

# O Gás do Lixo no Ceará: Valores e Valor

*Aloísio Nunes de Arruda*

*Universidade Estadual do Ceará - UECE*

*Prof. Dr. Francisco Horácio da Silva Frota*

*Universidade Estadual do Ceará – UECE*

<https://revistas.uece.br/index.php/inovacaotecnologiasocial/article/view/17166>

## Resumo

Este artigo tem por base os dados apresentados na dissertação *Análise Comparativa da Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental do Uso do Biogás Oriundo do Aterro Sanitário Metropolitano Oeste de Caucaia (ASMOC)* do Mestrado em Planejamento e Políticas Públicas da Universidade Estadual do Ceará. Esse biogás, ao ser transformado em biometano, um gás natural renovável (GNR) é comparado com o gás natural de origem fóssil (GN). Os dados são apresentados sob uma perspectiva argumentativa econômica com base em critérios técnicos, abordados de modo a apontar a viabilidade do uso conjunto do GN e do biometano gerado a partir do biogás de um aterro sanitário. Identificam-se as vantagens e desvantagens de cada um, contextualizando o uso do biometano em substituição a ou em conjunto com o GN, enfatizando os valores dessas ricas fontes de energia que, dentro de suas diversas aplicações, ainda podem ser matéria-prima para a produção de hidrogênio. A seleção de bibliografia e a análise dos dados técnicos e econômicos existentes e praticados no Estado do Ceará definem a metodologia adotada neste estudo. O Estado do Ceará se destaca na associação entre políticas públicas voltadas à proteção do meio ambiente e aquelas com foco no desenvolvimento econômico regional. A construção de novos aterros sanitários compartilhados por vários municípios, de acordo com os padrões técnicos estabelecidos, proporcionará a produção de consideráveis volumes de biometano – uma fonte de energia limpa.

**Palavra-chave** aterro sanitário; biogas; biometano; gás natural; gás natural renovável.

## Abstract

This article is based on the data presented in the dissertation Comparative Analysis of the Technical, Economic and Environmental Feasibility of the Use of Biogas Originating from the Western Metropolitan Sanitary Landfill of Caucaia (ASMOC) of the Master in Planning and Public Policies of the State University of Ceará. This biogas, when turned into biomethane, a renewable natural gas (RNG), is compared to natural gas of fossil origin (NG), with a view to verifying all aspects involved. Data are presented from an economic argumentative perspective based on technical criteria, addressed in order to point out the feasibility of the joint use of NG and the biomethane generated through biogas from a landfill. The advantages and disadvantages of each are identified, contextualizing the use of biomethane in substitution of or in conjunction with NG, emphasizing the values of these rich energy sources that, within their various applications, can still be raw material for producing hydrogen. The selection of bibliography and the analysis of technical and economic data existing and practiced in the State of Ceará, Brazil, define the methodology adopted in this study. The State of Ceará stands out in the association between public policies aimed at protecting the environment and those focused on regional economic development. Building new landfills shared by several municipalities, according to the established technical standards, will provide the production of considerable volumes of biomethane – a clean energy source.

**Key-word** landfill; biogas; biomethane; natural gas; renewable natural gas.

## Introdução

A abordagem traçada neste artigo está focada nos valores do gás originado no lixo das cidades de Fortaleza e Caucaia, no estado do Ceará, e por qual preço tornamos possível a comercialização dessa fonte de energia limpa, trazendo para o contexto as políticas públicas exigidas e aplicadas na sua viabilidade. Este estudo compara os custos das cadeias de produção do gás natural de origem fóssil com os do biogás do Aterro Sanitário Metropolitano Oeste de Caucaia (ASMOC), além de analisar a viabilidade técnica e ambiental após sua transformação em biometano, um gás natural renovável.

O uso do biogás dos aterros sanitários pode ser implementado de maneira mais rápida, proporcionando a produção de biometano para as mais diversas finalidades de consumo. Isso constitui uma contribuição substancial para o meio ambiente por reduzir a concentração desse gás na atmosfera – trata-se de um dos grandes intensificadores do efeito estufa. O metano, principal componente do biogás, impacta em cerca de 30% o aquecimento global, com forte tendência de crescimento observada por sua volumosa presença em lixões, aterros sanitários, pântanos e lagos, além de áreas como a pecuária e a agricultura.

Já o gás natural, por sua vez, traz muitos benefícios para o meio ambiente ao substituir o óleo diesel, o óleo combustível ou o carvão, muito utilizados pela indústria e pelas usinas de geração de energia elétrica (SANTOS, 2002).

A implementação de políticas públicas sociais, econômicas e ambientais destinadas à redução de gases de efeito estufa (GEE) tem sido uma temática recorrentemente tratada pela Organização das Nações Unidas (ONU), como observado pelo seu secretário-geral, António Guterres, na apresentação do relatório em 4 de abril de 2022 (ONU, 2022). No caso em estudo, busca-se aprimorar a compreensão dos benefícios da injeção do biometano, tecnicamente denominado gás natural renovável, na rede de gasodutos de distribuição da Companhia de Gás do Ceará (Cegás), comparando os custos do gás natural renovável aos do gás natural fóssil e verificando os consequentes ganhos socioambientais.

As ações já materializadas, abordando a conjugação de diferentes políticas públicas são analisadas, ora com viés sanitário, ao tratar da coleta e destinação dos resíduos sólidos urbanos (RSU), ora com viés ambiental, ao tratar da mitigação dos gases de efeito estufa,

além do viés social, ao atentar para o fornecimento ininterrupto de gás natural à população, e do viés econômico, ao identificar a rentabilidade de cada investidor (seja ele público ou privado).

A usina produtora de biometano converte biogás de resíduos urbanos em gás natural renovável, seguindo os parâmetros da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Analisam-se os mecanismos novos e os convencionais empregados na construção de um sistema de produção de gás natural renovável, desde sua produção até seu consumo final, observando os aspectos de custos e qualidade do produto.

A temática se mostra relevante na medida em que o debate em torno do aquecimento global se impõe, com protocolos e acordos internacionais exigindo a implantação de medidas concretas e relevantes que, entre outras coisas, promovam significativa redução dos gases de efeito estufa (DANTAS, 2021).

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo geral**

Comparar os custos da cadeia produtiva do biogás até sua transformação em biometano, um GNR, com o GN, de origem fóssil, desde sua prospecção, passando pelo processamento industrial e o transporte, até chegar ao consumidor final.

### **2.2 Objetivos específicos**

- a) Levantar e comparar os custos da cadeia produtiva do GNR com os do GN, bem como a viabilidade técnica e ambiental;
- b) Verificar a possibilidade de replicar o uso do GNR no interior do Ceará, em municípios onde há aterros sanitários que apontem para a sua viabilidade;
- c) Especificar os desafios e impactos diante da implantação de um sistema de produção de GNR a partir do biogás proveniente de aterros sanitários; e
- d) Verificar a possibilidade de geração e comercialização de hidrogênio verde e do gás carbônico gerado no processo de purificação do biogás.

## **3. Fundamentação teórica**

Para aumentar a compreensão de cada elemento pesquisado, o estudo traz uma base teórica que associa as definições do gás natural de origem fóssil e do gás natural renovável, contextualizando-a com a análise técnica, econômica e ambiental do caso em tela e expondo as iniciativas dos entes federativos brasileiros na proposição de soluções, concretizadas pelas políticas públicas de cada ente, envolvendo os aspectos normativos e as argumentações que dão sustentação à problemática.

### **3.1 Política pública**

A abordagem envolve a análise de resultados inserida no processo de avaliação que, como observa C. Souza (2003), é o último estágio do ciclo da política pública, vindo depois da sequência lógica composta por: a) definição de agenda; b) identificação de alternativas; c) avaliação das opções; d) seleção das opções; e) implementação; e, por último, f) a avaliação.

Segundo Lotta (2019), a fase de avaliação é aquela em que os resultados das políticas públicas são mensurados. As análises dessa fase buscam compreender os diferentes instrumentos de avaliação adotados e os resultados alcançados em suas várias dimensões (eficiência, eficácia, efetividade).

O resultado da política pública estudada retrata seus efeitos na economia e na sociedade, trazendo para o contexto os interesses específicos do conjunto de atores públicos e privados, quais sejam: a) instituições de governo nas esferas federal, estadual e municipal, vinculadas às políticas de meio ambiente e infraestrutura; b) instituições de regulação e normatização; c) empresas de comercialização e distribuição de gás natural e biocombustíveis; e d) empresas de coleta e armazenamento de resíduos sólidos urbanos.

### 3.2 O gás natural

Trata-se de um gás proveniente da degradação de matéria orgânica por bactérias anaeróbicas, da degradação simples de matéria orgânica ou do carvão submetido a altas pressões e temperaturas. Essa matéria orgânica acumulada sofreu diversas transformações e alcançou maiores profundidades no subsolo, convertendo-se em hidrocarbonetos, como petróleo, carvão, gás natural, xisto etc. Também pode formar-se pela alteração dos hidrocarbonetos líquidos, provocada por variações de temperatura e pressão.

O gás natural pode, ainda, ser encontrado junto ao petróleo bruto, denominando-se *gás natural associado*. Embora os gases associados apresentem predominância de metano e etano, também contêm significativa quantidade de propano, butano e outros hidrocarbonetos de cadeias maiores.

O gás natural possui densidade inferior a 1, sendo, portanto, mais leve do que o ar, o que confere uma característica de segurança ao seu uso, em função de sua elevada volatilidade, que o faz dispersar-se rapidamente dos ambientes, mostrando-se mais vantajoso e seguro do que o gás liquefeito de petróleo (GLP). Com ponto de ebulição em  $-162^{\circ}\text{C}$ , seu transporte na forma líquida e sob pressão atmosférica requer tal temperatura.

A rede de gasodutos que transporta o gás natural pelo Brasil o recebe de diversas fontes, seja oriundo da produção nacional, importado da Bolívia ou trazido por navios com gás natural liquefeito (GNL). As transportadoras repassam esse gás para as concessionárias estaduais, como a Cegás, a partir dos pontos de entrega, onde são instalados instrumentos para medição, odorização e filtragem, bem como para a redução da pressão (MONTEIRO, 2010).

### 3.3 O gás natural renovável

O gás natural renovável é um biometano não disponível naturalmente, podendo ser obtido a partir: a) do processamento do biogás dos resíduos de biomassa do agronegócio; b) dos aterros sanitários; c) do lodo proveniente das redes de esgoto; e, ainda, d) de quaisquer matérias orgânicas em processo de decomposição. O biogás gerado nessas fontes, depois de purificado em uma planta industrial, transforma-se em biometano. Na maioria dos projetos existentes no Brasil, o gás natural renovável se destina à geração de energia elétrica, entretanto, ele também pode ser injetado nas redes locais de distribuição de gás natural, aumentando a flexibilidade e amplitude de sua utilização.

O biogás, proveniente da decomposição da biomassa nos aterros sanitários, depois de processado e transformado em biometano pode configurar-se como substituto do gás natural, em vista da grande presença de metano ( $\text{CH}_4$ ) em sua composição (cerca de 50% a 55% do volume).

Por ser um dos gases responsáveis pela aceleração do efeito estufa, o não aproveitamento do  $\text{CH}_4$  implica danos ambientais 21 a 23 vezes maiores em termos de potencial de aquecimento global do que o  $\text{CO}_2$ , por exemplo (BARBIÉRI, 2022). Essa é a justificativa para seu enquadramento como combustível verde, podendo ser usado para a geração de energia elétrica, como fonte de calor, como matéria-prima para a produção de fertilizantes e metanol, para a produção de hidrogênio ou, ainda, ser injetado na rede de distribuição de gás natural.

## 4. Metodologia

Depois das análises de base normativa para identificar a melhor técnica a aplicar, esta pesquisa adotou a abordagem quantitativa para obter as respostas ao seu principal elemento, caracterizando-se por análises de base estatística e oferecendo dados numéricos para sua comprovação. Como apontam Minayo e Sanches (1993), a investigação quantitativa atua em níveis de realidade e tem por objetivo trazer à luz dados, indicadores e tendências observáveis. Trata-se de um método comprobatório que, ao detalhar o problema com dados concretos, apresenta-nos sua extensão.

Além disso, esta pesquisa teve por base normas, documentos e relatórios de gestão e levantamento bibliográfico de artigos e periódicos científicos, livros, sites especializados e textos jornalísticos relacionados com o gás natural de origem fóssil (GN), o gás natural renovável (GNR), o biogás e os aterros sanitários, associando os conteúdos com o estudo de caso da exploração do biogás no ASMOC e sua transformação em biometano (um GNR), em análise comparativa com o GN, enfocando a viabilidade técnica, econômica e ambiental.

A coleta e a análise de dados ocorreram em 2021; delimitada ao Estado do Ceará, esta pesquisa compara os custos do GNR proveniente do ASMOC aos do GN, investigando sua viabilidade técnica, econômica e ambiental.

Ao tratar de outros elementos associados à temática, como a contribuição para a correta destinação dos resíduos sólidos urbanos (RSU) nos municípios cearenses e a busca de uma solução energética com forte impacto social, econômico e ambiental, a pesquisa interage com as diversas políticas públicas inerentes a cada uma dessas vertentes.

O delineamento da pesquisa envolve em um estudo de caso que “consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento” (GIL, 2002, p. 54). E o marco teórico é de natureza predominantemente exploratória, tendo como “objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses” (GIL, 2002, p. 41).

Como produto final, a pesquisa apresenta os resultados econômicos relativos aos custos do biometano depois de injetado na rede de distribuição de GN canalizado da Cegás, indicando um elevado custo-benefício e enfatizando, além dos elementos relativos à sua viabilidade econômica, os aspectos relacionados com a sustentabilidade social e ambiental.

## 5. Estudo de caso

O ASMOC entrou em atividade operacional em 1998, atendendo aos municípios de Fortaleza e Caucaia. Em 2010, recebia, aproximadamente, 4.200 t de lixo por dia. Em 2020, chegando ao máximo de sua capacidade, tiveram início as operações em sua área de expansão.

Para cada tonelada de resíduos, em um processo de digestão anaeróbica, teremos entre 60 e 75 m<sup>3</sup> de biogás gerados. Para 2022, temos uma projeção de 2.260.000 t de RSU, com potencial para produzir cerca de 160 milhões de m<sup>3</sup> de biogás que, depois de processados, equivaleriam a 80 milhões de m<sup>3</sup> de biometano (aproximadamente 222.000 m<sup>3</sup>/dia) (LIMA et al, 2011).

Na análise comparativa da cadeia produtiva do biometano com a do gás natural, elemento central do estudo de caso, percebemos não apenas sua viabilidade comercial, mas uma série de vantagens que ajudam os gestores públicos no sentido de incluir no planejamento dos atuais e futuros projetos de aterros sanitários a lógica da melhor destinação do biogás.

A GNR Fortaleza, empresa produtora de biometano instalada no entorno do ASMOC, iniciou suas operações em 2017 e fornece 90.000 m<sup>3</sup> de biometano para a Cegás lançando mão de tecnologias inovadoras para a matriz de energias limpas e sustentáveis. Isso proporcionou ao primeiro consumidor do produto, a indústria de cerâmicas Cerbras, a

certificação para comercializar créditos de carbono (CEGÁS, 2021a). Além disso, sua usina de processamento de biometano tem capacidade instalada para produzir até 150.000 m<sup>3</sup>/dia, sinalizando maiores recursos de arrecadação tributária, o que fortalece os argumentos em torno da implantação de sistemas similares ao estudado nesta pesquisa.

## 6. Análise dos resultados

### 6.1 Análise técnica

As melhores fontes de produção de biogás são as de formação úmida, como dejetos de animais, efluentes agroindustriais, lixo doméstico e lodo das estações de tratamento de esgoto urbano. Já o gás natural tem sua formação em estruturas geológicas distantes dos pontos de consumo e, na maioria das vezes, em locais de difícil acesso, como ocorre na produção *off-shore*, em águas rasas (até 300 m), profundas (300 a 1.500 m) ou ultraprofundas (acima de 1.500 m), fazendo com que haja necessidade de grandes investimentos em pesquisa, exploração, produção, tratamento, transporte e distribuição.

No biogás temos um modo de obter energia sem prejuízos para o desenvolvimento sustentável, mostrando-se um forte aliado no enfrentamento do efeito estufa, já que seu uso retira da atmosfera grandes volumes de metano, um gás nocivo ao meio ambiente e que, por si só, na condição de gases de efeito estufa, causa um impacto 21 vezes maior do que o CO<sub>2</sub>. Além disso, a intensificação do uso do biogás diminui a utilização de gás natural, neutralizando parte das emissões.

A cadeia produtiva do gás natural se inicia na cabeça do poço, onde o petróleo cru é estabilizado no momento de sua separação do gás natural. Esse gás da cabeça do poço deve ser tratado ainda em campo, comprimido e transportado através de gasodutos de transferência para uma UPGN. Depois de processado na UPGN, o gás natural é transportado para ser consumido. Esse transporte pode ocorrer na forma líquida (GNL), em navios criogênicos, ou na forma gasosa, através de gasodutos. O transporte em dutos é o mais comum, por ser economicamente mais vantajoso.

A distribuição de gás natural é uma atividade regulada pela ANP e sua operacionalização é uma concessão do poder público estadual, que a fiscaliza por meio de agência reguladora de serviços públicos. Por se tratar de um direito previsto na Constituição Federal (BRASIL, 1988), essa concessão pública se dá mediante lei estadual que determina as obrigações, os compromissos e o tempo da concessão. Cabe à distribuidora, depois de receber o gás nos pontos de entrega dos transportadores, garantir o fornecimento seguro aos consumidores usando sua malha de gasodutos.

Já a cadeia de valor do biogás se inicia na matéria-prima orgânica, com sua digestão anaeróbica para produzir o biogás bruto, e finaliza-se em seu processamento. Aborda-se o biogás e não a matéria orgânica presente em sua cadeia produtiva. Após a produção do biogás bruto vem o processo de purificação e chega-se ao produto final: o biometano – um gás natural renovável. Depois de processado, ele é injetado na rede de distribuição de gás natural, também podendo ser liquefeito ou armazenado sob pressão em cilindros.

Em um primeiro momento, a matéria orgânica depositada e contida no aterro sanitário, com a ausência de oxigênio, forma um composto com grande presença de metano (CH<sub>4</sub>) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o biogás. Equipamentos captam esses gases que serão encaminhados para um segundo elo da cadeia, a purificação, cujo objetivo é isolar o metano dos outros constituintes. Resumidamente, a purificação consiste em dessulfurização (retirada do ácido sulfúrico), secagem (retirada da água) e retirada do gás carbônico. Para que o biogás seja considerado um biometano ele deve conter de 95% a 97% de CH<sub>4</sub> e de 1% a 3% de CO<sub>2</sub>.

Com a Resolução ANP n. 685/2017 (ANP, 2017) se tornou possível a injeção de biometano de aterro sanitário nas redes de distribuição de gás natural. Isso se dá com o estabelecimento de compatibilidades de requisitos técnicos de qualidade na especificação

do biometano, tanto o oriundo de aterros sanitários quanto o de estações de tratamento de esgoto (EPE, 2018b).

## 6.2 Análise econômica

A monetização do biogás, via biometano, em substituição ao gás natural atende aos diversos mercados de gás canalizado, inclusive, o de autoprodução de energia elétrica. O biometano será bem monetizado com sua injeção nas redes de distribuição de gás natural. Os custos totais de investimentos em infraestrutura de produção do biogás, seus componentes e elementos influenciadores, seu tratamento e sua posterior conversão em biometano, de modo a obter as características equivalentes às do gás natural, variam de R\$ 275 a R\$ 636 para cada m<sup>3</sup> diário de biogás. Para efeito de estudo, pode-se considerar uma média específica de investimento de R\$ 431/m<sup>3</sup>. Isso para um câmbio de 3,48, como média de fechamento diário entre janeiro e julho de 2018 (EPE, 2018b). Este estudo não considera os custos envolvidos no efeito escala.

Os custos operacionais de um projeto para a produção de biometano a partir de resíduos sólidos urbanos (RSU) são apresentados como uma faixa percentual dos custos de investimento. A faixa de custos operacionais anuais varia entre 17% e 21% dos custos totais de investimento. Para os propósitos deste estudo, utiliza-se um valor de 17% como despesas anuais de operação, calculado sobre os custos totais de investimento.

O custo de capital a ser considerado para remunerar os investimentos em energia renovável no Brasil varia de 12% a 15%. Já a tarifa de equilíbrio para o biometano, com injeção na rede de distribuição de gás natural canalizado, tem seu primeiro componente nos custos de operação e manutenção da planta de produção.

A usina de biometano no Ceará terá sua capacidade de operação ampliada de 80.000 m<sup>3</sup>/dia para 120.000 m<sup>3</sup>/dia, com biogás originário do ASMOC. O investimento da ampliação ficará entre R\$ 35 milhões e R\$ 45 milhões. Com esses parâmetros e adotando uma média dos custos de ampliação da planta industrial em R\$ 40 milhões, para um volume adicional de gás de 40.000 m<sup>3</sup>/dia, com 17% do investimento para o custo de operação e manutenção, tem-se o custo de R\$ 0,46/m<sup>3</sup> (MACHADO, 2019).

Na planilha de investimentos, adota-se a previsão de um contrato de suprimento de biometano por 10 anos, com uma taxa de retorno de 13%, com média entre 12% e 15% para projeções com esse energético. Tem-se, então, que para um custo de investimento de R\$ 40 milhões, a remuneração do capital deverá ser de R\$ 7,4 milhões/ano. Assim, o custo do investimento será de R\$ 0,50/m<sup>3</sup> de biometano. O preço final da tarifa do biometano, na saída do empreendimento, será de R\$ 0,96/m<sup>3</sup>.

Para os parâmetros indicados e com base em levantamentos da EPE (2018b), em projetos de grande escala como esse, com previsão de custo de capital em 12%, o valor da tarifa de equilíbrio fica em R\$ 1,04/m<sup>3</sup>; e para um custo de capital de 15%, a tarifa de equilíbrio fica em R\$ 1,09/m<sup>3</sup>. Portanto, perfeitamente compatíveis com o valor do investimento ocorrido no Ceará, que ficou em R\$ 0,96/m<sup>3</sup>, relativos à planta de biometano.

A Cegás investiu R\$ 22 milhões na construção de uma estação de transferência de custódia e de um gasoduto de 23 km que transporta o gás natural renovável até a injeção na sua rede de distribuição de gás natural já existente. Essa infraestrutura construída pela Cegás deverá ser remunerada ao longo da vida útil do aterro, estimada em 10 anos. Nos primeiros 4 anos serão transportados 80.000 m<sup>3</sup>/dia e, com a ampliação, ficará em 120.000 m<sup>3</sup>/dia para os 6 anos seguintes, ficando a média ponderada de transporte em 104.000 m<sup>3</sup>/dia. Remunerar o investimento de R\$ 22 milhões a uma taxa de 13%, ao longo de 10 anos, corresponderá ao custo do transporte entre a usina de biometano até o ponto de injeção na rede de distribuição. Portanto, realizando o fluxo de caixa descontado do capital empregado, o valor anual do custo fica estimado em R\$ 4,05 milhões. Como a distribuição média ponderada é de 104.000 m<sup>3</sup>/dia, corresponderá a uma distribuição de 37,9 milhões de m<sup>3</sup>/ano. Desse modo, dividir o custo anual pelo volume distribuído anualmente resultará, em média, em R\$ 0,10/m<sup>3</sup>. Somando-se aos R\$ 0,96 relativos aos investimentos

na planta de biometano, o custo total ficará em R\$ 1,06/m<sup>3</sup>, disponível para injeção na rede de distribuição de gás natural canalizado.

A Cegás comercializa gás natural para diversos segmentos de mercado, sendo que o destinado à produção de energia elétrica, com volumes acima de 10.000 m<sup>3</sup>/dia, é o que apresenta o menor valor de tarifa entre todos os segmentos (CEGÁS, 2021a). Tomando esse segmento de mercado como parâmetro, o gás natural é comercializado pela Cegás a R\$ 2,50/m<sup>3</sup>, pela menor tarifa (CEGÁS, 2021b).

Em janeiro de 2022 ocorreu uma majoração de 50% no valor da tarifa praticada pela Petrobras, evento que corrobora a acertada decisão da Cegás em seu planejamento estratégico de 2015, que definiu os investimentos para viabilizar a construção da infraestrutura de recebimento do gás natural renovável e a assinatura do contrato de compra e venda de 70.000 m<sup>3</sup> de biometano com a empresa GNR Fortaleza, o produtor local do gás natural renovável.

O valor investido na infraestrutura de interligação da usina de biometano à rede de distribuição da Cegás, no ano de 2017, foi de R\$ 21.166.167,92. Logo, o retorno sobre o investimento ficou em 24%, apontando a viabilidade da operação. Chega-se à conclusão de que para cada m<sup>3</sup> de biometano comercializado haverá um retorno de R\$ 0,1638.

O retorno anual é calculado para avaliar a viabilidade do projeto. Tendo por base o contrato de fornecimento firmado entre o produtor de biometano e a Cegás, que estipula um consumo diário de 70.000 m<sup>3</sup>, têm-se um consumo anual estimado de 25,55 milhões de m<sup>3</sup>. Essa quantidade comercializada resultará em uma margem anual de R\$ 4.185.090,00.

Ao calcular o valor presente líquido (VPL) para um período de 10 anos, tendo por base a inflação projetada pelo FOCUS (BCB, 2016), chega-se ao valor de R\$ 9.386.052,99, o que demonstra retorno superior à inflação para o período. Considerando a tendência de redução da taxa de inflação em anos posteriores, esse VPL pode ser considerado conservador.

O biometano foi obtido com uma tarifa de R\$ 1,7336 no ano de 2017, como indicado no preço final de compra. Fazendo a correção dessa tarifa em 11,32%, com base no Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) de dezembro de 2017 a janeiro de 2021, a tarifa fica em R\$ 1,93, com tributos. Descontando 38%, aproximadamente, relativos aos tributos (ICMS, PIS/COFINS), obtemos uma tarifa de R\$ 1,20/m<sup>3</sup>, sem tributos.

Segundo Rosa (2021), o gás natural teve cotação média de US\$ 12 por milhões de unidades térmicas britânicas (MMBTU) no ano de 2021. Considerando que 1 MMBTU de gás natural equivale, aproximadamente, a 26,8 m<sup>3</sup> de gás natural, com a cotação do dólar prevista em R\$ 5,53 em dezembro de 2021, a tarifa do gás natural equivale a R\$ 2,50/m<sup>3</sup>.

Comparando o valor do gás natural com tarifa de R\$ 2,50/m<sup>3</sup>, sem tributos, com o valor da tarifa do biometano de R\$ 1,20 nas mesmas condições tributárias, a tarifa do biometano foi 52% inferior.

### 6.3 Análise ambiental

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos, instituído pelo Decreto n. 11.043/2022 (BRASIL, 2022), traz a ambiciosa meta de encerrar até 2024 as atividades dos quase 3.000 lixões espalhados pelo país, vindo a pressionar os gestores públicos estaduais e municipais no sentido de acelerarem a construção de novos aterros sanitários. Com estes, abre-se a possibilidade de formação de novos campos produtores de biogás com condições de aproveitamento do energético e sua transformação em significativos volumes de biometano.

A oportunidade exige um estudo mais detalhado da realidade, com a inserção nos planejamentos das políticas públicas de saneamento, tanto no estado quanto nos municípios, das previsões normativas relativas à produção de biometano oriundo do biogás a ser gerado nos atuais e nos futuros aterros. Nesse contexto, o Ceará se apresenta como referência, tanto para o debate de natureza regulatória quanto para a viabilidade ambiental



de um projeto bem executado, posto em prática com o início da atividade operacional da usina de biometano da GNR Fortaleza, atuando como um anexo industrial do ASMOC.

Os resíduos sólidos urbanos no Brasil têm a seguinte composição: 51,40% de matéria orgânica, 31,90% de recicláveis e 16,70% de outros materiais.

Sustentado por farta legislação, hoje, o Ceará possui 26 consórcios públicos de manejo de resíduos sólidos, que congregam 168 municípios, objetivando implementarem os planos de coletas seletivas múltiplas, fazendo uso das ferramentas de gestão previstas na Proposta de Regionalização para a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos no estado. A ideia central é fazer com que diminua consideravelmente o volume de lixo destinado aos aterros que deverão ser construídos concomitantemente nas sedes dos 26 consórcios (CEARÁ, 2020).

Os novos aterros sanitários se localizam em pontos geográficos distantes da rede de gasodutos da Cegás, o que dificulta a possibilidade de injeção do biometano nessa rede de distribuição. Dessa maneira, o biometano poderia ser comprimido em cilindros e transportado em carretas-feixe ou liquefeito. Poderia, ainda, ser destinado à geração de energia elétrica ou à produção de hidrogênio no próprio local onde é processado.

## Considerações finais

Os resultados deste estudo indicam importantes impactos, não só quanto à viabilidade do uso do biometano, mas em relação à possibilidade de sua aplicação a outras oportunidades de negócios. Ademais, como produto final, a pesquisa apresenta à sociedade os resultados econômicos relativos aos custos do biometano, um gás natural renovável que constitui o principal componente da cadeia produtiva do biogás do ASMOC, depois de injetado na rede de distribuição de gás natural canalizado da Cegás, indicando um elevado custo-benefício e enfatizando, além dos elementos relativos à sua viabilidade econômica, os aspectos relacionados com a sustentabilidade social e ambiental.

A produção do biometano poderá alcançar volumes capazes de cobrir os investimentos em toda a cadeia produtiva, inclusive na estrutura de coleta dos resíduos sólidos urbanos. A indústria do biogás tem elos dinâmicos e multidisciplinares, com amplo incentivo para o desenvolvimento de estudos e a criação de centros de pesquisa por parte de universidades e empresas do setor.

Nas regiões de maior adensamento populacional, os projetos de construção dos aterros sanitários e das redes de esgoto devem considerar a possibilidade de investimentos para aproveitar o biogás com sua conversão em biometano, agregando benefícios oriundos tanto dos créditos de carbono quanto de subprodutos como hidrogênio e gás carbônico. Os projetos de produção de grandes volumes de hidrogênio verde, uma fonte de energia renovável, mostram-se excelentes oportunidades de negócios. Isso porque tal hidrogênio pode ser produzido a partir do biometano, mediante reforma ou eletrólise.

Além dos aterros sanitários, observa-se a tendência de produção do biogás tendo como fonte os grandes volumes de lodo das redes de esgoto. No Estado do Ceará, a criação de algas nos grandes lagos e açudes e a biomassa dos dejetos das culturas agrícolas, da avicultura, da pecuária, da piscicultura etc. apresentam elevada viabilidade.

O aproveitamento energético do biogás produzido durante o tratamento do lixo urbano pode contribuir com a geração de riquezas e empregos, além de combater a poluição. Portanto, este momento de transição entre a desativação dos lixões e a instalação de aterros sanitários se mostra adequado.

Do ponto de vista econômico, as plantas industriais de processamento do biogás para produção de biometano, um gás natural renovável, podem proporcionar outros benefícios aos seus consumidores, como é o caso dos recursos provenientes dos créditos de carbono, uma vez cumpridas as metas previstas nos protocolos e acordos internacionais.

Os custos do gás natural renovável são plenamente competitivos quando comparados aos custos do gás natural de origem fóssil, demonstrando que o biometano se

mostra uma alternativa viável para as companhias distribuidoras de gás natural, visto que, com base nos dados da análise econômica, referentes a dezembro de 2021, o biometano apresenta o valor de R\$ 1,20/m<sup>3</sup>, enquanto temos R\$ 2,50/m<sup>3</sup> no final da cadeia produtiva do gás natural – sem considerar tributos para ambos.

## Referências bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. **Resolução n. 685, de 29 de junho de 2017.** Estabelece as regras para aprovação do controle da qualidade e a especificação do biometano oriundo de aterros sanitários e de estações de tratamento de esgoto destinado ao uso veicular e às instalações residenciais, industriais e comerciais a ser comercializado em todo o território nacional. 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-residenciais-industriais-e-comerciais-a-ser-comercializado-em-todo-o-territorio-nacional>. Acesso em: 6 set. 2022.

BANCO CENTRAL DO BRASIL – BCB. **FOCUS:** Relatório de Mercado. 2016. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/content/focus/focus/R20161230.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2021.

BARBIÉRI, Luiz Felipe. **Governo anuncia programa para tentar reduzir emissões de metano no país.** 21 mar. 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/politica/noticia/2022/03/21/governo-anuncia-programa-para-tentar-reduzir-emissoes-de-metano-no-pais.ghtml>. Acesso em: 22 mar. 2022.

BRASIL, [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF: Senado, 1988.

BRASIL. Decreto n. 11.043, de 13 de abril de 2022. Aprova o Plano Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**, seção 1, Brasília, p. 2, 14 abr. 2022.

CEARÁ (Estado). **Consórcios Públicos de Resíduos.** Fortaleza: Secretaria das Cidades do Ceará, 2020.

COMPANHIA DE GÁS DO CEARÁ – CEGÁS. **Cegás é a primeira distribuidora do Brasil a injetar o gás natural renovável em sua rede de gasodutos.** Disponível em: <https://www.egas.com.br/gas-natural/o-gas-natural/o-produto/>. Acesso em: 12 dez. 2021a.

COMPANHIA DE GÁS DO CEARÁ – CEGÁS. **Divulgação das tarifas a vigorar a partir de 01/11/2021 até 31/12/2021.** Disponível em: <https://www.egas.com.br/tarifa/divulgacao-das-tarifas-a-vigorar-a-partir-de-01-11-2021-ate-31-12-2021/>. Acesso em: 12 set. 2021b.

DANTAS, Maria Jorgiana Ferreira *et al.* Estimativa do potencial energético proveniente do biogás gerado em aterro sanitário no Ceará. **Revista Tecnologia**, v. 42, n. 1, p. 1-18, 2021.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Nota Técnica EPE 019/2018:** estudo sobre a economicidade do aproveitamento dos resíduos sólidos urbanos em aterro para produção de biometano. 2018. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao->

309/NT%20Biometano%20de%20Aterro%20vf%200192018.pdf. Acesso em: 10 nov. 2021.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

LIMA, José Dantas *et al.* **Projeto de implantação para a ampliação do Aterro Sanitário Metropolitano de Caucaia-CE**. Fortaleza: Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará, 2011.

LOTTA, Gabriela *et al.* Teoria e análises sobre implantação de políticas públicas no Brasil. Brasília, DF: Escola Nacional de Administração Pública, 2019.

MACHADO, Oldon. **Usina de biometano no Ceará terá capacidade de produção ampliada em 2020**. 2019. Disponível em: <https://www.canalenergia.com.br/noticias/53114057/usina-de-biometano-no-ceara-tera-capacidade-de-producao-ampliada-em-2020>. Acesso em: 23 nov. 2021.

MINAYO, M. C. S.; SANCHES, O. Quantitativo-qualitativo: oposição ou complementaridade? **Cadernos de Saúde Pública**, v. 9, n. 3, p. 239-262, 1993.

MONTEIRO, Jorge Venâncio de Freitas *et al.* **Normatização e regulamentação aplicadas à distribuição do gás natural**. Brasília, DF: Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, 2010.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. Relatório da ONU aponta recorde de emissões de gases de efeito estufa. 4 abr. 2022. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2022/04/1785102#:~:text=A%20previs%C3%A3o%20%C3%A9%20que%20as,d%C3%A9%20entre%202030%20e%202050>. Acesso em: 6 maio 2022.

ROSA, Bruno. Após propor dobrar o preço do gás natural, Petrobras recua e oferece reajuste de 50% a distribuidoras. 2021. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/economia/apos-propor-dobrar-preco-do-gas-natural-petrobras-recua-oferece-reajuste-de-50-distribuidoras-25299027>. Acesso em: 5 dez. 2021.

SANTOS, Edmilson Moutinho *et al.* **Gás natural: estratégias para uma energia nova no Brasil**. São Paulo: Annablume, 2002.

SOUZA, Celina. Políticas públicas: questões temáticas e de pesquisa. **Caderno CRH**, v. 16, n. 39, p. 11-24, 2003.