

## ANÁLISE COMPARATIVA, VIA MATRIZ SWOT, DE FONTES ENERGÉTICAS GASOSAS NA REGIÃO SUL DO BRASIL

Rafael Luís Sacco <sup>1</sup>  
Edmilson Moutinho dos Santos <sup>2</sup>  
Thiago Luis Felipe Brito <sup>3</sup>

### RESUMO

A região Sul do Brasil possui uma certa diversidade quando se trata de fontes energéticas gasosas. A geração de biogás, proveniente do substrato da suinocultura no estado do Paraná, vem ganhando destaque nacional por meio de projetos e fomento à pesquisa pelo Governo Federal. Além disso, a região também está localizada acima da bacia sedimentar do Paraná, que possui grande potencial para a exploração do gás natural de folhelho. Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo a realização de uma análise comparativa entre essas duas potenciais fontes energéticas gasosas na região Sul do Brasil: (i) o gás de folhelho presente na formação Ponta Grossa da bacia do Paraná e (ii) o biogás de substrato oriundo de efluentes da suinocultura. Devido à natureza qualitativa deste estudo, não se propõe aqui apontar qual opção será a mais adequada ou preferível, mas sim a realização de um debate sobre seus aspectos e impactos na região.

**Palavras-chave:** Gás de folhelho, Gás natural, Biogás, Biometano, Sul do Brasil.

### INTRODUÇÃO

De acordo com a previsão de Hefner III (2002), a matriz energética mundial deixará para trás a sua dependência do petróleo e caminhará em direção ao uso do gás natural em um futuro próximo, sendo uma via para combustíveis mais sustentáveis, eficientes, e com menor impacto ambiental. De fato, o gás natural vem ganhando espaço na matriz energética mundial (IEA, 2018), não se restringindo apenas ao gás natural convencional, mas também à outras fontes, como o gás de folhelho (*shale gas*), gás metano proveniente de reservas de carvão (*coalbed methane*), biogases de substratos orgânicos, entre outros. A região Sul do Brasil possui certa diversidade quando se trata de fontes de energia gasosas. A geração de biogás proveniente do substrato da suinocultura no estado do Paraná vem ganhando destaque nacional por meio de projetos e fomento à pesquisa do Governo Federal, em grande parte proporcionado pela CIBiogás, uma Instituição de Ciência e Tecnologia instalada dentro do Parque Tecnológico

---

<sup>1</sup> Graduado em Engenharia Civil na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) - RS, [rafael.lsacco@gmail.com](mailto:rafael.lsacco@gmail.com);

<sup>2</sup> Professor do Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo - SP, [edsantos@iee.usp.br](mailto:edsantos@iee.usp.br);

<sup>3</sup> Orientador: Doutor pelo Programa de Energia da USP - SP, [thiagobrito@usp.br](mailto:thiagobrito@usp.br);

Itaipú (PTI), em Foz do Iguaçu, PR (CIBIOGÁS, 2019). Além disso, os estados da região Sul do Brasil estão localizados acima da bacia sedimentar do Paraná, que possui grande potencial para a exploração comercial do gás de folhelho (EIA, 2013; DELGADO e SANTOS, 2021), fonte considerada como não convencional de gás natural, ou seja, quando o gás se encontra em uma posição de difícil acesso, contido em reservatórios de baixa permeabilidade (ANP, 2010). Este trabalho tem como objetivo realizar uma análise comparativa entre duas potenciais fontes energéticas na região Sul do Brasil: (i) o gás de folhelho presente na formação Ponta Grossa da bacia do Paraná, extraído por meio da técnica de fraturamento hidráulico e (ii) o biogás de substrato de efluentes da suinocultura, gerado por meio da digestão anaeróbica. Buscaremos entender quais as principais vantagens competitivas entre cada uma delas e quais as barreiras ainda devem ser superadas. Devido à natureza qualitativa deste estudo, não se propõe aqui apontar qual opção será a mais adequada ou preferível, mas sim realizar um debate sobre seus aspectos e impactos na região.

## **METODOLOGIA**

Este trabalho consiste em uma análise qualitativa, por meio de pesquisas bibliográficas e exploratórias, com o objetivo de compreender a situação atual e as perspectivas futuras para duas fontes energéticas gasosas presentes na região Sul do Brasil: (1) gás de folhelho (*shale gas*) e (2) biogás de substrato suíno. Foi realizada uma análise comparativa do tipo SWOT, com a finalidade de buscar na literatura existente aspectos de força, fraqueza, oportunidade e ameaça para o desenvolvimento de cada uma dessas fontes na região. A análise SWOT é uma ferramenta de planejamento estratégico utilizada para avaliar uma organização, um plano, um projeto ou uma atividade de negócio com enfoque nas forças e fraquezas (fatores internos) e nas oportunidades e ameaças (fatores externos) do objeto de avaliação (GÜREL, 2017). Após o mapeamento dos fatores internos e externos, estratégias são desenvolvidas procurando utilizar as forças encontradas para eliminar as fraquezas internas, suprimir as ameaças e aproveitar as oportunidades no setor analisado (DYSON, 2004).

Foram avaliados quatro aspectos: recursos, tecnologia, política e mercado, sendo os dois primeiros considerados como fatores internos e, os dois últimos, como externos. Recursos: foram analisados os recursos disponíveis na região Sul do Brasil com potencial para o desenvolvimento da exploração das fontes energéticas estudadas neste trabalho. Mapas geológicos e dados do uso da terra pelo agronegócio foram os dois principais elementos

examinados para uma contextualização quantitativa da região. Tecnologia: procurou-se conhecer o nível de desenvolvimento tecnológico e a maturidade das técnicas de engenharia relativas à exploração dos recursos abordados neste estudo. Dentro dessa perspectiva, entendeu-se que os impactos ambientais gerados pela exploração desses recursos estão relacionados diretamente com as técnicas de engenharia atuais. Portanto, as questões ambientais relativas à exploração serão abordadas dentro do aspecto de tecnologia. Política: foram verificadas questões de caráter político, legal e social relacionadas com as atividades de exploração dos recursos, abordando aspectos socioeconômicos, regulatórios, ambientais e decisões judiciais quando aplicáveis. Mercado: foram analisados conteúdos relacionados à comercialização dos gases produzidos, oferta, demanda, logística e infraestrutura. Também foram incluídos aspectos relacionados à tendência global por combustíveis mais limpos e a necessidade de uma matriz energética mais segura e transparente. Por fim, procurou-se discorrer sobre as fontes energéticas analisadas de forma comparativa, buscando entender as prováveis chances de sucesso de cada uma delas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Gás de Folhelho (*Shale Gas*)**

Recursos: O Gás de Folhelho tem sua origem de rochas argilosas ricas em matéria orgânica, que podem servir também como rochas selantes ou reservatórios para o gás natural, tendo como característica geológica o folhelho: rocha sedimentar com permeabilidade muito baixa. A possibilidade de ocorrência de gás de folhelho na Bacia Sedimentar do Paraná se concentra principalmente nos folhelhos formados no período Devoniano da Formação Ponta Grossa, período geológico caracterizado pelo acúmulo de matéria orgânica em bacias sedimentares (EPE, 2019; KVENVOLDEN e CLAYPOOL, 1988). Estima-se que os recursos totais de *Shale Gas* na região corresponde a aproximadamente 12,73 trilhões de m<sup>3</sup>, sendo 2,27 trilhões de m<sup>3</sup> recuperáveis, com uma produção de gás prevista entre 284,26 a 994,92 milhões de m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> (EIA, 2015b), ocupando uma posição de destaque na América do Sul.

Tecnologia: A tecnologia de exploração de reservas de gás de folhelho usada atualmente é o fraturamento hidráulico, onde ocorre a injeção de um fluido com alta pressão composto por água, areia e produtos químicos dentro do poço perfurado, gerando tensões nas rochas capeadoras e abrindo fraturas nas mesmas. Em seguida, após a despressurização do poço, um

gradiente de pressão é criado permitindo que os hidrocarbonetos possam fluir da rocha fraturada até a superfície (COMITÊ TEMÁTICO DO MEIO AMBIENTE, 2016). Apesar de o Brasil ainda não ter iniciado uma atividade de exploração do gás de folhelho *onshore* (EIA, 2015b), o país possui certa maturidade tecnológica com perfurações de poços profundos. Uma série de problemas ambientais tem sido associados ao uso do fraturamento hidráulico para a extração de *shale gas* no mundo, como: poluição de águas subterrâneas, explosões, pequenos eventos sísmicos, contaminação dos rios e do solo, vazamentos de gases tóxicos e inflamáveis, uso considerável de recursos hídricos, entre outros, contribuindo para que o público em geral e órgãos ambientais formem uma opinião contrária a esse tipo de tecnologia (ZOBACK *et al.*, 2010). No entanto, muitos dos riscos ambientais associados à extração de gás de folhelho são similares aos riscos de extração de gases convencionais *onshore* já existentes, como por exemplo: vazamento de gás metano, contaminação de águas subterrâneas por má construção das paredes do poço e explosões (ZOBACK *et al.*, 2010).

Política: No Brasil, as atividades de *upstream* e *midstream* são de responsabilidade da federação, enquanto as atividades de *downstream* são de responsabilidade dos estados (FGV, 2014; GOMES, 2014). As principais leis federais que regem o setor de gás natural são a Lei do Petróleo (nº 9.478/1997) e a Lei do Gás (nº 11.909/2009) (ARAÚJO, 2016). Enquanto a primeira estabeleceu o fim do monopólio da Petrobrás e abriu o mercado para novos investidores, a última trouxe uma maior burocratização para o setor, principalmente para as atividades de *midstream* (FGV, 2014). As principais mudanças que ocorreram após a aprovação da Lei do Gás de 2009 foram: (i) o regime de outorga passou a ser de Concessão em sua maior parte, e não mais de Autorização, (ii) a construção de novos gasodutos passou a ser proposto pelo MME, e não mais pelos livres agentes do mercado e (iii) as tarifas de transporte do gás natural passaram a ser em grande parte estabelecidas pela ANP, e não mais negociadas entre as partes (ARAÚJO, 2016). Recentemente, foi sancionado o Projeto de Lei nº 4.476/2020 que revogou a Lei do Gás de 2009 (BRASIL, 2021), buscando trazer para o setor uma maior competitividade e autonomia. A ANP é a responsável por preparar o processo licitatório de concessão de áreas para a exploração e produção de gás natural não convencional no Brasil (BRASIL, 1997). Em 2013, foi apresentado ao público a 12ª Rodada de Licitações para a exploração de 7 bacias sedimentares brasileiras, entre elas a Bacia do Paraná. Entretanto, após a concessão dos blocos aos vencedores, o estado do Paraná, por meio de uma liminar judicial proferida pelo MPF, suspendeu o efeito de todos os contratos de concessão no estado por entender que o fraturamento hidráulico apresenta riscos ao meio ambiente, à saúde humana e à

atividade econômica, utilizando como base o princípio da precaução (ANP, 2013). Posteriormente, o Paraná proibiu definitivamente o uso do fraturamento hidráulico por meio da Lei 18.878/2019 (AGÊNCIA DE NOTÍCIAS DO PARANÁ, 2019), mostrando o enorme desafio político no desenvolvimento da exploração de gás de folhelho na região Sul do Brasil.

Mercado: O consumo médio de gás natural no Sul do Brasil foi de 5,37 milhões de m<sup>3</sup>/dia no ano de 2020, representando cerca de 9,1% de toda a demanda nacional no período. Para efeitos de comparação, a participação da região Sul na demanda nacional no ano de 2016 foi de apenas 7,9%, representando um aumento de quase 15% em 5 anos (MME, 2020). Todo o gás natural que abastece a região Sul do Brasil é proveniente da Bolívia (MME, 2020), que chega às distribuidoras através do GASBOL, gasoduto Bolívia-Brasil, colocando o preço final do gás natural dependente da variação cambial (BNDES, 2013). Apesar disso, a média dos preços do gás natural nos estados da região Sul do Brasil foi de aproximadamente US\$ 10,43/MMBtu para o ano de 2020, enquanto a média nacional ficou em torno de US\$ 11,47/MMBtu para os clientes finais do setor industrial, sendo o estado de Santa Catarina com o preço mais competitivo do Brasil para o setor: US\$ 8,80/MMBtu (MME, 2020).

Um resumo da análise pode ser encontrado na Tabela 1.

**Tabela 1: Matriz SWOT para o desenvolvimento de gás de folhelho na Região Sul do Brasil.**

	Recursos		Tecnologia	
	Forças	Fraquezas	Forças	Fraquezas
Fatores Internos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grandes reservas no estado do Paraná.</li> <li>- Existência de exploração de óleo e gás convencional na região.</li> <li>- Dados geológicos mais robustos em comparação com outras bacias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recursos não renováveis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tecnologia relativamente consolidada no setor.</li> <li>- Corpo técnico brasileiro competente.</li> <li>- Estímulo do governo federal em desenvolver a tecnologia de fraturamento hidráulico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grandes impactos ambientais e sociais associados à técnica.</li> <li>- Demasiado uso dos recursos hídricos associados à técnica.</li> </ul>
	Aspectos Políticos-Regulatórios		Aspectos Mercadológicos	
	Oportunidades	Ameaças	Oportunidades	Ameaças
Fatores Externos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estímulo do governo federal na criação de um arcabouço regulatório.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proibição do governo do estado do Paraná do uso da técnica de fraturamento hidráulico no estado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grande oportunidade de exploração.</li> <li>- Aumento da oferta de gás natural, impulsionando a competitividade da indústria.</li> <li>- Menor dependência da região pelo gás natural estrangeiro.</li> <li>- baixa intermitência de produção de gás natural.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pouca infraestrutura para uma distribuição mais ramificada do gás natural.</li> </ul>

## Biogás de Substrato de Efluentes da Suinocultura

**Recursos:** A região Sul do Brasil possui a maior concentração de produção suína do país, representando 66,0% da produção nacional no ano de 2019, tendo um aumento de aproximadamente 159,5% nos últimos 20 anos, onde a produção atingiu 2,72 milhões de toneladas/ano em 2019 (EMBRAPA, 2020). No comércio internacional, a região Sul do Brasil contribuiu com 94,2% de todas as exportações brasileiras de carne suína em 2019 (EMBRAPA, 2019). No mesmo ano, o efetivo de suínos na região Sul do Brasil representou cerca de 49,5% do efetivo total nacional (aproximadamente 20 milhões de cabeças) (IBGE, 2019), sendo a maior parte localizada na região oeste do Paraná e Santa Catarina e na região noroeste do Rio Grande do Sul (BIOGÁS BRASIL, 2019). Dados do relatório sobre o “Potencial de produção de biogás no Sul do Brasil” estimam uma produção de biogás em torno de 911,8 Nm<sup>3</sup>/ano (ou 547,1 milhões de m<sup>3</sup> de biometano/ano, considerando um biogás com 60% de metano), sendo possível gerar até 1.893 GWh/ano de energia elétrica (BIOGÁS BRASIL, 2019).

**Tecnologia:** Para o manejo de efluentes da pecuária, os biodigestores anaeróbicos são amplamente utilizados pois, além da geração do biogás, e posteriormente a possibilidade de gerar biometano e/ou energia elétrica, essa tecnologia também gera biofertilizantes (PEREIRA *et al.*, 2009). O modelo mais utilizado para esse fim no Brasil é o de lagoa coberta, também conhecido como modelo canadense (ANDRADE, 2018), sendo constituído basicamente por uma entrada de dejetos (ou substrato), uma câmara de fermentação subterrânea, uma manta superior com o objetivo de reter o biogás produzido, um local de saída para o digestato (e biofertilizante após tratamentos posteriores) e um registro de saída para o biogás (PEREIRA *et al.*, 2009). Esse tipo de biodigestor tem a vantagem de receber diretamente a luz do sol, fazendo com que esse calor recebido aumente a temperatura da fermentação dos efluentes, aumentando a eficiência do processo (PEREIRA *et al.*, 2009). Entretanto, biodigestores do tipo canadense carecem de aparatos tecnológicos que permitam um maior controle dessa temperatura de operação e do processo como um todo, o que na região Sul do Brasil, devido às altas variações térmicas anuais, ocasiona uma inconstância na produção de biogás (PEREIRA *et al.*, 2009).

**Política:** No Brasil, as especificações do biometano são regulamentadas pela ANP pelas Resoluções ANP N° 8/2015 e ANP N° 685/2017 e, posteriormente, pela ANP N° 858/2020. A Resolução da ANP N° 8/2015 estabelece as especificações do biometano procedente de resíduos orgânicos agrossilvopastoris e comerciais destinados ao uso veicular e às instalações residenciais e comerciais no Brasil, definindo-o como um biocombustível gasoso, essencialmente de metano, derivado da purificação do biogás e estipula as regras de utilização

e o controle de qualidade da produção do biometano em todo o território nacional (ANP, 2015). A Resolução ANP N° 685 estabelece as regras de aprovação do controle de qualidade do biometano proveniente de aterros sanitários e de estações de tratamento de esgoto, atualizando a Resolução ANP N° 8/2015, e dispensa as obrigações do controle de qualidade do biometano se o mesmo for comercializado para fins de geração de energia elétrica (ANP, 2017). A Resolução da ANP N° 828/2020, que dispõe sobre as informações necessárias dos documentos do controle da qualidade e do envio dos dados à ANP, atualiza as Resoluções anteriores (ANP, 2020).

Em nível estadual, o Rio Grande do Sul instituiu a Lei N° 14.864/2016 com o objetivo de fomentar a pesquisa e o desenvolvimento relacionados ao biometano, atrair investimentos em infraestrutura e promover a disposição final adequada de resíduos orgânicos (RIO GRANDE DO SUL, 2016). O estado de Santa Catarina instituiu a Lei N° 17.542/2018 objetivando a proteção do meio ambiente e o fomento ao aproveitamento da biomassa de rejeitos animais, urbanos e industriais (SANTA CATARINA, 2018). No Paraná, a Lei N° 19.500/2018 estabelece ao poder público o fomento à produção e ao consumo de biogás e biometano gerados no estado, definindo regras e incentivando às cadeias produtivas da decomposição da matéria orgânica (PARANÁ, 2018).

Mercado: O biogás pode ser empregado na geração de energia elétrica, térmica ou utilizado para a produção de biometano (PROBIOGÁS, 2016). O biometano poderá ser misturado ao gás natural (ANP, 2015), sendo assim produtos concorrentes pelo mesmo mercado consumidor, podendo ser comercializado na forma de gás comprimido ou diretamente pela injeção do mesmo na rede de distribuição de gás canalizado (FGV, 2017). Na geração de energia elétrica, a mesma pode ser monetizada tanto na sua comercialização nos mercados cativo (mediante leilão) e/ou livre, quanto na geração distribuída, onde a energia será consumida no mesmo local em que é gerada (FGV, 2017). Do ponto de vista do suinocultor, mesmo que a geração inicial de energia elétrica por meio do biogás não seja em uma escala grande o suficiente para a comercialização, é possível utilizá-la para o abastecimento interno da propriedade/empresa, diminuindo assim, os custos da mesma com o consumo de energia. (FERNANDES e MARIANI, 2019).

A região Sul do Brasil possui um ambiente regulatório favorável para o desenvolvimento do biogás na região, desde iniciativas nacionais, como o programa RenovaBio (FGV, 2017), até políticas estaduais específicas relacionadas à cadeia de biogás, promovendo maior segurança jurídica aos empreendedores do setor. Em contrapartida, é percebido pelos agentes

envolvidos a necessidade de uma união do setor para uma maior atração de investimentos na indústria do biogás (SEBRAE, 2018). A dificuldade de acesso à informações técnicas, comerciais e legais e a relação incerta entre custo e benefício comercial dos projetos são algumas das barreiras encontradas (PROBIOGÁS, 2016).

Um resumo da análise acima pode ser encontrado na Tabela 2.

**Tabela 2: Matriz SWOT para o desenvolvimento de biogás de substrato suíno na Região Sul do Brasil.**

	Recursos		Tecnologia	
	Forças	Fraquezas	Forças	Fraquezas
Fatores Internos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recursos renováveis.</li> <li>- Região com expressivo rebanho de suínos.</li> <li>- Maior potencial de geração de biometano suíno do país.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Potencial de geração não tão expressivo quando comparada com fontes não renováveis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tecnologias relativamente consolidadas no setor.</li> <li>- Flexibilidade do uso dos produtos finais da digestão anaeróbica.</li> <li>- Promove em conjunto o saneamento ambiental.</li> <li>- Pioneirismo da região em P&amp;D</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de aparatos tecnológicos para conter a intermitência da produção de biogás conforme as estações do ano.</li> </ul>
	Aspectos Políticos-Regulatórios		Aspectos Mercadológicos	
	Oportunidades	Ameaças	Oportunidades	Ameaças
Fatores Externos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alinhamento positivo do governo federal e dos governos estaduais no estímulo da geração de biogás.</li> <li>- Pioneirismo da região em políticas de estímulo ao biogás e biometano.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Flexibilidade da comercialização dos produtos finais da digestão anaeróbica.</li> <li>- Região com forte empenho em desenvolver o mercado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intermitência de produção de biogás conforme as estações do ano na região.</li> <li>- Falta de uma união do setor para atratividade de grandes investimentos.</li> </ul>

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O potencial de geração de biometano por meio do biogás de substrato de efluentes da suinocultura se mostra interessante, não só pelo alto volume de um recurso renovável, mas também pelo saneamento rural que essa tecnologia proporciona. Em contrapartida, quando se trata simplesmente de recurso energético, as disponibilidades do gás de folhelho na formação Ponta Grossa são consideravelmente maiores, podendo significar maior segurança energética por um determinado período de tempo. Do ponto de vista tecnológico, a extração do gás de folhelho atualmente é realizada por meio do fraturamento hidráulico, técnica já consolidada no mercado, porém associada com alguns impactos ambientais importantes. O estímulo em P&D por parte do poder público e instituições privadas poderiam minimizar esses impactos e aprimorar a técnica atualmente empregada. A geração de biogás por meio da digestão anaeróbica, quando comparada com o fraturamento hidráulico, ela se apresenta como uma



solução para os passivos ambientais, e não como uma causadora destes. Essa diferença se mostra importante pois afeta diretamente a percepção dos órgãos públicos na hora de elaborar políticas públicas e regulamentações dessas técnicas no país. Nesse sentido, a extração de gás de folhelho no Paraná se encontra em uma posição problemática, já que o estado proibiu o uso da técnica do fraturamento hidráulico na região. Apesar disso, há um movimento em nível federal de estímulo e fomento à pesquisas para ambas as fontes energéticas. Portanto, as duas alternativas se mostram interessantes para o desenvolvimento do mercado de gás natural e biometano na região Sul do país, aumentando a oferta do recurso e diminuindo a dependência do gás natural estrangeiro.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio do Projeto Gasbras Rede de P&D Finep 01.14.0215.00, através da concessão de bolsas de pesquisa. Agradecemos o apoio do RCGI – Research Centre for Gas Innovation, localizado na Universidade de São Paulo (USP) e financiado pela FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (2014/50279-4) e Shell Brasil, e a importância estratégica do apoio dado pela ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis) através do incentivo regulatório associado ao investimento de recursos oriundos das Cláusulas de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação. Agradecemos o apoio financeiro do Programa de Recursos Humanos da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – PRH-ANP, suportado com recursos provenientes do investimento de empresas petrolíferas na Cláusula de P,D&I da Resolução ANP nº 50/2015 (PRH 33.1 - Referente ao EDITAL Nº1/2018/PRH-ANP; Convênio FINEP/FUSP/USP Ref. 0443/19).

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA DE NOTÍCIAS DO PARANÁ. **Paraná diz não ao uso do fracking na exploração do gás de xisto**. 17 jul. 2019. Disponível em: <<http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=102924&tit=Parana-diz-nao-ao-uso-do-fracking-na-exploracao-do-gas-de-xisto>>. Acesso em: 23 abr. 2021.

ANDRADE, Michele P. de. **Eficiência de Biodigestores Canadenses no Tratamento de Dejetos de Suínos em Diferentes Fases de Produção**. 2018. 49 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018.

ARAÚJO, Renata Rodrigues de. **Aspectos regulatórios e institucionais do desenvolvimento de gás não convencional: uma análise comparativa entre Brasil e Estados Unidos**. 2016.

304 p. Tese (Doutorado em Energia) - Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – BNDES. **Gás não convencional: experiência americana e perspectivas para o mercado brasileiro**, 2013. Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/1508>>. Acesso em: 23 abr. 2021.

BIOGÁS BRASIL. **Potencial de produção de biogás no Sul do Brasil**. p. 66. Foz do Iguaçu, dez. 2019. Disponível em: <<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>>. Acesso em: 23 abr. 2021.

BRASIL. Agência Nacional de Petróleo, gás Natural e Biocombustíveis – ANP. **12º Rodada de licitação de blocos**, 2013. Disponível em: <<http://rodadas.anp.gov.br/pt/12-rodada-de-licitacao-de-blocos>>. Acesso em: 9 mar. 2021.

BRASIL. Agência Nacional de Petróleo, gás Natural e Biocombustíveis – ANP. **Nota Técnica nº 09/2010-SCM – Gás natural não-convencional**. Rio de Janeiro, 2010.

BRASIL. Agência Nacional de Petróleo, gás Natural e Biocombustíveis – ANP. **Resolução nº 685**, 30 jan. 2015. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-n-8-de-30-de-janeiro-de-2015-32367532>>. Acesso em: 12 abr. 2021.

BRASIL. Agência Nacional de Petróleo, gás Natural e Biocombustíveis – ANP. **Resolução nº 8**, 29 jun. 2017. Disponível em: <<https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-685-2017-estabelece-as-regras-para-aprovacao-do-controle-da-qualidade-e-a-especificacao-do-biometano-oriundo-de-aterros-sanitarios-e-de-estacoes-de-tratamento-de-esgoto-destinado-ao-uso-veicular-e-as-instalacoes>>. Acesso em: 12 abr. 2021.

BRASIL. Agência Nacional de Petróleo, gás Natural e Biocombustíveis – ANP. **Resolução nº 828**, 2020. Disponível em: <<https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-828-2020-dispoe-sobre-as-informacoes-constantas-dos-documentos-da-qualidade-e-o-envio-dos-dados-da-qualidade-dos-combustiveis-produzidos-no-territorio-nacional-ou-importados-e-da-outras-providencias?origin=insti>>. Acesso em: 12 abr. 2021.

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética – EPE. **Zoneamento Nacional de Óleo e Gás 2019**. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2019.

BRASIL. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. **Embrapa suínos e aves**, 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas>>. Acesso em: 1 abr. 2021.

BRASIL. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. **Mapas e Infográficos**, 2020. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/mapas>>. Acesso em: 1 abr. 2021.

BRASIL. Lei 14.134/2021. Dispõe sobre as atividades relativas ao transporte de gás natural, de que trata o art. 177 da Constituição Federal, e sobre as atividades de escoamento, tratamento,

processamento, estocagem subterrânea, acondicionamento, liquefação, regaseificação e comercialização de gás natural. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 abr. 2021.

BRASIL. Lei 9.478/1997. Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 6 ago. 1997.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia – MME. Boletim Mensal de Acompanhamento da Indústria de Gás Natural - Dezembro, 2020. p. 38. Disponível em: <<http://antigo.mme.gov.br/web/guest/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/publicacoes/boletim-mensal-de-acompanhamento-da-industria-de-gas-natural/>>. Acesso em: 23 abr. 2021.

BRASIL. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. PROBIOGÁS. **Barreiras e propostas de soluções para o mercado de biogás no Brasil**. Brasília, DF, 2016. Disponível em: <[https://www.giz.de/en/downloads/giz\\_barreiras\\_digital\\_simple.pdf](https://www.giz.de/en/downloads/giz_barreiras_digital_simple.pdf)>. Acesso em: 23 abr. 2021.

CIBIOGÁS, **Nota Técnica: N° 002/2010 – Panorama do Biogás no Brasil em 2019**. Foz do Iguaçu, Abril de 2020.

COMITÊ TEMÁTICO DO MEIO AMBIENTE. **Aproveitamento de hidrocarbonetos em reservatórios não convencionais no Brasil**: Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural. Brasília: CTMA/PROMINP – Projeto MA 09, 2016. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/images/central-de-conteudo/notas-estudos-tecnicos/estudostecnicos/aproveitamento-hidrocarboneto-reserva-2016.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2021.

DYSON, Robert G. Strategic development and SWOT analysis at the University of Warwick. **European Journal of Operational Research**, v. 152, n. 3, fev. 2004.

EIA. **Technically recoverable shale oil and shale gas resources**: an assessment of 137 shale formations in 41 countries outside the United States. Energy Information Administration – U.S. Department of Energy. 2013.

EIA. **Technically recoverable shale oil and shale gas resources**: Brazil. Energy Information Administration – U.S. Department of Energy. 2015b

FERNANDES, Gláucia e MARIANI, Leidiane. O alto potencial de produção e uso fará do biogás a próxima fronteira da energia renovável no Brasil?. **Caderno Opinião**. FGV Energia, mar. 2019. Disponível em: <<https://fgvenergia.fgv.br/opinioes/o-alto-potencial-de-producao-e-uso-fara-do-biogas-proxima-fronteira-da-energia-renovavel-no>>. Acesso em: 23 abr. 2021.

FGV – Fundação Getúlio Vargas. Gás Natural. **Cadernos FGV Energia**. Rio de Janeiro, nov. 2014. Disponível em: <<https://fgvenergia.fgv.br/publicacao/caderno-de-gas-natural-fgv-energia>>. Acesso em: 22 abr. 2021.

FGV – Fundação Getúlio Vargas. Biocombustíveis. **Cadernos FGV Energia**. Rio de Janeiro, ago. 2017. Disponível em: <<https://fgvenergia.fgv.br/publicacao/caderno-de-biocombustiveis>>. Acesso em: 22 abr. 2021.

GOMES, Ieda. Brazil: Country of the future or has its time come for natural gas?. **The Oxford Institute for Energy Studies**. University of Oxford, 2014.

GÜREL, Emet. Swot analysis: a theoretical review. **Journal of International Social Research**, v. 10, n. 51, ago. 2017.

HEFNER III, Robert A. The age of energy gases. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 27, n. 1, p. 1-9, 2002.

IEA. **Total energy supply (TES) by source, World 1990-2018 – Charts – Data & Statistics**, 2018. Disponível em: <<https://www.iea.org/data-and-statistics?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=TPESbySource>>. Acesso em: 15 de abr. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Produção da Pecuária Municipal, 2019. p. 12. Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm\\_2019\\_v47\\_br\\_informativo.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2019_v47_br_informativo.pdf)>. Acesso em: 23 abr. 2021.

KVENVOLDEN, Keith A.; CLAYPOOL, George E. **Geochemical and geologic factors effecting the formulation of gas hydrate: Task No. 5, Final report**. Geological Survey, Menlo Park, CA (USA), 1988.

PARANÁ. Lei 19.500/2018. Dispõe sobre a Política Estadual do Biogás e Biometano e adota outras providências. Publicada no Diário Oficial n.º 10194 em 22 mai. 2018. Curitiba, 21 mai. 2018.

PEREIRA, Edilaine Regina; DE ABREU DEMARCHI, João José Assumpção; BUDIÑO, Fábio Enrique Lemos. **BIODIGESTORES–Tecnologia para o manejo de efluentes da pecuária**. 2009.

RIO GRANDE DO SUL. Lei 14.864/2016. Institui a Política Estadual do Biogás e do Biometano, o Programa Gaúcho de Incentivo à Geração e Utilização de Biogás e de Biometano - RS-GÁS - e dá outras providências. Publicada no DOE n.º 089 em 12 mai. 2016. Porto Alegre, 11 mai. 2016.

SANTA CATARINA. Lei 17.542/2018. Institui a Política Estadual do Biogás e estabelece outras providências. Publicada no DOE – SC em 13 jul. 2018. Florianópolis, 12 jul. 2018.

SEBRAE. **Os desafios para desenvolver o biogás**, 31 ago. 2018. Disponível em: <<https://sebraers.com.br/energia/os-desafios-para-desenvolver-o-biogas/>>. Acesso em 23 abr. 2021.

ZOBACK, Mark; KITASEI, Saya; COPITHORNE, Brad. **Addressing the environmental risks from shale gas development**. Washington, DC: Worldwatch Institute, 2010.