forma completa e assim capturar os efeitos setoriais associados à sua expansão tanto ao nível de produção como ao nível do emprego de mão de obra.

Para a atualização ao ano 2018 das matrizes dos três estados, utilizou-se a informação setorial e por atividade econômica publicada no Sistema de Contas Regionais do IBGE³. Esse sistema contém informação atualizada até o ano 2018. Essa fonte efetua uma abertura setorial em 18 setores produtivos. Foi utilizada como principal referência das variáveis agregadas e das principais atividades econômicas.

Em termos metodológicos, as matrizes foram atualizadas a partir de duas metodologias diferentes em função da informação disponível para a região em questão. Para RS e PR, considerando que já existem matrizes estimadas por fontes oficiais, as matrizes foram atualizadas mediante o método RAS (ver Anexo A), onde os dados para as orlas 2018 foram corrigidos tomando como referência os dados publicados para a região nesse mesmo ano. No caso de SC, devido à ausência de estimativas prévias, a matriz foi estimada mediante Métodos Indiretos (ver Anexo B), tomando como referência os dados de Valor Bruto da Produção (VBP) e consumos intermediários CI.

3.1. Aberturas relevantes

Esta seção tem como objetivo apresentar os resultados das aberturas feitas a fim de descrever a cadeia de valor da produção de biogás para cada região e a origem da informação. Devido à grande quantidade de setores a que cada região tinha uma abertura diferente, foi feita uma homogeneização dos resultados permitindo a comparabilidade entre estados (as tabelas completas por setor podem ser consultadas em anexo). Durante o trabalho de abertura setorial, foram enfatizados aqueles setores que formam parte da cadeia de valor do biogás. São eles:

- Milho
- Mandioca
- Cana de Açúcar
- Gado Bovino
- Gado Suíno

³<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9054-contas-regionais-do-brasil.html?=&t=resultados>

- Avicultura
- Abatedouros
- Farinhas
- Complexo Sucroalcooleiro
- Cervejas, laticínios e outras indústrias alimentares
- Biogás

A produção de biogás utiliza como substrato resíduos das atividades agrícolas, pecuárias, industriais, resíduos sólidos urbanos e resultantes de tratamento de esgoto. Neste estudo são classificados 6 setores produtores de biogás segundo a atividade em que o substrato se origina: 1) pecuária (BIOPEC), 2) abatedouros (BIOABA), 3) fecularias (BIOFEC), 4) complexo sucroalcooleiro (BIOSUC), 5) cerveja, laticínios e outros alimentos (BIOCER) e 6) resíduos sólidos urbanos e plantas de tratamento de esgoto (BIOESG). Essas aberturas mostram os vínculos e os encadeamentos, oferecendo uma melhor representação da economia regional.

A metodologia empregada para construir as Matrizes Insumo-Produto (MIPs) foi compatibilizadas para os três estados da região sul do Brasil, adequados aos diferentes intervalos qualitativos e incluídos os setores de biogás. As MIPs dos três estados (PR, SC e RS) têm abertura em 35 setores, dos quais, 6 são subsetores de biogás processando diferentes substratos (pecuária -bovinos, suínos, aves-, agroindústria -abatedouros, fecularias, cervejarias, laticínios e outros-, RSU e esgoto tratado), cuja lista se apresenta na Tabela 3.

Tabela 3: Aberturas setoriais utilizadas nas matrizes insumo-produto dos três estados do Sul

Ordem	Nome curto	Nome completo
1	MILH	Milho
2	MAND	Mandioca
3	AÇUC	Cana de Açúcar
4	GBOV	Gado Bovino
5	GSUI	Gado Suíno
6	GAVI	Aviário
7	BIOPEC	Biogás produzido a partir da atividade pecuária
8	RAGR	Resto Agropecuária, Produção florestal, pesca e aquicultura

9	INDEXT	Indústrias extrativas
10	ABAT	Abatedouros
11	BIOABA	Biogás produzido nos abatedouros
12	FARI	Farinhas
13	BIOFAR	Biogás produzido nas fecularias
14	SUCR	Complexo Sucrialcooleiro
15	BIOSUC	Biogás produzido no complexo sucrialcooleiro
16	CERV	Cervejas
17	BIOCER	Biogás produzido nas indústrias da cerveja, laticínios e outros alimentos
18	PGQ	Refino de Petróleo e Gás e Produtos Químicos
19	MAQ	Máquinas e Equipamentos, Inclusive Manutenção e Reparos
20	AUT	Indústria Automobilística
21	RINDTRA	Resto de indústrias de transformação
22	ELEC	Eletricidade
23	BIOESG	Biogás produzido a partir de esgoto tratado e resíduos sólidos urbanos
24	EGAE	Resto de eletricidade, gás e água
25	CONS	Construção
26	COMÉ	Comércio e reparação de veículos automotores e motocicletas
27	TRAN	Transporte, armazenagem e correio
28	ALoj	Alojamento e alimentação
29	INFO	Informação e comunicação
30	FINSEG	Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados
31	IMOB	Atividades imobiliárias
32	PROF	Atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares
33	ADMI	Administração, defesa, educação e saúde públicas e seguridade social
34	ARTE	Artes, cultura, esporte e recreação e outras atividades de serviços
35	SERD	Serviços domésticos

Fonte: Elaboração própria.

3.2. Fontes de informação secundária para a construção das MIP estaduais

A seguir, expõem-se as fontes de informação secundárias para as MIP regionais do PR, SC e RS. Cada uma dessas matrizes contém a máxima abertura setorial possível com a informação levantada.

Esquema 5: Dados secundários utilizados no estudo e sua origem

Dado	Ano	Fonte
MIP Nacional	2015	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)
Valores Brutos de Produção	2018	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)
MIP regional Paraná	2015	Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES)
MIP regional Rio Grande do Sul	2008	Fundação de Economia e Estatística (FEE)
Fatores de Conversão e Potenciais	2019	GEF Biogás Brasil
Parâmetros Técnicos e Dados dos Setores de Biogás	2019	GEF Biogás Brasil
Quantidades, Preços e VBP Setoriais	2017	Censo Agropecuário (IBGE)
Produção Setorial	2019	Produção Agrícola Municipal (PAM)
Preços Setoriais	2018	Pesquisa de Orçamentos Familiares

Fonte: Elaboração própria.

3.3. Tratamento dos dados para manter a consistência

Para manter a consistência dos dados após realizar as aberturas setoriais, e incorporar nova informação de forma a refletir a cadeia de valor do biogás, aplicou-se o método RAS (Anexo A). O método, aplicado às MIPs dos três estados, é um algoritmo que, partindo de uma matriz inicial e de vetores que contenham as somas totais das linhas e colunas (“orlas”), procura construir uma matriz que respeite os totais. O algoritmo realiza um processo iterativo que busca vetores que respeitem as estruturas dos totais estabelecidos, tomando como referência as distribuições atribuídas na matriz original. Foram utilizados como valores das orlas dados de valores brutos da produção setoriais do sistema de contas regionais do IBGE (Em <https://www.ibge.gov.br/en/statistics/economic/national-accounts/16855-regional-accounts-of-brazil.html?=&t=resultados>)

3.4. Apresentação das MIPs estaduais

Foi possível estimar, com sucesso, as matrizes regionais dos três estados sob análise com a abertura setorial uniforme de 35 setores (6 deles de biogás). A abertura se concentra na cadeia obtenção de biogás. A Tabela 4 expõe os resultados para os principais valores que compõem as matrizes.

Tabela 4. Composição da oferta e a demanda total por estado (milhões de reais de 2018)

Paraná			
Oferta total	1.198.422	Demanda Total	1.198.422
Compras intermediárias nacionais	41,6%	Vendas intermediárias	41,6%
Compras intermediárias importadas	21,4%	Exportações	22,0%
Valor Agregado Bruto	31,9%	Formação Bruta de Capital Fixo e Variação de Existências	6,9%
Impostos netos de subsídios	5,1%	Governo	5,7%
		Consumo Privado	23,8%
Rio Grande do Sul			
Oferta total	1.142.867	Demanda Total	1.142.867
Compras intermediárias nacionais	42,0%	Vendas intermediárias	42,0%
Compras intermediárias importadas	19,1%	Exportações	21,9%
Valor Agregado Bruto	34,7%	Formação Bruta de Capital Fixo e Variação de Existências	6,8%
Impostos netos de subsídios	4,1%	Governo	5,6%
		Consumo Privado	23,6%
Santa Catarina			
Oferta total	620.997	Demanda Total	620.997
Compras intermediárias nacionais	42,1%	Vendas intermediárias	42,1%
Compras intermediárias importadas	14,7%	Exportações	14,4%
Valor Agregado Bruto	39,9%	Formação Bruta de Capital Fixo e Variação de Existências	4,8%
Impostos netos de subsídios	3,3%	Governo	7,3%
		Consumo Privado	31,4%

Fonte: Elaboração Própria com base no IBGE

Em termos de oferta, o maior estado é o Paraná, que está muito próximo ao Rio Grande do Sul, com produções totais de 1,2 e 1,14 trilhões de reais de 2018, respectivamente. O valor adicionado representa respectivamente 32% no PR e quase 35% da oferta no RS.

Em termos de compras, a demanda intermediária é o principal componente em todos os estados, chegando até 42%. No entanto, na demanda final, o consumo privado e as exportações são os principais elementos que diferenciam cada caso. Em Anexo se mostra a participação em diferentes indicadores dos componentes setoriais em cada estado.

O setor que ocupa a maior participação nos três estados é o Resto de Atividades Industriais, que atinge 21% do VBP para o PR, quase 23% para o RS e 34% para Santa Catarina. O setor que segue em importância é Refino de Petróleo em PR e RS, e Serviços de Comércio em SC.

Nos três estados, as atividades que geram maior valor agregado são o de serviços. Particularmente, destacam-se os casos das Atividades Imobiliárias e Empresariais, Administração Pública, Serviços de Lazer e Serviços Domésticos.

As atividades produtoras de biogás são pequenas em relação tanto ao VBP como ao VA, entretanto, a relação entre o primeiro e o segundo é de 16% em média, indicando que os setores produtores de biogás têm importantes efeitos sobre outros setores pelas suas compras intermediárias.

Com relação à demanda final, o aporte de uma unidade adicional de produção à demanda final é muito variável segundo o setor e o estado.

4. Modelo Insumo-Produto regional

Construídas as matrizes de Insumo-Produto, elas alimentam os Modelos de Insumo-Produto que permitem calibrar a situação inicial e aplicar choques que reconfiguram o modelo e sensibilizá-los.

4.1. Aspectos metodológicos do modelo I-P

Na sua forma básica, um modelo Insumo-Produto é um sistema de n equações lineares com n incógnitas, cuja principal finalidade é analisar mudanças da demanda e relações intersetoriais (quem compra de quem, e quem vende para quem).

Cada uma das equações descreve a trajetória de um produto ou serviço ao longo de toda a economia. A natureza linear deste sistema de equações faz com que a representação matricial seja bastante direta e facilite a resolução do exercício.

Estes modelos são construídos a partir da informação que provêm de uma matriz de Insumo-Produto que contém informação dos fluxos intersetoriais, a estrutura da demanda final e o valor adicionado dos diferentes setores de atividade. O suposto subjacente nessas matrizes é a ideia de fluxo circular, ou seja, que todas as despesas de um agente constituem receitas de outro.

Por exemplo, se o setor Maquinaria vende um produto ao setor Construção, isso implica receita para o primeiro e despesa pelo mesmo valor para o segundo. Dessa forma, obtém-se uma estrutura matricial consistente, que atinge as condições orçamentárias básicas: tudo o que é produzido, é demandado (por alguém).

Para descrever o modelo Insumo-Produto, suponha-se uma economia com n setores produtivos. As vendas que faz o setor i , são a soma das vendas que esse setor realiza aos outros em conceito de consumos intermediários (ou seja, venda de insumos para terceiros setores) com mais as vendas feitas à demanda final (consumo privado e público, investimento e exportações). Em termos matemáticos:

$$x_i = z_{i1} + \dots + z_{in} + f_i = \sum_{j=1}^n z_{ij} + f_i$$

Onde as x_i são as vendas totais do setor i , as z_{ij} são as vendas do setor i ao setor j , e f_i são as vendas à demanda final do setor i . A ideia dos coeficientes fixos é bem importante nesta teoria, implicando que os fluxos interindustriais de i a j dependem completamente da produção no setor i . Dessa forma, nos modelos Insumo-Produto, as compras intersetoriais são uma proporção do produto do setor comprador.

Os coeficientes fixos surgem do quociente das compras entre dois setores e o produto do setor comprador, e representam que proporção do produto corresponde ao insumo que está sendo comprado. Em termos matemáticos:

$$a_{ij} = z_{ij}/x_j$$

Trocando os termos z_{ij} por seus equivalentes em coeficientes fixos:

$$x_i = a_{i1}x_1 + \dots + a_{in}x_n + f_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j + f_i$$

A equação pode ser reproduzida para qualquer setor da economia, obtendo o sistema de equações:

$$\begin{aligned}
x_1 &= a_{11}x_1 + \dots + a_{1n}x_n + f_1 \\
x_2 &= a_{21}x_1 + \dots + a_{2n}x_n + f_2 \\
&\vdots \\
x_n &= a_{n1}x_1 + \dots + a_{nn}x_n + f_n
\end{aligned}$$

Este pode ser escrito em forma matricial como:

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} f_1 \\ f_2 \\ \vdots \\ f_n \end{bmatrix}$$

Que em forma compacta se pode escrever como:

$$X = AX + f$$

Onde X é o vetor que contém a produção de cada setor, A é a matriz de coeficientes técnicos e f é o vetor que contém as demandas finais de cada setor. Da equação anterior pode se despejar X , obtendo:

$$X = (I - A)^{-1}f = Lf$$

Onde $(I - A)^{-1} = L$ é conhecida como a Matriz Inversa de Leontief. A matriz L surge dos dados disponíveis na Matriz de Coeficientes Técnicos. Desta forma, pode-se modificar o vetor F e medir quanto mudam os elementos de X , ou seja, os níveis de produto de cada setor.

4.2. Calibração do modelo e situação de base

A seguir, a Tabela 5 apresenta os resultados por setor e por estado do modelo calibrado inicial. Em conjunto, o setor produtor de biogás gera 303 milhões de Nm³ de biogás, que equivale a uma geração de eletricidade de 457.500 MWh. Em termos econômicos, esses números se traduzem em 85 milhões de dólares de VBP para a região Sul do país, ou um valor agregado de 13,86 milhões de dólares (VA ou PIB setorial). Como a composição de setores produtores de biogás é diferente em cada estado, a relação entre emprego gerado por unidade de VA ou de VBP é ligeiramente diferenciada entre estados, atingindo valores de 252 e 41 empregos por milhão de USD de produção em cada caso.

Tabela 5: Brasil 2018. Modelo calibrado inicial.

Estado	Setor produtor de biogás	Biogás produzido (Nm3/ano)	Eletricidade equivalente gerada (MWh)	VBP (Milhões de USD a preços de 2018)	VA (Milhões de USD a preços de 2018)	Emprego gerado por unidade de VA no setor (pessoas / Milhões de USD a preços de 2018)	*Emprego gerado por unidade de VBP no setor (pessoas / Milhões de USD a preços de 2018)
PR	BIOPEC	35.136.193	53.056	5,98	0,99	328,46	54,57
	BIOABA	22.657.118	34.212	5,98	0,99	164,71	27,36
	BIOFAR	21.792.817	32.907	5,75	0,96	89,87	14,93
	BIOSUC	4.413.006	6.664	17,19	2,82	145,61	23,87
	BIOCER	65.149.022	98.375	1,16	0,19	283,76	47,14
	BIOESG	46.868.322	70.771	12,36	2,07	304,01	50,80
SC	BIOPEC	19.305.653	29.152	6,37	0,89	392,41	54,57
	BIOABA	1.016.867	1.535	0,34	0,05	196,78	27,36
	BIOFAR	269.514	407	0,09	0,01	107,37	14,93
	BIOSUC	213.462	322	0,00	0,00	173,61	23,87
	BIOCER	158	0	0,07	0,01	339,00	47,14
	BIOESG	7.175.236	10.835	2,35	0,33	360,79	50,80
RS	BIOPEC	5.154.984	7.784	1,78	0,30	328,46	54,57
	BIOABA	5.187.222	7.833	1,79	0,30	164,71	27,36
	BIOFAR	85.030	128	0,03	0,00	89,87	14,93
	BIOSUC	1.182.756	1.786	0,12	0,02	145,61	23,87
	BIOCER	339.832	513	0,41	0,07	283,76	47,14
	BIOESG	66.998.073	101.167	23,14	3,87	304,01	50,80
PR	TOTAL	196.016.478	295.985	48	8,02	208,13	34,47
SC	TOTAL	27.980.889	42.251	9,22	1,29	374,02	52,18
RS	TOTAL	78.947.896	119.211	27,27	4,55	295,29	49,30
Sul	TOTAL	302.945.263	457.447	84,90	13,86	252,16	41,15

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 6 apresenta tanto o VBP (em USD de 2018), como os empregos expandidos (operários, administrativos e outros) nos seis setores, nos três estados e na região Sul, e permitem comparar o tamanho de todos os setores produtores de biogás com as economias dos estados e da região. Como dito anteriormente, o VBP conjunto dos setores somados de biogás atinge 85 milhões de dólares (Tabelas 5 e 6) e emprega 3494 pessoas (Tabelas 2 e 6). No entanto, a economia da região gera um VBP de USD 808,5 bilhões e emprega 14,43 milhões de pessoas. Ou seja, o setor produtor de biogás compõe somente 0,01% do VBP e 0,024% do emprego da região Sul.

Tabela 6: Modelo calibrado inicial (antes de aplicar os choques)

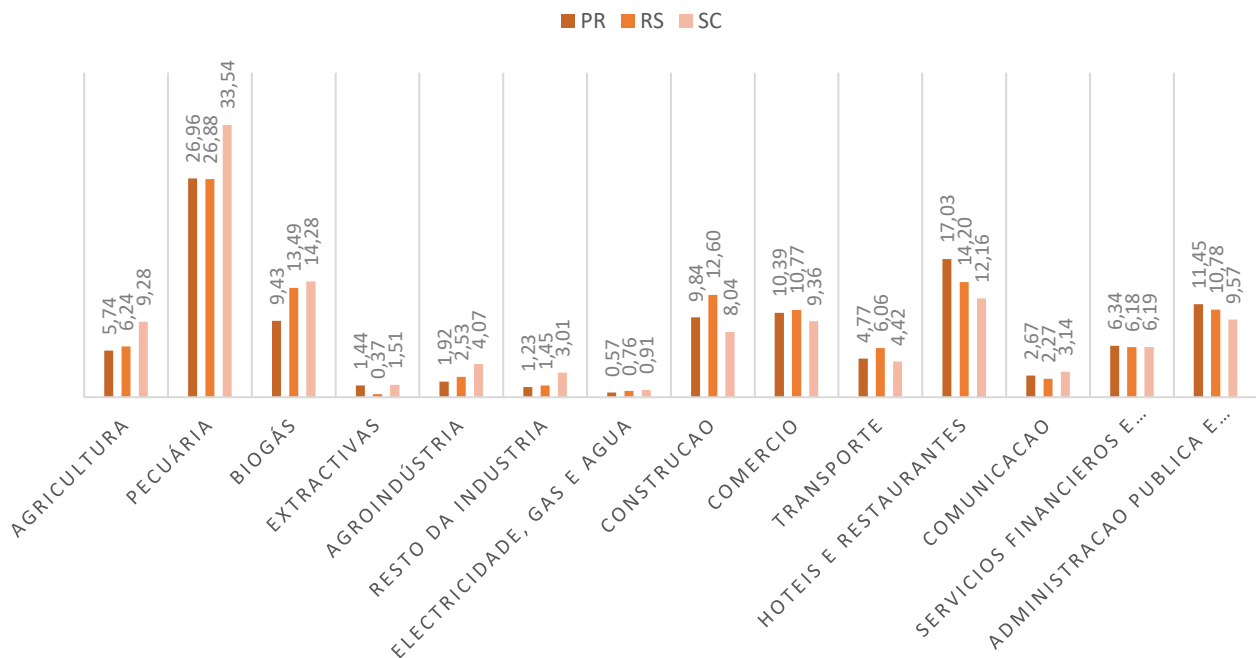
	PR		RS		SC		Sul	
Setor	VBP (MM USD)	Emprego (postos de trabalho)	VBP (MM USD)	Emprego (postos de trabalho)	VBP (MM USD)	Emprego (postos de trabalho)	VBP (MM USD)	Emprego (postos de trabalho)
BIOPEC	5,98	326	1,78	97	6,37	348	14,13	771
BIOABA	5,98	164	1,79	49	0,34	9	8,10	222
BIOFEC	5,75	86	0,03	0	0,09	1	5,87	88
BIOSUC	17,19	410	0,12	3	0,00	0	17,30	413
BIOCER	1,16	55	0,41	19	0,07	3	1,64	77
BIOESG	12,36	628	23,14	1.175	2,35	120	37,86	1923
TOTAL BIOGAS	48,41	1669	27,27	1344	9,22	481	84,90	3494
TOTAL ESTADO	327.963	5.414.812	310.592	5.456.131	169.944	3.559.424	808.499	14.430.367
% DA REGIÃO	40,56%	37,52%	38,42%	37,81%	21,02%	24,67%	100,00%	100,00%

Fonte: Elaboração própria.

O Gráfico 1 apresenta de maneira comparativa os coeficientes de emprego/VBP segundo a informação desenvolvida neste projeto para as MIPs e os vetores de empregos consistentes em termos setoriais. Estas relações nos setores de biogás são comparáveis aos setores da construção, o comércio e outros serviços (como hotéis e restaurantes, administração pública e outros). Os setores da indústria geradores de eletricidade ou extrativos, como o petróleo e gás, são menos intensivos em trabalho por dólar produzido. No entanto, os setores das

atividades pecuárias se apresentam como muito mais demandantes de trabalho por unidade monetária de VBP.

Gráfico 1. Comparação dos coeficientes de emprego/VBP dos grandes setores das MIPs estaduais



Fonte: elaboração própria com base nas MIPs estaduais e os vetores de emprego estaduais deste projeto.

É importante destacar, para o que segue, que os modelos incorporam alguns parâmetros tecnológicos para chegar aos números econômicos. Temos confeccionado conversores de biogás produzido por tonelada de substrato processado de Mariani (2019), agregados ao nível do setor produtor, formados como média ponderada dos diferentes substratos processados em cada setor. No caso da pecuária, o coeficiente considerado é diferente nos três estados, no entanto nos demais setores é uniforme para os três estados.

Um outro coeficiente importante é a eletricidade gerada por m³ de biogás. Nesse caso foi adotado um valor técnico uniforme de eficiência energética na conversão de 1,51 kWh/Nm³. Outro valor importante é o custo de uma unidade de capacidade produtiva equivalente a um MW obtido a partir de biogás. Estabeleceu-se esse valor em USD 3,13 milhão a preços de 2018. A porcentagem estimada de autoconsumo foi fixada em 90% para todos os setores e estados. O resto é venda e minimamente produção de biometano, ainda não desenvolvidos no Sul do país.

Para finalizar, temos a conversão de Nm3 de biogás produzido em empregos que é o equivalente com unidades físicas ao apresentado em termos monetários na Tabela 2. Em média para a região do Sul o setor da produção de biogás gera 11,5 empregos/Nm3 de biogás, sendo esse coeficiente nos estados de SC e PR maior do que 17 empregos/Nm3 de biogás, comparativamente mais elevados do que no RS pelo peso relativo de substratos da atividade pecuária.

Tabela 7: Coeficientes técnicos de conversão

Estado	Setor produtor de biogás	Biogás produzido por tonelada de substrato processado (Nm3/toneladas)	Eletricidade gerada por m3 de biogás (kWh/Nm3)	Investimento por unidade de capacidade de produção um MW de eletricidade que provém de biogás (USD a preços de 2018)	Porcentagem estimado de autoconsumo (%)	Emprego gerado por unidade de produto (pessoas/Milhões Nm3)
PR	BIOPEC	47,23	1,51	3.130.781	90%	9,28
SC	BIOPEC	35,83				18,02
RS	BIOPEC	40,88				18,85
Sul	BIOABA	98,62				9,45
Sul	BIOFAR	5,90				5,16
Sul	BIOSUC	13,43				2,37
Sul	BIOCER	82,92				56,67
Sul	BIOESG	N/D				17,54
PR	TOTAL					8,51
SC	TOTAL					17,20
RS	TOTAL					17,03
Região Sul	TOTAL					11,53

Fontes: Para autoconsumo, Dados CIBiogás (Freddo et al., 2019) e Pesquisa GEF Biogás Brasil. Para gerar os valores de conversão de substrato em biogás em cada setor: Mariani (2019), e UNIDO para investimento.

Com o propósito de comparar a geração de emprego por unidade física produzida no setor de biogás com outros energéticos tradicionais (petróleo, gás a hidroeletricidade) e renováveis (solar e eólica), tivemos que converter as unidades físicas próprias de cada energético em TJ (Tabela 8).

O setor de biogás da região do sul apresenta um coeficiente de emprego por TJ similar a geração elétrica solar, mas é mais intensivo em trabalho que os setores de petróleo e gás, hidroeletricidade e energia eólica. Logo, incentivar os setores de novas formas de energias renováveis como o biogás não só são ambientalmente preferíveis como também socialmente benéficas por sua maior capacidade de gerar mais postos de trabalho por TJ produzido.

Tabela 8: Comparação dos Coeficientes técnicos de emprego por TJ do biogás e outros energéticos

Setor	Região	Produção	Unidade de medida	Empregos	Emprego/ Unidade de medida	Emprego/ TJ
Petróleo e Gás	Brasil	6.397.848		330.000	0,05	0,05
			TJ			
Hidroelétrica	Brasil	396.381		175.800	0,44	0,12
			GWh			
Solar	Brasil	10.717		68.000	6,35	1,76
			GWh			
Eólica	Brasil	55.986		40.000	0,71	0,20
			GWh			
Biogás	Sul do Brasil	303		3.494	11,53	1,48
			Nm3			
	PR	78,95		1.344	17,03	2,19
			Nm3			
	SC	27,98		481	17,20	2,21
			Nm3			
	RS	196,02		1.669	8,51	1,09
			Nm3			

Nota: o fator de conversão de GWh a TJ é de 3,6 e de Nm3 a TJ é 7,8

Fonte: elaboração própria com base IEA Oil Information, para petróleo e gás, Balanço Energético Nacional 2021 para as gerações elétricas hidro e renováveis, vetor de emprego e MIPs próprias para o biogás.

4.3. Desenho e descrição de Cenários de simulação do desenvolvimento do biogás no Sul do Brasil

Tendo calibrado o modelo (linha de base), o passo seguinte na avaliação do potencial do setor para gerar emprego é definir cenários que impliquem choques na situação inicial e a modifiquem para discernir as mudanças nos resultados quantitativos, e explorar os multiplicadores nas diferentes atividades. Um fato importante que pode ser concluído da Tabela 6 anteriormente apresentada, é que o setor ainda é pequeno em termos de produção e emprego a respeito dos totais da região, gera mais empregos em média que o resto dos setores econômicos no seu conjunto (0,01% de produção de VBP na região, cria 0,024% dos empregos). Logo, o setor tem muito para crescer na produção e no emprego.

Um outro fato, que se deriva das pesquisas é que o uso da capacidade produtiva de biogás no Sul do Brasil é limitado, ou seja, existe uma importante capacidade ociosa. Uma pergunta lícita que um observador externo poderia se formular é o que aconteceria com a produção e o emprego no setor se a capacidade ociosa fosse aproveitada plenamente.

Além disso, poderia acontecer que, por razões ambientais, por exemplo, a política pública impulsiona a substituição de combustíveis fósseis na produção de eletricidade através do aumento do biogás produzido. Ainda que o Brasil tenha um forte componente hidroelétrico na sua matriz energética, é um país que consome importante volume de combustíveis fósseis. Então uma segunda pergunta poderia ser o que aconteceria caso fosse impulsionado o incremento na capacidade produtiva do setor. Assim como em biocombustíveis, às vezes a política é fixar uma porcentagem mínima de mistura de bioetanol e biodiesel na gasolina, poderia se pensar em uma cota de eletricidade produzida a partir do biogás. Que efeitos ela ou uma política semelhante de impulso aos investimentos no setor teria sobre a produção e o emprego no biogás?

Outra pergunta que um analista do setor poderia fazer é o que aconteceria se o enorme potencial de biomassa gerado no Sul de Brasil fosse aproveitado para produzir biogás e quantos empregos geraria.

Essas três perguntas servem para pensar três cenários, que chamamos respectivamente de demanda, de oferta e de substrato. No primeiro caso, nós perguntamos o que aconteceria caso fosse feito uso pleno da capacidade existente não utilizada, por exemplo, porque surgiu uma demanda acrescentada (devido a um aumento do preço relativo dos combustíveis fósseis, por exemplo). No segundo caso, nós perguntamos que efeito teria a realização de investimentos que estenderam a capacidade produtiva do setor, por exemplo, devidas às políticas públicas que impulsionam o setor. Finalmente, no terceiro caso, nós procuramos os resultados de aproveitar o enorme potencial de biomassa existente para produzir mais biogás.

Os cenários de oferta e de substrato têm uma diferença grande do cenário de demanda aumentada até atingir o máximo de capacidade: naqueles existe investimento em construção

de novas plantas, em novas maquinarias, e se gera um impacto temporário na produção e no emprego que é adicional ao impacto de maior uso de capacidade existente nos três cenários, que se prolonga pela vida útil da planta.

O esquema 6 define os cenários em termos qualitativos e fixa um valor quantitativo tentativo.

Esquema 6: Definição de Cenários

Cenário #	Nome	Sentido	Escopo
Incremento na demanda de biogás	Demanda	Uso pleno da capacidade existente não utilizada	Até 100% da capacidade existente
Incremento da capacidade produtiva	Oferta	Se realizam investimentos que estendem a capacidade do setor de produzir biogás	Até 100% mais capacidade da existente
Aproveitamento do potencial de substrato	Substrato	Se emprega na produção de biogás uma quantidade maior de substrato existente, em alguns casos, alcança com a capacidade existente, noutros tem que se expandir com investimentos	Até 100% de aproveitamento do substrato existente

Fonte: Elaboração própria.

4.4. Análise de multiplicadores de emprego

Os multiplicadores de emprego permitem caracterizar o impacto de cada setor no emprego total da região. Até o momento, tem-se descrito os resultados para as matrizes obtidas para cada estado, mas a utilização dos modelos de Insumo-Produto requer informação não contemplada nas matrizes estimadas. Para incorporar essa informação, é necessário confeccionar uma “conta-satélite”. Este é definido como um vetor de informação não compreendido dentro da matriz, porém útil para obter resultados a partir de um modelo.

Para os objetivos deste relatório, estimou-se o vetor de emprego por estado como uma conta-satélite. A Tabela 8 mostra os resultados dos vetores de emprego por estado. Nesse caso, se observa quantos trabalhadores emprega cada setor em cada estado e na região toda, e qual é o coeficiente de trabalhadores por unidades de VBP (em milhões de USD de 2018). É possível perceber na Tabela que a criação de emprego nos setores produtores de biogás é, em média, bem maior que no resto da economia, por unidade de VBP gerado.

Tabela 9: Vetor de emprego nos estados e na região Sul do Brasil, 2018.

Setor	PR		SC		RS		Sul	
	L	L/VBP	L	L/VBP	L	L/VBP	L	L/VBP
MILH	42.569	41,71	20.120	99,90	31.438	73,89	51.558	57,14
MAND	13.659	85,58	3.833	179,81	6.652	292,50	10.485	118,55
AÇUC	19.765	35,30	42	29,94	638	86,56	680	35,95
GBOV	131.713	435,57	83.296	799,43	141.894	352,01	225.190	440,79
GSUI	8.896	20,64	16.958	29,56	10.440	16,92	27.398	22,38
GAVI	25.015	26,39	23.700	71,10	16.207	23,30	39.907	32,84
BIOPEC	326	54,57	348	54,57	97	54,57	445	36,63
RAGR	332.103	18,75	185.333	31,15	410.836	21,34	596.169	21,63
INDEXT	11.317	5,26	5.267	5,53	10.775	1,36	16.042	2,48
ABAT	97.383	6,86	76.137	17,89	62.907	9,26	139.044	9,37
BIOABA	164	27,36	9	27,36	49	27,36	58	27,36
FARI	155	22,16	55	19,97	13	37,97	68	22,10
BIOFAR	86	14,93	1	14,93	0	14,93	2	14,93
SUCR	10.348	7,88	653	886,98	430	1.798,47	1.083	8,69
BIOSUC	410	23,87	-	23,87	3	23,87	3	23,87
CERV	7.234	8,43	6.079	4,63	15.222	8,87	21.301	7,34
BIOCER	55	47,14	3	47,14	19	47,14	23	47,14
PGQ	47.176	0,85	13.880	5,92	17.943	0,49	31.823	0,83
MAQ	47.883	5,21	67.975	16,09	67.240	5,60	135.215	7,20
AUT	40.644	2,63	18.083	6,78	36.123	2,13	54.206	2,70
RINDTRA	531.752	7,75	639.669	11,02	609.747	8,42	1.249.416	8,95
ELEC	14.655	2,51	8.855	2,69	17.508	4,57	26.363	3,17
BIOESG	628	50,80	120	50,80	1.175	50,80	1.295	34,10
EGAE	9.498	1,63	6.871	4,71	11.146	1,71	18.017	1,99
CONS	435.576	35,96	247.667	29,36	382.600	46,04	630.267	36,94
COMÉ	1.029.441	37,98	624.590	34,22	991.492	39,36	1.616.082	37,50
TRAN	297.358	17,44	163.669	16,14	275.895	22,16	439.564	18,59

ALOJ	258.107	62,24	153.377	44,44	239.586	51,91	392.963	53,31
INFO	79.640	9,77	53.071	11,47	70.772	8,30	123.843	9,55
FINSEG	68.728	8,02	50.115	11,11	71.660	6,07	121.775	7,66
IMOB	36.108	3,43	25.882	3,40	43.114	4,23	68.996	3,71
PROF	592.014	53,81	353.111	51,38	597.388	62,44	950.499	56,21
ADMI	838.273	46,25	519.469	40,98	925.295	34,04	1.444.764	39,37
ARTE	54.477	5,43	35.189	5,16	61.307	10,58	96.496	6,67
SERD	331.656	299,70	155.997	190,70	328.519	807,27	484.516	350,04
TOTAL BIOGÁS	1.669	34,00	481	52,00	1.344	49,00	3.494	150,38
TOTAL GERAL	5.414.812	60,33	3.559.424	76,53	5.456.131	64,19	9.015.555	65,22

Nota: L = emprego medido em pessoas empregadas, L/VA = emprego sobre valor agregado, medido em pessoas empregadas por milhões de USD de 2018. Fonte: Elaboração própria.

5. Resultados do impacto nas variáveis econômicas e de emprego nos cenários centrais

5.1. Resultados dos cenários centrais

No relatório, vamos chamar de cenários centrais os três propostos na Seção 4.3, e a comparação é sempre feita contra a linha de base (modelo calibrado) da produção e emprego na Tabela 6. Ou seja, o ponto de partida é uma produção (VBP) de 85 milhões de USD nos três estados, empregando um total de 3494 pessoas (das quais 1197 são operários nas plantas e o resto é emprego administrativo, gerencial etc.).

Os resultados dos cenários centrais se apresentam na Tabela 9. Na mesma tabela são exibidos aumentos na produção diretos, indiretos e induzidos, e os correspondentes novos empregos criados.

Assim, no cenário 1 (demanda até atingir toda a capacidade existente e hoje não utilizada) a produção chega a USD 83 milhões a mais por efeito direto, USD 104 milhões por efeito indireto e USD 102 por efeito induzido, sendo o total de USD 289,33 milhões. Ou seja, o setor aumentou sua produção total em 247%. E a criação de emprego chega até 8840 (diretos, indiretos e induzidos).

No cenário 2, de incremento da capacidade de oferta, o aumento total na produção é muito maior, chegando até USD 1.635 milhões e 33.255 empregos novos. Isso porque a construção de plantas novas induz muita criação de emprego transitório pelas construções, fabricação de equipamentos, transporte de materiais etc. Além disso, a capacidade, tanto nova como antiga, é empregada na produção de biogás.

Por último, se toda a biomassa existente nos três estados fosse utilizada para produzir biogás (utilizando capacidade existente até esgotá-la, e criando capacidade nova de processamento), a produção incrementada poderia ascender até USD 12.740 milhões (que representaria um 4,53% do VBP total da região) e os empregos criados por todo conceito chegariam até 283.637, ou quase 2% do emprego total na região.

O cenário 1 é muito provável de ser atingido, enquanto o 2 propõe um esforço de investimento muito importante, com políticas públicas para induzi-lo. Já o cenário 3 é otimista demais, e deve ser considerado como um exercício de maximização.

Tabela 10: Resultados Cenários Centrais

Cenário 1

Setor	Aumento na Produção (Milhões de USD)				Aumento de Empregos (Postos de Trabalho)			
	Direto	Indireto	Induzido	TOTAL	Direto	Indireto	Induzido	TOTAL
BIOPEC	42,65	53,67	58,03	154,35	2.327	1.596	1.429	5.352
BIOABA	11,17	14,44	11,23	36,84	306	203	328	837
BIOFEC	2,47	2,93	2,98	8,38	37	74	119	230
BIOSUC	16,04	21,08	18,46	55,58	383	385	601	1.369
BIOCER	1,52	1,59	1,56	4,67	72	20	40	132
BIOESG	9,46	10,38	9,65	29,50	481	206	234	921
TOTAL BIOGAS	83,31	104,10	101,91	289,33	3.605	2.484	2.750	8.840
Multiplicadores		2,25	3,47	3,47		1,69	2,45	2,45
% do total (2018)	0,03%	0,04%	0,04%	0,10%	0,02%	0,02%	0,02%	0,06%

Cenário 2

Setor	Aumento na Produção (Milhões de USD)				Aumento de Empregos (Postos de Trabalho)			
	Direto	Indireto	Induzido	TOTAL	Direto	Indireto	Induzido	TOTAL
BIOPEC	200,68	182,50	265,62	648,80	5.661	3.999	4.824	14.484
BIOABA	60,71	54,47	66,49	181,67	1.331	874	1.104	3.309
BIOFEC	28,19	24,21	32,02	84,42	518	479	509	1.506
BIOSUC	113,35	101,41	126,40	341,16	2.378	1.655	2.000	6.033
BIOCER	9,80	8,09	10,84	28,72	267	129	180	577
BIOESG	117,89	98,22	134,78	350,89	3.008	1.941	2.399	7.348
TOTAL BIOGAS	530,62	468,89	636,16	1.635,67	13.162	9.076	11.016	33.255
Multiplicadores		1,88	3,08	3,08		1,69	2,53	2,53
% do total (2018)	0,19%	0,17%	0,23%	0,58%	0,09%	0,06%	0,08%	0,23%

Cenário 3

Setor	Aumento na Produção (Milhões de USD)				Aumento de Empregos (Postos de Trabalho)			
	Direto	Indireto	Induzido	TOTAL	Direto	Indireto	Induzido	TOTAL
BIOPEC	1.227	1.178	1.661,68	4.068,00	37.402	30.236	31.534	99.173
BIOABA	548	545	686,33	1.779,64	12.221	10.047	12.892	35.160
BIOFEC	195	176	247,20	619,96	3.584	3.943	4.254	11.782
BIOSUC	467	420	521,42	1.409,47	9.817	10.321	8.299	28.437
BIOCER	116	107	145,50	369,78	3.382	1.921	2.741	8.043
BIOESG	1.423	1.300	1.769,77	4.493,40	42.623	25.707	32.713	101.042
TOTAL BIOGAS	3.979	3.728	5.031,89	12.740,24	109.029	82.174	92.433	283.637
Multiplicadores		1,94	3,20	3,20		1,75	2,60	2,60
% do total (2018)	1,42%	1,33%	1,79%	4,53%	0,76%	0,57%	0,64%	1,97%

Resumo

	Aumento na Produção (Milhões de USD)				Aumento de Empregos (Postos de Trabalho)			
	Direto	Indireto	Induzido	TOTAL	Direto	Indireto	Induzido	TOTAL
Cenário 1	83,31	104,10	101,91	289,33	3605	2484	2750	8840
Cenário 2	530,62	468,89	636,16	1635,67	13162	9076	11016	33255
Cenário 3	3979	3728	5031,89	12740,24	109029	82174	92433	283637

Fonte: Elaboração Própria

É importante lembrar que estes três cenários contêm algumas premissas conservadoras sobre vários parâmetros, como a intensidade de criação de emprego na indústria, taxa de utilização no tempo das máquinas (incluindo descansos e reparações, valores atuais para a capacidade instalada, um potencial energético prudente de 1,51 kWh por Nm³ de biogás. Essas premissas podem ser questionadas e é o que fazemos com a análise de sensibilidade.

5.2. Análise de Sensibilidade de resultados dos cenários centrais: parâmetros críticos

A tabela a seguir mostra os cenários centrais (3 acima discutidos) e sensibilizados (3 opções por cenário). Os parâmetros críticos que são variados para sensibilizar os resultados anteriores são 1) a capacidade instalada, como se ao invés de esticar seu uso até 100%, tivera um tope de 80%; 2) o potencial energético, considerando um valor maior de 2,81 ao invés de 1,51; e 3) um declínio no custo de investimento por MW que seja declinante desde o valor atual. Esta possibilidade é interessante pelo recurso tecnológico, onde a nova tecnologia nos países que geram avanços tecnológicos tende a ser mais barata ao longo do tempo. A lógica da análise se apresenta no Esquema 7.

Esquema 7: Sensibilização dos cenários centrais

Cenário	Tipo de Cenário	Capacidade instalada	Potencial energético em kWh/nm ³ de biogás	Custo de investimento MW declinante
1 Demanda	Central	100%	1,51	3,1 MM USD
	Sensibilizado	80%	1,51	3,1 MM USD
	Sensibilizado	100%	2,81	3,1 MM USD

	Sensibilizado	100%	1,51	1,5 MM USD
2 Oferta	Central	100%	1,51	3,1 MM USD
	Sensibilizado	80%	1,51	3,1 MM USD
	Sensibilizado	100%	2,81	3,1 MM USD
	Sensibilizado	100%	1,51	1,5 MM USD
3 Substrato	Central	100%	1,51	3,1 MM USD
	Sensibilizado	80%	1,51	3,1 MM USD
	Sensibilizado	100%	2,81	3,1 MM USD
	Sensibilizado	100%	1,51	1,5 MM USD

Fonte: Elaboração própria

Após discutir as possíveis sensibilidades, aplicamos elas no modelo e encontramos os resultados apresentados nas Tabelas 10, 11 e 12.

Na Tabela 10 é possível perceber que, ao colocar um teto de 80% à possível expansão da capacidade utilizada, no cenário 1, tanto a produção incrementada como o emprego criado são menores do que no caso base. A produção sobe até 231 milhões e o emprego criado até 7.072. No cenário 2, a produção atinge os USD 1.577 milhões de incremento e o emprego criado chega até 31.674, ambos valores por debaixo do caso base. Por fim, no cenário 3, a produção e a criação de empregos não são afetados pelo teto da capacidade e os resultados são os mesmos que no caso base, já que o uso potencial do substrato tem como teto o uso limitado da capacidade.

Tabela 11: Resultados sensibilizados tope de uso da capacidade em 80%:

Cenário 1

Setor	Aumento na Produção (Milhões de USD)				Aumento de Empregos (Postos de Trabalho)			
	Direto	Indireto	Induzido	TOTAL	Direto	Indireto	Induzido	TOTAL
BIOPEC	34,12	42,94	46,42	123,48	1.862	1.277	1.143	4.282
BIOABA	8,93	11,55	8,99	29,47	244	162	263	669
BIOFEC	1,97	2,35	2,39	6,71	29	59	95	184
BIOSUC	12,83	16,86	14,77	44,46	306	308	481	1.095

BIOCER	1,22	1,27	1,25	3,74	57	16	32	105
BIOESG	7,57	8,31	7,72	23,60	385	165	187	737
TOTAL BIOGAS	66,65	83,28	81,53	231,46	2.884	1.988	2.200	7.072
Multiplicadores		2,25	3,47	3,47		1,69	2,45	2,45
% do total (2018)	0,02%	0,03%	0,03%	0,08%	0,02%	0,01%	0,02%	0,05%

Cenário 2

Setor	Aumento na Produção (Milhões de USD)				Aumento de Empregos (Postos de Trabalho)			
	Direto	Indireto	Induzido	TOTAL	Direto	Indireto	Induzido	TOTAL
BIOPEC	192,15	171,76	254,02	617,93	5.195	3.680	4.606	13.481
BIOABA	58,48	51,58	64,25	174,31	1.270	833	1.066	3.170
BIOFEC	27,70	23,62	31,43	82,75	510	464	499	1.474
BIOSUC	110,15	97,19	122,71	330,05	2.301	1.578	1.942	5.821
BIOCER	9,49	7,78	10,52	27,79	253	125	175	553
BIOESG	116,00	96,14	132,85	344,99	2.912	1.900	2.364	7.176
TOTAL BIOGAS	513,96	448,07	615,77	1.577,80	12.441	8.580	10.653	31.674
Multiplicadores		1,87	3,07	3,07		1,69	2,55	2,55
% do total (2018)	0,18%	0,16%	0,22%	0,56%	0,09%	0,06%	0,07%	0,22%

Cenário 3

Setor	Aumento na Produção (Milhões de USD)				Aumento de Empregos (Postos de Trabalho)			
	Direto	Indireto	Induzido	TOTAL	Direto	Indireto	Induzido	TOTAL
BIOPEC	1.227,54	1.178,78	1.661,68	4.068,00	37.402	30.236	31.534	99.173
BIOABA	548,03	545,28	686,33	1.779,64	12.221	10.047	12.892	35.160
BIOFEC	195,88	176,88	247,20	619,96	3.584	3.943	4.254	11.782
BIOSUC	467,79	420,26	521,42	1.409,47	9.817	10.321	8.299	28.437
BIOCER	116,95	107,33	145,50	369,78	3.382	1.921	2.741	8.043

BIOESG	1.423,41	1.300,21	1.769,77	4.493,40	42.623	25.707	32.713	101.042
TOTAL BIOGAS	3.979,60	3.728,74	5.031,89	12.740,24	109.030	82.175	92.433	283.638
Multiplicadores		1,94	3,20	3,20		1,75	2,60	2,60
% do total (2018)	1,42%	1,33%	1,79%	4,53%	0,76%	0,57%	0,64%	1,97%

Fonte: Elaboração Própria

Na Tabela 12 é apresentada a segunda sensibilidade. Ao esticar o potencial energético até 2,81, no cenário 1, o emprego no caso base não muda com respeito ao caso anterior. No cenário 2, no entanto, a produção cresce até USD 2.599 milhões e o emprego até 50.503. Finalmente, no cenário 3, a produção sobe quase USD 20.000 milhões e o emprego chega até 421.801 nos três estados.

Tabela 12: Resultados sensibilizados da subida do potencial energético de 1,51 até 2,81

Cenário 1

Setor	Aumento na Produção (Milhões de USD)				Aumento de Empregos (Postos de Trabalho)			
	Direto	Indireto	Induzido	TOTAL	Direto	Indireto	Induzido	TOTAL
BIOPEC	34,12	42,94	46,42	123,48	1.862	1.277	1.143	4.282
BIOABA	8,93	11,55	8,99	29,47	244	162	263	669
BIOFEC	1,97	2,35	2,39	6,71	29	59	95	184
BIOSUC	12,83	16,86	14,77	44,46	306	308	481	1.095
BIOCER	1,22	1,27	1,25	3,74	57	16	32	105
BIOESG	7,57	8,31	7,72	23,60	385	165	187	737
TOTAL BIOGAS	66,65	83,28	81,53	231,46	2.884	1.987	2.200	7.072
Multiplicadores		2,25	3,47	3,47		1,69	2,45	2,45
% do total (2018)	0,02%	0,03%	0,03%	0,08%	0,02%	0,01%	0,02%	0,05%

Cenário 2

Setor	Aumento na Produção (Milhões de USD)				Aumento de Empregos (Postos de Trabalho)			
	Direto	Indireto	Induzido	TOTAL	Direto	Indireto	Induzido	TOTAL
BIOPEC	323,05	276,52	427,28	1.026,86	7.784	5.651	7.736	21.171
BIOABA	95,99	79,49	106,74	282,22	2.011	1.324	1.774	5.110
BIOFEC	44,89	36,06	50,49	131,44	850	667	803	2.320
BIOSUC	179,13	146,91	198,60	524,64	3.665	2.384	3.143	9.193
BIOCER	15,61	12,34	17,47	45,42	374	206	291	871
BIOESG	198,70	160,85	229,43	588,98	4.548	3.189	4.102	11.839
TOTAL BIOGAS	857,38	712,18	1.030,01	2.599,56	19.232	13.421	17.848	50.503
Multiplicadores		1,83	3,03	3,03		1,70	2,63	2,63
% do total (2018)	0,31%	0,25%	0,37%	0,92%	0,13%	0,09%	0,12%	0,35%

Cenário 3

Setor	Aumento na Produção (Milhões de USD)				Aumento de Empregos (Postos de Trabalho)			
	Direto	Indireto	Induzido	TOTAL	Direto	Indireto	Induzido	TOTAL
BIOPEC	1.959,55	1.785,26	2.658,62	6.403,42	51.879	42.505	50.314	144.697
BIOABA	862,92	803,21	1.098,24	2.764,38	18.448	15.304	20.612	54.364
BIOFEC	313,12	266,67	391,88	971,66	5.903	5.528	6.739	18.170
BIOSUC	751,53	625,40	833,94	2.210,88	15.429	13.682	13.273	42.383
BIOCER	184,00	162,37	233,13	579,49	4.708	3.050	4.388	12.146
BIOESG	2.247	1.965	2.826	7.038	58.914	38.954	52.175	150.042
TOTAL BIOGAS	6.318	5.608	8.041	19.968	155.280	119.022	147.499	421.801
Multiplicadores		1,89	3,16	3,16		1,77	2,72	2,72
% do total (2018)	2,25%	2,00%	2,86%	7,10%	1,08%	0,82%	1,02%	2,92%

Fonte: Elaboração Própria

Na Tabela 13, é apresentado que os resultados dos cenários 2 e 3 são intermédios com respeito às duas discussões anteriores e o cenário 1 entrega o mesmo resultado que nos casos anteriores.

Tabela 13: Resultados sensibilizados desce o custo de investimento por MW de 3,1 até USD 1,5 milhões

Cenário 1

Setor	Aumento na Produção (Milhões de USD)				Aumento de Empregos (Postos de Trabalho)			
	Direto	Indireto	Induzido	TOTAL	Direto	Indireto	Induzido	TOTAL
BIOPEC	34,12	42,94	46,42	123,48	1.862	1.277	1.143	4.282
BIOABA	8,93	11,55	8,99	29,47	244	162	263	669
BIOFEC	1,97	2,35	2,39	6,71	29	59	95	184
BIOSUC	12,83	16,86	14,77	44,46	306	308	481	1.095
BIOCER	1,22	1,27	1,25	3,74	57	16	32	105
BIOESG	7,57	8,31	7,72	23,60	385	165	187	737
TOTAL BIOGAS	66,65	83,28	81,53	231,46	2.884	1.988	2.200	7.072
Multiplicadores		2,25	3,47	3,47		1,69	2,45	2,45
% do total (2018)	0,02%	0,03%	0,03%	0,08%	0,02%	0,01%	0,02%	0,05%

Cenário 2

Setor	Aumento na Produção (Milhões de USD)				Aumento de Empregos (Postos de Trabalho)			
	Direto	Indireto	Induzido	TOTAL	Direto	Indireto	Induzido	TOTAL
BIOPEC	258,65	224,98	342,03	825,66	6.510	4.681	6.196	17.387
BIOABA	77,54	65,76	85,83	229,13	1.647	1.083	1.426	4.155
BIOFEC	36,43	29,94	41,11	107,48	683	567	653	1.904
BIOSUC	145,19	122,45	161,26	428,90	2.994	1.987	2.552	7.534
BIOCER	12,60	10,10	14,05	36,75	314	166	234	715
BIOESG	158,01	129,01	181,91	468,93	3.743	2.555	3.247	9.544

TOTAL BIOGAS	688,41	582,23	826,20	2.096,84	15.891	11.039	14.308	41.239
Multiplicadores		1,85	3,05	3,05		1,69	2,60	2,60
% do total (2018)	0,24%	0,21%	0,29%	0,75%	0,11%	0,08%	0,10%	0,29%

Cenário 3

Setor	Aumento na Produção (Milhões de USD)				Aumento de Empregos (Postos de Trabalho)			
	Direto	Indireto	Induzido	TOTAL	Direto	Indireto	Induzido	TOTAL
BIOPEC	1.599,39	1.486,86	2.168,11	5.254,37	44.756	36.468	41.074	122.298
BIOABA	707,99	676,31	895,58	2.279,87	15.384	12.718	16.813	44.915
BIOFEC	255,44	222,49	320,69	798,62	4.762	4.748	5.516	15.027
BIOSUC	611,93	524,47	680,18	1.816,57	12.668	12.028	10.826	35.522
BIOCER	151,01	135,29	190,02	476,31	4.056	2.494	3.578	10.127
BIOESG	1.841,89	1.637,88	2.306,09	5.785,86	50.898	32.436	42.599	125.934
TOTAL BIOGAS	5.167,65	4.683,30	6.560,66	16.411,61	132.525	100.893	120.406	353.823
Multiplicadores		1,91	3,18	3,18		1,76	2,67	2,67
% do total (2018)	1,84%	1,67%	2,33%	5,84%	0,92%	0,70%	0,83%	2,45%

Resumo

	Aumento na Produção (Milhões de USD)				Aumento de Empregos (Postos de Trabalho)			
	Direto	Indireto	Induzido	TOTAL	Direto	Indireto	Induzido	TOTAL
80% capacidade								
Cenário 1	66,65	83,28	81,53	231,46	2884	1988	2200	7072
Cenário 2	513,96	448,07	615,77	1577,80	12441	8580	10653	31674
Cenário 3	3979,60	3728,74	5031,89	12740,24	109030	82175	92433	283638
2,81 como potencial energético								
Cenário 1	66,65	83,28	81,53	231,46	2884	1987	2200	7072
Cenário 2	857,38	712,18	1030,01	2599,56	19232	13421	17848	50503

Cenário 3	6318	5608	8041	19968	155280	119022	147499	421801
USD 1,5MM por MW								
Cenário 1	66,65	83,28	81,53	231,46	2884	1988	2200	7072
Cenário 2	688,41	582,23	826,20	2096,84	15891	11039	14308	41239
Cenário 3	5167,65	4683,30	6560,66	16411,61	132525	100893	120,406	353823

Fonte: Elaboração Própria

6. Conclusões

Os **objetivos** do estudo são medir os impactos no emprego e na produção da cadeia de valor do biogás nos estados de Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Região Sul do Brasil), gerado a partir dos substratos da pecuária, agroindústria, resíduos sólidos urbanos (RSU) e esgoto tratado, 1) estabelecendo uma linha de base, 2) considerando cenários com maior demanda, crescimento da oferta e aproveitamento pleno do substrato disponível na região Sul, 3) sensibilizando esses cenários, e 4) diferenciando os efeitos diretos, indiretos e induzidos em todos os casos.

A estratégia metodológica foi desenvolvida para avaliar diferentes políticas dentro dos planos nacionais de ação setorial para a mudança climática e para obter resultados com estimativas das suas possíveis implicações. A **metodologia** empregada, consiste em:

1. Caracterizar as estruturas de produção e emprego no setor de biogás nos três estados do Sul do Brasil.
2. Construir três Matrizes de Insumo-Produto (MIP) regionais para os estados do Sul, de maneira consistente com a MIP nacional do Brasil e, entre elas, com aberturas nos setores chave na cadeia de valor do biogás;
3. Elaborar as contas-satélites de emprego nestes estados;
4. Desenvolver um modelo Insumo-Produto (I-P) de simulação para cada estado;
5. Projetar cenários visando promover projetos no setor do biogás;
6. Sensibilizar os cenários com mudanças em variáveis-chave;

Para avaliar o impacto na econômico e na geração de emprego, as MIPs desenvolvidas especialmente para os três estados (PR, SC e RS) têm abertura em 35 setores, dos quais, 6 são subsetores de biogás processando diferentes substratos.

Concluimos que:

1. Nos três estados, nossa estimativa do VBP de biogás é de USD 85 milhões e o VA gerado de 13,86 milhões;
2. Os subsetores produtores de biogás representam 0,01% do VBP na região Sul do Brasil, e geram um emprego direto estimado em 3.494 trabalhadores diretos (e até 7.261 entre diretos, indiretos e induzidos);
3. A produção de biogás nos estados do Sul de Brasil é mais intensiva em trabalho (1,7 empregos/TJ em média), do que os setores de petróleo, gás, hidroeletricidade e geração de eletricidade eólica (onde as relações são 0,05, 0,12 e 0,2 empregos/TJ respectivamente);
4. Em um cenário de aumento da demanda até o uso pleno da capacidade, a geração de emprego seria de 3.605 empregos diretos (e até 8.840 diretos, indiretos e induzidos);
5. Caso haja choque de investimento que dobre a capacidade existente, a geração de emprego direto chegaria até 13,162 (e até 33.255 diretos, indiretos e induzidos).
6. Por fim, se todo o substrato existente nos três estados fosse aproveitado para gerar biogás, seriam empregadas 109,029 pessoas (e até 283,637, incluindo efeitos diretos, indiretos e induzidos).
7. Os multiplicadores encontrados estão alinhados com a experiência relatada em outros estudos sobre setores comparáveis.

O estudo tem possibilidades de extensão e limitações. Entre as primeiras, os modelos MIP desenvolvidos permitem amplas possibilidades de realizar múltiplas simulações com outros valores (mais vinculados com valores reais antes do que teóricos, e adaptando-os às mudanças tecnológicas que vêm baixando o custo do equipamento, fazendo-o mais eficiente e poupando progressivamente mão de obra). Também há impossibilidade de projetar os resultados ao cenário da massiva conversão do biogás ao biometano, que requer mudanças nos parâmetros do modelo.

7. Bibliografía

- Alarcon, J., e C. Ernst (2017). Application of a Green Jobs SAM with Employment and CO2 Satellites for informed Green Policy Support: The case of Indonesia. International Labour Office, Employment Policy Department, EMPLOYMENT Working Paper No. 216.
- Bacharach, M. (1970). Biproportional Matrices and Input-Output Change. Cambridge: Cambridge University Press.
- Baer, P., M. Brown, e G. Kim (2015). The job generation impacts, of expanding industrial cogeneration. *Ecological Economics* 110, 141-153.
- Bonfiglio, A. e Chelli, F. (2008). Assessing the behaviour of non-survey methods for constructing regional input-output tables through a monte carlo simulation. *Economic Systems Research*, 20(3):243–258.
- Breitschopf, B., C. Nathani, e G. Resch (2011). Review of approaches for employment impact assessment of renewable energy deployment. Fraunhofer ISI, Rütter + Partner, Energy Economics Group.
- Brinkman, Marnix L. J., Birka Wicke, A. P. C. Faaij, e F. van der Hilst (2019). Projecting Socio-Economic Impacts of Bioenergy: Current Status and Limitations of Ex-Ante Quantification Methods. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 115 (March): 109352. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109352>
- Dávila Flores, A. (coord.) (2015). Modelos interregionales de insumo producto de la economía mexicana, Universidad Autónoma de Coahuila, México DF, MAPorrúa, 1ª edición.
- FAO (2019). Estudio del empleo verde, actual y potencial, en el sector de bioenergías Análisis cualitativo y cuantitativo. Provincia de Santa Fe Colección Documentos Técnicos N.º 15. FAO. Buenos Aires.
- Flegg, A., L. Mastronardi, e C. A. Romero (2016). Evaluating the FLQ and AFLQ formulae for estimating regional input coefficients: empirical evidence for the province of Córdoba, Argentina. *Economic Systems Research* 28:1.
- Flegg, A. e T. Tohmo (2013). Regional Input-Output Tables and the FLQ Formula: A Case Study of Finland. *Regional Studies* 47, 703-721.
- Flegg, A. e C. Webber (2000). Regional Size, Regional Specialization and the FLQ Formula. *Regional Studies* 34, 563-569.

- Flegg, A. e C. Webber (1997). On the Appropriate Use of Location Quotients in Generating Regional Input-Output Tables: Reply. *Regional Studies* 31, 795-805.
- Flegg, A. T., Webber, C. D., e Elliott, M. V. (1995). On the appropriate use of Location quotients in generating regional input–output tables. *Regional Studies*, 29, 547–561.
- Freddo, A., Gotardo Martinez, D. & Bastos, J. A. (2019). Potencial de produção de biogás no Sul do Brasil. Documento do Projeto GEF. <https://www.unido.org/sites/default/files/files/2020-04/Potencial%20de%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20biog%C3%A1s%20no%20Sul%20do%20Brasil.pdf>
- Garrett-Peltier, H. (2017). Green versus Brown: Comparing the Employment Impacts of Energy Efficiency, Renewable Energy, and Fossil Fuels Using an Input-Output Model. *Economic Modelling* 61: 439–47. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2016.11.012>
- Gonzalez, S. N., Romero, C. A., Ramos, M. P-, Negri, P. A. e Marino, M. (2021). The App-RegMIP: an open access software for regional input-output tables estimation. *International Journal of Computational Economics and Econometrics*. DOI:<http://doi.org/10.1504/IJCEE.2021.10038403>
- Haddad, E. A. Gonçalves JÚNIOR, C. A. e T. O. Nascimento (2018). MATRIZ INTERESTADUAL DE INSUMO-PRODUTO PARA O BRASIL: UMA APLICAÇÃO DO MÉTODO IIOAS. *Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, v. 11, n. 4, p. 424-446.
- Jensen, R., T. Mandeville, e N. Karunaratne (1979). *Regional Economic Planning: Generation of Regional Input-Output Analysis*. Taylor and Francis Ltd., London.
- Kolokontes, A., C. Karafillis, e F. Chatzitheodoridis (2008). Peculiarities and usefulness of multipliers, elasticities, and location quotients for the regional development planning: another view. Department of Agricultural Products Marketing and Quality Control, Greece.
- Kowalewski, J. (2015). Regionalization of National Input-Output Tables: Empirical Evidence on the Use of the FLQ Formula. *Regional Studies* 49, 240-250.
- Kronenberg, T. (2009). Construction of Regional Input Output Tables Using Non-Survey Methods. The role of Cross Hauling. *International Regional Science Review* 32:1, 40-64.
- Lahr, M. L. (1993). A review of the literature supporting the hybrid approach to constructing regional input–output models. *Economic Systems Research*, 5(3), 277–293.
- Lehr, U., J. Nitsch, M. Kratzat, C. Lutz, e D. Edler (2008). Renewable energy and employment in Germany. *Energy Policy* 36:1, 108-117.

- Lester, W., M. Little, e G. Jolley (2015). Assessing the Economic Impact of Alternative Biomass Uses: Biofuels, Wood Pellets, and Energy Production. *The Journal of Regional Analysis and Policy* 45:1, 36-46.
- Lamonica, G. e Chelli, F. (2018). The performance of non-survey techniques for constructing sub-territorial input-output tables. *Papers in Regional Science*, 97:1169–1202.
- Lampiris, G., Karelakis, C., e Loizou, E. (2019). Comparison of non-survey techniques for constructing regional input–output tables. *Annals of Operations Research*.
- Malik, A., M. Lenzen, R. Neves-Ely, e E. Dietzenbacher (2014). Simulating the impact of new industries on the economy: The case of biorefining in Australia. *Ecological Economics* 107, 84-93.
- Mastronardi, L., J. Vila Martínez, S. Capobianco, e G. Michelena (2017). *Matriz de Contabilidad Social para Argentina 2015. Estimación con desagregación exhaustiva de los sectores energéticos*. MINEM-MINPROD.
- McDougall, R. (1999). Entropy Theory and RAS are Friends. *GTAP Working Papers*, Paper 6. Purdue University.
- Miller, R., e P. Blair (2009). *Input-Output Analysis. Foundations and Extensions*. Cambridge University Press, United States.
- Perrotta, L. (2021). Impacto Regional del Desarrollo de Bioenergía (Biomasa) en Argentina. Un análisis Insumo–Producto para la provincia de Misiones. *Ciencias Económicas* 2(17), 111-150.
- Pollin, R. e H. Garret-Peltier (2009). *Building the Green Economy: Employment Effects of Green Energy Investments for Ontario*. Green Energy Act Alliance e Blue Green Canada.
- Robinson S., A. Cattaneo, e M. El-Said (2001). Updating and Estimating a Social Accounting Matrix Using Cross Entropy Methods. *Economic System Research* 13:1, 47-64.
- Rojo, S., D. Epifanio, C. Ernst, e C. A. Romero (2020). *Manual de metodología de estimación de empleo verde en la bioenergía*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Organización Internacional del Trabajo (FAO-ILO), Buenos Aires.
- Romero, C. A., L. J. Mastronardi, J. P. Tarelli e F. Haslop (2020). The Regional Impact of Tourism when data is Scarce. *An Application to the Province of Salta, Tourism Planning and Development*, 17:4, 441-457, DOI:10.1080/21568316.2019.1673808
- Stoevska, V. e D. Hunter (2013). Proposals for the statistical definition and measurement of green jobs. ILO Department of Statistics. International Labor Office. 19th International Conference of Labor Statisticians, Geneva, 2-11 October, Room Document 5.

- Stone, R. (1977). Forward to G. Pyatt, A. Roe, et al, social accounting for development planning. Cambridge: Cambridge University Press.
- Szabó, N. (2015). Methods for regionalizing input-output tables. *Regional Statistics*, 5(1), 44–65. <https://doi.org/10.15196/RS05103>
- Taylor, J. E. (2010). Technical guidelines for evaluating the impacts of tourism using simulation models. Washington, DC: Technical Notes IDB.
- Tourkolias, C., e S. Mirasgedis (2011). Quantification and monetization of employment benefits associated with renewable energy technologies in Greece. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15, 2876– 2886.

Anexos

A. Método RAS para balancear matrizes

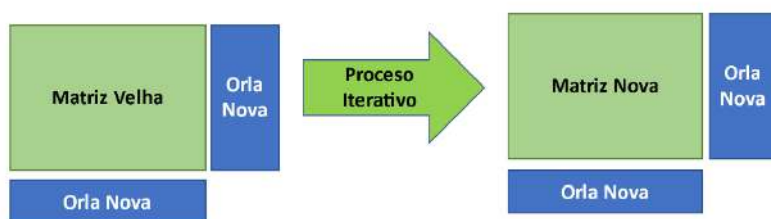
Para lidar com o problema de incorporar nova informação a uma matriz já existente, e seu posterior balanço, utiliza-se o método chamado de RAS. Estes, que se descreve a seguir, foram utilizados para obter as MIP regionais de Paraná e Rio Grande do Sul.

O método RAS é um algoritmo que, partindo de uma matriz inicial e de vetores que contenham as somas totais das linhas e colunas (“orlas”), procura uma matriz que respeite os ditos totais. Consiste num processo iterativo que busca vetores que respeitem as estruturas dos totais estabelecidos, tomando como referência as distribuições atribuídas na matriz original.

O problema de estimar uma MIP, consiste então em identificar os parâmetros não negativos, mas contando com restrições independentes de colunas e linhas somente. O processo RAS impõe condições bi proporcionais, de maneira a reduzir o problema ao de atingir coeficientes, derivando numa solução única. Este processo iterativo vai convergir, sob certas condições necessárias e suficientes (Bacharach, 1970). O processo constitui um algoritmo iterativo que cumpre alternadamente, em cada iteração, com os totais de linhas ou colunas, mudando os coeficientes.

O método RAS tem algumas propriedades atrativas que contribuem para a sua popularidade e vigência. Também tem algumas desvantagens, já que requer disponibilidade de dados que tiram flexibilidade ao método. As desvantagens do RAS são que requer a presença das novas orlas e assume que a matriz inicial é consistente e que não existe erro de medição nas novas somas de colunas e filas. Em termos esquemáticos, a seguinte imagem é de utilidade para compreender o processo subjacente ao RAS.

Ilustração A1: Método RAS



Fonte: Elaboração própria.

Se se conta com uma matriz inicial e orlas novas, se podem calibrar todos os elementos da matriz para que somem ditos totais. O resultado do processo é uma nova matriz com seus elementos ajustados.

Se se têm valores conhecidos na Matriz Velha que se deseja não sejam alterados pelo processo de balanço RAS, então se pode excluir ditos valores da matriz para que eles não sejam afetados. Para isso, se coloca um zero na posição onde se situaria o dado conhecido e ao mesmo tempo se resta esse valor do total da linha e da coluna correspondente. Finalmente, uma vez acabado o processo RAS e tendo excluído esses valores, eles se podem voltar a incorporar na matriz e recuperar os totais das orlas.

Existem metodologias mais complexas que atingem os mesmos objetivos como a chamada Entropia Cruzada; na realidade, o método RAS é um caso particular de Entropia Cruzada.

B. Método de Coeficientes de Alocação

As técnicas de Coeficientes de Alocação (Location Quotients) ou LQ são uma forma acessível e efetiva de obter tabelas insumo-produto quando as técnicas baseadas em pesquisas não estão disponíveis. Suas vantagens têm inspirado uma crescente literatura que está trabalhando para melhorar estimativas e testar elas sobre uma base empírica. Ainda quando existem diferentes LQ na literatura, desenhados com diferenças entre eles, sua essência é similar. Por uma parte, trabalham sob a assunção que as tecnologias ao nível regional são iguais à média nacional. Pela outra, assumem o estabelecido na equação seguinte:

$$a_{ij}^R = lq_{ij} a_{ij}^N, \quad (B1)$$

onde i e j referem aos setores vendedor e comprador, respectivamente; a_{ij}^{rr} (ou o coeficiente de compras regionais) define-se como a quantidade necessária do insumo i produzido na região R necessário para gerar uma unidade de produto j . A equação interpreta-se como que os coeficientes inter-regionais a^R são diferentes aos nacionais a^N , num fator de participação no comércio regional lq . Os índices R e N identificam respectivamente a região e a nação.

Uma alternativa a provê o Coeficiente de Alocação de Flegg (FLQ), que leva em consideração o tamanho relativo da região (Flegg et al., 1995; Flegg & Webber, 1997). O FLQ propõe uma relação inversa entre o tamanho da região e a propensão a importar desde o resto das regiões do país. Vários estudos na literatura mostram que o FLQ tem um desempenho melhor do que outros enfoques LQ. O uso de simulações de Monte Carlo tem mostrado evidência que favorece a técnica FLQ sobre alternativas (Bonfiglio & Chelli, 2008) e outros estudos que aplicam dados de Escócia (Flegg & Webber, 2000), Alemanha (Kowalewski, 2013), Finlândia (Tohmo, 2004) e Argentina, Flegg et al. (2015) e (Romero, Mastronardi, Tarelli & Haslop, 2019) chegam a resultados semelhantes. O FLQ calcula-se segundo a equações:

$$FLQ_{ij} = \frac{\frac{GGP_{i,r}}{GDP_i}}{\frac{GGP_{j,r}}{GDP}} \cdot \lambda^* = CILQ_{ij} \cdot \lambda^* \quad , \quad (B2)$$

$$\lambda^* = \left[\log_2 \left(1 + \frac{GGP_r}{GDP} \right) \right]^\delta, 0 \leq \delta \leq 1 \quad , \quad (B3)$$

Nelas, GDP representa o PIB, os sub índices i e j setores, e r são regiões. No entanto, λ^* representa o peso (importância) da região no país. A essência da base 2 no logaritmo é que λ^* deve cair sempre entre 0 e 1. Se o setor na região tem o mesmo tamanho do que no país inteiro, então, $\lambda = 1$; se o setor não existe na região, $\lambda^* = 0$. O cálculo de λ^* adiciona mais

um parâmetro, δ , relacionado às importações inter-regionais. Quanto mais perto esteja δ de 1, maiores serão as importações inter-regionais.

A aplicação do FLQ requer duas bases de dados: o PBI desagregado ao nível dos setores da região e da nação. Como os dados devem ser compatíveis para que se possa trabalhar com eles, devem estar referenciados ao mesmo período e conter a mesma desagregação setorial. Se não o for, ambas bases de dados devem ser reconciliadas. Finalmente, uma tabela insumo-produto contendo informações inter-regionais e intrarregionais para a região e o resto do país deve ser obtida.

C. A Pesquisa GEF Biogás Brasil

Prezado Produtor de Biogás: Estamos pesquisando a geração de emprego no Brasil pelos produtores de biogás na região Sul do país. A informação fornecida é anônima e confidencial, para ser utilizada por UNIDO (Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial), ajudando ao governo brasileiro na promoção do setor. O tempo de resposta é de 10 minutos, no máximo. Sua colaboração é valiosa e apreciada. Saiba mais do Projeto GEF da UNIDO acessando LINK: <https://www.gefbiogas.org.br/>

Q1: Ano de implantação de suas atividades de produção de biogás:

1. 2000
2. 2001
3. 2002
4. 2003
5. 2004
6. 2005
7. 2006
8. 2007
9. 2008
10. 2009
11. 2010
12. 2011
13. 2012
14. 2013
15. 2014
16. 2015
17. 2016
18. 2017
19. 2018
20. 2019
21. 2020
22. 2021

Q2: Estado:

1. Paraná
2. Rio Grande do Sul
3. Santa Catarina

Q3: Categoria a que pertence a empresa produtora de biogás:

1. Agropecuária
2. Indústria (incluindo Agroindústria)
3. Resíduo Sólido Urbano e Tratamento de Esgoto

Q4: A origem do substrato que processa é de: (pode escolher mais de uma opção se é preciso)

1. Suinocultura
2. Bovinocultura
3. Avicultura
4. Outro

Q5: A origem do substrato que processa é de: (pode escolher mais de uma opção se é preciso)

1. Abatedouro
2. Sucroenergético
3. Fecularia
4. Cervejaria
5. Outro

Q6: A origem do substrato que processa é de: (pode escolher mais de uma opção se é preciso)

1. Resíduo Sólido Urbano
2. Tratamento de esgoto

Q7: Outro (por favor, indicar qual):

Q8: Quantos animais tem?

Q9: Dos dejetos dos animais, que proporção é utilizada geralmente no processo de biodigestão?

1. nada
2. menos do que a metade
3. a metade
4. mais do que a metade, mas não todo
5. todo

Q10: Quantos animais são abatidos por dia?

Q11: Dos resíduos do abatedouro, que proporção é utilizada geralmente no processo de biodigestão?

1. nada
2. menos do que a metade
3. a metade
4. mais do que a metade, mas não todo
5. todo

Q12: Qual é quantidade de resíduos (matéria seca) gerados ao dia em sua empresa (kg)? (Se utiliza mais de um substrato diferente considere a soma de todos os substratos)

	kg ao dia
Matéria seca	

Q13: Dos resíduos secos gerados, que proporção é utilizada geralmente no processo de biodigestão?

1. nada
2. menos do que a metade
3. a metade
4. mas do que a metade, mas não todo
5. todo

Q14: Qual é quantidade de resíduos (matéria seca e líquida) gerados ao dia na sua empresa (m3 ao dia)? (Se utiliza mais de um substrato diferente considere a soma de todos os substratos).

	m3 ao dia
Matéria seca	
Matéria líquida	

Q15: Dos resíduos gerados, que proporção é utilizada geralmente no processo de biodigestão?

1. nada
2. menos do que a metade
3. a metade
4. mas do que a metade, mas não todo
5. todo

Q16: Quantos dias o resíduo é armazenado antes de ser utilizado para a produção de biogás?

Q17: Qual seria o destino do resíduo caso não seja utilizado para a produção de biogás?

Q18: Qual é sua produção de biogás ao dia (m3)?

Q19: Tem variações na produção de biogás ao longo do ano? Se a resposta e sim, comente as razões por favor:

Q20: Qual é a origem do fornecedor da tecnologia de produção de biogás utilizada?

1. Brasileira
2. Estrangeira
3. Não sei

Q21: Quanto investiu (custo de implantação total) na planta de biogás? (R\$)

Q22: Quanto gastou depois em manutenção/reparação/correção da planta de biogás? (R\$)

Q23: Quantos empregados diretos (carteira assinada) tem em toda a empresa?

	Total	Gestão administrativa e comercial	Outros
Os postos de trabalho direto (carteira assinada) na empresa são:			

Q24: Quantos empregados diretos (carteira assinada) trabalham na produção de biogás (ao menos uma hora semanal)?

	Total	Transporte de biomassa	Operação e manutenção do biodigestor	Outros
O emprego direto (carteira assinada) na produção de biogás é:				

Q25: Do emprego direto gerado na produção de biogás,

	Tempo completo	Feminino	Pessoal maior de 25 anos
quantos deles são?			

Q26: Tem algumas tarefas do processo de produção de biogás terceirizadas (microempresa individual)? Se a resposta é sim, pode mencionar até três:

Q27: Qual é o aproveitamento principal do biogás gerado na empresa?

1. Consumo interno da empresa
2. Arranjo comercial com um terceiro

Q28: Qual é o combustível fóssil que está sendo substituído pelo biogás?

Q29: Qual é a quantidade de combustível fóssil que está sendo substituída pelo biogás por mês? (em litros para líquidos e em m3 para o gás natural)

Q30: Qual é a quantidade de combustível fóssil que está sendo consumida por mês? (litros para líquidos e m3 para o gás natural)

Q31: Quais são as aplicações principais do biogás gerado na empresa? Pode escolher mais de uma opção.

1. Energia eléctrica
2. Energia térmica
3. Biometano

Q32: Quantos geradores de eletricidade tem?

Q33: Qual é a potência média de seus geradores de eletricidade (kW)?

Q34: Qual é a geração no mês (média) de eletricidade (kW/h)?

Q35: Quanta eletricidade adicional precisa comprar à rede? (se não compra coloque 0).

Q36: Quantos dos empregados totais (carteira assinada) trabalham na geração eléctrica?

Q37: Quantas caldeiras tem para produzir energia térmica?

Q38: Qual é a potência média das caldeiras (calorias/h)?

Q39: Qual é a geração de calor no mês (média) (calorias/h)?

Q40: Quanto combustível precisa comprar adicionalmente para a geração de calor? (si não precisa coloque 0)

Q41: Quanto combustível fóssil (litros) precisa comprar adicionalmente para a geração de calor no mês? (si não precisa ou não compra, coloque 0)

Q42: E quanto de biogás (m3) no mês? (si não precisa ou não compra, coloque 0)

Q43: Quantos empregados (carteira assinada) trabalham com as caldeiras?

Q44: Qual é sua produção de biometano ao dia? (m3)

Q45: Quanto gás natural precisa comprar adicionalmente para o funcionamento da empresa? (se não compra coloque 0).

Q46: Quantos dos empregados totais (carteira assinada) da empresa trabalham na produção de biometano?

Obrigado/a de completar esta pesquisa. Perguntas, dúvidas ou curiosidades por favor visite o site do **Projeto GEF**
<https://www.gefbiogas.org.br/>

D: Dados CIBiogás e Pesquisa GEF Biogás Brasil Processadas

Estado	Agropecuária	Fecularia	Abatedouro	Cervejaria	RSU e Esgoto	Produção Nm3 de biogás	Empregos Totais da Empresa	Operários Afetados à Produção de Biogás	Origem dos Dados	Observações
N/A	0	0	0	0	1	3.054.000	15	2	2	
PR	1	0	0	0	0	.	4	2	1	
PR	1	0	0	0	0	.	3	4	1	
PR	1	0	0	0	0	.	35	4	2	
PR	0	0	1	0	0	.	3	.	2	
PR	0	1	0	0	0	.	.	.	2	
PR	0	0	0	0	1	16.532.002	11.213	6.413	2	a
PR	0	1	0	0	0	9.636.000	70	1	1	
PR	0	1	0	0	0	5.000.000	64	1	1	
PR	0	1	0	0	0	4.751.187	68	2	1	
PR	0	1	0	0	0	3.750.000	50	1	1	
PR	0	1	0	0	0	3.750.000	41	1	1	
PR	0	1	0	0	0	3.700.000	50	2	1	
PR	1	0	0	0	0	3.600.000	13	2	2	
PR	0	1	0	0	0	3.237.500	70	1	1	
PR	0	0	1	0	0	2.190.000	5.300	5	1	b
PR	0	1	0	0	0	2.024.203	400	5	1	
PR	0	1	0	0	0	2.000.000	47	1	1	
PR	0	1	0	0	0	1.850.000	150	3	1	
PR	1	0	0	0	0	1.679.000	200	2	1	
PR	0	1	0	0	0	1.665.000	20	1	1	
PR	0	1	0	0	0	1.351.544	50	3	1	
PR	0	1	0	0	0	1.250.000	25	1	1	
PR	0	1	0	0	0	937.500	398	1	1	
PR	0	1	0	0	0	875.000	89	1	1	
PR	1	0	0	0	0	803.000	36	2	1	
PR	1	0	0	0	0	707.370	.	0	1	

PR	1	0	0	0	0	589.960	46	2	1
PR	1	0	0	0	0	584.000	8	2	1
PR	1	0	0	0	0	525.600	.	2	1
PR	1	0	0	1	0	438.000	120	2	1
PR	0	1	0	0	0	401.500	12	1	1
PR	1	0	0	0	0	365.000	20	2	1
PR	1	1	0	0	0	350.400	4	4	1
PR	1	0	0	0	0	341.908	51	2	1
PR	1	0	0	0	0	324.000	6	5	2
PR	1	0	0	0	0	292.000	.	2	1
PR	1	0	0	0	0	288.000	13	7	2
PR	1	0	0	0	0	219.000	13	3	1
PR	1	0	0	0	0	192.000	12	1	2
PR	1	0	0	0	0	182.500	6	6	1
PR	1	0	1	0	0	182.500	36	1	1
PR	1	0	0	0	0	134.082	1	1	1
PR	1	0	0	0	0	127.378	3	1	1
PR	1	0	0	0	0	109.500	0	3	1
RS	1	0	0	0	0	.	.	.	2
RS	1	0	1	0	0	3.650.000	10	10	1
RS	1	0	0	0	0	552.000	30	2	2
RS	1	0	0	0	0	469.286	30	1	1
RS	1	0	0	0	0	446.939	20	1	1
RS	1	0	1	0	0	438.000	13	1	1
RS	1	0	0	0	0	345.600	26	1	2
RS	1	0	0	0	0	343.249	.	3	1
RS	1	0	0	0	0	201.123	17	3	1
RS	1	0	0	0	0	171.625	19	2	1
RS	1	0	0	0	0	21.600	15	2	1
RS	1	0	0	0	0	700	2	.	2
SC	1	0	0	0	0	.	30	1	2
SC	1	0	0	0	0	1.825.000	52	2	1

SC	1	0	0	0	0	1.144.000	60	6	2	
SC	1	0	0	0	0	1.014.372	40	4	1	
SC	1	0	0	0	0	907.596	41	3	1	
SC	1	0	0	0	0	605.064	28	1	1	
SC	1	0	0	0	0	584.000	70	5	1	
SC	1	0	0	0	0	410.469	40	2	1	
SC	1	0	0	0	0	320.328	27	2	1	
SC	1	0	0	0	0	178.776	40	4	1	
SC	1	0	0	0	0	167.602	21	2	1	
SC	1	0	0	0	0	167.602	26	2	1	
SC	1	0	0	0	0	139.445	2	2	1	
SC	1	0	0	0	0	124.100	1	1	1	
SC	1	0	0	0	0	75.980	2	1	1	
SC	1	0	0	0	0	12.500	80	3	1	
Total PR	24	18	3	1	1	76.936.633	18.750	6.506		a) e b)
Total RS	12	0	2	0	0	6.640.122	182	26		
Total SC	16	0	0	0	0	7.676.834	560	41		
Total Sul	52	18	5	1	2	94.307.588	19.507	6.575		a) e b)
Sem outliers							1994	162		
Referências: 1 = Dados CIBiogás, 2 = Pesquisa GEF Biogás Brasil .										
a) O dado 6413 é a carteira assinada de toda a empresa SANEPAR. Não foi possível discriminar operários de biogás;										
b) O dado 5300 é todo o pessoal de um abatedouro. Não foi possível discriminar operários de biogás.										
a) e b) Os totais estão afetados pelos dois valores atípicos informados acima.										

Tabela de Operários totais projetados por setor e por estado

	PR		RS		SC		Sul		
	Emprego		Emprego		Emprego		Emprego		
	Operários	Totais	Operários	Totais	Operários	Totais	Operários	Totais	
BIOPEC	156	455	23	67	86	250	264	771	
BIOABA	60	174	14	40	3	8	76	222	

BIOFEC	30	86	0	0	0	1	30	88
BIOSUC	141	411	1	2	0	0	141	413
BIOCER	20	59	5	16	1	3	27	77
BIOESG	255	745	365	1064	39	114	659	1.923

Fonte: Elaboração Própria

E. Nota Metodológica. Estimação do Vetor de Emprego para as MIP regionais de PR, SC e RS

A estimação utiliza como fonte de informação a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua), do IBGE. Esta pesquisa se pode considerar a melhor fonte para estimar o emprego total (formal e informal) com a desagregação setorial e geográfica (ao nível dos estados) requerida para o estudo.

A estimativa de emprego para cada setor, corresponde à média dos quatro trimestres de 2018. Inclui todas as pessoas que tenham trabalhado ao menos durante uma hora numa atividade remunerada durante a semana de referência para cada um dos levantamentos. Ou seja, inclui tanto trabalhadores formais como informais, na medida em que tenham realizado uma atividade remunerada (Variável V4001 da pesquisa).

A pesquisa permite desagregar os dados para cada um dos três estados sob estudo: Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Em cada caso, os resultados da amostra são expandidos à população total utilizando o coeficiente de ponderação que provê a pesquisa (Variável V 1028, peso trimestral com correção de não entrevista com pós estratificação pela projeção de população).

A classificação temporal utilizada para a estimativa inicial é a desagregação a 5 dígitos (classe) da Classificação Nacional de Atividades Econômicas Domiciliares 2.0. Posteriormente, se construiu uma tabela de correspondência que permite agrupar o emprego com a desagregação setorial que utilizam as matrizes de insumo-produto estaduais do projeto.

Além de estimar a quantidade de ocupados para cada um dos setores de atividade, o emprego se caracteriza segundo: sexo, idade (menores ou maiores de 25 anos), anos de educação (até 4, entre 4 e 12, mais do que 12), formalidade no emprego (com e sem contribuições à seguridade social).

F. Indicadores setoriais

Tabela de Indicadores setoriais por estado e por setor

Setor	PR			RS			SC		
	VBP Setor/ VBP total	VA/VBP	Demanda Final/ VBP	VBP Setor/ VBP total	VA/VBP	Demanda Final/ VBP	VBP Setor/ VBP total	VA/VBP	Demanda Final/ VBP
MILH	0,3%	51,9%	55,6%	0,1%	51,9%	1,3%	0,1%	51,2%	49,3%
MAND	0,0%	51,9%	55,6%	0,0%	51,9%	1,3%	0,0%	51,2%	49,3%
AÇUC	0,2%	51,9%	55,6%	0,0%	51,9%	1,3%	0,0%	51,2%	49,3%
GBOV	0,1%	44,9%	55,6%	0,1%	44,9%	39,4%	0,1%	43,1%	27,9%
GSUI	0,1%	44,9%	55,6%	0,2%	44,9%	39,4%	0,3%	43,1%	27,9%
GAVI	0,3%	44,9%	55,6%	0,2%	44,9%	39,4%	0,2%	43,1%	27,9%
BIOPEC	0,0%	16,6%	55,6%	0,0%	16,6%	39,4%	0,0%	13,9%	37,2%
RAGR	5,4%	43,8%	63,9%	6,2%	54,1%	33,9%	3,5%	53,6%	46,4%
INDEXT	0,7%	8,4%	15,6%	2,5%	2,7%	1,9%	0,6%	19,8%	65,4%
ABAT	4,3%	10,5%	82,7%	2,2%	13,0%	61,3%	2,5%	10,2%	32,2%
BIOABA	0,0%	16,6%	74,1%	0,0%	16,6%	61,3%	0,0%	13,9%	28,0%
FARI	0,0%	16,6%	56,6%	0,0%	16,6%	61,3%	0,0%	14,5%	24,7%
BIOFAR	0,0%	16,6%	56,6%	0,0%	16,6%	61,3%	0,0%	13,9%	28,0%
SUCR	0,4%	23,5%	92,0%	0,0%	19,6%	61,3%	0,0%	18,0%	21,2%
BIOSUC	0,0%	16,4%	90,1%	0,0%	16,4%	61,3%	0,0%	13,8%	27,9%
CERV	0,3%	38,4%	19,7%	0,5%	38,4%	61,3%	0,8%	28,4%	36,5%
BIOCER	0,0%	16,6%	19,7%	0,0%	16,6%	61,3%	0,0%	13,9%	28,0%
PGQ	16,9%	6,8%	53,4%	11,8%	5,4%	42,6%	1,4%	4,2%	37,6%
MAQ	2,8%	15,5%	67,8%	3,8%	21,2%	92,3%	2,5%	14,8%	40,1%
AUT	4,7%	12,6%	83,1%	5,4%	12,7%	89,0%	1,6%	9,6%	35,4%
RINDTRA	20,9%	10,1%	56,1%	23,1%	18,4%	70,0%	34,2%	19,9%	44,5%
ELEC	1,8%	30,3%	37,8%	1,2%	30,2%	2,2%	1,9%	26,0%	34,3%
BIOESG	0,0%	16,7%	37,8%	0,0%	16,7%	2,2%	0,0%	14,1%	35,0%

EGAE	1,8%	47,9%	68,0%	2,1%	16,4%	63,9%	0,9%	34,2%	36,8%
CONS	3,7%	47,0%	85,9%	2,7%	57,2%	89,7%	5,0%	38,5%	78,0%
COMÉ	8,3%	59,0%	12,9%	8,1%	69,2%	6,9%	10,7%	59,8%	90,1%
TRAN	5,2%	31,6%	42,5%	4,0%	44,4%	45,4%	6,0%	32,0%	46,5%
ALOJ	1,3%	43,4%	83,6%	1,5%	30,5%	84,0%	2,0%	44,7%	76,5%
INFO	2,5%	34,4%	42,9%	2,7%	36,5%	36,2%	2,7%	41,5%	61,5%
FINSEG	2,6%	56,8%	50,1%	3,8%	52,8%	41,9%	2,7%	57,7%	49,5%
IMOB	3,2%	91,2%	77,2%	2,8%	91,6%	76,2%	4,5%	91,6%	85,0%
PROF	3,4%	65,5%	24,6%	2,8%	43,9%	22,5%	4,0%	64,5%	12,8%
ADMI	5,5%	77,5%	100,0%	7,8%	60,4%	99,7%	7,5%	76,6%	95,1%
ARTE	3,1%	58,3%	90,5%	3,9%	59,2%	89,9%	4,0%	56,0%	89,0%
SERD	0,3%	100,0%	100,0%	0,4%	62,0%	100,0%	0,5%	100,0%	100,0%
Total	1.198.422	31,9%	58,4%	1.142.867	34,7%	58,0%	620.997	39,9%	57,9%

Fonte: Elaboração Própria

G. Multiplicadores de produção e emprego, cenários centrais

Tabela: Multiplicadores de produto

PR	Multiplicador Tipo 1	Multiplicador Tipo 2	RS	Multiplicador Tipo 1	Multiplicador Tipo 2	SC	Multiplicador Tipo 1	Multiplicador Tipo 2
Setor	Direto + indireto (modelo fechado)	Direto + indireto + induzido (modelo aberto)	Setor	Direto + indireto (modelo fechado)	Direto + indireto + induzido (modelo aberto)	Setor	Direto + indireto (modelo fechado)	Direto + indireto + induzido (modelo aberto)
MILH	1.89	4.30	MILH	1.92	3.95	MILH	1.87	1.33
MAND	1.89	4.30	MAND	1.92	3.95	MAND	1.87	1.04
AÇUC	1.89	4.30	AÇUC	1.92	3.95	AÇUC	1.87	1.59
GBOV	1.95	4.24	GBOV	1.97	4.02	GBOV	1.98	1.09
GSUI	1.95	4.24	GSUI	1.97	4.02	GSUI	1.98	1.54
GAVI	1.95	4.24	GAVI	1.97	4.02	GAVI	1.98	1.22
BIOPEC	2.20	3.88	BIOPEC	2.20	3.85	BIOPEC	2.33	1.00
RAGR	1.83	4.09	RAGR	1.70	3.91	RAGR	1.68	3.50
INDEXT	1.20	1.68	INDEXT	1.05	1.16	INDEXT	1.65	1.30
ABAT	2.13	3.61	ABAT	2.33	4.13	ABAT	2.26	2.51
BIOAB A	2.27	3.85	BIOABA	2.34	3.89	BIOABA	2.43	1.00
FARI	2.25	4.13	FARI	2.20	3.95	FARI	2.33	1.00
BIOFAR	2.19	4.10	BIOFAR	2.19	3.82	BIOFAR	2.31	1.00
SUCR	2.21	4.39	SUCR	2.42	4.41	SUCR	2.33	1.33
BIOSUC	2.31	4.15	BIOSUC	2.39	4.01	BIOSUC	2.46	1.00
CERV	1.46	3.16	CERV	1.48	2.96	CERV	1.90	1.74
BIOCER	2.03	3.68	BIOCER	2.03	3.46	BIOCER	2.32	1.00
PGQ	1.99	3.14	PGQ	2.08	2.96	PGQ	2.31	1.93
MAQ	1.69	2.86	MAQ	1.98	3.59	MAQ	2.02	2.50
AUT	1.90	3.26	AUT	1.76	2.94	AUT	2.18	1.96
RINDTR A	1.60	2.56	RINDTR A	1.91	3.47	RINDTR A	1.83	13.14

ELEC	1.93	3.91	ELEC	1.94	3.61	ELEC	2.20	2.50
BIOESG	2.02	3.69	BIOESG	2.12	3.62	BIOESG	2.30	1.00
EGAE	1.49	3.65	EGAE	1.10	1.64	EGAE	1.93	1.45
CONS	1.81	4.05	CONS	1.75	3.96	CONS	2.12	1.39
COMÉ	1.68	4.47	COMÉ	1.35	3.70	COMÉ	1.70	2.25
TRAN	1.85	3.89	TRAN	1.70	3.49	TRAN	1.98	2.80
ALOJ	1.94	4.35	ALOJ	1.81	3.39	ALOJ	1.97	1.19
INFO	1.47	3.23	INFO	1.42	2.94	INFO	1.53	1.63
FINSEG	1.51	4.28	FINSEG	1.35	3.27	FINSEG	1.55	2.13
IMOB	1.13	4.38	IMOB	1.05	3.36	IMOB	1.14	1.28
PROF	1.47	4.22	PROF	1.37	2.90	PROF	1.53	3.08
ADMI	1.36	4.45	ADMI	1.35	3.26	ADMI	1.41	1.27
ARTE	1.59	4.23	ARTE	1.60	3.54	ARTE	1.69	1.27
SERD	1.00	4.36	SERD	1.51	3.94	SERD	1.00	1.00

Tabela: Multiplicadores de produto emprego

PR	Multiplicador Tipo 1	Multiplicador Tipo 2	RS	Multiplicador Tipo 1	Multiplicador Tipo 2	SC	Multiplicador Tipo 1	Multiplicador Tipo 2
Setor	Direto + indireto (modelo fechado)	Direto + indireto + induzido (modelo aberto)	Setor	Direto + indireto (modelo fechado)	Direto + indireto + induzido (modelo aberto)	Setor	Direto + indireto (modelo fechado)	Direto + indireto + induzido (modelo aberto)
MILH	1.23	1.81	MILH	1.12	1.45	MILH	1.13	1.58
MAND	1.11	1.39	MAND	1.03	1.11	MAND	1.07	1.32
AÇUC	1.28	1.95	AÇUC	1.10	1.38	AÇUC	1.43	2.94
GBOV	1.03	1.08	GBOV	1.03	1.10	GBOV	1.02	1.08
GSUI	1.53	2.63	GSUI	1.73	3.17	GSUI	1.57	3.03
GAVI	1.41	2.28	GAVI	1.53	2.57	GAVI	1.24	1.84
BIOPEC	1.34	1.65	BIOPEC	1.77	2.13	BIOPEC	1.98	2.63
RAGR	1.70	2.89	RAGR	1.55	2.78	RAGR	1.34	2.73
INDEXT	1.59	2.49	INDEXT	1.48	2.47	INDEXT	3.41	7.98
ABAT	3.87	6.01	ABAT	3.66	5.96	ABAT	2.47	4.25

BIOABA	1.62	2.19	BIOABA	1.74	2.41	BIOABA	2.02	3.18
FARI	1.94	2.78	FARI	1.64	2.18	FARI	2.81	4.60
BIOFAR	2.98	4.25	BIOFAR	4.49	5.79	BIOFAR	4.46	6.86
SUCR	4.14	6.89	SUCR	1.03	1.04	SUCR	1.04	1.09
BIOSUC	1.81	2.57	BIOSUC	30.41	31.21	BIOSUC	0.00	0.00
CERV	1.74	3.74	CERV	1.77	3.75	CERV	4.73	11.88
BIOCER	1.27	1.62	BIOCER	1.29	1.65	BIOCER	1.45	2.14
PGQ	19.40	32.86	PGQ	26.32	47.78	PGQ	6.72	11.45
MAQ	3.23	5.47	MAQ	3.99	7.39	MAQ	2.23	4.05
AUT	7.47	12.59	AUT	7.98	14.56	AUT	6.44	11.42
RINDTR A	2.40	3.63	RINDTR A	3.28	5.47	RINDTR A	2.22	4.52
ELEC	4.87	12.72	ELEC	3.42	7.75	ELEC	7.05	20.63
BIOESG	1.38	1.70	BIOESG	1.45	1.80	BIOESG	1.49	2.16
EGAE	3.81	16.94	EGAE	1.68	5.44	EGAE	3.74	11.85
CONS	1.34	1.96	CONS	1.24	1.81	CONS	1.67	3.10
COMÉ	1.34	2.07	COMÉ	1.18	1.89	COMÉ	1.40	2.92
TRAN	2.04	3.21	TRAN	1.41	2.37	TRAN	2.02	4.30
ALOJ	1.23	1.61	ALOJ	1.23	1.59	ALOJ	1.34	2.31
INFO	2.05	3.83	INFO	2.05	4.21	INFO	2.11	5.54
FINSEG	1.80	5.23	FINSEG	2.17	5.92	FINSEG	2.22	6.83
IMOB	1.42	10.83	IMOB	1.31	7.79	IMOB	1.76	19.17
PROF	1.17	1.67	PROF	1.10	1.39	PROF	1.20	2.20
ADMI	1.11	1.78	ADMI	1.21	1.88	ADMI	1.22	2.60
ARTE	2.48	7.31	ARTE	2.06	4.23	ARTE	3.52	13.04
SERD	1.00	1.11	SERD	1.01	1.05	SERD	1.00	1.32



ABiogás
Associação Brasileira do Biogás



CIBIOGAS
ENERGIAS RENOVÁVEIS



MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE E
MUDANÇA DO CLIMA

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

MINISTÉRIO DA
INTEGRAÇÃO E DO
DESENVOLVIMENTO
REGIONAL

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA
E PECUÁRIA

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO



Biogás
BRASIL