

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE ENERGIA E AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA

TALUIA CROSO

Sinergias entre infraestruturas essenciais: o caso do saneamento e da energia no Brasil através de projetos de biometano em redes locais periféricas e rurais

São Paulo
2022

TALUIA CROSO

Sinergias entre infraestruturas essenciais: o caso do saneamento e da energia no Brasil através de projetos de biometano em redes locais periféricas e rurais

Tese apresentada ao Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Doutora em Ciências.

Orientadora: Profa. Dra. Virginia Parente.

Versão Corrigida

São Paulo
2023

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

FICHA CATALOGRÁFICA

Croso, Taluia.

Sinergias entre infraestruturas essenciais: o caso do saneamento e da energia no Brasil através de projetos de biometano em redes locais periféricas e rurais. / Taluia Croso; orientadora: Virginia Parente, 2022.

146 f.: il; 30 cm.

Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Energia – Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo.

1. Energia. 2. Biometano- regulação. 3. Saneamento básico- aspectos socioeconômicos. 4. Serviços públicos. 5. Fontes alternativas de energia. I. Título.

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

Nome: CROSO, Taluia

Título: Sinergias entre infraestruturas essenciais: o caso do saneamento e da energia no Brasil através de projetos de biometano em redes locais periféricas e rurais

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Energia do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Doutora em Ciências.

Aprovada em: __/__/__

BANCA EXAMINADORA:

Professor

Instituição:

Assinatura: _____

Professor(a):

Instituição:

Assinatura: _____

Professor(a):

Instituição:

Assinatura: _____

Professor(a):

Instituição:

Assinatura: _____

Professor

Instituição:

Assinatura: _____

Ao Sr. Paul Poulallion,

In memoriam

SALMO 91

1. Aquele que habita no esconderijo do Altíssimo, à sombra do Onipotente descansará. 2. Direi do Senhor: Ele é o meu Deus, o meu refúgio, a minha fortaleza, e nele confiarei. 3. Porque ele te livrará do laço do passarinho, e da peste perniciososa. 4. Ele te cobrirá com as suas penas, e debaixo das suas asas te confiarás; a sua verdade será o teu escudo e broquel. 5. Não terás medo do terror de noite nem da seta que voa de dia. 6. Nem da peste que anda na escuridão, nem da mortandade que assola ao meio-dia. 7. Mil cairão ao teu lado, e dez mil à tua direita, mas tu não serás atingido. 8. Somente com os teus olhos contemplarás, e verás a recompensa dos ímpios. 9. Porque tu, ó Senhor, és o meu refúgio. No Altíssimo fizeste a tua habitação. 10. Nenhum mal te sucederá, nem praga alguma chegará à tua tenda. 11. Porque aos seus anjos dará ordem a teu respeito, para te guardarem em todos os teus caminhos. 12. Eles te sustentarão nas suas mãos, para que não tropeces com o teu pé em pedra. 13. Pisarás o leão e a cobra, calcarás aos pés o filho do leão e a serpente. 14. Porquanto tão encarecidamente me amou, também eu o livrarei, pô-lo-ei em retiro alto, porque conheceu o meu nome. 15. Ele me invocará, e eu lhe responderei; estarei com ele na angústia; dela o retirarei, e o glorificarei. 16. Fartá-lo-ei com longura de dias, e lhe mostrarei a minha salvação.

Dedico esta tese a toda minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos envolvidos direta e indiretamente nos meus estudos ao longo do Doutorado, meus colegas do Programa de Energia da USP, aos funcionários e professores do Instituto de Energia e Ambiente.

Em especial à minha orientadora Professora Doutora Virginia Parente e minha coorientadora (informalmente), Hirdan Katarina de Medeiros Costa, por sua dedicação, amizade, auxílio, sem os quais seria impossível a conclusão deste trabalho.

Ao professor Doutor Murilo Tadeu Werneck Fagá pelos ensinamentos, conselhos, atenção, amizade e respeito demonstrados durante todo este tempo em que convivemos.

Ao Doutor Alberto J. Fossa pelos ensinamentos, confiança e amizade.

Aos membros da Secretaria de Pós-Graduação do PPGE pelo suporte e pelas orientações durante todo o período de doutoramento.

Aos colegas da Arsesp, diretoria regulação econômico-financeira e de mercados, especialmente Jefferson Leão de Meirelles e Carina Aparecida Lopes Couto.

Ao meu marido, Edmilson Moutinho dos Santos, meus filhos Angelo Croso Lemos, Olivia Croso Moutinho dos Santos e Otavio Croso Moutinho dos Santos e minha mãe Joana Darc Nogueira Croso pelo suporte emocional, amor incondicional, carinho e dedicação durante todo esse tempo.

Ao Sindigás, em especial Sr. Adriano Horta Loureiro e Sr. Aurélio Antonio Ferreira pelo suporte e apoio para o desenvolvimento deste estudo acadêmico.

À CAPES pelo suporte econômico e o apoio para o desenvolvimento da presente pesquisa.

Ao RCGI pelo suporte econômico e o apoio para o desenvolvimento da presente pesquisa.

RESUMO

CROSO, Taluía. **Sinergias entre infraestruturas essenciais: o caso do saneamento e da energia no Brasil através de projetos de biometano em redes locais periféricas e rurais.** 2022. Tese (Doutorado em Energia – Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo), São Paulo, 2022.

A universalização dos serviços públicos é essencial para a garantia de desenvolvimento, saúde e bem-estar da população. No setor de energia brasileiro, observam-se políticas públicas e programas, desenvolvidos ao longo das últimas décadas, que ampliaram sensivelmente o acesso à energia elétrica e ao gás a milhares de pessoas. No entanto, o setor de saneamento básico continua enfrentando grandes dificuldades para o cumprimento dos objetivos de universalização definidos na *Lei 14.026/2020*. Neste sentido, a presente tese tem o objetivo de analisar o acesso aos serviços de energia e de saneamento via implementação de projetos de biometano em redes locais, que possam contribuir para o desenvolvimento social e econômico de regiões periféricas ou rurais. Essas localidades possuem baixo adensamento populacional, o que geralmente restringe o acesso de consumidores tanto a uma prestação mais adequada de serviços energéticos, quanto à coleta e tratamento de esgoto. Através de uma análise qualitativa dos regramentos existentes para a prestação desses serviços, definiram-se indicadores que avaliam o grau de favorecimento de determinado regramento em relação à proposta de compartilhamento de infraestruturas de energia e saneamento feita neste trabalho. Adicionalmente, por meio de análise quantitativa, avaliaram-se projetos de biometano na área de concessão da *GasBrasiliano Distribuidora*. Os resultados indicaram avanços na regulamentação do Estado de São Paulo, especialmente relativa à inserção de biometano na rede de gás canalizado e ao compartilhamento dessas infraestruturas essenciais, os quais corroboram a proposta de que explorar as sinergias existentes entre os setores de energia e de saneamento básico é vantajosa. Em termos quantitativos, os resultados indicaram a viabilidade dos projetos de biometano analisados. A pesquisa almejou servir de referencial teórico ao aprimoramento das regulações analisadas e proporcionar, aos atores, mecanismos regulatórios que facilitem as sinergias entre energia e saneamento com o intuito de ampliar o acesso a estes serviços. A pesquisa também pretendeu contribuir para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, particularmente com os objetivos de número 6, 7 e 13.

Palavras-chave: Energia, Saneamento, Regulação Econômica, Serviços Públicos, Biometano.

ABSTRACT

CROSO, Taluia. **Synergies between essential infrastructure: the case of sanitation and energy in Brazil through biomethane projects in local grids.** 2022. Tese (Doutorado em Energia – Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

Universalizing public services is essential to guarantee the population's development, health, and well-being. In the Brazilian energy sector, public policies and programs developed over the last few decades have promoted access to electricity and gas for thousands of people. However, the primary sanitation sector faces significant obstacles in meeting the universalization goals defined in Law 14,026/2020. In this sense, the Thesis aims to analyse access to energy and sanitation services via implementing biomethane projects in local networks, contributing to the social and economic development of peripheral or rural regions. These locations have a low population density, which generally restricts the population's access to more adequate energy services and sewage collection and treatment. Through a qualitative analysis of the chosen regulations, indicators were defined, which assess the degree of favouring a given rule concerning the synergy proposal of this Thesis. And through quantitative analysis, biomethane projects were evaluated in the concession area of *GasBrasiliiano Distribuidora*. The results indicate that advances were achieved in the regulation of the State of São Paulo, especially regarding the insertion of biomethane in the piped gas network and the sharing of these essential infrastructures, which corroborate the proposal that there are advantages in exploring the synergies of the energy and primary sanitation sector. In quantitative terms, the results demonstrate the economic feasibility of the analysed biomethane projects. The research aimed to serve as a theoretical framework and to provide insights to these areas of interest. The regulatory mechanisms can make it possible to facilitate the synergies between energy and sanitation, expanding the overall access to these services. The research was also intended to contribute to the Sustainable Development Goals, particularly regarding objectives #6, #7, and #13.

Keywords: Energy, Sanitation, Economics Regulation, Public Services, Biomethane.

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Projeções de Projetos do PRODEEM	34
Tabela 3.1 - Evolução das reservas totais de gás natural na última década.	51
Tabela 3.2 - Histórico de produção de Gás natural úmido (mil barris) (2010-2019).....	52
Tabela 3.3 - Volume de gás natural processado nas UPGNs (mil m ³) 2019.....	54
Tabela 3.4 - Produtos obtidos a partir do processamento do gás natural úmido (GNL) nas UPGNs. (2019).....	54
Tabela 3.5 - Volumes de gás natural processado e produção de GLP em UPGNs - 2013.....	62
Tabela 3.6 - - Produção de GLP nas refinarias-2013	62
Tabela 3.7 - Terminais e capacidade de armazenamento – 31/12/2013.....	63
Tabela 3.8 - Capacidade de armazenamento de bases de distribuição – 31/12/2013.....	64
Tabela 3.9 - Vendas de GLP pelas distribuidoras em 2013	68
Tabela 3.10 - Preço médio do GLP	74
Tabela 3.11- Emissões de poluentes por combustível.....	82
Tabela 3.11 - Resíduos potenciais para geração de biogás por atividade.....	84
Tabela 4.1 - Índice de Atendimento Urbano com rede de água, por estado da federação	94
Tabela 4.2 - Índice de Atendimento Urbano com rede de esgoto	97
Tabela 6.1- Metodologia de avaliação normativa do setor de energia	115
Tabela 6.2 - Análise de Franca	123

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Instituições envolvidas na execução do Programa Luz para Todos.	37
Figura 3.1 - Riqueza média de três tipos de gás natural explorados no Brasil.	49
Figura 3.2 - Reservas provadas por unidade da federação (2019).....	50
Figura 3.3 - Cartograma - Unidades de refino e de processamento - 2019	53
Figura 3.4 - Cadeia de comercialização do GLP	60
Figura 3.5 - Localização de refinarias e UPGNs	61
Figura 3.6 - Mapa Logístico do GLP.....	66
Figura 3.7 - Vendas de GLP pelas distribuidoras por região (mil m ³)	67
Figura 3.8 - Esquema logístico do GLP	70
Figura 3.9 - Cadeia logística do P-13.	71
Figura 3.10 - Consumo Final no setor residencial.....	74
Figura 3.11 - Composição do preço do P-13.	75
Figura 3.12 - Composição do preço do diesel.	76
Figura 3.13 - Mapa do Brasil com pontos de exclusão	78
Figura 3.14- Mapa da exclusão Região Norte	80
Figura 3.15 - Estágios de desenvolvimento.....	81
Figura 3.17 - Sistema de cogeração.....	82
Figura 3.16 - Geladeira a gás.....	82
Figura 4.1 Definição do setor de saneamento básico (Lei nº 11.445/2007)	89
Figura 4.2 Ciclo do abastecimento de água.....	92
Figura 4.3 - Ciclo do esgoto	95
Figura 6.1 - Esquema de produção de biometano e rede de distribuição local (anual) - Cidades Sustentáveis.	120
Figura 6.2 - Esquema proposto de estudo, produção de metano a partir da ETE e distribuição em rede local.....	120
Figura 6.3 - Capex GBD - 4ª RTO	122
Figura 6.4 - Fluxo de caixa GBD - 4ª RTO.....	122
Figura 6.5 - SIRET - Mairinque - Saneaqua - RTO -2019	124
Figura 6.6 - SIRET - Mairinque Saneaqua com valores de investimento e receita com a comercialização de biometano produzido na estação de tratamento.	124

LISTA DE ABREVIATURAS

- ANA** - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
- ANEEL** - Agência Nacional de Energia Elétrica
- ANP** - Agência Nacional do Petróleo, Gás natural e Biocombustíveis
- ARSESP** – Agência Reguladora de Serviços Públicos de São Paulo
- BEP** – Brazil Energy Programme
- BRR** – Base de Remuneração Regulatória
- BTU** - British Thermal Unit
- CADE** - Conselho Administrativo de Defesa Econômica
- CAPEX** - Capital Expenditure
- CCEE** – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
- CDE** – Conta de Desenvolvimento Energético
- Cepel** – Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
- CF** - Constituição Federal
- CNARH** - Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos
- CNP** - Conselho Nacional de Petróleo
- CNPE** - Conselho Nacional de Política Energética
- CONAMA** - Conselho Nacional do Meio Ambiente
- DBO** – Demanda Bioquímica de Oxigênio
- ETA** – Estação de Tratamento de Água
- ETE** – Estação de Tratamento de Esgoto
- FORSU** – Fração Orgânica de Resíduos Sólidos Urbanos
- GEE** – Gases de Efeito Estufa
- GNL** – Gás natural Liquifeito
- GLP** – Gás Liquifeito de Petróleo
- IDH** – Índice de Desenvolvimento Humano

IEA - International Energy Agency (Agência Internacional de Energia)

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas)

LCFS – Low Carbon Fuel Standards

LPT – Luz para Todos

MINFRA – Ministério da Infraestrutura

MMA – Ministério do Meio Ambiente

MME - Ministério de Minas e Energia

ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

ONU - Organização das Nações Unidas

OPEX - Operational Expenditure

PEAD – Polietileno de Alta Densidade

PEMC – Política Estadual de Mudanças Climáticas

PLANASA – Plano Nacional de Saneamento

PLANSAB – Plano Nacional de Saneamento Básico

PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico

PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos

PRODEEM – Programa Nacional de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios

RFS – Renewable Fuel Standards Program

RGO – Razão Gás/óleo

RGR – Reserva Global de Reversão

RTO – Revisão Tarifária Ordinária

SIRET – Simulador de Revisão Tarifária

SNIS – Sistema Nacional de Informação de Saneamento

SPAC – Sistemas de Produção Animais Confinados

SVS – Secretaria de Vigilância em Saúde

UASB – Upflow Anaerobic Sludge Blanket

UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change (Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima)

UPGN – Unidade de Processamento de Gás natural

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	17
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA.....	17
1.2 HIPÓTESE DE PESQUISA	18
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVOS.....	18
1.4 ESTRUTURA DA TESE	22
2. REVISÃO DE LITERATURA SOBRE ACESSO À ENERGIA MODERNA COMO VIA A OUTROS SERVIÇOS ESSENCIAIS	24
2.1 INTRODUÇÃO DO CAPÍTULO	24
2.2 O ACESSO À ENERGIA.....	26
2.3 HISTÓRICO BRASILEIRO DO ACESSO À ENERGIA	28
2.4 ARRANJOS INSTITUCIONAIS DOS PROGRAMAS BRASILEIROS DE ACESSO À ENERGIA	32
2.4.1 PROGRAMA PARA O DESENVOLVIMENTO DA ENERGIA NOS ESTADOS E MUNICÍPIO - PRODEEM.....	32
2.4.2 PROGRAMA LUZ PARA TODOS	34
2.5 AVALIAÇÃO DOS PROGRAMAS BRASILEIROS DE ACESSO À ENERGIA	41
3. DISCUSSÃO SOBRE ACESSO À ENERGIA E GASES COMBUSTÍVEIS.....	46
3.1 INTRODUÇÃO DO CAPÍTULO	46
3.2 GÁS NATURAL	48
3.2.1. PAPEL DO GÁS NATURAL NO PLANEJAMENTO ENERGÉTICO NACIONAL, DIVERSIFICAÇÃO DE USOS E SUA AMPLIAÇÃO NA MATRIZ DE CONSUMO DE ENERGIA BRASILEIRA.....	56
3.3 GÁS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO (GLP).....	59
3.3.1 SUBSÍDIOS E FORMAÇÃO DO PREÇO AO CONSUMIDOR	72
3.3.2. OPORTUNIDADES DE AMPLIAÇÃO AO ACESSO À ENERGIA UTILIZANDO O GLP	77
3.4 BIOGÁS E BIOMETANO	83
4 ACESSO AOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO.....	88
4.1 INTRODUÇÃO DO CAPÍTULO	88

4.2 CONTEXTO REGULATÓRIO	90
4.3 ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	92
4.4 COLETA E TRATAMENTO DE ESGOTO	95
4.5 SANEAMENTO RURAL.....	98
5 <u>METODOLOGIA</u>.....	101
5.1 INTRODUÇÃO DO CAPÍTULO	101
5.2 METODOLOGIA QUALITATIVA: MODELO REGULATÓRIO	101
5.1.1 <i>THE FIVE CASE MODELS</i>	105
5.3 PROPOSTA E ANÁLISE DE VIABILIDADE.....	108
6 <u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>.....	111
6.1 INTRODUÇÃO DO CAPÍTULO	111
6.2 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DO MODELO REGULATÓRIO	111
6.3 AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE BIOMETANO	118
MODELO PROPOSTO.....	120
ANÁLISE DOS DADOS	121
<u>CONCLUSÕES</u>.....	126
<u>REFERÊNCIAS</u>.....	131

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização da pesquisa

O combate à pobreza energética e o acesso à energia são críticos para a diminuição da miséria (GOLDEMBERG, 2001). Além da renda, as condições sociais nas quais um indivíduo vive são importantes para a caracterização da situação de pobreza. A impossibilidade prática de exercer a cidadania por falta de condições, destacando-se entre estas o acesso ao suprimento adequado de energia, resulta em situações de exclusão e vulnerabilidade não desprezíveis, as quais funcionam como mecanismos de perpetuação da pobreza.

Em relação ao acesso à energia, o esforço de programas e políticas públicas tem tido como foco inicial a eletrificação, mais especificamente, o provimento de iluminação em domicílios rurais. Entretanto, o acesso ao suprimento adequado de energia requer mais do que prover esse mínimo de eletricidade, é essencial que a discussão estabeleça metas mais ambiciosas (BIROL, 2014).

Seguindo este raciocínio, nesta tese considera-se que o conceito de acesso à energia inclui outras formas e usos finais de energia, além da mera eletrificação, estendendo-se ao acesso à energia térmica, seja para aquecimento, resfriamento ou cocção, e à motriz que é utilizada em máquinas e transporte.

A universalização dos serviços públicos é essencial para a garantia de desenvolvimento, saúde e bem-estar da população. No setor de energia brasileiro, observam-se políticas públicas e programas desenvolvidos ao longo das últimas décadas, que promoveram o acesso à eletricidade e gás a milhares de pessoas, garantindo em 2020, o acesso à energia de cerca 99% da população. No entanto, o setor de saneamento básico enfrenta grandes obstáculos relativamente ao cumprimento dos objetivos de universalização definidos na Lei 14.026/2020.

A pesquisa pretende responder a seguinte pergunta: É possível a sinergia entre os setores de saneamento e energia para ampliar o acesso aos serviços públicos? Particularmente, a promoção dessa sinergia pode ser realizada via o biometano?

O ambiente regulatório tem potencial para moldar a definição de modelos de negócios ou competitividade de projetos de biometano. O aproveitamento energético de resíduos através

da produção de biogás, e biometano, ainda é visto como uma opção tecnológica experimental (BEP, 2021).

No entanto, como será detalhado no Capítulo 2, o potencial de biogás do Brasil no curto prazo é de 10,9 bilhões Nm³/ano (BEP, 2022). Esse montante é fundamental para que o Brasil desenvolva uma cadeia de gás mais competitiva com preço da molécula agregada ao valor do biometano nacional, o que demonstra a importância de projetos dessa tecnologia. Conjuntamente, o setor de saneamento básico pode ser beneficiado dessa lógica com a inserção da possibilidade do compartilhamento das infraestruturas essenciais, conforme se abordará ao longo da Tese.

1.2 Hipótese de pesquisa

A tese visa investigar a hipótese de que há sinergias entre os setores de energia e de saneamento que podem ser exploradas via implementação de projetos de biometano em redes locais. Levar em conta tais sinergias pode contribuir para o desenvolvimento social e econômico de regiões periféricas ou rurais, onde o adensamento populacional restringe o acesso do contingente de potenciais consumidores tanto a uma prestação de serviços energéticos mais adequados, quanto à coleta e ao tratamento de esgoto.

1.3 Problema de pesquisa e objetivos

Em Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU), o ano de 2012 foi escolhido como “*International Year of Sustainable Energy for All*” (Ano internacional da energia sustentável para todos). Essa escolha, levou em conta o fato de que embora a universalização do acesso à energia não tenha sido incluída como um dos objetivos de desenvolvimento do milênio (*UN Millennium Goals*) da ONU, o acesso à energia é essencial para o cumprimento destes objetivos e promove o desenvolvimento econômico sustentável.

Neste contexto, o então secretário geral da ONU, Ban Ki-Moon, divulgou o compromisso dos países membros de atingir a universalização do acesso à energia até 2030, o que se tornou uma das principais iniciativas da organização. Na mesma linha, nos que se sucederam a 2012,

outras instituições como o Banco Mundial e Agência Mundial de Energia (IEA) também se comprometem em incluir a universalização do acesso à energia em suas missões (HALFF, 2016).

Esta agenda estendeu-se aos governos nacionais, sendo assim lançando aos países o desafio de ampliar suas redes de energia elétrica, promovendo a inclusão de pessoas ainda sem acesso à eletricidade. De 2001 a 2016, o percentual de pessoas com acesso à energia elétrica no mundo passou de 78% para 87%, e o número de pessoas sem acesso à energia elétrica passou a ser inferior a um bilhão. Ainda assim, em 2016, 1 em cada 7 pessoas no mundo não contava com acesso à energia elétrica.

No Brasil, em 2003, o Programa Luz para Todos (LPT) foi lançado, e, após 6 anos de vigência do mesmo, cerca de 10 milhões de pessoas haviam sido beneficiadas através da ampliação do acesso à rede de energia elétrica a 2 milhões de domicílios. Neste primeiro momento, o desafio do Programa era vencer a barreira econômica e possibilitar que a rede de energia fosse ampliada aos consumidores de baixa renda.

A partir de 2008, entretanto, o desafio tomou novas dimensões a fim de contemplar às regiões isoladas do país (BRASIL, 2008). Novos projetos, considerados especiais, foram aprovados visando a lidar com barreiras tecnológicas, sociais, econômicas e culturais reconhecidamente presentes nas regiões isoladas. Via de regra, os habitantes sem acesso à eletrificação encontram-se em regiões remotas, que são localidades com aspectos geográficos particulares, demandas energéticas reduzidas e outros fatores que acarretam a inviabilidade da ampliação de forma adequada das redes de eletricidade e de gás, às quais poderiam, se existissem, suprir as necessidades energéticas das comunidades nestas localidades (BIROL, 2010).

Em 2015, a Organização das Nações Unidas (ONU) estabeleceu os 17 objetivos globais para a promoção do desenvolvimento sustentável (SGD). O acesso às fontes limpas e confiáveis de energia é o sétimo destes objetivos. Tal acesso possibilita, às comunidades locais, a disponibilização de outros benefícios como o desenvolvimento de atividades agrícolas, industriais e comerciais (ONU, 2016).

Para localidades como as acima descritas, as soluções energéticas adotadas têm-se apoiado na geração distribuída renovável, entretanto a maior parte desse tipo de geração é de natureza intermitente. Outro tipo de solução também comumente adotada aposta na construção de mini-redes, porém tais redes não têm se mostrado robustas o bastante para atender com qualidade energética a demanda das unidades situadas em localidades remotas.

O planejamento energético brasileiro está fortemente ligado ao setor elétrico, que por tratar-se de um sistema de redes demanda em sua ampliação de oferta o planejamento de forma criteriosa, porque é onerosa. Para desenvolver o setor de gás a lógica do planejador foi a mesma, focando na ampliação da malha de gasodutos. Moutinho dos Santos et al (2002) apontam que o planejamento da logística do gás em países com mercados gasíferos ainda pouco maduros não deve ter um foco exclusivo em gasodutos.

Tendo como base essa referência, este trabalho é parte de um estudo dedicado a configurar um modelo expandido de planejamento com foco em gases combustíveis, especificamente biometano, propondo-se, assim, a sinergia com o saneamento básico. Partindo-se de uma abordagem estabelecida no que se pode considerar um Planejamento apoiado em estudos específicos de casos, que permitam definir as bases para a análise do Papel Ampliado dos Gases Combustíveis (incluindo, gases LP, GNL, GNC E BIOMETANO) na Matriz Energética.

Através de um planejamento mais abrangente, as interfaces entre os mercados e o governo poderiam ser mais amplas e estratégicas, permitindo desta forma que os mercados se desenvolvam da melhor maneira e que o governo ajude a viabilizar projetos que sejam de interesse nacional, pelas ópticas energética, social e ambiental.

A concepção dos elementos teóricos e conceituais para um Planejamento Integrado Logístico dos Gases, ampliando o alcance do planejamento para os gases combustíveis, com sinergia ao saneamento, pode constituir importante contribuição para os estudos e o planejamento de órgãos públicos.

A integração dos mercados de gases combustíveis é uma forma de garantir as sinergias do setor, entendendo as diferentes opções mais como complementares do que concorrentes. Ou seja, planejamento logístico e integrado revela-se essencial para que os potenciais de oferta e demanda possam realizar-se, com cada solução encontrando seus usos mais eficientes e racionais.

O uso de combustíveis fósseis e a redução das emissões não são temas excludentes, e o foco global na redução do uso de combustíveis fósseis e na promoção de fontes renováveis de energia restringem artificialmente as opções para o acesso à energia de forma que comprometem tanto o desenvolvimento e a qualidade ambiental. Por exemplo, políticas de acesso à energia no Brasil priorizaram o uso exclusivo de energia renovável, uma vez que estas soluções não permitiram a viabilização do acesso, soluções híbridas com óleo diesel foram adotadas, estas soluções emitem mais do que soluções semelhantes utilizando gases combustíveis, ou em determinadas situações, mais do que geradores à gases combustíveis tão somente.

É fundamental que o acesso à energia possibilite a criação de um mercado de energia sustentável, o que dificilmente é possível através de soluções com exclusividade em fontes renováveis de energia.

É importante identificar os fatores econômicos e mercadológicos como barreiras para a expansão do papel de gases combustíveis na matriz energética brasileira, e no caso desta tese, o foco será voltado principalmente para o biometano. A difusão dos usos de gases combustíveis pode ser beneficiada, assim como as atividades de produção e comercialização, através da promoção do acesso à energia e seu consequente desenvolvimento econômico local.

O objetivo geral da tese, portanto, é averiguar a hipótese do item 1.2, ou seja, analisar as eventuais sinergias entre os setores de energia e de saneamento, a partir de estudo de caso de biometano.

Observado esse contexto, o presente trabalho tem por objetivos específicos:

- (1) Analisar o Programa Luz Para Todos (PLT) e o seu foco em termos de conceito de acesso à energia, criticando seu destacado viés de uso de energia renovável, sobretudo energia solar fotovoltaica;
- (2) Investigar o acesso à energia sob a ótica das diversidades de soluções a partir de variadas fontes de geração de energia enquanto uso final, assim como de forma integrativa com outros serviços públicos, como o saneamento básico;
- (3) Propor metodologia que possibilite análise regulatória com o intuito de se visualizar o grau de favorecimento de determinado regramento em relação à proposta de compartilhamento;

- (4) Analisar viabilidade de projeto de biometano com base em dados quantitativos obtidos junto a ARSESP.

1.4 Estrutura da Tese

Para alcançar os objetivos a que se propõe, esta tese foi estruturada em seis capítulos mais a conclusão. Após esta breve introdução, o *Capítulo 2* analisa o histórico brasileiro de acesso à energia, através da revisão da legislação e dos programas de universalização de acesso à energia elétrica, principalmente o Programa Federal Luz para todos. O objetivo foi de identificar os maiores desafios da universalização dentro do contexto brasileiro, além de avaliar os resultados das diferentes ações no sentido de promover acesso à energia.

O *Capítulo 3*, por sua vez, trata dos gases combustíveis, apresentando dados sobre gás natural, GLP e biometano para compor a sugestão de ampliação do acesso à energia pelo incremento em utilização de outros energéticos nos diversos usos finais. Já o *Capítulo 4* traz revisão sobre a legislação do saneamento básico.

No *Capítulo 5* apresenta-se metodologia de avaliação da legislação do setor de energia, considerando a convergência em prol de mecanismos de compartilhamento das redes de entre esse setor e o de saneamento, realizado um cálculo da viabilidade de projeto de biometano em redes locais. Através de uma análise qualitativa das regulações do setor de energia, são definidos indicadores qualitativos, para uma avaliação do grau de favorecimento de determinado regramento em relação à proposta de compartilhamento. O estudo foca-se na regulamentação do Estado de São Paulo, especialmente relativa à inserção de biometano na rede de gás canalizado e ao compartilhamento dessas infraestruturas essenciais, onde se verificam, portanto, avanços que vão ao encontro da proposta de compartilhamento de infraestrutura.

O *Capítulo 6* apresenta as análises, em que a legislação vigente, já tratada no Capítulo 5, é avaliada quanto aos indicadores *I*_{estratégico}, *I*_{econômico}, *I*_{comercial}, *I*_{financeiro} e *I*_{gestão}. Na segunda parte do Capítulo 6 são mostrados os resultados da avaliação de projeto de biometano, pautado na coleta e tratamento de esgoto em regiões rurais e periurbanas e dentro de redes isoladas de distribuição de gás canalizado.

E, finalmente, na última parte, são apresentadas as conclusões, nas quais se ressalta a sinergia verificada entre os setores de energia e saneamento, a partir do estudo de caso de redes locais em projetos de biometano, como forma de ampliar o acesso a serviços essenciais.

A pesquisa almeja proporcionar aos atores, que figuram nestas áreas de interesse, mecanismos regulatórios que possibilitem facilitar o compartilhamento de infraestruturas com o intuito de ampliar o acesso aos serviços envolvidos. A pesquisa também pretende contribuir para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especialmente porque, conforme comentado, anteriormente, em setembro de 2015, a Organização das Nações Unidas (ONU) lançou os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)¹, com o comprometimento de diversos países no cumprimento da meta até 2030. Dos ODS, que ao todo perfazem 17 objetivos, destaca-se que este trabalho se relaciona diretamente com: o ODS 6, referente à água potável e saneamento; o ODS 7, referente à energia limpa e acessível; e, o ODS 13, referente à ação contra a mudança global do clima.

¹ Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável são uma meta mundial da ONU. A ação é, sobretudo, um apelo global para dirimir situações de pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que dignidade às pessoas globalmente.

2. REVISÃO DE LITERATURA SOBRE ACESSO À ENERGIA MODERNA COMO VIA A OUTROS SERVIÇOS ESSENCIAIS

2.1 Introdução do Capítulo

O acesso à energia elétrica na sociedade tornou-se tão essencial que é comum o esquecimento de o quão recente é a eletrificação². Dados de 2012 indicavam que no mundo havia muitas regiões que ainda permaneciam sem acesso à energia. Por tal motivo, a Organização das Nações Unidas declarou a universalização do acesso à eletricidade como uma meta global³, e designou o ano de 2012 como “Ano Internacional de Energia Sustentável para Todos” (HALFF, 2014).

Esta agenda, à época, estendeu-se ao Brasil, que convivia com uma parcela de sua população sem acesso à energia. Porém, ainda antes da segunda década do século, essa já era uma preocupação no país, pois 2003 foi lançado, através do Decreto 4.873 o Programa Governamental Luz Para Todos (PLT), que foi coordenado pelo Ministério de Minas e Energia (MME), operacionalizado pela Eletrobras e executado pelas concessionárias de energia elétrica e cooperativas de eletrificação rural em parceria com os governos estaduais (MME, 2014).

Em tempos atuais, entretanto, mesmo neste ano de 2022, observa a existência de comunidades sem acesso à energia. Elas encontram-se, via de regra, em regiões com baixo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e composta em sua maioria por famílias de baixa renda⁴. Portanto, o PLT definiu que o seu objetivo seria encarar a energia como um vetor de desenvolvimento social destas comunidades, proporcionando além da energia, acesso a serviços de abastecimento e saneamento de água, além de melhoria nos serviços de educação e saúde.

A fim de adaptar-se a estas necessidades, o Decreto 7.520/2011, instituiu uma nova etapa do programa (PLT) com foco na parcela da população atendida nos programas “Brasil sem Miséria” e “Territórios da Cidadania”, incluindo áreas de interesse social como antigos

² Nos Estados Unidos os esforços para a universalização da eletrificação em seu território só foram mais efetivos após o Ato de Eletrificação Rural (Rural Electrification Act) de 1936, com o estabelecimento do departamento de eletrificação rural (Rural Electrification Administration) (Trombley, 1954).

³ No conselho de energia e mudanças climáticas o secretário geral da ONU Ban Ki-moon anunciou a universalização da energia até 2030 como uma meta principal da ONU, outras instituições como o Banco Mundial e a Agência Internacional de Energia também formalizaram a universalização do acesso à energia como uma de suas missões e desenvolveram programas e atividades para promover a causa

⁴ Cerca de 90% das famílias identificadas pelo programa possuíam renda familiar inferior a três salários-mínimos. (MME, 2014).

quilombos, áreas indígenas, assentamentos de reforma agrária e de atingidos pela construção de barragens de empreendimentos hidrelétricos⁵.

O maior desafio do PLT mostrou-se ser o atendimento às comunidades isoladas, em especial, na região da Amazônia Legal. Nessa linha, e tendo em vista o foco em regiões remotas, o Ministério de Minas e Energia elaborou o Manual de Projetos Especiais. Para estas situações, o manual estabelece os critérios técnicos e financeiros que serão aplicados nos empreendimentos, que devem utilizar fontes alternativas de energia elétrica⁶, com até 85% dos recursos repassados, a título de subvenção econômica, por parte do governo federal. O programa atende às demandas por energia no meio rural através da extensão de rede ou sistemas de geração descentralizada com redes isoladas ou sistemas de geração individuais (MME, 2014).

A adoção de fontes renováveis de energia é um dos pontos estabelecidos pelo programa, a fim de que o acesso à energia seja sustentável. No entanto, fontes renováveis são intermitentes, necessitam de baterias, que além de caras, não são sustentáveis e sistemas backup de energia, geralmente geradores à diesel. As necessidades energéticas das populações isoladas não se resumem a equipamentos eletrônicos, a maior parte da demanda é de energia térmica, então contemplar-se-ia a de forma mais sustentável, caso a racionalizasse e utilizasse gases combustíveis ao invés de sistemas de geração individuais.

Avaliações de projetos⁷ na Bahia contemplados pelo PLT mostraram, que as dificuldades de acesso permanecem após a implantação da conexão da eletricidade, principalmente, porque há dificuldade econômica e técnica de proceder com a manutenção dos sistemas e efetuar as trocas de peças e baterias. E, aponta a necessidade de que o PLT esteja associado a outros programas de geração e benefícios sociais (PEREIRA et al., 2004).

No longo prazo, este modelo descentralizado de gestão dos recursos para a manutenção apresenta sérias dificuldades de sustentabilidade. A insuficiência ou, até mesmo, ausência de renda por

⁵ Os recursos utilizados para o atendimento a esta demanda são provenientes de fundos setoriais de energia; a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE) e a Reserva Global de Reversão (RGR), além da participação de governos estaduais e as empresas distribuidoras de energia (MME, 2014).

⁶ Como opções tecnológicas são considerados sistemas de geração descentralizada a partir de mini e micro centrais hidrelétricas; sistemas hidro cinéticos; usinas térmicas (biocombustíveis ou gás natural); usina solar fotovoltaica; aerogeradores e sistemas híbridos, e outras tecnologias adaptadas às necessidades econômicas e geográficas (MME, 2014).

⁷ Em seu artigo “Modelo de projeto pioneiro de eletrificação com sistemas fotovoltaicos descentralizados, com vistas à universalização dos serviços de energia elétrica.” Pereira et al (2004) avaliou, através de entrevistas a usuários e instituições, os programas: Produzir (CAR); Fundo Rotativo (APAEBE); Luz no Campo (Coelba). Todos referiam-se a programas de geração elétrica em comunidades sem acesso à rede elétrica.

parte da população beneficiada ocasiona atrasos nos pagamentos e, muitas vezes, inadimplência. Ressalta - se que a placa não é de propriedade do usuário, e sim, da comunidade, portanto, a falta de pagamento pode vir a ocasionar a retirada desta para um outro usuário. Outro ponto que vem ocasionando problemas na sustentabilidade é que o próprio valor cobrado pela associação para a manutenção não é suficiente para cobrir os custos necessários à manutenção, o que acaba por resultar na redução da capacidade de geração do sistema ou até mesmo o abandono do mesmo. Estes problemas são facilmente constatados nos projetos mais antigos. As associações que foram beneficiadas há mais de três anos pelo programa não conseguem fazer as reposições necessárias, principalmente a troca de baterias (PEREIRA et al, 2004).

A respeito dessa interface do PLT com outros benefícios sociais e tecnológicos, destaque-se a discussão realizada por Ribeiro (2010), que fez uma análise desses tipos de benefícios usufruídos por uma comunidade isolada⁸ integrante do PLT. Nesse estudo de caso, Ribeiro (2010) explica que apesar dos membros dessa comunidade passarem a ter acesso à energia a partir de sistemas individuais, concluiu-se que na comunidade em questão o acesso à energia não garantiu uma melhoria de vida, uma vez que a população ainda carecia de serviços básicos; não havia saneamento básico, abastecimento de água, atendimento à saúde ou escolas. Além disso, esse estudo apontou que sistema de geração utilizado, não era apropriado, porque não fornecia energia o suficiente⁹ (RIBEIRO, 2010).

2.2 O acesso à energia

O debate sobre o direito à energia enquanto um direito humano pode ser encontrado amplamente na literatura nacional (COSTA, 2009; CAMARGO, 2015; MOREIRA E SILVA, 2018; COSTA, 2019). Nessa linha, Costa (2009), em sua tese de doutorado, defendeu que o direito à energia constitui um dos direitos humanos, sendo portanto, inalienável e devendo ser garantido através do serviço público. A conclusão de Costa (2009), é que a exclusão energética promove a exclusão social, cultural e digital, porquanto a falta de acesso à energia e a pobreza no meio rural estão intimamente relacionados, uma vez que a eletricidade é um vetor indispensável para a execução de atividades econômicas.

⁸ Comunidade de Varadouro, isolada na floresta tropical do litoral sul do Estado de São Paulo, onde foram implantados os sistemas fotovoltaicos SIGFI 13 (Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente).

⁹ Os moradores foram alertados sobre a capacidade limitada do sistema, desta forma alguns moradores deixaram de utilizá-lo desnecessariamente com a intenção de economizar ou não estragar, outros utilizaram demais e tiveram falta de energia. O SIGFI 13 é um sistema bastante limitado, e principalmente, porque inviabiliza o uso de geladeira, segundo declaração do então diretor do programa Luz Para Todos, este equipamento deixaria de ser utilizado pelo programa (RIBEIRO, 2010).

Segundo, Costa (2009), portanto, a garantia do direito à energia é fundamental, não para se garantir o consumo de energia em si, mas sim porque a energia é um meio de se garantir o direito ao desenvolvimento e aos outros direitos humanos, que com a formação e estabelecimento de uma sociedade não se limitam aos direitos naturais, mas relacionam-se às conquistas da civilização humana.

Internacionalmente, esse tema passou a integrar, em 2015, a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas, por meio do Objetivo do Desenvolvimento Sustentável 7 (ODS 7), o qual é pertinente à meta de assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos e todas (COSTA, 2019). Nessa oportunidade, Buzzo (2019) destacou que aproximadamente 1,3 bilhão de pessoas ainda não tinha acesso à eletricidade moderna no mundo.

Por esse motivo, pode-se enxergar que o ODS 7 e suas metas apresentam tentativas de superação desse dilema:

7.1 Até 2030, assegurar o acesso universal, confiável, moderno e a preços acessíveis a serviços de energia
7.2 Até 2030, aumentar substancialmente a participação de energias renováveis na matriz energética global;
7.3 Até 2030, dobrar a taxa global de melhoria da eficiência energética;
7.a Até 2030, reforçar a cooperação internacional para facilitar o acesso a pesquisa e tecnologias de energia limpa, incluindo energias renováveis, eficiência energética e tecnologias de combustíveis fósseis avançadas e mais limpas, e promover o investimento em infraestrutura de energia e em tecnologias de energia limpa;
7.b Até 2030, expandir a infraestrutura e modernizar a tecnologia para o fornecimento de serviços de energia modernos e sustentáveis para todos nos países em desenvolvimento, particularmente nos países menos desenvolvidos, nos pequenos Estados insulares em desenvolvimento e nos países em desenvolvimento sem litoral, de acordo com seus respectivos programas de apoio (ONU, 2019).

Observa-se, contudo, que a pobreza energética, apesar de reconhecida como presente em situações de pobreza e miséria, não está incluída na maior parte dos índices de averiguação da pobreza. Há dificuldade em estabelecer um padrão de medida, principalmente, porque muitas organizações internacionais mensuram a pobreza energética em termos de indicadores e não em relação ao impacto que esta pobreza energética acarreta à qualidade de vida da população.

Obviamente, o acesso à energia está relacionado a incrementos na qualidade de vida, assim como a energia é reconhecida como vetor de desenvolvimento. Entretanto, o problema do acesso à energia tem sido tratado de maneira segmentada. Nessa esteira, Agarwal (2018) defende a interlocução de todos os ODS de modo que o tratamento das problemáticas

enfrentadas pelas comunidades sejam vistas integralmente e com tentativas de soluções integrativas entre todos os ODS. Desse modo, o ODS 7 deve interagir com o ODS 1 (fim da pobreza); ODS 2 (fim da fome); ODS 6 (água potável); ODS 13 (ação climática), dentre outros ODS.

No Brasil, especificamente, até o início do século, por exemplo, políticas públicas foram bem-sucedidas em diminuir a poluição doméstica, sem entretanto, diversificar os usos da fonte energética disponibilizada promovendo maiores benefícios para a comunidade, ou seja, longe de uma integração que favoreça o desenvolvimento do viés de interação entre ODS. Por esse motivo, passa-se a compreender o histórico que envolve esse tema no país.

2.3 Histórico brasileiro do acesso à energia

Do ponto de vista histórico, observa-se que os grandes empreendimentos hidrelétricos das décadas de 1970 e 1980 foram, em certa medida, instrumentos de ampliação do acesso à energia, uma vez que, em 1960, menos do que 40% das casas tinham acesso à energia elétrica (CAMARGO, 2015). Entretanto, até o início deste século, milhões de brasileiros permaneciam sem acesso à eletricidade.

Incentivos para a eletrificação rural surgiram em 1960, através do sistema de cooperativas, que são consideradas um tipo especial de consumidor, com a união das demandas individuais de cada associado, no qual se cria uma demanda suficientemente robusta para facilitar a extensão da rede (CAMARGO, 2015). Assim, uma vez conectada à rede, a cooperativa se responsabiliza por conectar os usuários e repassar os custos aos seus associados.

Embora o principal desafio ao acesso à energia esteja em regiões isoladas, em áreas urbanas, parte da população é economicamente vulnerável, habitando regiões ocupadas, comunidades criadas sem nenhum controle do Estado, cujo acesso aos serviços públicos continua sendo um problema de solução complexa. Conexões ilegais além de perigosas, são comuns nestas localidades, e desde 1970, o Estado tem promovido a urbanização destas áreas, principalmente em cidades dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro (CAMARGO, 2015).

Em 1989, foi publicada a Lei 7.783, que em seu art. 10 dispõe sobre o tratamento e abastecimento de água, a produção e distribuição de energia elétrica, gás e combustível são considerados serviços sociais ou atividades sociais. Desta forma, averigua-se que a questão do acesso à energia tem sido um desafio recorrente nos governos (BRASIL, 1989).

Com isso, em 1994, foi lançado o programa federal Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios (PRODEEM)¹⁰, o programa visava promover o acesso a instalações como escolas e postos de saúde de comunidades rurais e de periferia, através do uso de energia fotovoltaica (CAMARGO, 2015). O programa atendeu municípios de todos o país, mas concentrou-se em municípios da região Nordeste, servindo mais como difusor de tecnologia. O programa enfrentou dificuldades e foi criticado por ser oneroso e ainda assim promover resultados pífios¹¹ (CAMARGO, 2015).

Em 1998 o governo federal lançou outro programa de eletrificação, que, assim como o PRODEEM, concentraria seus esforços na região nordeste do país, o Programa Nacional de Eletrificação Rural - Programa Luz no Campo, com coordenação do Ministério de Minas e Energia¹² visava promover a extensão da rede a usuários rurais (CAMARGO, RIBEIRO E GUERRA, 2008).

O Programa Luz no Campo contou com suporte técnico, financeiro e administrativo da Eletrobrás, utilizando recursos da Reserva Global de Reversão- RGR (cerca de 65%) e o restante complementado pelos solicitantes, além de distribuidoras e Governos Estaduais (CAMARGO, RIBEIRO E GUERRA, 2008). Além da meta de incrementar a eletrificação

¹⁰ O Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios (Prodeem) foi um programa do Governo Federal instituído para atender às localidades isoladas não supridas de energia elétrica pela rede convencional, obtendo essa energia de fontes renováveis locais. (Câmara Federal 2004)

¹¹ Em 13/06/2018 O Ministério de Minas e Energia (MME) publica, a chamada pública nº 001/2017, com a finalidade de selecionar interessados em receber em *doação*, os bens remanescentes do Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios (PRODEEM). Nesta doação estava um lote com cerca de 1000 equipamentos como módulos fotovoltaicos, inversores e controladores de carga, considerados imprestáveis para o uso no Programa Luz para Todos (LpT).

¹² O Programa Luz no Campo foi implementado com alguns critérios técnicos que exigiam a otimização dos traçados de redes e linhas e a utilização de sistemas elétricos monofásicos, a escolha de materiais e equipamentos alternativos, de menor custo; o atendimento prioritário às cargas típicas rurais e o incentivo à participação dos interessados no fornecimento de mão-de-obra não especializada, em áreas de menor poder aquisitivo. Desta maneira o processo de decisão privilegiou aquelas comunidades com o menor custo marginal para a ligação através da extensão de rede.

rural, havia outras como estimular a intensificação das atividades rurais, para tanto houve integração de programas e ações de desenvolvimento rural.

O alcance do programa foi comprometido por dois fatores, o primeiro, e mais relevante, o repasse direto dos custos para o consumidor eliminou muitos beneficiados que não tiveram condições de arcar com os mesmos¹³ (CAMARGO, RIBEIRO E GUERRA, 2008). E, em segundo lugar, a falta de um comando legal para definir responsabilidades e direcionar metas de universalização (CAMARGO, RIBEIRO E GUERRA, 2008).

A partir de 2002, uma série de Decretos e Resoluções seriam lançados no sentido de promover a universalização do acesso à energia: (i) Decreto nº 10.438 de 26 de abril de 2002 criou a Tarifa Social de Energia Elétrica¹⁴ e a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), com o objetivo, entre outros, de promover a universalização do serviço de energia elétrica em todo o território nacional, as localidades foram divididas em cinco categorias dependendo da sua taxa de eletrificação e capacidade técnica e econômica, e foram estabelecidos períodos para a universalização que variavam entre 2 a 12 anos a depender da localidade (BRASIL, 2002).

A Resolução ANEEL n. 223, de 29 de abril de 2003, estabeleceu condições gerais para elaboração dos Planos de Universalização de Energia Elétrica visando ao atendimento de novas unidades consumidoras com carga instalada até 50 Kw, enquanto que a Resolução ANEEL n. 459, de 5 de setembro de 2003, estabeleceu a forma de utilização de recursos provenientes dos pagamentos pelo uso de bem público (UBP) e multas aplicadas pela ANEEL para fins do programa de universalização do acesso à energia elétrica em áreas rurais (BRASIL, 2003).

A Lei n. 10.762/2003 reafirmou a utilização da CDE para o processo de universalização, além de estabelecer o primeiro critério de priorização do processo universalização (BRASIL, 2003).

E, finalmente, através de Decreto n. 4.873, de 11 de novembro de 2003, foi lançado o Programa Federal Luz para Todos (PLT), na época a meta era conectar 2 milhões de domicílios

¹³ O consumidor que quisesse ser atendido pela energia elétrica deveria arcar com altos investimentos, uma vez que as concessionárias eram obrigadas a custear em até R\$257,92 a obra de eletrificação, ficando o valor restante sob responsabilidade do solicitante (Camargo, Ribeiro e Guerra, 2008). Camargo, Ribeiro e Guerra (2008).

¹⁴ A Tarifa Social de Energia Elétrica aplica-se a unidades consumidoras classificadas na Subclasse Residencial Baixa Renda, cujas famílias estejam inscritas no Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal, com renda familiar mensal *per capita* menor ou igual a meio salário-mínimo nacional ou que tenham entre seus moradores quem receba o benefício de prestação continuada da assistência social.

(cerca de 10 milhões de pessoas) à rede de energia elétrica até a data 2008. Em 2007, a metade da meta havia sido atingida e a meta de 10 milhões de unidades foi atingida em abril de 2009 (BRASIL, 2003).

Mesmo atingindo a meta de 2 milhões de domicílios em março de 2009, durante a execução do programa foram identificadas novas famílias sem energia. Desta maneira o Decreto n. 4.873/2003, foi alterado pelo Decreto n. 6.442, de 25 de abril de 2008, com a alteração da meta e do prazo do PLT, que seria estendido até 2010 a dois milhões, novecentos e sessenta e cinco mil, novecentos e oitenta e oito domicílios (BRASIL, 2008).

Relativamente à Tarifa Social, foi editado o Decreto n. 12.212, de 20 de janeiro de 2010, para incluir regra no sentido de que essa tarifa seja composta por descontos incidentes¹⁵ sobre a tarifa aplicável à classe residencial¹⁶(BRASIL, 2010).

Em 08 de julho de 2011, nova alteração foi feita no PLT, através do Decreto nº 7.520, para o atendimento de novas demandas que surgiram, em sua maioria, localizadas nas Regiões Norte e Nordeste do País¹⁷. Estas regiões precisavam de estratégias e ações específicas e para tanto foi criado um manual de operacionalização. Neste Decreto também houve o estabelecimento de critérios na priorização no atendimento¹⁸(BRASIL, 2011).

O PLT ainda experimentou outras modificações, que foram feitas através dos Decretos n. 8.387, de 30 de dezembro de 2014 e n. 9.357, de 27 de abril de 2018, que se concentraram sobretudo para ampliar prazos, além de adequar normas nos manuais de operacionalidade. Atualmente, o PLT tem a meta de propiciar até o ano de 2022, o atendimento em energia elétrica

¹⁵ Os descontos incidentes sobre a tarifa: i) consumo de energia elétrica inferior ou igual a 30 kWh/mês, o desconto de 65% ii) consumo de energia elétrica entre 31 kWh/mês e 100 kWh/mês, o desconto de 40%; iii) consumo de energia elétrica entre 101 kWh/mês e 220 kWh/mês, o desconto de 10%.

¹⁶ Famílias indígenas e quilombolas inscritas no Cadastro Único, terão direito a desconto de 100% até o limite de consumo de 50 kWh/mês.

¹⁷ Estas eram as regiões que já apresentavam maiores índices de exclusão elétrica segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD/IBGE, 2000). Além das dificuldades de logística para a execução das obras, as citadas regiões concentram, dentre outras, parcela significativa da população Quilombola, Indígenas além de Comunidades localizadas em Reservas Extrativistas e em áreas de Empreendimentos do Setor Elétrico, cuja responsabilidade não esteja definida para o Executor do Empreendimento.

¹⁸ As modificações de critério deram-se com o objetivo de atender mais efetivamente as regiões com mais baixos IDH's e que apresentavam do ponto de vista tecnológico e regional maiores desafios, o que consequentemente exigiriam maior aporte financeiro público, uma vez que os custos de ligações elétricas seriam elevados, tornando insustentável atingir qualquer meta de eletrificação sem o apoio do programa LpT que tinha na época o prazo máximo de finalização em 2015.

à parcela da população do meio rural brasileiro que ainda não tem acesso a esse serviço (BRASIL, 2014 e BRASIL, 2018).

2.4 Arranjos institucionais dos programas brasileiros de acesso à energia

O objetivo desse item é trazer o conhecimento dos arranjos institucionais, atores, normas e atribuições dos programas de acesso à energia já discutidos no tópico precedente. Essa abordagem é necessária para entender os objetivos de cada programa e avaliar seus resultados. Sendo assim, nos itens seguintes, há uma descrição do funcionamento dos programas de acesso à energia PRODEEM e Luz para Todos (PLT).¹⁹

2.4.1 Programa para o Desenvolvimento da Energia nos Estados e Município - PRODEEM

PRODEEM²⁰ é iniciativa do Departamento Nacional de Desenvolvimento Energético (DNDE), subordinado ao Ministério de Minas e Energia, e, no âmbito de programa possuía as seguintes atribuições:

- I. Estimular a formação das parcerias necessárias à implantação dos projetos;
- II. Motivar a criação das equipes regionais, encarregadas da coordenação e integração das ações dos parceiros nas esferas estadual e municipal;
- III. Organizar o desenvolvimento da base tecnológica necessária à sustentação do Prodeem e promover o treinamento e capacitação das equipes estaduais, em articulação com o Ministério de Ciência e Tecnologia – MCT, com os centros de pesquisa e as universidades locais;
- IV. Incentivar a multiplicação dos projetos em cada Estado, facilitando a articulação dos agentes responsáveis pela extensão e aplicação dos recursos necessários e, também, pelo acompanhamento dos resultados;

¹⁹ Cita-se, ainda, o Programa de Eletrificação Rural Luz no Campo teve a coordenação geral do Ministério de Minas e Energia – MME, gestão das Centrais Elétricas Brasileiras S.A. – ELETROBRÁS e como agentes executores as Concessionárias de energia elétrica e cooperativas de eletrificação rural (MME, 2022). Sobre esse Programa, o MME disponibiliza informações nessa página na internet: <https://www.gov.br/mme/pt-br/destaques/programa-de-eletrificacao-rural>

²⁰ O texto a seguir foi desenvolvido tendo como referência principal o informe do PRODEEM. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/periodicos/informe_prodeem.pdf

- V. Identificar as fontes de financiamento disponíveis para os projetos do programa e orientar os demais agentes para a obtenção destes recursos;
- VI. Alocar os recursos financeiros necessários à complementação dos esforços dos demais agentes, zelando pela permanência do Prodeem;
- VII. Promover a elaboração de leis, normas e regulamentos destinados a apoiar a implantação dos projetos (CEPEL, sem data).

Em termos de suporte econômico cabia ao DNDE articular as seguintes ações:

- I. Implantação de projetos-demonstração, objetivando a incorporação das tecnologias disponíveis e a formação das parcerias necessárias;
- II. Implantação de projetos-piloto, para a consolidação da tecnologia ou para a elevação dos níveis de eficiência dos sistemas de produção de energia descentralizados;
- III. Avaliação dos resultados, seleção das soluções mais vantajosas e divulgação aos potenciais beneficiários do programa;
- IV. Criação de linhas de crédito adequadas aos objetivos do programa, mobilizando parcerias com o Finel, BNDES, Finame, Banco do Brasil e bancos de desenvolvimento estaduais, regionais e internacionais (CEPEL, sem data).

Dessa forma, a expectativa do PRODEEM, conforme tabela 2.1, em dois anos era de crescimento dos projetos, de beneficiados e de participação do MME, parceiros, estados e municípios em termos de receita disponibilizadas para o atingimento de suas metas.

Tabela 2.1 - Projeções de Projetos do PRODEEM

Ano	Projetos	Beneficiados	Origem dos Recursos (R\$ milhões)			
			MME	Parcerias	Estados e Municípios	Total
1997	1000	400.000	5	5	5	15
1998	3000	1.200.00	10	10	20	40
1999	5000	2.000.000	10	10	30	50

Fonte: Relatório informativo, CEPEL, sem data

2.4.2 Programa Luz para Todos

Institucionalmente, o Programa Luz para Todos (PLT) é coordenado pelo Ministério de Minas e Energia (MME) e operacionalizado com a participação das Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (ELETROBRAS) e suas controladas. Sendo competência do MME editar o Manual de Operacionalização do Programa e demais normas pertinentes à sua execução.

No PLT os atendimentos às Regiões Remotas dos Sistemas Isolados são, por obrigatoriedade, contratados aplicando-se os regramentos adotados no âmbito do Sistema Interligado Nacional – SIN. Desta maneira, fica legalmente estabelecido que os ativos de geração, com ou sem Redes Associadas, serão vinculados à distribuição, ou seja, de propriedade da concessionária.

O Manual de Operacionalização do PLT foi criado pelo Decreto n. 7.520/2011 para o período 2015- 2018, quando uma segunda fase do programa foi necessária, a despeito dos significativos resultados da primeira fase, já que novas demandas surgiram (MME, 2017).

Nesta segunda fase embora os objetivos de universalização fossem os mesmos, o desafio era outro, e neste ponto, foram estabelecidos os critérios de priorização, principalmente para garantir que a parcela mais carente da população, em regiões com baixo IDHs, não perdesse a

oportunidade de acesso com o fim do programa. Os novos critérios passam a ser as pessoas beneficiadas, ou seja, o público-alvo.²¹

A gestão do PLT é partilhada entre várias esferas governamentais, como Governos Estaduais, distribuidoras de energia, Ministérios, agentes do setor e comunidades. O Manual de Operacionalização do Programa traz de maneira detalhada a sua estrutura de operacionalidade. A Figura 2.1 identifica os principais agentes e mostra a estrutura de operacionalidade do Programa Luz para Todos.

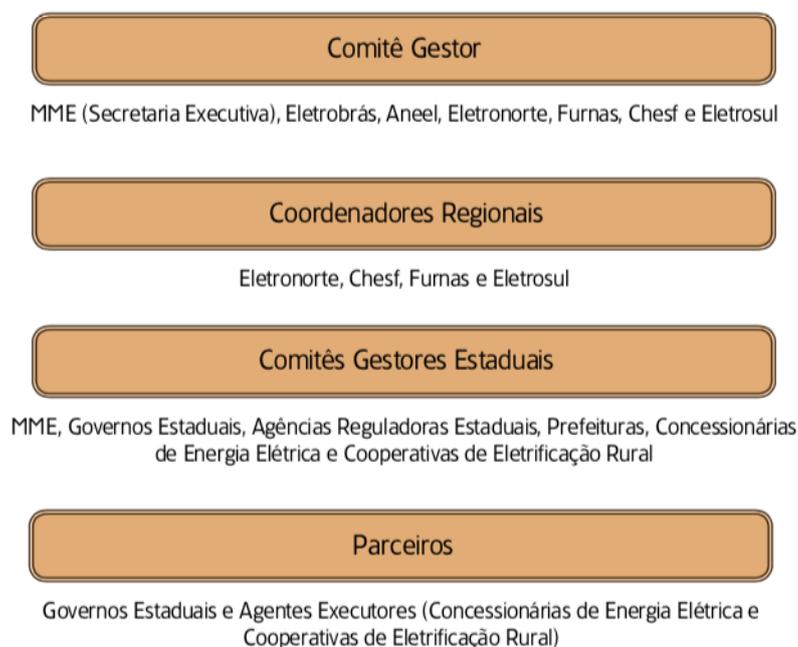


Figura 2.1 – Estrutura operacional do Programa Luz para Todos

Fonte: Ministério de Minas e Energia, 2014

²¹ Novos critérios de priorização do Programa: i) Domiciliadas em áreas de concessão e permissão cujo atendimento resulte em elevado impacto tarifário; ii) Atendidas pelo Programa Territórios da Cidadania ou pelo Plano Brasil Sem Miséria. iii) Assentamentos rurais, comunidades indígenas, quilombolas e outras comunidades localizadas em reservas extrativistas ou em áreas de empreendimentos de geração ou transmissão de energia elétrica, cuja responsabilidade não seja do respectivo concessionário; e iv) Escolas, postos de saúde e poços de água comunitários.

O Comitê Gestor Nacional (CGN) tem a função de coordenar, fiscalizar e acompanhar as ações do PLT em todo o país. É formado pelo Ministério de Minas e Energia, pela Eletrobras e suas empresas controladas²², pela ANEEL, e pelos Coordenadores Regionais do Programa (MME, 2014).

Os Coordenadores Regionais Nacionais asseguram que o processo geral de implantação do PLT em cada região seja realizado, incluindo o monitoramento do cumprimento das metas, atuam sobre problemas específicos que se verifiquem nos Comitês Gestores Estaduais (CGE), articulam com os agentes e atores sociais envolvidos com o PLT, entre outras funções. A estrutura operacional conta com quatro²³ Coordenadores Regionais Nacionais que, a partir de Brasília, atuam em contato direto com as Coordenações Regionais e Estaduais, desempenhadas por Eletrosul, Furnas, Chesf e Eletronorte em suas respectivas regiões geo-elétricas (MME, 2014).

Como o Sistema Eletrobras tem capilaridade nos estados por intermédio de suas subsidiárias – Eletrosul, Furnas, Chesf e Eletronorte as Coordenações Regionais e Estaduais foram estabelecidas a partir dessas empresas, incluindo recursos humanos capacitados provenientes de seus quadros, infraestrutura física para a localização das bases de trabalho nos estados e os meios logísticos para o trabalho das coordenações nos estados (MME, 2014).

Os Comitês Gestores Estaduais (CGE) são espaços institucionais criados nos estados para assegurar que os atores locais tenham participação na implementação do PLT, na priorização das solicitações e no acompanhamento das obras. Segundo o Manual de Operacionalização (2018) a composição dos Comitês Gestores Estaduais será:

1. representante do Ministério de Minas e Energia, que o coordenará;
2. representante do governo do estado;
3. representante da Agência Reguladora Estadual, quando esta existir;
4. representante da(s) associação(ões) de prefeitos do estado;
5. representante da(s) concessionária(s) de distribuição do Estado;
6. representante da(s) cooperativa(s) de eletrificação rural do estado;

²² Furnas Centrais Elétricas S.A. (Furnas), Companhia Hidroelétrica do São Francisco (Chesf), Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. (Eletronorte), Eletrosul Centrais Elétricas S.A (Eletrosul)

²³ Para efeito do Programa Luz para Todos, as Regiões Geo-elétricas são definidas como: i) Sul (Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e Mato Grosso do Sul); ii) Sudeste (Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo e Goiás); iii) Norte (Amazonas, Mato Grosso, Acre, Rondônia, Pará, Tocantins, Roraima, Amapá e Maranhão); iv) Nordeste (Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia).

- representantes²⁴ definidos pelo Coordenador do Comitê Gestor Estadual em conjunto com o representante do governo do estado.

Ainda, de acordo com o Manual de Operacionalização (2018), os Comitês terão as seguintes atribuições:

- avaliar as demandas da sociedade e definir as obras de eletrificação rural a serem priorizadas segundo os critérios estabelecidos no *Manual*;
- encaminhar ao Coordenador Regional relatório de acompanhamento com as principais decisões tomadas, inclusive as obras priorizadas;
- atuar como facilitador, para que os Agentes Executores cumpram as metas do Programa e que atendam, simultaneamente, às metas estabelecidas pela Aneel e ao Termo de Compromisso;
- acompanhar a execução física e financeira das obras nos estados, verificando o cumprimento de cronogramas e dificuldades encontradas na execução;
- identificar e articular ações de desenvolvimento rural integrado que possibilitem o uso social e produtivo da energia elétrica.

Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** 2.2, é apresentado o arranjo institucional na execução do PLT.



Figura 2.1 - Instituições envolvidas na execução do Programa Luz para Todos.

Fonte: Elaboração própria.

²⁴ Estes representantes podem ser, por exemplo, do órgão de assistência técnica e extensão rural do estado, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, do órgão de defesa do consumidor, da sociedade civil e do Conselho de Consumidores de Energia.

No Manual de Operacionalização (2018), tem-se a descrição dos principais agentes e o detalhamento de suas atribuições na execução do PLT. Averigua-se que muitas das atribuições demonstram explicita e implicitamente o poder decisório, de influência, conhecimento e responsabilidade de cada um destes atores:

- 1) No âmbito do PLT as seguintes atividades são atribuídas ao Ministério de Minas e Energia:
 - (a) O recebimento dos Agentes Executores dos Programas de Obras no atendimento às Regiões Remotas dos Sistemas Isolados;
 - (b) A análise²⁵ dos Programas de Obras encaminhados pelos Agentes Executores;
 - (c) O encaminhamento dos Programas de Obras pré-aprovados à ELETROBRAS;
 - (d) A orientação dos Comitês Gestores Estaduais – CGÉ's em questões inerentes aos atendimentos às Regiões Remotas dos Sistemas Isolados;
 - (e) A articulação de ações com os demais Ministérios, Agentes Executores, e outros parceiros visando à implementação de projetos socioprodutivos e de desenvolvimento econômico em conjunto com os atendimentos às Regiões Remotas dos Sistemas Isolados;
 - (f) A emissão de pareceres autorizando a ELETROBRAS a elaborar e assinar os Contratos de Operacionalização com o Agente Executor, bem como seus aditivos, considerando a análise técnico-orçamentária dos Programas de Obras para atendimento às Regiões Remotas dos Sistemas Isolados;
 - (g) Garantir, conforme disponibilidade, o repasse de recursos financeiros oriundos da CDE, pela CCEE, ao Agente Executor.
- 2) Segundo o Manual de Operacionalização (2018) são atribuições da ELETROBRAS:
 - (a) Análise técnica e orçamentaria dos Programas de Obras para atendimento às Regiões Remotas dos Sistemas Isolados, encaminhados pelo MME;
 - (b) Encaminhar ao MME o relatório de análise técnica e orçamentária dos Programas de Obras para atendimento às Regiões Remotas, dos Sistemas Isolados, a fim de obter autorização para elaboração e assinatura de Contrato de Operacionalização com os Agentes Executores;

²⁵ Os Programas de Obras devem estar em conformidade com os critérios definidos no Manual de Operacionalização. (MME, 2017)

- (c) A celebração do Contrato de Operacionalização e seus eventuais aditivos com os Agentes Executores;
 - (d) Comunicar à CCEE a formalização dos Contratos de Operacionalização com os Agentes Executores para a liberação inicial de recursos da CDE para os Programas de Obras;
 - (e) Encaminhar à CCEE informações para as liberações de recursos, em função dos valores de avanço físico e financeiro do Programa de Obras;
 - (f) Avaliar as solicitações dos Agentes Executores para a revisão de metas físicas e/ou prazos de execução de contratos;
 - (g) Comprovar a adequada utilização dos recursos financeiros;
 - (h) Realizar inspeções físicas e supervisões financeiras dos Programas de Obras;
 - (i) Elaborar relatórios referentes ao andamento das obras e encaminhá-los ao MME, à CCEE e aos CGE's, sempre que solicitados;
 - (j) Encaminhar ao MME, a relação das Ordens de Imobilização - ODIs com as respectivas Unidades Consumidoras – UCs informadas pelo Agente Executor, sempre que solicitada.
- 3) Segundo o Manual de Operacionalização (2018) as atribuições de Agente executor²⁶ são:
- (a) Levantamento, registro e caracterização das demandas em sua área de concessão;
 - (b) Disponibilizar ao MME estudo identificando a(s) melhor tecnologia(s) do ponto de vista econômico e de disponibilidade energética, considerando os potenciais energéticos locais e regionais, além dos custos de instalação, operação e manutenção em um horizonte de no mínimo 20 anos;
 - (c) Elaborar os Programas de Obras para atendimento às Regiões Remotas dos Sistemas Isolados;
 - (d) Encaminhar ao MME os Programas de Obras para atendimento às demandas de regiões remotas dos Sistemas Isolados;
 - (e) Observar todas as condicionantes ambientais;
 - (f) Firmar Contrato de Operacionalização com a ELETROBRAS para implementação do Programa de Obras;

²⁶ Concessionárias e permissionárias de distribuição de energia elétrica e as Prestadoras de Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica, autorizadas conforme Portaria MME no 388 de 26 de julho de 2016

- (g) Contratar a execução das obras;
 - (h) Promoção do uso eficiente e racional da energia elétrica entre os usuários, assim como orientação dos mesmos sobre a tarifa social de energia elétrica, providenciar relatório das atividades desenvolvidas neste sentido, assim como material utilizado, e a relação de participantes em atividades de orientação;
 - (i) Fiscalização da execução das obras em sua totalidade;
 - (j) Executar o comissionamento das obras, encaminhando o respectivo relatório à ELETROBRAS e ao MME;
 - (k) Encaminhar relatório correspondente ao andamento dos Programas de Obras à ELETROBRAS, ao MME e a CCEE, sempre que solicitado;
 - (l) Prestar contas à ELETROBRAS do andamento dos Programas de Obras, para fins de liberação de recursos pela CCEE;
 - (m) Instalar obrigatoriamente no início da execução das obras placas de obras do Programa Luz para Todos.
- 4) Segundo o Manual de Operacionalização (2018), as atribuições da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL:
- (a) Estabelecer o preço referente à prestação do serviço de Operação e Manutenção de Sistemas de Geração SIGFI e MIGDI.
- 5) E, as atribuições da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE são:
- (a) Gerir a Conta de Desenvolvimento Energético - CDE;
 - (b) Liberar aos Agentes Executores, conforme disponibilidade, recursos financeiros oriundos da CDE para os Programas de Obras autorizados pelo MME;
 - (c) Encaminhar os comprovantes dos repasses dos recursos financeiros da CDE ao Agente Executor para o MME e a ELETROBRAS;
 - (d) Efetuar cobranças de recursos da CDE, caso seja verificada na apuração final de crédito realizada pela ELETROBRAS a necessidade de restituição de recursos pelos Agentes Executores;
 - (e) Realizar eventual encontro de contas dos débitos e dos créditos dos agentes com benefícios e obrigações pendentes relativos aos recursos da CDE aplicados ao PLT.

2.5 Avaliação dos programas brasileiros de acesso à energia

A partir da análise dos documentos pertinentes aos programas de acesso à energia no Brasil pode-se inferir que, historicamente, eles são iniciativas do setor público, entretanto outros atores agiram e influenciaram ativamente. O desafio ao acesso à energia é extremamente complexo, porque embora seja considerado um serviço essencial, cujo acesso está assegurado na legislação, este serviço tem um custo, de forma que muitas vezes se torna inacessível inclusive em regiões urbanas. Sendo um serviço, poder-se-ia identificar de imediato dois atores que seriam o consumidor e o fornecedor deste serviço.

Entretanto, este consumidor é a própria sociedade, e, não é raro que o fornecedor seja uma empresa estatal, e desta forma, há um conflito de interesses do governo como gerenciador do empreendimento e como a entidade responsável pela execução de políticas energéticas de acesso à energia.

Em 1993, o Banco mundial lançou o “*The World Banks role in the Electric Power Sector*”, uma espécie de plano de ação respondendo às demandas levantadas no Consenso de Washington²⁷(BERMANN, 2018).

No texto, averigua-se que a principal constatação do Banco Mundial é inobservância de comprometimento dos governos com uma política de tarifas que remunerem adequadamente o serviço prestado. Estas empresas funcionavam, não apenas como prestadoras de serviço de energia, mas como instrumento de política de inclusão social através de modicidade tarifária artificial (BANCO MUNDIAL, 1993).

O texto do Banco Mundial também aponta a preocupação em relação ao meio ambiente, a observância de que os empreendimentos em países em desenvolvimento têm promovido grandes impactos sociais e ambientais (BANCO MUNDIAL, 1993).

²⁷ O Consenso de Washington foi uma recomendação internacional elaborada em 1989, que visava a propalar a conduta econômica neoliberal com a intenção de combater as crises e misérias dos países subdesenvolvidos, as suas recomendações foram: i) reforma fiscal; ii) Abertura comercial; iii) política de privatizações e iv) Redução fiscal do Estado. Os países que não incorporaram estas regras encontraram dificuldades para receberem investimentos externos.

E, finalmente, identifica que a política governamental alocou no setor elétrico um ônus insustentável ao defini-lo como uma ferramenta fundamental de promoção do desenvolvimento econômico²⁸, além de também ter utilizado preços artificiais de tarifas para distribuição de renda, e melhoria na qualidade de vida. Assim, segundo o Banco Mundial (1993), esta postura governamental sinalizou à sociedade que o acesso à energia a preços baixos é um direito.

A resposta do governo brasileiro²⁹ ao texto “*The World Banks role in the Electric Power Sector*”, de 1993, definitivamente, identifica a influência do Banco Mundial na política energética nacional. Verifica-se, dessa forma, que o Banco Mundial e sua política exerceu forte influência nas normas, regras e metas de programas de acesso à energia brasileiros, quando interesses alheios sobrepõe-se ao objetivo de acesso à energia.

Ademais, há de se recordar que para garantir a permanência dos investimentos externos, o governo alinhou-se a uma agenda neoliberal, incluindo agenda de desestatização, além do esforço na criação de um arcabouço regulatório que envolveu as questões normativas, financeiras e institucionais. No nível regulatório, portanto, havia a necessidade de articular claramente os objetivos da reforma focando em uma maior transparência nas instituições do setor, além de um marco regulatório que servisse de balizador entre os interesses públicos e privados.

Organizacionalmente, foi realizada a desverticalização do setor elétrico ao longo da década de 1990, separando as atividades de geração, transmissão, distribuição e comercialização. E justamente, as distribuidoras tornaram-se responsáveis por novas conexões, o custo destas ligações³⁰ tornou-se um obstáculo ainda maior do que o físico ou o tecnológico.

²⁸ Entretanto este é o principal propósito dos empreendimentos estatais de infraestrutura financiados pelo FMI nas décadas de 1960 e 1970, seguindo a teoria econômica keynesiana.

²⁹ Respondendo às recomendações do Banco Mundial e do Consenso de Washington o governo brasileiro, assim como outros, iniciou uma série de ações para o processo de privatizações de empresas estatais do segmento de eletricidade, entre estas ações o estabelecimento de um novo marco regulatório, criação de agências de regulação (ANEEL e ANP), desverticalização do segmento.

³⁰ Os programas de eletrificação rural cobravam pela instalação das infraestruturas (postes, cabos, fios, caixas de energia, transformadores), restringiam o acesso ao fornecimento do serviço e excluíaam as famílias não portadoras do recurso econômico para a compra dos materiais e do serviço.

Nessa esteira, por exemplo, o Programa Luz no Campo, que pretendeu estender a todo o país um molde de programa de eletrificação rural semelhante ao que já era adotado em São Paulo³¹ e no Rio Grande do Sul³², quando os governos Estaduais atuavam em duas frentes, junto às concessionárias para garantir novas ligações e com os solicitantes facilitando o financiamento de parte dos custos destas ligações.

Todavia, no Programa Luz no Campo, o governo federal arcou com parte destes custos, através de disponibilização de recursos do fundo setorial da Reserva Global de Reversão (RGR), com isso, a diferença era dividida entre o solicitante, as concessionárias e cooperativas de eletrificação rural (RIBEIRO et al, 2003).

Desta maneira, considerando esse formato, o Programa Luz no Campo não poderia ser universal, uma vez que a parcela a ser arcada pelo solicitante era um fator excludente, mesmo que não houvesse maiores desafios. Pode-se entender, que aqui a questão é tratada com respeito aos diferentes interesses privados.

Entretanto, caso o acesso à energia seja visto enquanto um direito, e a universalização desse acesso como uma garantia ao usufruto de outros direitos fundamentais, é fundamental avaliar o interesse público inerente a todo a cadeia de geração de eletricidade e, então, surge a necessidade de preservar o social, a coletividade. E desta maneira, conforme explorado por Bobbio (1987), há necessidade de que haja subordinação do interesse privado em relação ao público. Com isto, o primado do público sobre o privado supõe maior intervenção estatal na regulação coativa dos comportamentos dos grupos e indivíduos.

Por sua vez, a primeira fase do Programa Luz para Todos atuou principalmente no dilema público e privado, onde o fator econômico constituía grande obstáculo para o acesso à

³¹ O programa Luz da Terra utilizou técnicas e materiais orientados para reduzir o custo por meio de concepções de projetos, além de fomentar a participação do poder público municipal e da população em (BETIOL, 2005). A utilização de normas técnicas unificadas, com padrões simplificados e privilegiando sempre projetos com custo reduzido compunham as estratégias para ampliar a rede. Entretanto, a compra do serviço era necessária, portanto, a meta do Luz da Terra nunca foi o atendimento da parcela do proletariado rural capaz de adquirir este serviço.

³² O PROLUZ foi um programa que contou com a utilização de materiais mais baratos e a implantação das redes em regime de mutirão, além do apoio do BNDES, Banrisul, CEEE, governo do Rio Grande do Sul, o que possibilitou o acesso à eletrificação rural de baixo custo para a população de baixa renda. A experiência estimulou o BNDES a tentar expandir o conceito para as demais Concessionárias do país. Entretanto, sofreu questionamentos do *mainstream* das Concessionárias de energia elétrica e da engenharia tradicional, o que deixou claro que as Companhias não se interessavam por esse tipo de consumidor (ROSA, RIBEIRO, MELLO, 1993).

energia. De certa forma, era necessário o rompimento com alguns princípios do ideário neoliberal que ditava a política energética nacional à época, ao entender que o acesso à energia é um direito do cidadão e não apenas a aquisição de um serviço. Esta visão ancorava-se, sobretudo, nos benefícios e incrementos em qualidade de vida que o acesso à energia pode trazer (*outcomes*) e não apenas nos usos finais.

O acesso à energia é mais que iluminação, refrigeração e aquecimento. Os benefícios do programa nesta altura extrapolavam a parcela da população atendida pelo PLT e se refletia em toda a sociedade, quer seja pelo aumento da demanda de equipamentos, mão-de-obra, ou então pela criação de novas perspectivas nas regiões atendidas, com diversificação e aumento nas atividades produtivas e com o retorno de parcela da população a estes locais.

Em 2011, o PLT entrou em uma nova fase, onde o desafio era físico, técnico e tecnológico. Comunidades isoladas, com baixa densidade demográfica e em regiões de baixo IDH seriam os próximos beneficiados do programa. As soluções de baixo custo já não eram as mais adequadas. E embora a barreira financeira constituísse um desafio ainda maior do que o da fase anterior, já não era o maior desafio.

O PLT, a partir desse momento, aproxima-se de alguns instrumentos do PRODEEM, que, de fato, nunca foi um programa de acesso à energia. O PRODEEM foi desenhado para desempenhar socialmente o papel de difusor de tecnologia, atuou como um programa de P&D, pois não houve a formação de um mercado, e nem mesmo uma difusão de conhecimento, ou capacitação de mão-de-obra. Nem mesmo houve a preocupação com as atividades de Operação e Manutenção. No final, o PRODEEM apresentou custo elevado e trouxe como principal resultado o fortalecimento da Cepel.

Como um programa de difusão de tecnologia, o PLT, em sua segunda fase é mais bem sucedido porque, em primeiro lugar, encontrou a tecnologia mais amadurecida, foi capaz de desenvolver uma cadeia mercadológica, pode capacitar mão-de-obra, além de ter condicionado as funções de operação e manutenção às concessionárias.

Entretanto, o PLT não trouxe uma diversidade de soluções, e, pode-se arriscar a dizer que diminuiu as possibilidades de sucesso na universalização de acesso por priorizar o uso de energia renovável, sobretudo energia solar fotovoltaica. Dentro de uma visão de

sustentabilidade, manteve a postura de priorizar o uso de fontes de renováveis de energia, mesmo que isto acarrete menor equidade e segurança energéticas. E, mesmo dentre as fontes renováveis de energia houve pouca consideração por aquelas mais alinhadas aos recursos disponíveis da região³³.

Ao apoiar-se apenas em soluções renováveis, intermitentes e muitas vezes pouco robustas, essas soluções rapidamente esgotam suas capacidades de atendimento comprometendo o direito de acesso à energia das comunidades que muitas vezes enfrentam serviços de baixa qualidade e de reduzida segurança de suprimento. Os consumos elétricos locais, em muitos casos, tornam-se insustentáveis e não podem ser atendidos pelas infraestruturas incentivadas. Assim, tais soluções de geração elétrica local, com base em fontes renováveis, muitas das quais intermitentes, dificilmente resolvem problemas estruturais. Por isso, a proposta da presente Tese é que no teor do conceito de energia moderna, capaz de prover o direito de acesso a energia de qualidade, sejam enquadradas outras fontes de energia como o GLP, o gás natural e o biometano, ideia que será mais explorado no Capítulo 3, a seguir.

³³ Biogás, biometano, biodiesel, PCHs e sistemas híbridos com GNC, ou GLP, no lugar de diesel.

3. DISCUSSÃO SOBRE ACESSO À ENERGIA E GASES COMBUSTÍVEIS

3.1 Introdução do Capítulo

Como desenvolvido no Capítulo 2, no Brasil, o debate sobre o direito à energia assumiu contornos de política pública e se fortaleceu ao longo do Programa Luz Para Todos (PLT). Não obstante, como foi discutido, o acesso à energia instaurado por esse Programa se restringiu à energia elétrica e prioritariamente ao uso de energia renovável, sobretudo energia solar fotovoltaica.

O PLT não apresentou diversidade de soluções a partir de variadas fontes de geração de energia enquanto uso final, assim como de forma integrativa com outros serviços públicos, como o saneamento básico.

Portanto, tendo em vista a proposta dessa Tese, quanto ao olhar abrangente do acesso à energia moderno pelo uso final de energia, esse capítulo desenvolve os temas que descrevem os gases combustíveis, em sua estrutura de mercado, cadeias logísticas, além das projeções de produção e consumo brasileiros desenvolvidas a partir dos estudos da Empresa de Pesquisa Energética (EPE).

Por gases combustíveis, essa Tese focalizou em gás liquefeito de petróleo, gás natural e biometano. Como tem sido sustentado por Moutinho dos Santos et al (2002) e Moutinho dos Santos et al (2007), o gás natural e demais gases combustíveis são fontes estratégicas de energia, principalmente em razão de seus menores impactos ambientais e suas crescentes vantagens³⁴ quando comparados com outras fontes³⁵. Há dificuldade no estabelecimento de políticas públicas para a ampliação do uso de gases combustíveis, por diversos fatores, entre os argumentos a serem rechaçados está o equivocado pressuposto de que a indústria do gás é exclusivamente uma indústria de redes (MOUTINHO DOS SANTOS et al., 2007). Pressuposto este que condena a indústria do gás natural ao seu confinamento e à falta de escala e competitividade (MOUTINHO DOS SANTOS et al., 2007).

³⁴ Os gases combustíveis possibilitam uma combustão com elevado rendimento térmico, obtendo-se, assim, quando utilizados com tecnologias apropriadas, reduções na intensidade de consumo de energia.

³⁵ A queima de gases combustíveis tem menor impacto ambiental relativo às emissões quando comparado a outros combustíveis fósseis como diesel, por exemplo. E possui vantagens por ser uma fonte de energia firme quando comparado às fontes de energia renováveis.

Mesmo diante de projeções de crescimento de oferta de gás natural, a perspectiva de ampliação de demanda e oferta apoiada no incremento da rede de gasodutos é limitada (MOUTINHO DOS SANTOS et al., 2007). A ausência da malha de transporte, como sempre foi reconhecida (MOUTINHO DOS SANTOS et al., 2007)³⁶, e inviabiliza o desenvolvimento de outros mercados, bem como de projetos de produção, seja nas águas profundas de atividades offshore, como junto a autoprodutores *onshore*, já que o sucesso na produção não garante a comercialização do gás.

A adoção desse pressuposto desconsidera a possibilidade de que a expansão (pelo menos inicial) da logística do gás não se dê através de gasodutos apenas, mas sim através de malhas de distribuição a granel, com o gás natural na forma de GNL ou GNC, ou através da cadeia logística do GLP, que ancorariam o crescimento dos mercados de gases combustíveis.

Projeções de oferta futuras de gás natural e GLP apontam um crescimento significativo³⁷, principalmente pelas descobertas offshore em camadas rochosas do pré-sal, com os crescentes volumes de gás associado que se espera produzir. Ademais, igual observação vale para o biometano, em decorrência das inúmeras iniciativas de aproveitamento de resíduos urbanos e agrícolas para fins energéticos. O desenvolvimento de mercados cativos e difusos de gases combustíveis é uma forma de agregar valor a esses recursos, como demonstraram Croso e Moutinho dos Santos (2014).

³⁶ Dentro de uma perspectiva histórica sobre Brasil, Moutinho dos Santos et al (2002) já constatavam a dificuldade de se expandir o acesso ao gás importado da Bolívia, já que não havia uma malha de transporte e distribuição a jusante do gasoduto internacional, GASBOL. Dias (2004), então representando a Agência Nacional de Petróleo, Gás natural e Biocombustíveis (ANP), ao discutir sobre as possibilidades de “Regulamentação do Acesso ao sistema de Transporte de Gás natural no Brasil”, reconhecia a dificuldade brasileira de se promover mercados mais pujantes e com ambientes de negócio mais competitivos, devido à ausência de infraestrutura adequada. Mais recentemente, monitorando os potenciais de desenvolvimento do “*shale gas*”, a KPMG (2011) identifica a ausência de gasodutos como a principal barreira para que outras experiências de sucesso possam ser replicadas em regiões fora dos Estados Unidos. Ou seja, trata-se de problemática recorrente dentro do mundo do gás natural.

³⁷ Foram avaliadas as projeções dos seguintes estudos: Empresa de Pesquisa Energética: PEMAT 2022; PDE 2022; PNE 2030. Petrobras: Plano de Investimentos 2030. Agência Internacional de Energia (IEA): World Energy Outlook 2013. Departamento de informação da energia dos Estados Unidos (EIA): *International Energy Outlook*. (2013). Todos estes estudos apresentaram crescimento na produção de gás natural, acima da média dos últimos anos para o período, principalmente para o gás associado, o que representa consequente aumento na produção de GLP.

3.2 Gás natural

O gás natural é definido de acordo com o artigo 6º da Lei 9.478, de 06/08/1997, como sendo “todo hidrocarboneto que permaneça em estado gasoso nas condições atmosféricas normais, extraído diretamente a partir de reservatórios petrolíferos ou gasíferos, cuja composição poderá conter gases úmidos, secos, raros e residuais.” (ANP, 2019). Em termos de sua composição química, possui predominantemente teores de hidrocarbonetos parafínicos, além de componentes não orgânicos (ANP, 2019).

Os hidrocarbonetos presentes no gás natural em maiores quantidades são: metano (C_1), etano (C_2), propano (C_3) e butano (C_4). As correntes de hidrocarbonetos contendo entre pentano (C_5) e dodecano (C_{12}), são encontrados em menores quantidades, e chamadas de C_{5+} . Entre os principais componentes inorgânicos estarão presentes nitrogênio (N_2), dióxido de carbono (CO_2), água (H_2O), gás sulfídrico (H_2S) e compostos de enxofre (ANP, 2019).

De acordo com a composição do gás natural, pode-se classificá-lo em mais ou menos rico, esta riqueza é o conjunto de componentes mais pesados que o etano, equivalentes à fração C_{3+} (mistura contendo propano e outros hidrocarbonetos mais pesados), esta fração é transformada em produtos de elevado valor comercial. Segundo Almeida (2013), um gás com mais de 8% de hidrocarbonetos pesados em sua composição é considerado rico, com menos de 6%, pobre, e entre estes valores, mediano.

Ainda, o gás natural pode ser considerado gás associado (GA) ou gás não associado (GNA). O gás natural associado é encontrado em solução juntamente ao óleo no reservatório, quando o óleo é extraído e a pressão é elevada, a solução se desfaz e o gás natural é liberado. Ou ainda, o gás associado pode estar dissociado do óleo em uma camada, capa de gás, original ou secundária (originada a partir da exploração do poço), sendo neste caso chamado gás associado livre. Já o gás natural não associado é encontrado em reservatórios de gás, em alguns casos este gás está condensado, tendo então frações mais ricas (hidrocarbonetos mais pesados), caso contrário, é um gás geralmente pobre. Na figura 3.1 pode-se observar a diferença entre a composição de gás associado e o gás não associado, além da composição do gás do pré-sal. É

notável que o gás natural associado do pré-sal possui maiores frações de hidrocarbonetos mais pesados, sendo considerado muito rico (ANP, 2019).

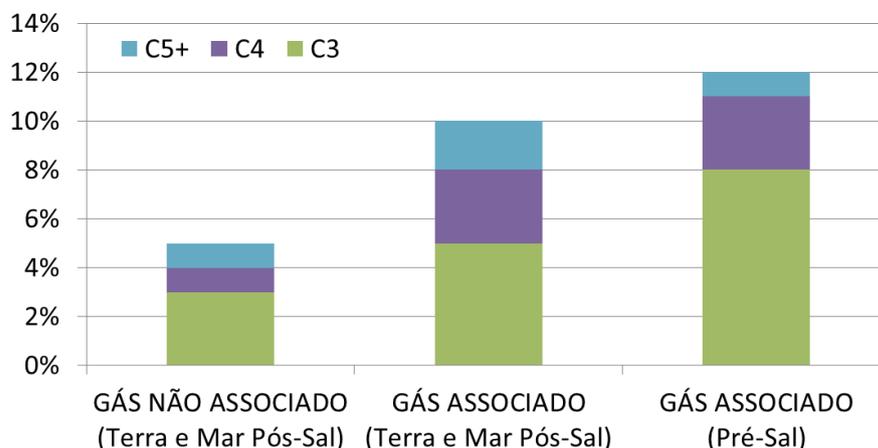


Figura 3.1 - Riqueza média de três tipos de gás natural explorados no Brasil.

Fonte: Riqueza média de três tipos de gás natural (estimado com base nas composições dos campos em produção no Brasil, segundo memórias de cálculo dos Preços de Referência de Gás natural, no site da ANP). (ANP, 2019)

A cadeia de valor do gás natural é composta por diversos segmentos que demandam um forte grau de coordenação entre si: (i) Exploração e produção; (ii) Processamento; (iii) Liquefação; (iv) Transporte; (v) Regaseificação; (vi) Estocagem; (vii) Distribuição e (viii) Comercialização.

A primeira etapa engloba as atividades de pesquisa, exploração, desenvolvimento e produção do gás natural. No ano de 2019, 729 áreas estavam sob contratos: 272 blocos³⁸ na fase de exploração, 77 campos em desenvolvimento da produção e 380 campos na etapa de produção (ANP, 2020). As reservas provadas de gás natural no Brasil totalizavam 364 bilhões de m³, destes 68,1 bilhões de m³ estavam em terra, e 295,9 bilhões de m³ no mar. A distribuição destas reservas nas unidades da federação pode ser observada na figura 3.2 (ANP, 2020).

³⁸ Os Blocos são definidos como sendo parte de uma bacia sedimentar, formada por um prisma vertical de profundidade indeterminada, com superfície poligonal definida através das coordenadas geográficas de seus vértices. Nestes blocos são desenvolvidas atividades de exploração ou produção de petróleo e gás natural. (BRASIL, 1997). Segundo a normativa de cabe ao Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) determinar as áreas exploratórias que serão sugeridas para oferta em uma determinada rodada de licitações.



Figura 3.2 - Reservas provadas por unidade da federação (2019)

Fonte: ANP, 2020.

As reservas totais³⁹ de gás natural foram de aproximadamente 549 bilhões de m³ em 2019, sendo que sua maior parte, encontra-se no mar. As reservas de gás natural brasileiras têm diminuído na última década, como pode ser observado na tabela 3.1. É perceptível a queda das reservas de gás natural na maioria dos Estados. Esse decréscimo das reservas está associado ao esgotamento do reservatório, como no caso do estado do Amazonas, ou pela mudança de tecnologia de produção, como no caso de São Paulo.

³⁹ As reservas provadas são aquelas que, com base na análise de dados geológicos e de engenharia de reservatórios descobertos e avaliados, estima-se comercialmente viáveis, com elevado grau de certeza, superior a 90%, esta estimativa considera as condições econômicas vigentes, os métodos operacionais e tecnológicos disponíveis e a regulamentação local instituída pela legislação. Assim como as reservas provadas, as reservas prováveis e possíveis são analisadas com base em dados geológicos e de engenharia, e apresentam graus de certezas inferiores, sendo que as reservas possíveis são as que apresentam menor grau de certeza. As reservas totais representam a soma das reservas provadas, prováveis e possíveis. (ANP, 2020)

Tabela 3.1 - Evolução das reservas totais de gás natural na última década.

Unidades da Federação	Reservas totais de gás natural (bilhões m ³)									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Amazonas	94,46	95,74	89,24	86,96	4,49	51,23	38,69	40,76	41,07	45,30
Maranhão	-	-	29,70	8,65	8,41	17,68	20,41	20,82	25,72	25,13
Ceará	1,45	0,99	0,45	0,74	0,51	0,26	0,51	0,22	0,36	0,33
Rio Grande do Norte	13,54	14,32	13,68	11,64	10,43	4,59	4,97	4,66	4,90	4,67
Alagoas	5,26	5,32	4,98	4,99	4,34	3,41	3,08	2,88	2,59	2,01
Sergipe	5,79	5,97	6,97	6,63	5,92	6,34	4,38	2,85	1,49	1,36
Bahia	44,13	41,58	40,11	36,30	33,49	24,27	22,03	21,67	18,53	15,77
Espírito Santo	87,77	78,61	103,80	92,27	91,61	79,73	85,49	68,07	54,47	48,03
Rio de Janeiro	504,64	551,84	531,13	507,84	555,35	490,57	397,44	386,61	372,55	374,73
São Paulo	62,95	107,11	94,27	79,25	75,23	67,84	59,84	59,93	48,32	31,66
Paraná	2,08	2,12	1,31	1,30	-	-	-	-	-	-
Santa Catarina	2,68	2,93	2,93	2,93	-	-	-	-	-	-
Total	824,72	906,53	918,57	839,51	859,77	745,91	636,83	608,46	570,00	548,99

Fonte: Adaptação (ANP, 2020)

Em 2019, a produção de gás natural úmido (LGN) foi de 37,7 milhões de barris. Como apresentado na tabela 3.2, o estado de São Paulo, foi o maior produtor nacional, com 19,3 milhões de barris. Seguido pelo estado do Amazonas, com volume de produção próxima a 6 milhões de barris. A produção destes dois estados representou 67,1% da produção nacional em 2019 (ANP, 2020).

Tabela 3.2 - Histórico de produção de Gás natural úmido (mil barris) (2010-2019)

Unidades da Federação	Produção de LGN (mil barris)									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Amazonas	6.173	6.560	6.613	5.836	6.085	6.366	5.794	5.723	6.225	5.995
Ceará	66	22	28	68	57	28	-	-	-	-
Rio Grande do Norte	1.877	1.613	1.524	1.470	1.338	1.144	983	965	849	819
Alagoas	587	548	568	510	516	448	598	502	514	369
Sergipe	1.428	1.177	1.042	1.149	1.084	899	639	552	454	348
Bahia	1.957	1.616	1.506	1.542	1.484	1.473	1.397	960	936	880
Espírito Santo	708	1.788	2.094	4.654	6.140	5.382	5.789	5.969	5.476	5.649
Rio de Janeiro	17.409	18.412	17.699	16.514	15.177	14.319	10.043	7.509	5.681	4.330
São Paulo	-	205	1.057	1.195	1.594	2.613	10.164	18.345	19.048	19.309
Brasil	30.203	31.942	32.131	32.938	33.475	32.671	35.407	40.5	39.182	37.699

Fonte: ANP (2020).

A produção de gás natural no Brasil concentra-se, sobretudo, na produção offshore, que correspondeu a 80% da produção nacional. Os poços com maiores produção localizam-se na Bacia de Santos, e chegaram a volumes de 1.900 mil m³/dia. Justamente, são poços localizados no pré-sal, Bacia de Santos, de onde se estimam as maiores produções futuras de petróleo e gás natural. Estes reservatórios, além de possuírem o gás natural com frações mais ricas em hidrocarbonetos pesados, também apresentam uma razão gás/óleo (RGO) mais alta que os outros tipos explorados no Brasil (ANP, 2019).

A produtividade de gás natural, entretanto, encontra limitações na produtividade do petróleo. O petróleo é o produto a ser produzido preferencialmente, é o que apresenta maiores vantagens de comercialização, tendo maior valor agregado e melhor logística de transporte. O gás natural é um produto secundário, que exige uma cadeia complementar para o processamento, transporte, distribuição e comercialização. O gás natural é então, obviamente, preterido na produção dos poços. De fato, apenas através de políticas de controle de emissões mais rígidas é que ele passou a ser incorporado no processo produtivo (ANP, 2000).

Desta maneira, a disponibilidade do gás natural do pré-sal como produto comercial concorre, em parte, com o seu aproveitamento na produção de petróleo, seja na forma de

reinyeção no próprio reservatório, seja como energético na plataforma. A opção dos operadores pela reinyeção tem aumentado nos últimos anos e se dá, principalmente, em função dos altos teores de CO₂ encontrados nestes reservatórios e, também, como mecanismo para manutenção de pressão nos mesmos (ANP, 2019).

Na etapa de processamento são realizadas as operações que permitem o seu posterior transporte, distribuição e utilização. No Brasil o gás natural é processado nas unidades de processamento de gás natural (UPGNs). As UPGNs encontram-se normalmente próximas aos pontos de exploração e produção, como pode ser observado na figura 3.3, e é por este motivo que se tem UPGNs em unidades da federação produtoras de petróleo.

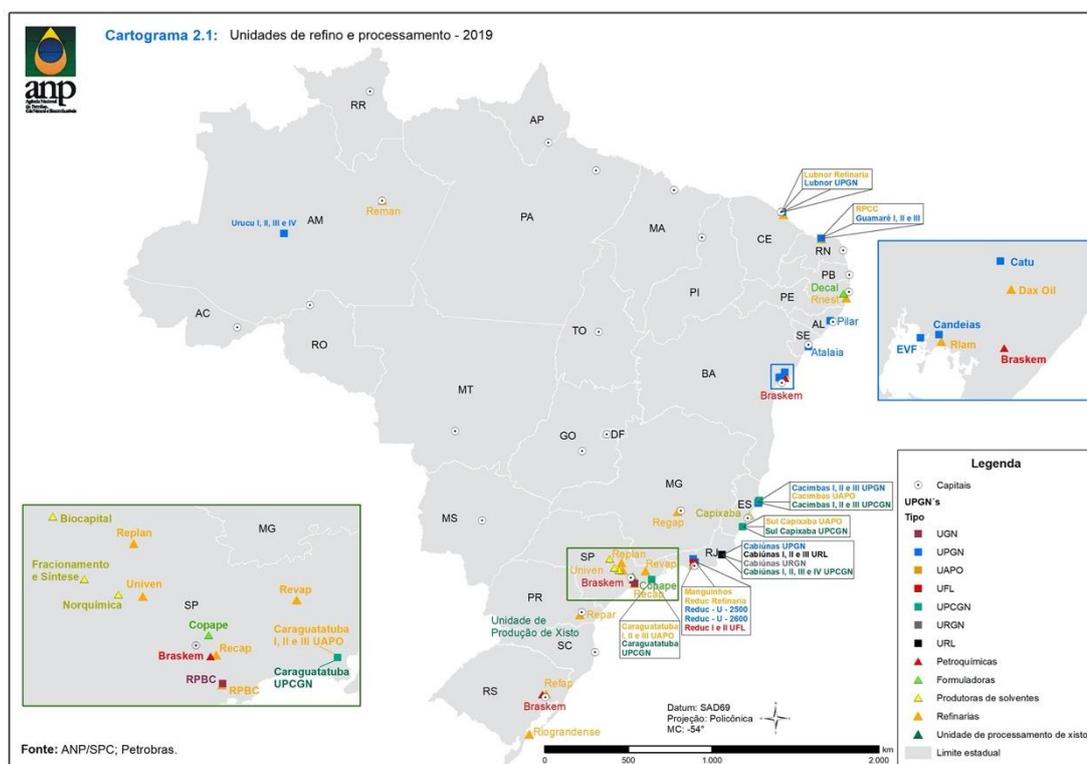


Figura 3.3 - Cartograma - Unidades de refino e de processamento - 2019

Fonte: ANP, 2020.

Em 2019, o volume de gás natural processado nestas unidades foi próximo a 23 mil milhões de m³, como é apresentado na tabela 3.3. Onde se destaca a produção de Urucu (AM), com um volume de gás natural processado e, conseqüente produção de derivados de petróleo, na região norte.

Tabela 3.3 - Volume de gás natural processado nas UPGNs (mil m³) 2019.

Polos produtores (Unidade da Federação)	Volume de Gás natural processado (mil m³)
Atalaia (SE)	286.375
Catu (BA)	572.769
Cabiúnas (RJ)	7.198.454
Cacimbas (ES)	1.786.572
Guamaré (RN)	495.901
Alagoas (AL)	453.546
Reduc (RJ)	565.481
RPBC (SP)	184.482
Sul Capixaba (ES)	211.705
Urucu (AM)	4.523.735
Caraguatatuba (SP)	5.359.151
Estação Vandemir Ferreira	1.291.492
TOTAL	22.929.664

Fonte: Petrobrás (ANP, 2020).

É interessante notar que nas UPGNs, a partir do processamento do gás natural úmido (GNL), serão obtidos outros produtos, como o gás natural seco, o GLP, o C₅⁺, o etano e o propano, como pode ser observado na tabela 3.4

Tabela 3.4 - Produtos obtidos a partir do processamento do gás natural úmido (GNL) nas UPGNs. (2019)

Polos produtores (unidade da federação)	Produtos obtidos				
	GLP (m³)²	C₅⁺ (m³)²	Etano (mil m³)¹	Propano (m³)²	Gás seco (mil m³)¹
Atalaia (SE) ³	40.625	14.612	-	76	274.494
Catu (BA) ⁴	76.175	37.351	-	21.037	481.507
Cabiúnas (RJ) ⁵	428.158	176.545	-	-	6.331.088

Cacimbas (ES) ⁶	584.340	134.137	-	-	1.591.357
Guamaré (RN) ⁷	101.722	28.459	-	54	463.283
Alagoas (AL)	44.252	14.340	-	-	439.418
Reduc (RJ) ⁸	679.636	256.376	282.849	761.921	372.149
RPBC (SP) ⁹	5.243	28.584	-	-	178.487
Sul Capixaba (ES) ¹⁰	-	8.934	-	-	208.510
Urucu (AM) ¹¹	797.638	155.187	-	254	4.217.879
Caraguatatuba (SP) ¹²	492.091	364.268	-	-	5.121.534
Estação Vandemir Ferreira ¹³	-	17.369	-	-	1.289.060
Total	3.249.881	1.236.162	282.849	783.341	20.968.766

Fonte: Petrobras (ANP, 2020).

A etapa de liquefação diz respeito ao GNL e corresponde ao conjunto de processos que visam converter gás natural do estado gasoso para o líquido. Do mesmo modo, a regaseificação, que se refere ao processo de transformação física do gás natural, do estado líquido para o estado gasoso;

Por sua vez, o transporte equivale à movimentação de gás natural das unidades de processamento de gás natural até os pontos de entrega do gasoduto de transporte para a rede de distribuição. A estocagem é o armazenamento de gás natural em reservatórios naturais ou artificiais. A distribuição é a movimentação do energético a partir dos pontos de entrega a concessionários estaduais de distribuição. E, a comercialização é a atividade de compra e venda de gás natural (do produtor à concessionária de distribuição).

A Constituição Federal estabelece que os Estados da Federação são responsáveis por explorar os serviços locais de gás canalizado (par. 20, art. 25). A responsabilidade pelo comércio internacional e pela outorga da autorização de importação e exportação é do Ministério de Minas e Energia. À ANP cabe regular as demais atividades da cadeia de valor, como exploração e produção, processamento, liquefação, transporte, regaseificação, estocagem

e comercialização do gás natural na esfera de competência da União (antes de o produto ser entregue às companhias estaduais de distribuição).

3.2.1. Papel do Gás natural no Planejamento Energético Nacional, diversificação de usos e sua ampliação na Matriz de consumo de energia brasileira.

As projeções norteiam o presente, já que é a partir da conjetura do futuro que planejamos nossas ações. Diferentes projeções para o mercado brasileiro de gás natural foram consideradas em um estudo realizado em 2014⁴⁰. As perspectivas de aumento da oferta de gás natural associado ao desenvolvimento dos recursos naturais das camadas rochosas do pré-sal estavam em todas as projeções.

A Administradora de Informação da Energia dos Estados Unidos (*U.S. Energy Information Administration - EIA*) previa no seu *World Energy Outlook 2013*, um crescimento, entre 2010 e 2040, a uma taxa anual média de 6,3%, passando de 11,3 para 79,3 bilhões de metros cúbicos ao longo do período. Apenas 21% do crescimento no período referia-se às explorações não convencionais de gás natural; a maior parte estava associada à produção nos campos do pré-sal. Com este crescimento, em 2040, o Brasil passaria a responder por 27% da produção regional (incluindo Américas do Sul e Central).

A Agência Internacional de Energia (*International Energy Agency*) no seu *World Energy Outlook 2013* fez um longo estudo sobre o setor energético brasileiro. As projeções feitas para um cenário de referência mostraram altas taxas de crescimento na oferta de gás natural, a produção brasileira passava de 18 bilhões de m³ em 2012 para 38 bilhões em 2020 e 92 bilhões em 2035. As expansões robustas viriam de novas fronteiras produtivas, principalmente na Bacia de Santos e em outras zonas de produção offshore, entre elas a produção no Espírito Santo, e *onshore*, as quais tornam-se mais significativas a partir de 2025.

Entretanto o mesmo estudo alertava que a presença de gás associado nas produções offshore era um problema para o Brasil, principalmente pela ausência de mercados cativos para o gás e a insipiência da infraestrutura de transporte, insuficiente para escoar o excedente de

⁴⁰ PEMAT, SEUS IMPACTOS SOBRE O MERCADO FUTURO DE GÁS NATURAL - Revista Brasileira de Energia, Vol. 20, Nº 2, 2º Sem. 2014, pp.119-130

gás que não pode ser consumido nas plataformas de produção. De acordo com a IEA, o país necessitava expandir a infraestrutura de dutos, ou buscar alguma solução alternativa, que poderia ser ainda mais dispendiosa, como a utilização de *Floating Liquefied Gas Natural* (FLGN).

O otimismo em relação às projeções de oferta, eram constatados também nas previsões de demanda. A disponibilidade do insumo possibilitaria expansões em variados setores da economia brasileira, desde a geração termelétrica, até o uso em indústrias para aumentar a eficiência e a produtividade, ou mesmo como matéria-prima.

A Administradora de Informação da Energia dos Estados Unidos (*U.S. Energy Information Administration - EIA*) previa no seu *World Energy Outlook 2013*, um crescimento anual médio no consumo de gás natural no Brasil, de 3,9%, entre 2011 e 2040, ou um total de 54 milhões de metros cúbicos, que era próximo à metade de todo o crescimento na demanda, cerca de 113 milhões de metros cúbicos, previsto para a América Central e do Sul.

Já a Agência Internacional de Energia apontava para o mercado de gás brasileiro, entre 2011 e 2035, uma taxa de crescimento anual de 5,2%, passando de 30 bilhões de metros cúbicos em 2011 para 90 bilhões de metros cúbicos em 2035. Quando esta projeção da demanda de gás natural é analisada por setor da economia espanta-se o crescimento significativo projetado no consumo do setor industrial. Embora o estudo assumisse muitas incertezas, porque em relação a outros países o Brasil apresentava um baixo consumo de gás.

O Plano Decenal de Expansão da Malha de Transporte Dutoviário 2022, por sua vez, apresentou resultados que frustraram as expectativas do mercado de gás e de setores industriais, que aguardavam resultados favoráveis à expansão da malha, que permitiria acesso ao recurso a fim de que pudessem aumentar sua produtividade.

Ao comparar as projeções de oferta e demanda do PEMAT 2022 com as projeções de outros estudos, percebe-se que as projeções do PEMAT 2022 não se apresentaram conservadoras demais, ao contrário, foram mais otimistas que as dos demais estudos, apontando crescimento substancial na oferta e demanda de gás natural (CROSO, 2015).

Ainda assim na análise do estudo a infraestrutura existente é suficientemente robusta para a oferta e demanda futuras. Estes resultados, que parecem incongruentes à primeira vista,

refletem o posicionamento do setor energético. Ao se planejar um modelo de inserção de gás, com o crescimento da participação termelétrica com base no GNL, permite-se expansão limitada da malha (CROSO, 2015).

Tratou-se de uma decisão deliberada do governo, visando sobretudo a garantia da oferta de energia elétrica. O PEMAT 2022 foi um estudo determinativo, cuja metodologia na análise de viabilidade de novos projetos não permitiu antecipar necessidades futuras de capacidade (CROSO, 2015).

O modelo de inserção do gás atual, com discreta ampliação do consumo industrial, é em parte resultado da ausência da malha de transporte, que além de tudo inviabiliza, os projetos de autoprodutores *onshore*, porque compromete sobretudo a captação de recursos, já que o sucesso na produção não garante a comercialização deste gás (CROSO, 2015).

Assim as projeções de crescimento que se apoiaram em hipóteses de contribuição deste tipo de produção, principalmente após 2017, fragilizaram-se e como pode-se analisar não se concluíram.

As projeções da demanda de gás natural do *World Outlook of Energy 2013* da IEA por setor da economia quando comparadas com as mesmas projeções do *Plano Decenal de Energia 2022* evidenciam o direcionamento do planejamento setorial brasileiro da demanda de gás natural para a geração elétrica adicional, inviabilizando a infraestrutura necessária para o crescimento na demanda industrial e dos demais setores (CROSO, 2014).

A definição clara e estratégica do futuro mercado que se desejava desenvolver para o gás natural foi norteadora da baixa ampliação da malha dutoviária dos últimos anos. Os resultados do PEMAT 2022, que são a representação de uma estratégia governamental visando garantir segurança energética diante dos ocasionais problemas do setor elétrico e não diversificação de fontes de energia, ou ampliação do uso do gás natural.

Naquele momento, a grande disponibilidade de gás natural fornecia uma gama de possibilidades para o planejamento energético do país. Porque é uma fonte que não apresenta a intermitência da geração hidrelétrica, pode ter uma parcela da geração elétrica contratada de forma firme, além da possibilidade de ser disponibilizado diretamente em usos térmicos,

principalmente nos setores de produção, onde poderia deslocar a eletricidade, diminuindo o consumo de energia primária por uso final.

3.3 Gás liquefeito de petróleo (GLP)

O GLP é derivado de petróleo, podendo ser tanto produto da refinação de petróleo bruto ou do processamento de gás natural. Aliás, em 2019, mais de 60% da oferta global de GLP era proveniente de usinas de processamento de gás natural, mas a participação varia entre regiões e países (PETROBRAS, 2015).

Nos dois processos, o GLP deve ser separado dos fluxos de derivados de petróleo ou de gás natural. O GLP é geralmente refrigerado para armazenamento a granel em grande escala e transporte marítimo como um líquido sob pressão moderada, mas também é transportado como um líquido em embarcações menores e armazenado localmente, em tanques e cilindros pressurizados em condições ambientais (PETROBRAS, 2015). O GLP pode alcançar os locais mais remotos e é usado em todo o mundo.

A cadeia de comercialização do GLP pode ser observada na figura 3.4, a logística de produção e de distribuição envolvem agentes diferentes. Nesse item, são analisadas estas cadeias de forma diferente, as propostas desenvolvidas neste estudo envolvem o planejamento energético do GLP com foco no papel das distribuidoras, mas é importante o conhecimento dos aspectos que envolvem a produção e o seu transporte.

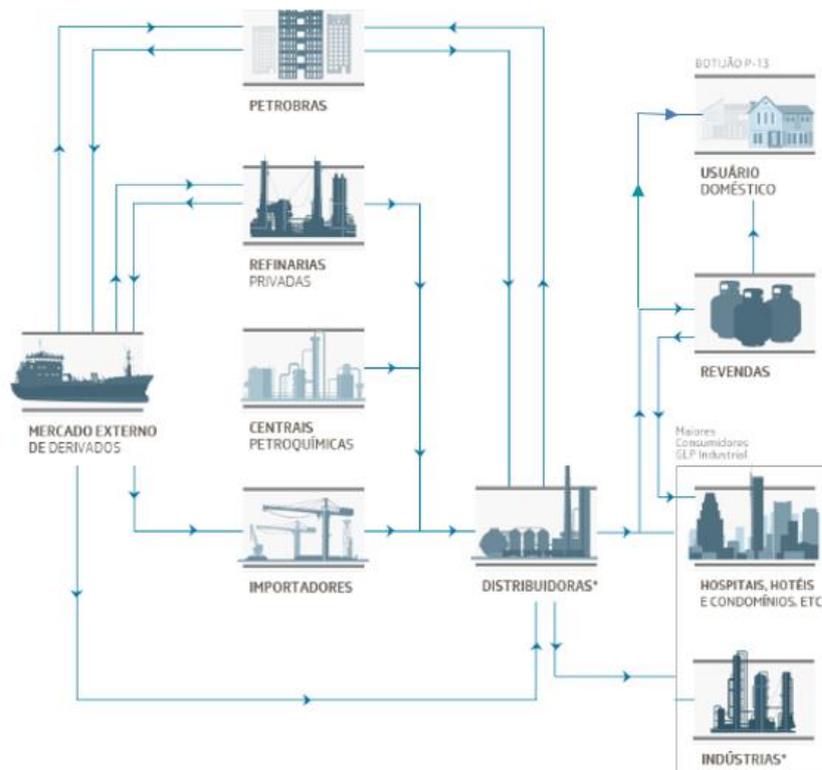


Figura 3.4 - Cadeia de comercialização do GLP

Fonte: Petrobras, 2015.

O GLP pode ser produzido em refinarias ou em unidades de processamento de gás natural, no mapa apresentado na Figura 3.5, tem-se a localização destes pontos de produção (ANP, 2014).

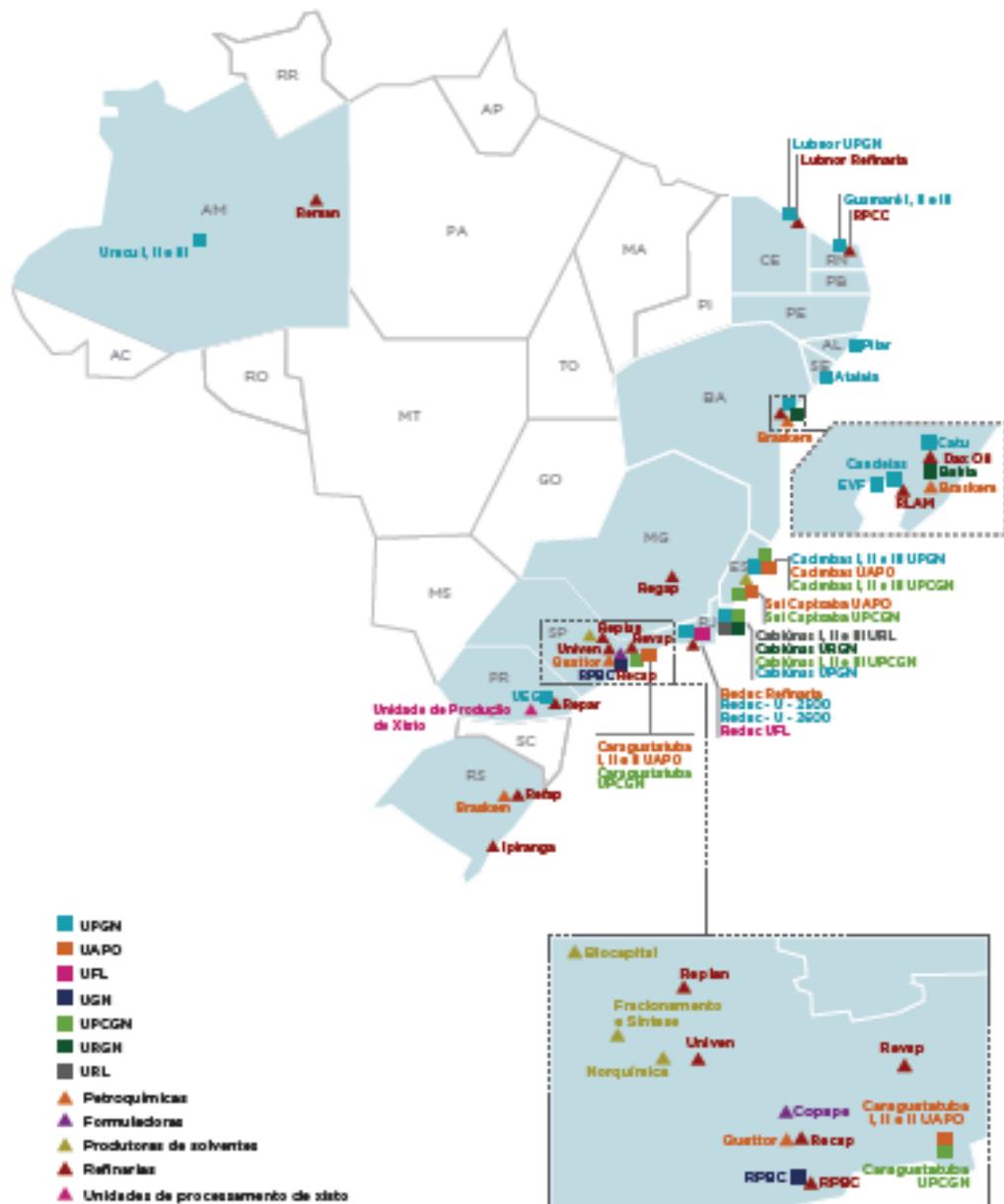


Figura 3.5 - Localização de refinarias e UPGNs

Fonte: ANP, 2014

Em 2013, segundo anuário estatístico da ANP, foram produzidos nas unidades de processamento de gás natural pouco mais de 2,5 milhões de m³ de GLP. O polo de Urucu foi o que mais produziu GLP (31,3% do total), como se observa na tabela 3.5.

Tabela 3.5 - Volumes de gás natural processado e produção de GLP em UPGNs - 2013

POLOS PRODUTORES (UNIDADE DA FEDERAÇÃO)	GÁS NATURAL PROCESSADO (MILHÕES M ³)	GLP (M ³)
TOTAL	18.638,2	2.566.795
Atalaia (SE)	746,4	138.190
Bahia (BA)	1.477,8	188.387
Cabiúnas (RJ)	4.353,1	519.005
Cacimbas (ES)	3.214,4	553.293
Guamaré (RN)	740,2	186.598
Lubnor (CE)	29,9	9.663
Alagoas (AL)	501.183	59.625
Reduc (RJ)	57.972	31.066
RPBC (SP)	464.718	-
Sul Capixaba (ES)	413.256	-
Urucu (AM)	3.614.905	803.798
Caragatatuba (SP)	3.024.320	77.171

Fonte: ANP, 2014

A produção nas refinarias é apresentada na TABELA 3.6, a REPLAN (SP) foi a refinaria que mais produziu GLP, 20,3%, nas centrais petroquímicas foram produzidos cerca de 329 mil m³ e a partir da produção de xisto foi de 21,5 mil m³.

Tabela 3.6 - - Produção de GLP nas refinarias-2013

REFINARIA	PRODUÇÃO GLP (M ³)
RIOGRANDENSE	27.472
LUBNOR	9.903
RECAP	334.321
REDUC	977.938
REFAP	898.943
REGAP	719.402
REMAN (AM)	78.427

REPAR (PR)	877.453
REPLAN (SP)	1.610.903
REVAP (SP)	962.571
RLAM (BA)	1.099.936
RPBC (SP)	348.858

Fonte: ANP, 2014

A atividade de movimentação da produção de derivados de petróleo, contou, em 2013, com o apoio de 103 terminais autorizados, com 13,2 milhões de m³ de capacidade nominal, 2,8% deste total, ou seja, 396,4 mil m³, foi destinado ao armazenamento de GLP. Na tabela 3.7 são apresentados capacidade, tipo, operador e localidade de cada terminal de armazenamento de GLP.

Tabela 3.7 - Terminais e capacidade de armazenamento – 31/12/2013

TIPO, LOCAL E OPERADOR (UNIDADE DA FEDERAÇÃO)	CAPACIDADE NOMINAL DE ARMAZENAMENTO DE GLP (M³)
TOTAL	369.407
Terminal Aquaviário	282.830
Aracruz (ES) – Transpetro	43.687
Belém (PA) - Transpetro – Miramar	9.535
Coari (AM) – Transpetro	19.551
Ipojuca (PE) - Tequimar – Suape	5.000
Ipojuca (PE) - Transpetro – Suape	15.940
Madre de Deus (BA) – Transpetro	52.611
Paranaguá (PR) - Transpetro	9.532
Rio de Janeiro (RJ) - Transpetro - Ilha Redonda	33.563
Rio Grande (RS) – Braskem	2.616
Santos (SP) - Transpetro – Alemoa	83.002
São Luís (MA) – Transpetro	7.793
Terminal Terrestre	86.577
Araucária (PR) – Utingás	2.117

Barueri (SP) – Transpetro	9.570
Betim (MG) - SHV (ex-Betingás)	2.528
Brasília (DF) – Transpetro	9.528
Cabiúnas (RJ) – Transpetro	4.770
Itabuna (BA) – Transpetro	4.798
Itajaí (SC) – Transpetro	6.364
Jequié (BA) – Transpetro	4.462
Santo André (SP) – Utingás	12.515
Senador Canedo (GO) – Transpetro	20.320
Uberlândia (MG) - Transpetro	9.549

Fonte: ANP, 2014

Na tabela 3.8 são apresentadas as capacidades nominais de bases de distribuição, segundo grandes regiões e unidades da federação. Estas bases têm capacidade nominal de 151,5 mil m³.

Tabela 3.8 - Capacidade de armazenamento de bases de distribuição – 31/12/2013

GRANDE REGIÕES E UNIDADES DE BASES DE DISTRIBUIÇÕES	CAPACIDADE NOMINAL DE ARMAZENAMENTO (M³)
TOTAL	151.506
Região Norte	17.452
Rondônia	4.647
Acre	491
Amazonas	5.214
Pará	6.903
Tocantins	196
Região Nordeste	33.343
Maranhão	5.746
Piauí	353
Ceará	5.819
Rio Grande do Norte	1.185
Paraíba	1.438
Pernambuco	7.521
Alagoas	1.121
Sergipe	3.918
Bahia	6.243
Região Sudeste	66.560
Minas Gerais	9.316
Espírito Santo	2.641
Rio de Janeiro	12.372
São Paulo	42.230
Região Sul	23.928

Paraná	10.033
Santa Catarina	2.756
Rio Grande do Sul	11.158
Região Centro-Oeste	10.223
Mato Grosso do Sul	1.347
Mato Grosso	904
Goiás	4.745
Distrito Federal	3.227

Fonte: ANP, 2014

No mapa da figura 3.6, além dos pontos de produção e os terminais de armazenamento, estão traçados os fluxos logísticos do GLP entre estes pontos. A oferta de GLP na região Norte se concentra na produção da UPGN de Urucu/AM, que está em local remoto da região amazônica (ANP, 2014). O escoamento dessa produção se inicia com a transferência dutoviária para o terminal aquaviário de Coari/AM, a partir do qual o GLP é cabotado (modo de transporte aquaviário fluvial), tanto em navios pressurizados para Manaus/AM, Belém/PA e São Luís/MA, como em balsas de distribuidores para Porto Velho/RO e Santarém/PA (ANP, 2014).



Figura 3.6 - Mapa Logístico do GLP.

Fonte: Elaboração própria, dados ANP, 2014

A produção na região nordeste, por meio de duas refinarias e três UPGNs, é insuficiente para atender a demanda nordestina, sendo necessária a importação equivalente a pouco mais de 50% da demanda. No Porto de Suape/PE ocorre a internalização do GLP, parte é transferida por cabotagem para outras regiões brasileiras, sendo o produto recepcionado em um navio-cisterna e posteriormente transferido por duto para o terminal aquaviário da TRANSPETRO (ANP, 2014).

A produção (refinarias e UPGN) em Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo alcançou aproximadamente 90% da demanda em 2013 nesses três estados. Já a produção de São Paulo atende quase na integridade a demanda paulista. Contudo, a região Centro-oeste, que não possui refinarias, nem UPGN, depende de São Paulo para o atendimento de sua demanda, tornando necessária a importação de GLP a partir do Porto de São Sebastião/SP (ANP, 2014).

Desta maneira, cerca de um terço da demanda agregada de São Paulo e da região Centro-oeste é suprida por meio de importação. São Paulo possui rede dutoviária, interligando suas refinarias a terminais e bases, mas a transferência de GLP para a região Centro-oeste ocorre pelo modo de transporte rodoviário (ANP, 2014).

A região Sul, cuja produção nas refinarias foi equivalente, em 2013, a cerca de 80% da demanda regional, complementou a oferta de GLP por meio de cabotagem oriunda de outras regiões brasileiras, com o apoio dos terminais aquaviários em Paranaguá/PR, Itajaí/SC e Tergasul/RS (ANP, 2014).

Em 2013, foram comercializados pelas distribuidoras⁴¹ 13,3 milhões de m³ de GLP no país, este número representa um acréscimo de 2,7% em relação a 2012, e corresponde a 10,6% do total de vendas de derivados de petróleo no país. Na figura 3.7 é apresentado como as vendas de GLP se distribuíram por região e unidade da federação.

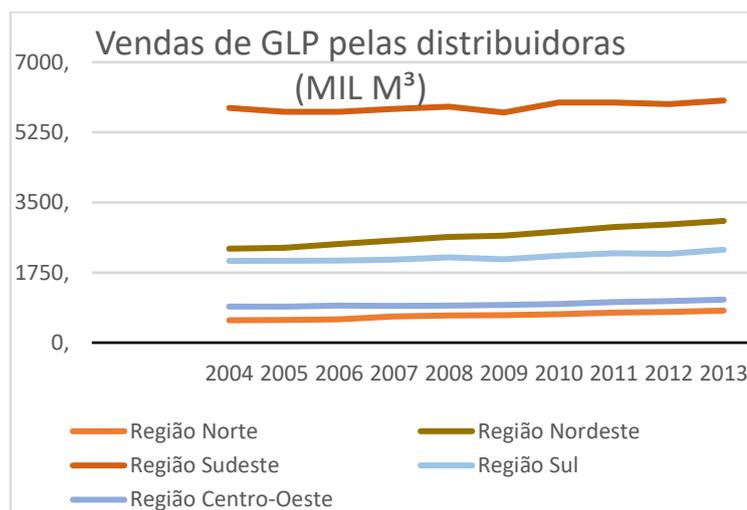


Figura 3.7 - Vendas de GLP pelas distribuidoras por região (mil m³)

Fonte: Elaboração própria a partir de dados ANP, 2014

⁴¹ Um total de 19 empresas participou da distribuição de GLP, sendo que cinco delas concentraram 66,9% das vendas totais: Ultragas (23%), Liquigás (22,7%) e SHV Gas Brasil (21,1%).

Já na tabela 3.9 é possível observar o comportamento das vendas de GLP no país, no período de 2004 a 2013, por região.

Tabela 3.9 - Vendas de GLP pelas distribuidoras em 2013

GRANDE REGIÕES E UNIDADES DE BASES DE DISTRIBUIÇÕES	VENDA DE GLP PELAS DISTRIBUIDORAS (MIL M³)
TOTAL	13276,48
Região Norte	800,23
Rondônia	87,19
Acre	34,06
Amazonas	194,28
Roraima	20,32
Pará	356,72
Amapá	29,73
Tocantins	77,93
Região Nordeste	3038,17
Maranhão	273,27
Piauí	152,04
Ceará	463,58
Rio Grande do Norte	198,28
Paraíba	229,57
Pernambuco	561,75
Alagoas	166,83
Sergipe	125,54
Bahia	867,33
Região Sudeste	6043,66
Minas Gerais	1363,39
Espírito Santo	254,73
Rio de Janeiro	1004,88
São Paulo	3420,66
Região Sul	2319,79
Paraná	929,53
Santa Catarina	521,24
Rio Grande do Sul	869,02
Região Centro-Oeste	1074,62
Mato Grosso do Sul	165,07
Mato Grosso	200,75
Goiás	530,69
Distrito Federal	178,11

Fonte: ANP, 2014

A observação da evolução das vendas de GLP, por região, na década de 2004 a 2013, mostra que o crescimento do consumo de GLP é muito desigual, porque mercados como da região sudeste, têm o crescimento de demanda praticamente equiparado ao crescimento

vegetativo⁴², só observar-se-ia um crescimento significativo na demanda de GLP se houvesse uma diversificação no uso, ainda muito restrito à cocção.

Em outras regiões, como o Norte e Nordeste, o aumento da oferta e a melhoria nas condições de vida da população propiciou um crescimento significativo no consumo de GLP, mas estas regiões, como já apresentado, ainda apresentam falta de acesso à energia. Ainda grande parcela da população dessas regiões utiliza combustíveis sólidos para a cocção e carece de energia para saneamento, abastecimento de água, refrigeração de alimentos e conforto térmico. Essas demandas energéticas poderiam utilizar o GLP como solução e contribuir para a sustentabilidade do ponto de vista do aumento da eficiência energética global.

A diversificação dos usos finais do GLP é atualmente criminalizada pela Lei 8.176, de 8 de fevereiro de 1991, que classifica como crime de natureza econômica o emprego de GLP em motores de qualquer espécie, saunas, caldeiras e aquecimento de piscinas, ou para fins automotivos. Esta lei foi uma das medidas adotadas para diminuir a dependência nacional do petróleo importado, amenizando, assim o impacto da especulação sobre os preços do petróleo e seus derivados, devido ao conflito armado entre o Iraque e as forças da Coalizão, a guerra do Golfo⁴³.

No Brasil, na ocasião, a maior parte da demanda nacional por GLP era suprida com importações, e o GLP, devido à sua essencialidade para o combate à poluição doméstica, era subsidiado. O esforço de difundir o GLP, aliado ao subsídio dado, fez com que este gás combustível estivesse presente em praticamente 100% do território brasileiro, são 5,5 mil municípios atendidos, constituindo uma rede de distribuição extremamente capilarizada, na figura 3.8 é apresentado um esquemático da logística de distribuição do GLP.

⁴² O baixo crescimento é justificado por especialistas do segmento como fruto da consolidação de mercado, já que está presente em 98% dos municípios brasileiros. (FECOMBUSTÍVEIS, 2015)

⁴³ Anteriormente ao conflito o Iraque era um importante parceiro comercial do Brasil, importando os produtos industrializados brasileiros, como automóveis, e exportando o petróleo para o Brasil, na época do conflito houve uma ligeira alta de preços, de US\$ 10,00 para cerca de US\$14,00, mas o conflito gerou muita especulação, e embora economicamente não tenha refletido grande alta dos preços, o receio de que os preços atingissem patamares equivalentes aos do segundo choque de petróleo levaram o governo brasileiro a adotar medidas afim de reduzir a dependência do petróleo estrangeiro, como a Lei 8.176.

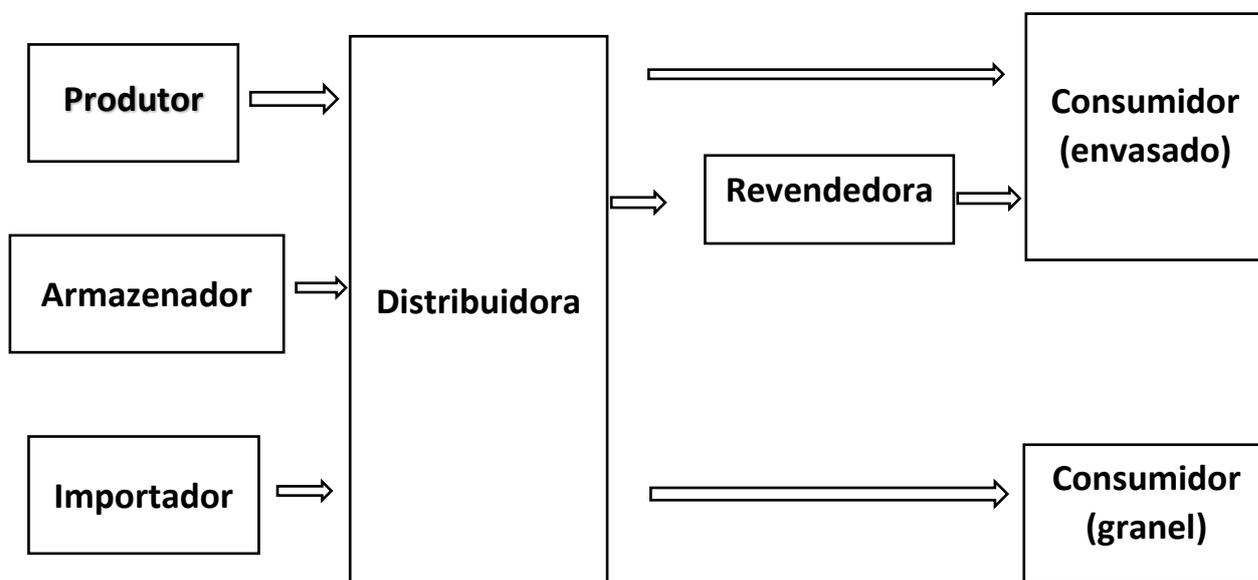


Figura 3.8 - Esquema logístico do GLP

Fonte: elaboração própria

A distribuição do GLP é parte fundamental da cadeia do abastecimento deste combustível, esta atividade regulamentada compreende a aquisição, o armazenamento, o envasilhamento, o transporte, a comercialização, o controle de qualidade e a assistência técnica ao consumidor (ANP, 2014).

As distribuidoras recebem o produto das refinarias e abastecem milhares de revendedoras de GLP. Elas também vendem diretamente o produto para grandes consumidores na indústria e no comércio, através de caminhões tanques. Atualmente, vinte e duas distribuidoras, constituindo mais de 190 bases localizadas em 24 estados e no distrito federal que dão suporte à operação (ANP, 2014). E mais de quarenta e cinco mil revendedoras estão autorizadas a exercer a atividade (ANP, 2014).

Na etapa de aquisição ocorre a compra de matéria prima dos fornecedores, e o GLP é movimentado por meio de carretas e dutos. A etapa de operação ocorre dentro das filiais da companhia para a transformação do gás de matéria-prima até o produto final, é nesta etapa que ocorre o envase do GLP. A etapa de transferência compreende o fluxo de GLP já envasado entre as filiais da companhia. A etapa de venda pode ocorrer de duas formas: envasado, quando a companhia revendedora vende o gás para revendas já em vasilhames; ou a Granel, quando a

companhia revendedora vende o gás em grandes volumes, neste caso, o gás é transportado por carretas, que abastecem o cliente final conforme o pedido.

Dentro desta cadeia de distribuição merece destaque a cadeia logística de distribuição de P-13. Porque o P-13 é o principal produto comercializado pelas distribuidoras de GLP, a cadeia logística de distribuição, assim como o estabelecimento de revendedoras é pensado para o abastecimento de P-13. Na figura 3.9 a cadeia logística do P-13 é apresentada.

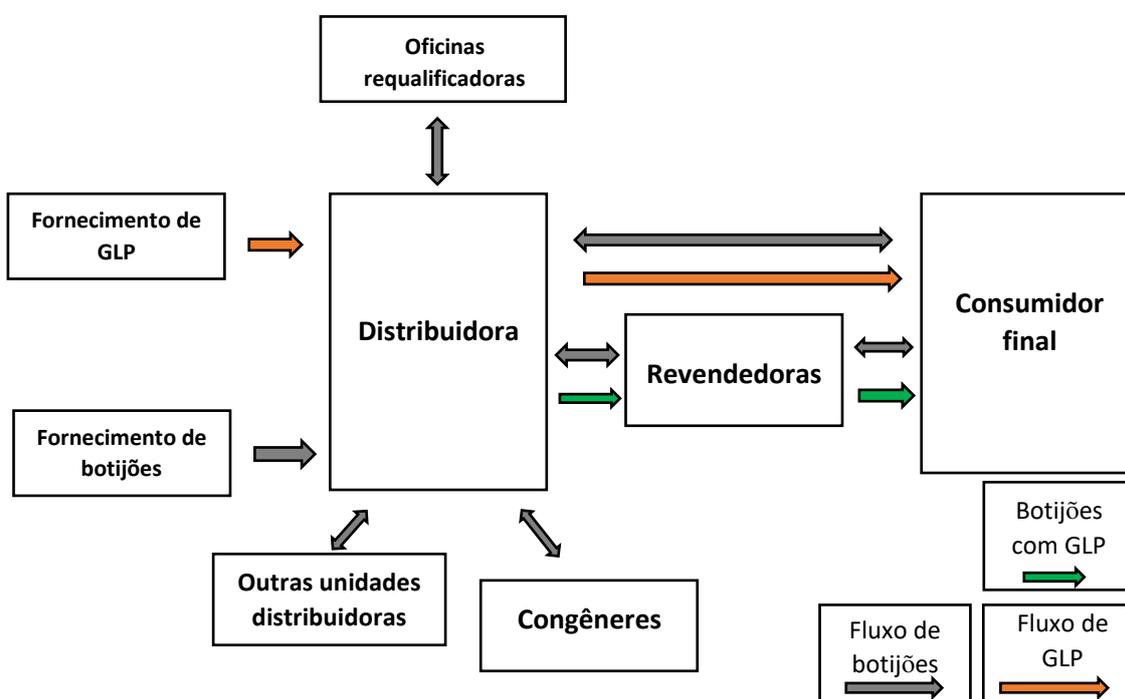


Figura 3.9 - Cadeia logística do P-13.

Fonte: Elaboração própria

Igualmente às distribuidoras, as fornecedoras de botijões também têm sua produção maciçamente voltada ao P-13, fabricando os outros modelos sob encomenda. A grande demanda para estas empresas fornecedoras está na requalificação⁴⁴, além do crescimento natural do mercado. Existe o trânsito de botijões entre os congêneres, desta forma o consumidor

⁴⁴ A cada dez anos os botijões devem passar pela qualificação, cerca de 10% destes botijões são descartados. Segundo dados da ANP no mês de maio de 2015 100.000 botijões foram inutilizados.

pode comprar de qualquer distribuidora ou revendedora sem ter que adquirir um botijão novo pagando a 1ª vez pelo botijão e depois só pelo GLP.

O P-13 tem seu uso exclusivamente residencial e voltado à cocção⁴⁵, os números desta cadeia logística foram crescendo conjuntamente com o número de domicílios de forma que o consumo mensal fosse em média de pelo menos um botijão por família. Alterações nos hábitos de consumo⁴⁶ fizeram com que a substituição dos botijões passasse de um mês para cerca de 44 dias (ANP, 2014).

Este fato cria uma janela de oportunidade, porque existe uma rede de infraestrutura consolidada cuja demanda foi reduzida, criando um excedente de oferta de 14 milhões⁴⁷ de botijões de P-13, ou seja, cerca de 0,54 trilhões de BTUs disponíveis para a sociedade através da ampliação e diversificação dos usos de GLP, utilizando uma infraestrutura já consolidada e presente em 100% do território brasileiro (ANP, 2014).

Esta ampliação é responsável por diversos benefícios sociais, não apenas para os agentes da cadeia de produção e distribuição de GLP, mas para toda a sociedade, já que o GLP se apresenta como substituto ambientalmente mais adequado para o diesel e óleo combustível e, como apresentado, no item, seguinte diversificando-se o uso do GLP, poder-se-ia auxiliar a promoção dos projetos sociais do governo federal.

3.3.1 Subsídios e formação do preço ao consumidor

O desenvolvimento da malha e da estrutura logística da indústria de GLP no Brasil gira em torno da embalagem P-13. Por muito tempo, o produto foi subsidiado, principalmente como medida de combate à poluição doméstica. O subsídio foi parte de uma política pública de

⁴⁵ Por ter alto poder energético, o GLP seu uso pode ser empregado desde de aparelhos domésticos até instalações industriais. Como é um combustível cuja queima não apresenta resíduos tóxicos o GLP pode ser usado em contato direto com alimentos e artigos sem prejuízo à pureza e à qualidade desses produtos.

Os usos industriais do GLP incluem: funcionamento de empilhadeiras industriais, fornos para tratamentos térmicos, combustão direta de fornos para cerâmica, indústria de vidro, processos têxteis e de papel, secagem de pinturas e gaseificação de algodão.

⁴⁶ As famílias possuem gradativamente um número maior de membros inseridos no mercado de trabalho e a adquirem equipamentos dedicados à cocção que utilizam outra fonte de energia, geralmente energia elétrica

⁴⁷ Dado do site da ANP, consumo aparente de GLP/ informações de mercado disponível em: <http://www.anp.gov.br/?dw=73917>

combate à poluição doméstica em países em desenvolvimento industrial, com grande disparidade econômica entre as classes sociais, e parcela significativa da população em condições de extrema pobreza. Embora Koplow et al.⁴⁸ condenem subsídios como forma de acesso à energia, no Brasil, graças a este subterfúgio, lares de todas as classes sociais utilizam o GLP, na embalagem de 13kgs, para a cocção.

Principalmente, porque existe este histórico, ao se planejar a estrutura logística e as opções para o emprego do GLP na ampliação da oferta de gás e consolidação em mercados de gases combustíveis, esbarra-se com a barreira da manutenção da embalagem P-13, o que provoca a dúvida sobre a formação dos preços ao consumidor, e se há ainda alguma forma de subsídio.

Os preços de venda ao consumidor começaram a ser liberados em 1990, através da Portaria MINFRA 843, de 31/10/1990. Esta Portaria regulava o exercício da atividade de distribuidor de GLP permitindo que cada distribuidora estabelecesse sua taxa de entrega. Em janeiro de 2001, com a desregulamentação da figura do produtor, foram liberados os preços ex-refinaria. Ao final de 2001, o Governo eliminou o subsídio no produto e a Petrobras passou a praticar preços alinhados à paridade internacional. Desta forma, pois além de remunerar adequadamente os investimentos da Petrobras, incentivou-se a entrada de novos competidores também na importação e refino deste derivado. Até dezembro de 2001, vigorava a Parcela de Preço Específico (PPE) que impedia oscilações nos preços por pressões do mercado externo.

Desde janeiro de 2002, o GLP não é mais subsidiado no país, no entanto, em 2001 foi instituído pelo Governo Federal o Auxílio-Gás, que contava com a distribuição do valor de R\$ 15 reais a cada dois meses, para um contingente de 4,4 milhões de famílias. Na época este valor correspondia ao valor de um botijão P-13. Em 2003, este auxílio foi incorporado ao Bolsa Família conjuntamente a outros benefícios, como o Bolsa-Escola e o Cartão Alimentação, o que de certa forma descaracterizou o benefício, já que a escolha de como gastar o auxílio depende de cada família. E, muitas destas optaram por utilizarem combustíveis sólidos para a cocção voltando a se expor à poluição doméstica. Esta mudança de comportamento pode ser observada na figura 3.11.

⁴⁸ Uma vez que não há discriminação entre os consumidores o subsídio incentiva o consumo do energético, mas não necessariamente entre as classes menos privilegiadas e torna as empresas de produtos subsidiados menos competitivas.

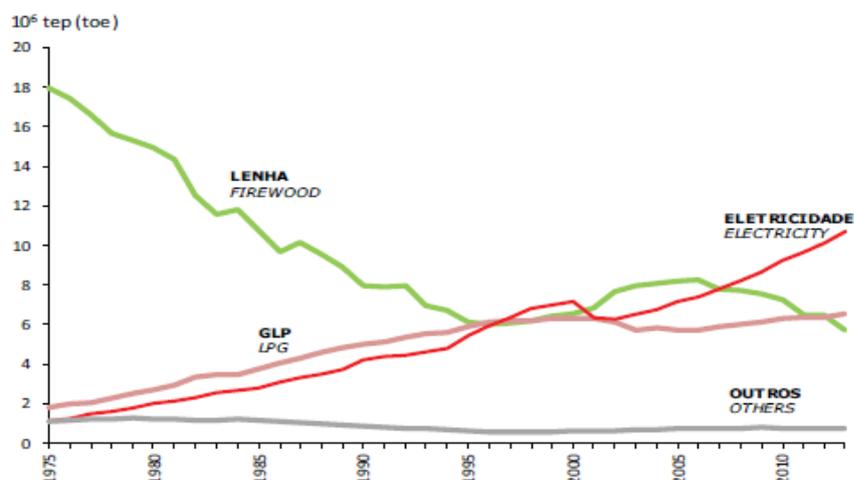


Figura 3.10 - Consumo Final no setor residencial.

Fonte: MME, 2014

As alterações na formação dos preços do botijão de gás podem ser observadas na Tabela 3.10. É interessante observar que o fim dos subsídios elevou os valores acima da inflação. A partir do ano 2016, com a internacionalização dos preços do petróleo, nova alteração na formação dos preços do combustível forçou novas elevações no preço do combustível. Todas estas alterações podem ser observadas na tabela 3.10:

Tabela 3.10 - Preço médio do GLP

Estados selecionados	Preço médio do GLP ao consumidor (botijão 13kgs)								
	1997	2001	2002	2003	2006	2007	2009	2010	2013
Bahia	6,51	18,07	23,21	28,33	32,90	34,36	38,13	40,62	44,16
Brasília	7,60	19,21	27,03	33,31	35,45	37,71	39,61	40,10	41,32
Ceará	6,37	20,02	24,46	28,95	31,67	31,46	35,84	38,49	40,18
Goiás	6,09	15,63	23,80	29,31	31,99	33,48	36,86	37,45	40,99
Minas Gerais	7,51	18,23	23,37	28,62	31,06	32,23	37,01	40,22	40,98
Pará	6,32	15,86	23,26	30,13	30,23	31,58	36,03	39,65	42,71
Paraná	6,42	19,36	25,56	30,17	33,38	33,94	36,23	37,93	42,00
Pernambuco	6,36	17,19	23,42	28,24	31,34	29,89	34,78	35,71	38,54
Rio de Janeiro	6,34	18,36	22,28	26,77	30,52	31,24	34,02	37,92	39,22
Rio Grande do Sul	6,93	16,67	24,58	28,92	31,36	31,84	34,64	35,45	37,91
São Paulo	6,24	18,74	24,04	28,77	29,77	30,80	34,63	37,73	41,01

Fonte: ANP, 2015

A composição do preço do botijão P-13 está representada na, onde são apresentados os valores em duas lacunas: na primeira estão dispostos os valores e na segunda o percentual correspondente.

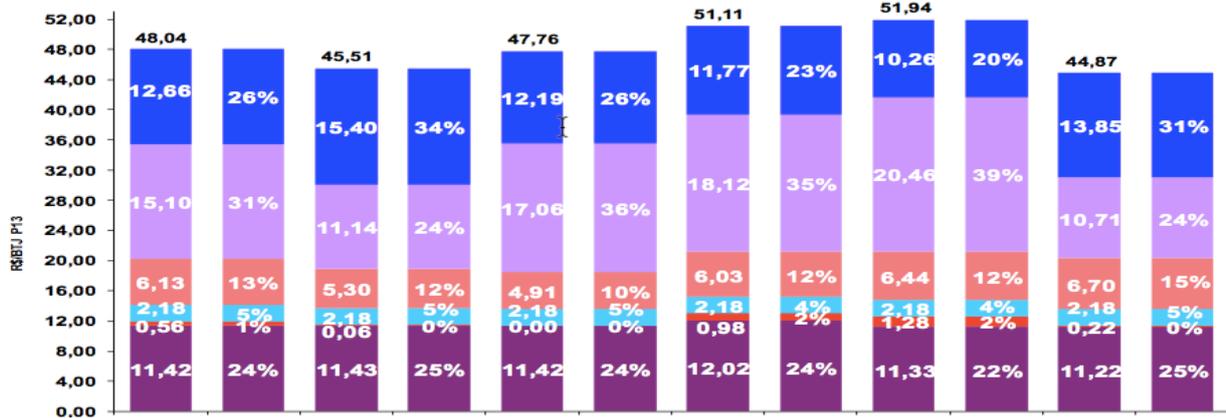


Figura 3.11 - Composição do preço do P-13.

Fonte: MME, 2015

E de forma análoga, a composição do preço do óleo diesel é apresentada na figura 3.12. Como pode ser observado os tributos para os dois combustíveis são da mesma ordem de grandeza, mostrando que não há subsídio para o GLP. Desta maneira, fica claro que a manutenção da Lei 8.176, de 8 de fevereiro de 1991, que criminaliza a diversificação do uso do GLP tem garantido vantagens de mercado para outros combustíveis, o que não era objetivo do legislador ao formulá-la.

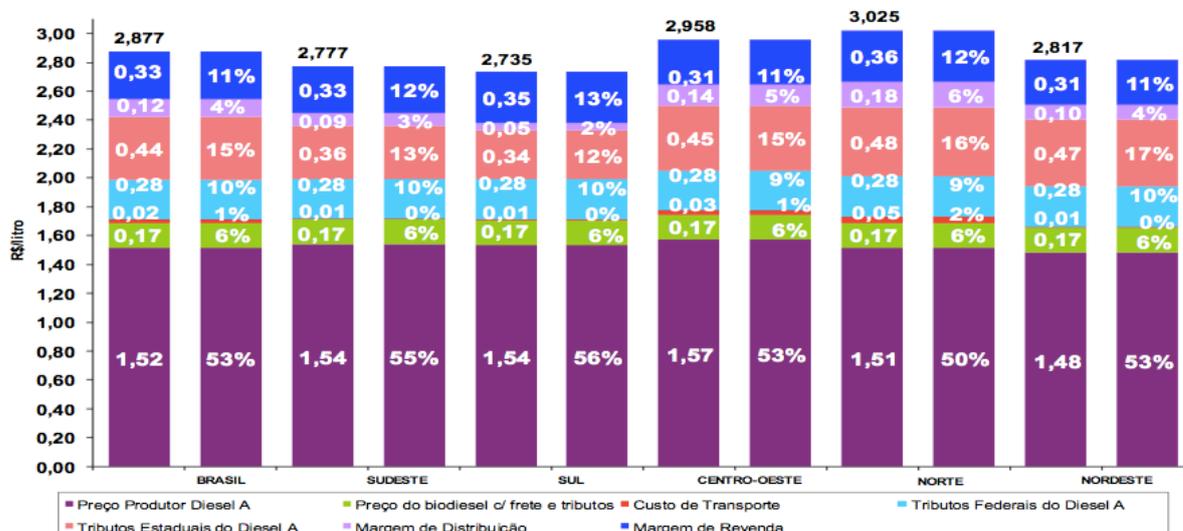


Figura 3.12 - Composição do preço do diesel.
Fonte: MME, 2015

Atualmente, esta Lei constitui um ônus às empresas distribuidoras de GLP e ao consumidor residencial que não está ligado à rede de gás natural tem apenas a opção de eletricidade para diversos usos finais, entre eles, usos térmicos.

Por ter uma infraestrutura de transporte e logística consolidadas, o GLP está disponível como energético nas regiões mais remotas, apresentando uma presença mais consolidada até mesmo que a eletricidade⁴⁹. E pelo fato de que não se deteriora com o tempo, é um combustível adequado para certas atividades e localidades.

No Brasil, o GLP é considerado um combustível essencial, como já dito, a sua adoção para a cocção em residências foi a principal política pública para o combate à poluição doméstica⁵⁰, uma série de medidas desde subsídios a leis restritivas de uso⁵¹ consolidaram o

⁴⁹ Este combustível chega a 95% dos domicílios, em 100% dos municípios brasileiros. O consumo de GLP, em 2012, foi de cerca de 20 bilhões de litros.

⁵⁰ A Organização Mundial da Saúde (OMS) considera o fogão a lenha o fator ambiental responsável pelo maior número de mortes, no mundo inteiro. Segundo estudos recentes do *Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME) da University of Washington*, EUA para o *Global Burden Diseases*, no Brasil morrem a cada ano 21 mil pessoas devido a poluição doméstica, a qual está fortemente relacionada à fumaça gerada pelos tradicionais fogões a lenha e carvão vegetal.

⁵¹ A Lei 8.716, promulgada em 08/02/1991, definiu como um crime contra a ordem econômica o uso de GLP em motores de qualquer espécie, saunas, caldeiras e aquecimento de piscinas, ou para fins automotivos.

mercado de GLP apoiado na embalagem P-13⁵², dedicado ao setor residencial e com uso, quase que restrito à cocção.

6.3.2. Oportunidades de ampliação ao acesso à energia utilizando o GLP

O “Territórios da Cidadania” foi um programa do Governo Federal lançado, em 2008, com objetivo de promover o desenvolvimento econômico e universalizar programas básicos de cidadania através de uma estratégia de desenvolvimento territorial sustentável (BRASIL, 2014).

Ações do programa foram executadas no sentido de promover direitos, desenvolvimento social, organização sustentável da produção, saúde, saneamento, acesso à água, educação, cultura, infraestrutura, apoio à gestão territorial, ações fundiárias (BRASIL, 2014). O programa previa a participação social e a integração de ações entre Governo Federal, estados e inclui a participação dos seguintes ministérios:

- Casa Civil;
- Agricultura, Pecuária e Abastecimento;
- Cidades;
- Ciência e Tecnologia;
- Comunicações;
- Cultura;
- Desenvolvimento Agrário;
- Desenvolvimento Social e Combate à Fome;
- Educação;
- Integração Nacional;
- Fazenda;
- Justiça;
- Meio Ambiente;
- Minas e Energia;
- Planejamento, Orçamento e Gestão;
- Saúde;

⁵² As vendas de GLP na embalagem de P-13 superam 75% das vendas totais do produto no Brasil (SINDIGÁS, 2007)

- Trabalho e Emprego;
- Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca;
- Secretaria Especial de Políticas de Promoção da Igualdade Racial;
- Secretaria Especial de Políticas para as Mulheres;
- Secretaria Geral da República;
- Secretaria das Relações Institucionais

No mapa apresentado na Figura 13 além dos pontos de produção e armazenamento do GLP, estão apresentados os pontos de alguns dos municípios identificados no programa “Territórios da Cidadania”. Famílias pobres rurais no Brasil são encontradas em configurações ilimitadas, sejam agrupados em pequenas aldeias ou em casas isoladas, em regiões do agreste, sertão, ao lado de montanhas, espalhadas por deltas em grandes bocas de rio ou regiões úmidas onde o rio-ofício fornece a principal ligação com o mundo exterior.

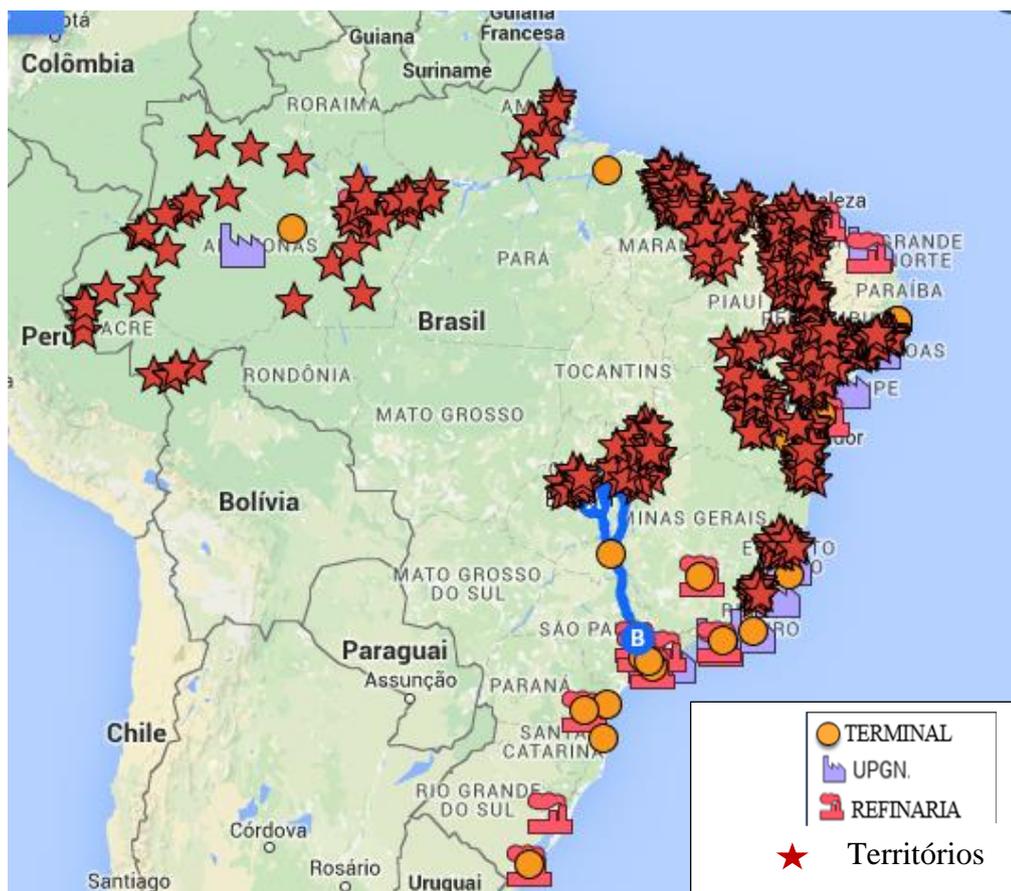


Figura 13 - Mapa do Brasil com pontos de exclusão
 Fonte: ANP, 2013; Territórios da Cidadania, 2014

Este mapeamento foi feito para identificar os pontos onde socialmente é imprescindível a diversificação dos usos de GLP a fim de contribuir para o desenvolvimento destas regiões de maneira sustentável, já que grande parte da demanda energética é térmica. Além do atendimento às necessidades energéticas destas regiões a diversificação dos usos do GLP contribui para atenuar outra característica significativa de mercados rurais carentes, que é a demanda reduzida que impede as empresas privadas operarem comercialmente.

Estes locais remotos são grandes desafios na capacidade de entregar, e as baixas densidades impedem economias do investimento. Cada uma dessas situações locais particulares construiu as suas próprias soluções especiais de abastecimento de GLP locais e embora este esforço tenha trazido uma série de inovações para a garantia de fornecimento pouca, ou nenhuma, inovação no uso deste combustível foi implementada no sentido de contemplar as necessidades energéticas locais.

Muitos fatores interagem para tornar este um aspecto particularmente desafiador de distribuição de GLP a longa cadeia de envasilhamento, manuseio, destroca, requalificação dos botijões, conferem um alto custo de manutenção, os pequenos volumes de fornecimento exigido pelas famílias individuais, muitas vezes, requerem a agregação em quantidades viáveis para apoiar economicamente o investimento em infraestrutura de distribuição local.

Os municípios identificados apresentavam baixo IDH, por volta 0,6 e maior parte da população no meio rural, além da existência de comunidades quilombolas, assentamentos rurais e terras indígenas. Algumas destas comunidades encontravam-se sem acesso à eletricidade, saneamento básico, postos saúde e educação, a instalação de sistemas de geração fotovoltaica, embora resolvessem parcialmente a demanda por energia elétrica, era insuficiente para proporcionar o desenvolvimento destas comunidades.

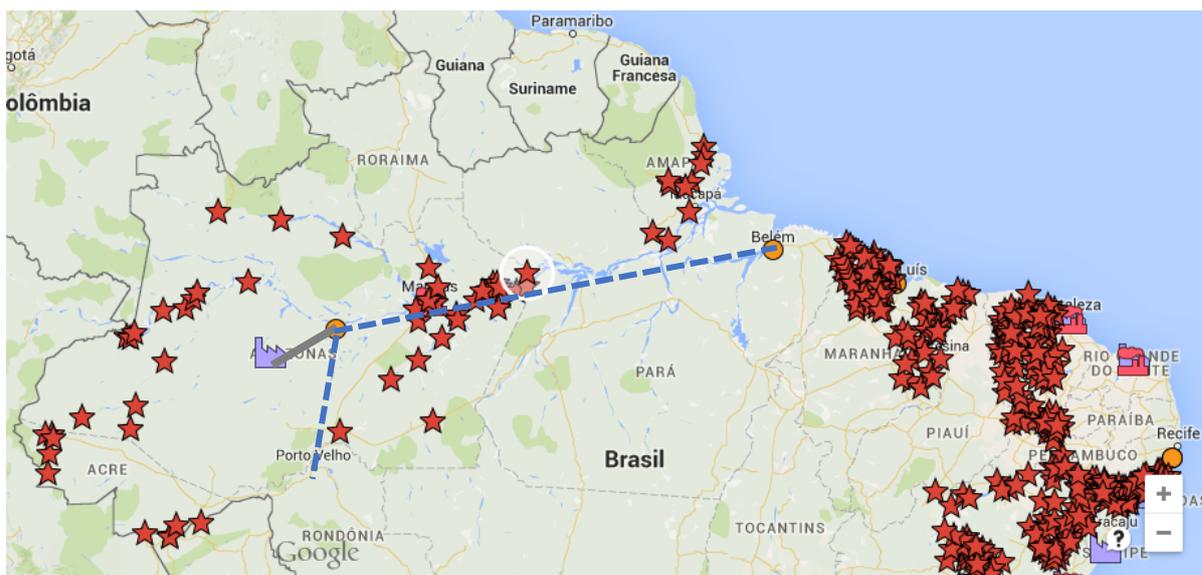


Figura 3.14- Mapa da exclusão Região Norte
 Fonte: ANP, 2013; Territórios da Cidadania, 2014

O mapa da exclusão focalizado apenas na Região Norte do país, Figura 3.14, apontava, em 2014, uma situação interessante do ponto de vista logístico, de um lado encontrava-se o maior ponto de produção de GLP no país, e, no próprio trajeto de escoamento desta produção, a presença destes territórios com comunidades sem acesso à energia.

As atividades produtivas nestes territórios são comprometidas tanto pela falta de energia quanto pela acomodação nas soluções adotadas. O GLP tem se inserido nestas comunidades como ferramenta no combate à poluição doméstica, mas pouco tem -se aproveitado da presença deste combustível e o utilizado também no sentido de prover frio/calor tão essenciais para agregarem valor aos produtos resultantes de atividades agrícolas, pesqueiras e extrativistas. E que também proporcionariam o estabelecimento de postos de saúde e melhoria nas condições de vida das populações.

Na Figura 3.15 é apresentado o processo de desenvolvimento com o uso de GLP que poderia ser aplicado em comunidades sem acesso à rede de energia elétrica. Inicialmente pensa-se na solução trivial do GLP utilizado para a cocção (estágio 1), mas não é necessário parar nesta etapa, o GLP poderia ser utilizado em refrigeradores, e no aquecimento de água em muitos lares das comunidades (estágio 2), e ainda existe a possibilidade de abastecer um gerador de eletricidade e permanecer fornecendo energia para os outros usos finais (estágio 3).

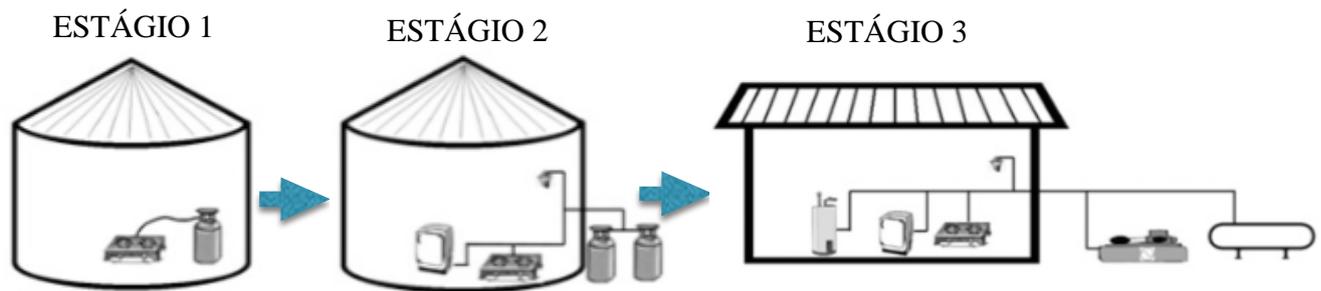


Figura 16 - Estágios de desenvolvimento

Este modelo de desenvolvimento é compatível com as necessidades de comunidades onde não havia acesso à rede de eletricidade, que poderiam ter se beneficiado de soluções individuais como geladeira a gás, Figura 3.17, e o “chuveiro a gás”⁵³. Também aparece como opção viável para a demanda energética das famílias em comunidades sem acesso à energia, abastecidas por soluções de geração intermitentes para sistemas isolados, neste caso, as famílias deveriam utilizar o GLP ⁵⁴ em geradores como *backup* ao invés de geradores a óleo diesel ou óleo combustível, cujas emissões são mais significativas dos que as emissões de GLP, Tabela 3.11, e a fim de proporcionar maior eficiência, sistemas de cogeração podem ser utilizados⁵⁵ (Figura 3.17).

⁵³ O “Chuveiro a gás” é um projeto desenvolvido como uma das soluções para o aquecimento de água residencial no Brasil levando em consideração as características técnicas brasileiras como a pressão reduzida da água. (Poullalion, 2015)

⁵⁴ Gás PL tem alguns atributos especiais para as comunidades rurais como disponibilidade, portabilidade (o GLP pode ser armazenado e é facilmente transportado), durabilidade (o GLP diferentemente dos outros combustíveis derivados de petróleo não se deteriora com o tempo), densidade de energia (quando comparado a outros combustíveis tradicionais em termos de equivalência de peso, o GLP tem até 10 vezes mais energia), controle de temperatura (aparelhos a GLP permitem temperaturas de chama ajustáveis e os frigoríficos a GLP não têm limitações de controle de temperatura), além de ambientalmente amigável (além de uma queima limpa o GLP em caso de vazamento não contamina o solo ou aquíferos).

⁵⁵ A cogeração é a produção de duas formas de energias a partir de uma única fonte de energia. A micro-cogeração está sendo utilizada no mundo, principalmente, com o GLP como combustível e tem se viabilizado através de células combustíveis, mas ainda aparece como uma solução dispendiosa para ser aplicada em comunidades carentes.



Figura 3.17 - Geladeira a gás
Fonte: Sindigás

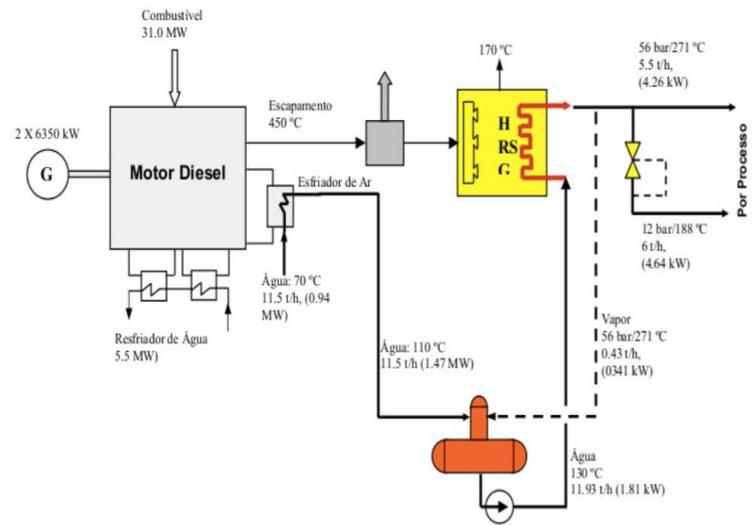


Figura 3.17 - Sistema de cogeração

Tabela 3.11- Emissões de poluentes por combustível

EMISSÕES DE POLUENTES		
COMBUSTIVEL	CO ₂ (kg /10 ⁶ kcal)	SO ₂ (kg /10 ⁶ kcal)
óleo OC - 1A a 4 A	332,1 a 336,4	5,2351
óleo OC - 1B a 4 B	329,2 a 333,2	1,6287
óleo diesel	311,5	4,9339
GLP	270,5	0,0198

Fonte: ANP, 2014, Petrobrás, 2014

A tecnologia de cogeração apresentada na Figura 3.17 baseia-se na utilização de motores de combustão interna (motor otto, motor diesel, motor a gás ou motor dual), a energia térmica presente nos gases do escapamento pode ser reaproveitada para a produção de água quente procedente através da refrigeração dos cilindros e do circuito do óleo lubrificante ou do ar no caso de motores turbo-alimentados.

A energia térmica pode ser utilizada para o acondicionamento ambiental através de ciclo de absorção. Estes sistemas, que poderiam ser implementados através de parcerias público

privada⁵⁶, apreçam como solução interessante para municípios sem abastecimento de água que beneficiar-se-iam da oferta de energia térmica em suas atividades produtivas.

No entanto, estas opções e modelos de desenvolvimento não apareciam no rol das soluções para comunidades sem acesso à rede de energia, uma vez que a utilização do GLP em motores, geradores é criminalizada. O que apontava a necessidade de revisão da legislação no tocante à Lei 8.176 e à resolução ANP n° 15, de 18.05.2005, que criminalizam a diversificação dos usos do GLP.

Uma segunda janela de oportunidade de diversificação de fontes e recursos energéticos na matriz de consumo de energia brasileira, novamente perdida pela priorização da eletrificação em todos os usos finais.

3.4 Biogás e biometano

O biogás é o gás combustível (metano) gerado pela fermentação anaeróbica de matéria orgânica de origem vegetal ou animal, resíduos de produção agrícola, pecuária e industrial, ou de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e de esgoto sanitário.

A geração deste combustível pode ser a solução para a destinação de efluentes e resíduos de atividades agrícolas, industriais. E, o país apresenta elevado potencial para o aproveitamento energético de resíduos, conforme apontam estudos publicados por instituições ligadas ao planejamento energético. Segundo estimativas do Programa de Energia para o Brasil (BEP) do governo britânico⁵⁷, o potencial de biogás do Brasil no curto prazo é de 10,9 bilhões Nm³/ano, equivalendo a 4,7% do consumo nacional de energia elétrica ou a 12,4% do consumo total nacional de diesel em 2019⁵⁸(BEP, 2022).

Diferentemente de outras tecnologias de energia limpa, o setor de biogás apresenta uma estrutura mais diversa, dada a atuação de agentes e a influência de regras de vários outros setores. Além disso, as tecnologias de biogás podem fornecer diversos tipos de serviços e

⁵⁶ As PPP merecem atenção detalhada e o desenvolvimento de uma estratégia multifacetada para garantir que seja gerenciada de forma eficaz. Basta dizer que, inúmeras parcerias público-privadas, seja formal ou informal, fracassaram devido à falta de comunicação, agendas conflitantes, motivações das partes interessadas ou carência de liderança, de gestão, provocando falhas na resolução de conflitos, inabilidades empreendedoras e burocracias exageradas e desnecessárias. Em nenhum lugar isso é mais evidente do que com muitos projetos de desenvolvimento de energia rural (WLPGA, 2005).

⁵⁷ O potencial foi estimado pelo BEP para 2020 para os resíduos e efluentes de: setor sucroenergético (apenas vinhaça e torta de filtro), indústria de laticínios, abatedouros, dejetos de animais e esgoto (tratado) e RSU (coletado e enviado para disposição adequada) (BEP, 2020)

⁵⁸ Dados de consumo publicados pelo Balanço Energético Nacional de 2019 (BEN, 2020).

produtos e não somente produtos energéticos como a eletricidade e o biometano. Desta maneira, as oportunidades do setor podem ser percebidas como complexas e os projetos associados de alto risco, quando comparados a outras tecnologias de energia (BEP, 2022).

A limitação de fornecedores nacionais torna ainda mais complexa a estrutura de custos e aumentam a percepção de risco dos projetos de biogás. Eventuais incentivos ao desenvolvimento de cadeias de fornecimento nacionais de tecnologias, equipamentos e serviços de biogás mitigariam em parte a exposição às flutuações da taxa de câmbio, além de contribuir para a geração de empregos qualificados. Ações-chave podem ser programas de conteúdo local (como o realizado pelo BNDES para energia eólica) e a incorporação de capacidades locais (por exemplo, ‘arranjos produtivos locais’) (BEP, 2022).

Na Tabela 3.11 são apresentados, para cada atividade produtiva, quais resíduos possuem potencial a curto prazo⁵⁹ de produção de biogás. A vinhaça, a palha, o bagaço e a torta de filtro são resíduos do processo de produção de etanol e açúcar que podem ser transformados em biogás. Na composição do efluente, a vinhaça é a matéria mais abundante. O segmento sucroenergético concentra 97% do potencial do setor industrial (BEP, 2020).

Tabela 3.12 - Resíduos potenciais para geração de biogás por atividade.

Setor	Atividade	Resíduo
Sucroenergético	Sucroenergético	Palha
		Torta de filtro
		Bagaço
		Vinhaça
Pecuária	Gado de corte, Gado de leite	Esterco
	Avicultura	Resíduo de incubatório
	Suinocultura	Cama de frango
Indústria	Papel e celulose	Dejetos
	Arroz	Lodo de efluente
	Biodiesel	Farelo
	Abatedouro	Glicerina
		Laticínios
	Saneamento	Fração orgânica resíduos sólidos urbanos (FORSU)
Aterro sanitário		Outros resíduos
Tratamento de efluentes		Efluente

Fonte: Elaboração própria.

⁵⁹ Todos os resíduos orgânicos tem potencial energético como matéria prima para a produção de biogás, entretanto, a produção de biogás a partir dos resíduos elencados já possui tecnologia aplicada a nível de mercado.

O setor pecuário também possui potencial relevante para a produção de biogás, a suinocultura brasileira, por exemplo, possui predominância por Sistemas de Produção de Animais Confinados (SPAC's). Além de propiciar ganhos de escala na produção, essa produção possibilita a concentração dos efluentes gerados, facilitando a coleta e o aproveitamento energético dos resíduos. Esta atividade produz grande volume de dejetos, que necessitam de uma destinação apropriada, e possuem potencial para produção de biogás. O aproveitamento energético dos efluentes para a geração de biogás trazer externalidades positivas à gestão adequada dos dejetos, tanto na melhoria de aspectos ambientais e sociais, quanto no fornecimento de energia, agregando valor a essa atividade.⁶⁰

O aproveitamento energético de resíduos é uma prática consolidada, sendo possível identificar em aterros sanitários a estrutura adequada ao aproveitamento energético de resíduos. Este aproveitamento é realizado através do uso de biodigestores para a geração de biogás a partir da fração orgânica de resíduos sólidos urbanos (FORSU).

Para o tratamento do esgoto sanitário observa-se duas rotas principais de produção do biogás: i) digestão anaeróbia do lodo de esgoto produzido em processos de lodos ativados (convencional, principalmente); e ii) reatores anaeróbios de fluxo ascendente e manto de lodo (UASB). Nesta oportunidade, a geração do biogás faz parte do processo de tratamento, ocorrendo sem a necessidade de qualquer etapa ou processo adicional. Já nos sistemas de lodo ativado, a geração de biogás não ocorre diretamente, mas após a destinação do lodo para sistemas de digestão anaeróbia de lodo.

O biogás pode ser purificado tornando-se biometano, gás intercambiável com o gás natural para todas as aplicações, podendo ser injetado em redes de distribuição de gás natural.

⁶⁰ O modelo de produção das aves de postura é o de confinamento, ou seja, a criação de um número elevado de animais em pequenas áreas. Os dejetos desta atividade apresentam potencial considerável de biogás. Entretanto, esse dejetos é caracterizado por uma baixa relação carbono/ nitrogênio (C/N), causada pela elevada concentração de amônia, o que pode inibir a produção de metano durante a biodigestão (BAYRAKDAR; SÜRMELE; ÇALLI, 2017; MARKOU, 2015). Desta maneira, existem barreiras técnicas adicionais para aproveitar o potencial energético dos dejetos desta atividade. A fim de viabilizar projetos com esse substrato são necessárias modificações operacionais ou, até mesmo, o uso da codigestão com outros substratos.

As resoluções ANP nº 8/2015 e nº 685/2017, que atuam no nível federal, alocam a responsabilidade e os custos para o controle de qualidade do biometano ao produtor.

A fim de garantir a efetiva intercambialidade do biometano com o gás natural no sistema de distribuição, é essencial que sejam respeitadas as definições estabelecidas quanto aos parâmetros, o controle de qualidade e à especificação do biometano, assim como regras para monitoramento e supervisão por parte da concessionária local de gás canalizado. Desta maneira, a nível estadual, para o estado de São Paulo, a responsabilidade do controle de qualidade é reforçada através da Deliberação Arsesp nº 744/2017, estabelecendo que o fornecedor é responsável pela qualidade do gás até o ponto de recepção da concessionária.⁶¹

O princípio do livre acesso à rede de distribuição de gás canalizado possibilita maior segurança àqueles que planejam investir em projetos de produção de biometano, tendo em vista que a utilização da infraestrutura das redes permite alcançar um maior número de consumidores. Não obstante, a maior parte dos produtores ainda enfrentam as dificuldades logísticas de estarem distantes da rede.

E, a mesma Deliberação Arsesp nº744/2017 prevê a possibilidade de incorporação dos investimentos de interconexão entre o fornecedor de biometano e o ponto de distribuição desde que a prudência seja verificada. E, em casos de não existir prudência, os custos adicionais podem ser assumidos pelo fornecedor e usuário interessado.

Estas condicionantes compõem o custo do biometano, contudo a sua viabilidade é dada pelo seu comparativo de preço com a molécula de Gás natural⁶². Por exemplo, os atuais preços da molécula de gás natural, devido às conjecturas internacionais⁶³, viabilizam diversos

⁶¹ O Art. 3º da Deliberação nº744/2017 determina que o Biometano a ser entregue pelo fornecedor à concessionária deverá atender as regras de aprovação do controle de qualidade e a especificação desse energético prevista pela ANP.

⁶² A parcela do preço da molécula de gás natural é definida pela política de preços da Petrobrás estando, portanto, atrelada a preços internacionais e cotação de dólar, tendo maior flutuação ao longo do tempo.

⁶³ A elevação dos preços é resultado de uma conjunção de fatores que perpassam o aumento mundial da demanda pelo energético, a redução da oferta e dos estoques e as questões geopolíticas. Com a diminuição das restrições sanitárias e o avanço das políticas de transição energética, a demanda mundial de gás aumentou, este crescimento de demanda não foi acompanhado pela oferta mundial de gás. Ainda em 2021, as políticas de transição energética da Europa reduziram cerca de 20% da produção de gás, aumentando a importação. As infraestruturas de GNL, por sua vez, não receberam os devidos investimentos para aumento e manutenção de sua capacidade. Antes mesmo da complicada situação bélica da Ucrânia, já existia a questão do novo gasoduto conectando a Rússia a Alemanha, o Nordstream 2. Com o acirramento das questões entre Rússia e Ucrânia, a Alemanha, responsável pelo comissionamento deste gasoduto, decidiu suspender a sua chancela. Como represália, a Rússia reduziu sua oferta

investimentos de biometano, entretanto, não há garantias de manutenção destes preços a longo prazo.

Além da injeção do biometano na rede existente de distribuição, outros modais de transporte podem ser utilizados, permitindo maior flexibilização da qualidade do gás. O biometano, mesmo fora das especificações exigidas pela regulação federal, pode ser comercializado por contratos B2B sendo transportado por gasodutos virtuais na forma comprimida ou liquefeita, gasodutos dedicados ou mesmo usado nas dependências da planta para substituição de diesel, GLP ou gasolina de uma frota própria, por exemplo.

de gás dos contratos de curto prazo e *spot*, o que impactou fortemente os preços nos mercados da Europa e Ásia. Como resultado, o preço do gás natural na Europa chegou a subir 50% após a invasão na Ucrânia. Esse aumento apoiou os preços *spot* asiáticos de GNL, que subiram 30%. (<https://panorama.comerc.com.br/os-efeitos-da-guerra-r%C3%BAssia-ucr%C3%A2nia-para-o-mercado-de-g%C3%A1s-natural>)

4 ACESSO AOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO

4.1 Introdução do Capítulo

Direito humano e essencial à vida, o acesso universal e equitativo à água potável e ao saneamento é o 6º dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030⁶⁴ para o Desenvolvimento da ONU. Os ODS são integrados e indivisíveis, e estão ancorados nas dimensões do tripé do desenvolvimento sustentável: a financeira, a social e a ambiental.

Além do sexto objetivo, que trata, especificamente, do tema “Água limpa e saneamento”, dos 17 ODS, pelo menos sete outros são impactados pelo acesso à coleta e ao tratamento de esgoto, já que o acesso precário ao saneamento reduz o bem-estar humano e o desenvolvimento social e econômico.

A água está no centro do desenvolvimento sustentável, elemento essencial para a vida, é o componente fundamental para o desenvolvimento socioeconômico, produção de energia e alimentos, construção de ecossistemas saudáveis e para a sobrevivência de todas as espécies. Entretanto, duas em cada cinco pessoas no mundo não têm acesso a instalações básicas de higiene e mais de 2 bilhões de pessoas não têm acesso a instalações adequadas para suas necessidades fisiológicas.

A água é um recurso natural cuja escassez é ampliada pelas alterações climáticas. A característica cíclica da água a torna um recurso renovável, entretanto, é justamente esta característica que torna a universalidade do saneamento básico essencial para a garantia da preservação desse recurso.

⁶⁴ Um dos resultados da Agenda de 2030 e dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), chancelados pela Organização das Nações Unidas (ONU), é a promoção da transformação positiva do planeta em relação às atuais condições em que se encontra. Em um esforço coletivo de todos os países busca-se o atendimento dos 17 ODS e de suas respectivas 169 metas. Estes objetivos são resultado da integração de esforços entre governos e sociedade civil, no estabelecimento de padrões de desenvolvimento sustentável do planeta.

Segundo definição do marco legal do saneamento, Lei Federal nº 11.446/2007 o setor de saneamento básico é composto por quatro serviços distintos, a saber: i) abastecimento de água, ii) esgotamento sanitário, iii) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e iv) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (Figura 4.1).

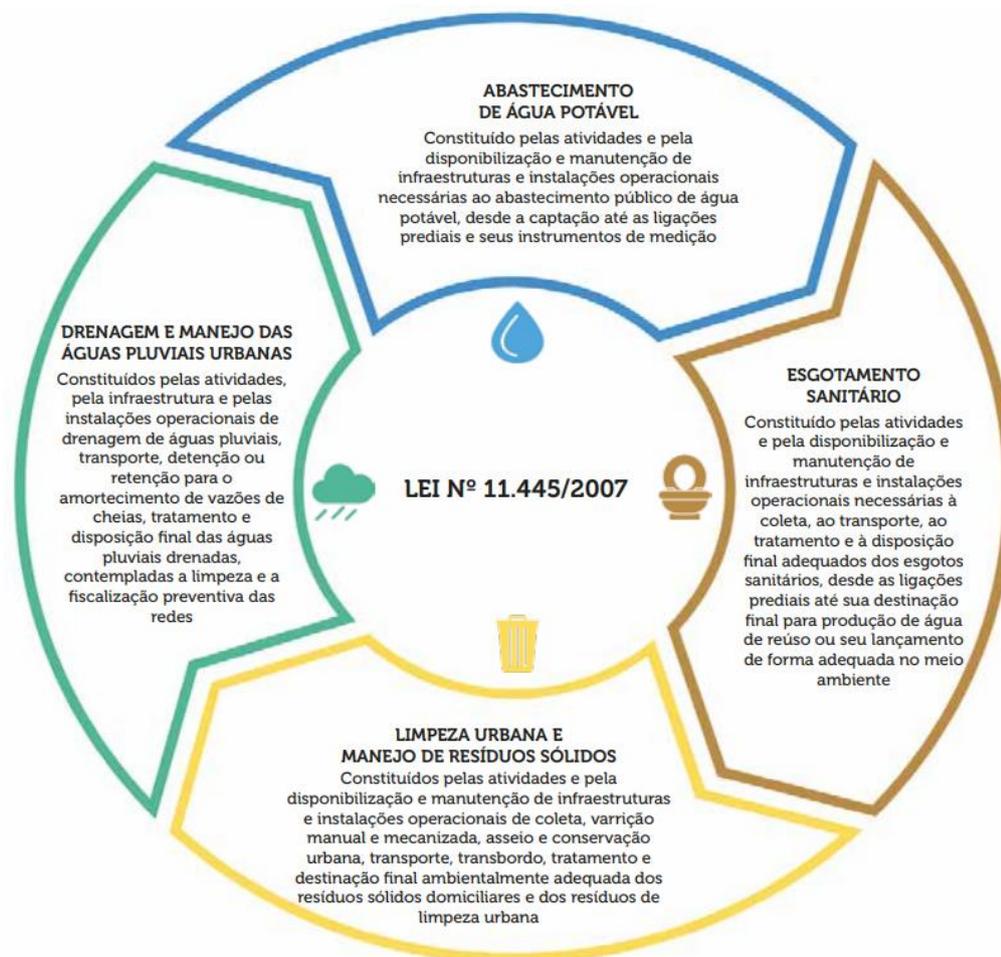


Figura 4.1 Definição do setor de saneamento básico (Lei nº 11.445/2007)

Fonte: SNIS, 2021

O abastecimento de água é essencial para o desenvolvimento humano, a coleta e o tratamento de esgotos representam promoção de saúde pública e manutenção de recursos naturais. Todas as ações elencadas no setor de saneamento básico contribuem para a preservação do recurso hídrico, ao evitar poluição e contaminação dos corpos hídricos onde é captada a água para abastecimento público.

4.2 Contexto regulatório

Assim como os demais setores de serviços públicos, anteriormente à lei das concessões, os serviços de saneamento eram de responsabilidade, execução e planejamento público. Neste sistema, a delegação da prestação dos serviços de saneamento de um ente público para outro era instrumentalizada principalmente por concessões impróprias, até a promulgação da Constituição de 1988 e mesmo durante os primeiros dez anos de sua vigência.

Neste modelo, em relação às regiões mais periféricas e carentes, o resultado foi décadas de estagnação do saneamento básico, quadro agravado após a crise financeira da década de 1980, que determinou o esgotamento do modelo de desenvolvimento econômico conhecido como Estado desenvolvimentista e prosseguiu após o final do ciclo do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA, 1969 – 1990) (SAIANI, 2006). Esse período de estagnação deixou como herança um déficit setorial a ser equacionado.

O art. 241 da Constituição passou a prever a gestão associada de serviços públicos, o que conferiu um fundamento constitucional próprio a essa forma de cooperação entre entes públicos para a prestação de serviços públicos. Neste momento, a delegação por instrumentos de natureza não contratual é reconhecida constitucionalmente, é o caso dos convênios de cooperação, por exemplo. Entretanto, a definição do modelo jurídico só seria regularizada com a Lei dos Consórcios Públicos.

A Lei 11.147/2005, Lei dos Consórcios Públicos, passou a prever que o contrato de programa seria obrigatório para instrumentalizar a delegação de um serviço público a outro ente da federação. A partir desse momento, desta forma, passou a não ser mais possível a utilização de instrumentos como os convênios ou as concessões impróprias para formalizar a delegação do serviço entre os entes públicos.

O olhar regulatório direcionado para o setor de saneamento ocorreria dois anos mais tarde. A primeira legislação específica foi a Lei Federal 11.445/2007, que estabeleceu diretrizes nacionais para o saneamento básico e propiciou o ambiente regulatório para o desenvolvimento da política federal de saneamento básico. A partir dessa diretriz foram integrados como objetos do saneamento básico a gestão de água, esgoto, drenagem e resíduos urbanos, e foram definidos

papéis importantes na condução das políticas e ações voltadas ao setor. As contratações anteriores, contudo, permaneceram válidas, como reconhecido pelo §1º do art. 10 da LNSB, na sua redação original, durante o seu prazo de vigência. Apenas, com a Lei nº 14.026/2020, a celebração de contratos de programa passou a ser vedada. Contratos futuros terão necessariamente de ser precedidos de licitação pública.

A Lei nº 11.445/2007 prevê que o setor de saneamento tem como princípios fundamentais a universalização do acesso e a efetiva prestação do serviço, mas também, a transparência e o controle social, que são instrumentalizadas a partir da prescrição da publicidade aos relatórios, estudos, decisões e demais atividades da regulação dos serviços como forma de garantir a manutenção dos direitos e deveres dos usuários.

Desta maneira, a Lei 11.445/2007 deu início a uma série de trabalhos nas esferas Municipais, Estaduais e Federal, sendo a criação do Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab)⁶⁵ um dos marcos desse novo ambiente de debates.

O Plansab é a consolidação da busca por estudos que instrumentalizem a busca da universalização do acesso ao saneamento. O Plansab apresenta pioneirismo na discussão aberta e transparente sobre as metas e possibilidades do setor, apresentando diagnósticos e cenários regionalizados, que levam em consideração as diferentes visões do saneamento em cada uma das cinco regiões do país.

A partir desta análise há o estabelecimento de Metas para 2023 e 2033 (horizonte final). São 29 Metas que envolvem, entre outros, oito indicadores para o componente abastecimento de água, seis para esgotamento sanitário e oito de resíduos sólidos urbanos. O alcance das metas é monitorado e avaliado anualmente, para a identificação de ajustes e desafios.

Recentemente, a Lei 14.026/2020 atualiza o marco legal do saneamento básico para o Brasil. No entanto, ainda há pouco entendimento em relação às ações efetivas de alcance das

⁶⁵ O Plansab foi aprovado pelo Decreto nº 8.141 de 20 de novembro de 2013 e pela Portaria Interministerial nº 571 de 05 de dezembro de 2013 e sua elaboração foi prevista na lei de diretrizes nacionais para o saneamento básico – Lei nº 11.445, regulamentada pelo Decreto nº 7.217 - Devendo ser avaliado anualmente e revisado a cada quatro anos.

metas estabelecidas. Um dos objetivos do novo marco legal do saneamento básico foi a universalização desses serviços. Para isso, a Lei nº 14.026/ 2020 estabeleceu marcos que devem ser alcançados, até 2033, que são: 99% de abastecimento de água e 90% de coleta e tratamento de esgoto.

4.3 Abastecimento de água

Os sistemas de abastecimento de água são formados por conjuntos de equipamentos, infraestruturas e serviços para atender usos no consumo doméstico, na indústria, no comércio, no serviço público, entre outros. O ciclo é formado por cinco etapas principais: captação de água bruta, adução, tratamento, reserva e distribuição de água tratada. Como pode ser observado na Figura 4.2.

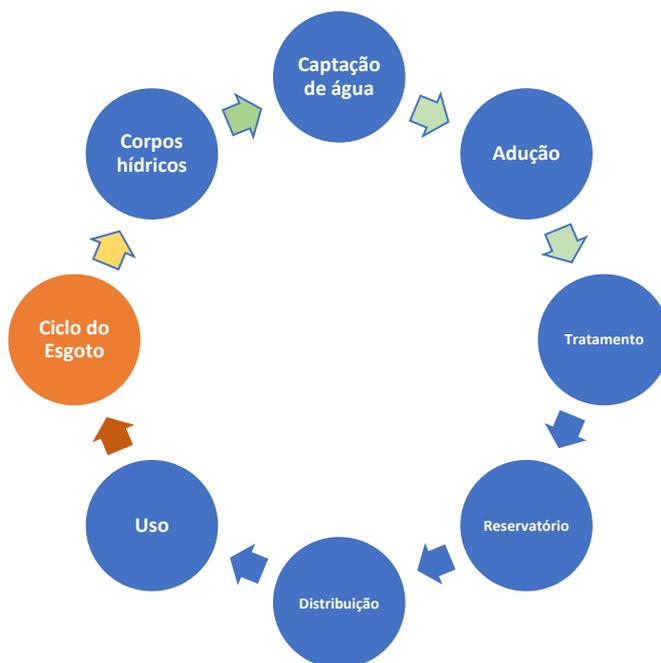


Figura 4.2 Ciclo do abastecimento de água

Fonte: Elaboração própria.

No ciclo de abastecimento, a água bruta é captada em mananciais hídricos superficiais e/ou subterrâneas sendo conduzida às estações de tratamento (ETAs) para o sistema de adução.

A adução consiste em uma rede que conecta a captação da água bruta à Estação de Tratamento de Água (ETA), podendo ser feita por gravidade ou por recalque.

Na etapa de tratamento a água bruta que chega nas ETAs é submetida a processos físicos e químicos para remoção de impurezas: i) Coagulação e floculação; ii) Decantação; iii) Filtração; iv) Desinfecção e fluoretação.

A coagulação e floculação são processos físico-químicos para agregação de partículas presentes na água bruta e formação de flocos maiores. Na decantação ocorre a separação dos flocos de partículas da água (gravidade). Na filtração ocorre a remoção de partículas de dimensões filtrantes. Na etapa de desinfecção e fluoretação há a adição de cloro ou outro agente desinfetante, responsável pela eliminação de agentes patogênicos de doenças de veiculação hídrica e flúor, que reduz a incidência de cárie dentária.

Depois de tratada a água é levada para os reservatórios, onde é armazenada, o que permite a manutenção da pressão constante na rede, mesmo com a variação do consumo. Dos reservatórios, a água é distribuída por redes públicas para unidades consumidoras.

Os padrões de qualidade e de potabilidade da água são definidos pelo Ministério da Saúde, Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017, que dispõe tanto sobre o recurso distribuído por sistema (redes públicas) como a água fornecida de soluções alternativas coletivas (poços, cisternas, dentre outros). O monitoramento é coordenado pela Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS/MS) e envolve Secretarias de Saúde dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios e responsáveis pelo controle da qualidade da água.

Segundo dados do SNIS (2021)⁶⁶, 99,8% dos municípios contam com sistemas públicos de abastecimento de água e os outros 0,2% utilizam soluções alternativas individuais para o atendimento, como poços, cisternas e caminhões pipa. A rede pública de abastecimento de água tem cerca de 728 mil quilômetros.

⁶⁶ O Diagnóstico Temático - Serviços de Água e Esgoto - Visão Geral reúne informações da prestação de serviços públicos de abastecimento de água em 5.350 municípios (96,1% dos 5.570 do país). A amostra abrange 98,6% da população total (208,7 milhões) e 99,1% da população urbana (177,9 milhões).

Ainda, de acordo com o levantamento do SNIS (2021), o índice de atendimento total de água (IN055) com redes públicas de abastecimento é de 84,1%. Sendo que o índice de atendimento urbano (IN023) chega a 93,4%. Na região Norte, estão os menores índices de atendimento com redes públicas de abastecimento de água; 58,9 % população total e 72% urbana. Os índices de atendimento total (IN055) e urbano (IN023) referem-se aos serviços que utilizam redes públicas de água. O cálculo não contempla soluções individuais ou alternativas, como poços, nascentes, cisternas, chafarizes, dentre outras.

Os índices de atendimento urbano (IN023), por estado da federação, são apresentados na Tabela 4.1, a seguir:

Tabela 4.1 - Índice de Atendimento Urbano com rede de água, por estado da federação

ÍNDICE DE ATENDIMENTO URBANO COM REDE DE ÁGUA	
Estado da federação	Índice de Atendimento
Acre	63,2%
Alagoas	90,6%
Amapá	35,5%
Amazonas	94,7%
Bahia	98,4%
Ceará	75,1%
Distrito Federal	99,0%
Espírito Santo	91,9%
Goiás	97,2%
Maranhão	76,3%
Mato Grosso	98,0%
Mato Grosso do Sul	98,8%
Minas Gerais	93,6%
Pará	59,6%
Paraíba	92,4%
Paraná	100,0%
Pernambuco	92,6%
Piauí	93,2%
Rio de Janeiro	92,7%
Rio Grande do Norte	95,8%
Rio Grande do Sul	97,8%
Roraima	99,7%
Rondônia	61,8%
Santa Catarina	98,0%
São Paulo	98,8%
Sergipe	93,4%
Tocantins	94,9%

Fonte: SNIS, 2021

4.4 Coleta e Tratamento de Esgoto

O esgoto é composto por água, resíduos, material orgânico e nutrientes, cerca de 80,0% da água distribuída pelas redes para consumo transforma-se em esgoto. Em média, os chamados efluentes domésticos são formados por 99,9% de água e 0,1% de sólidos (SNIS, 2021).

O ciclo do esgoto é parte do ciclo da água, o esquema do ciclo de esgoto é apresentado na Figura 4.3, a água, captada nos corpos hídricos é utilizada nos usos domésticos e descartada, desta maneira, este material deve ser coletado, este efluente é transportado por meio de tubulações (redes públicas de captação) às estações de tratamento de esgotos (ETEs). Após o tratamento nas ETEs, a água é devolvida a ambientes e receptores hídricos (rios, lagos, reservatórios).

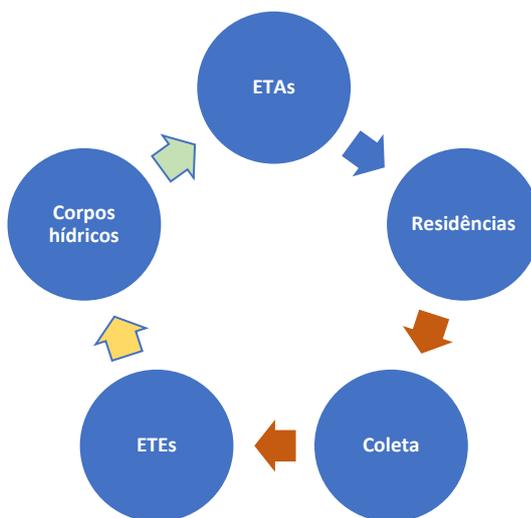


Figura 4.3 - Ciclo do esgoto

Fonte: Elaboração própria

Nas ETEs, os materiais sólidos são separados da água. Os processos biológicos e químicos decompõem, removem e eliminam o material orgânico, nutrientes e micro-organismos patogênicos que causam doenças. O processo de tratamento é composto por quatro fases distintas; i) a preliminar; ii) primária; iii) secundária ou biológica e iv) terciária.

A fase preliminar consiste na remoção de sólidos em suspensão grosseiros (materiais de maiores dimensões), por meio do gradeamento e da desarenação. A fase primária é onde ocorre a remoção de sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica em decantadores primários. A

fase secundária, ou biológica, consiste na degradação da matéria orgânica por processos aeróbios e/ou anaeróbios em tanques sépticos, lagoas de estabilização, sistemas de lodo ativado e outras formas. Eventualmente, é necessária a remoção de poluentes específicos, como nutrientes, microrganismos patogênicos, compostos tóxicos ou componentes não biodegradáveis, o que ocorre na fase terciária.

A fim de que o efluente tratado retorne aos corpos hídricos é essencial que esteja adequada às condições e aos padrões estabelecidos pela legislação ambiental. A Resolução Conama nº 430/2011 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) determina que o tratamento de esgoto domésticos reduza, no mínimo, em 60,0% da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) na decomposição de matérias orgânicas. As condições e padrões estabelecidos estão diretamente associados às classes de qualidade dos corpos de água da Resolução Conama nº 357/2005, que contempla a garantia de usos múltiplos, entre eles o abastecimento público.

Em rios federais, a devolução de efluentes tratados deve ser outorgada pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Quanto menor a DBO, melhor a condição da água.

A ausência de uma rede de coleta e tratamento de esgoto compromete o ciclo anteriormente apresentado. Esgotos sem tratamento adequado são fontes de poluição hídrica no Brasil. Segundo a ANA, em 2017, mais de 110 mil quilômetros de rio tinham a qualidade de suas águas comprometidas devido à falta de capacidade de diluição dos efluentes. Em cerca de 83 mil quilômetros não era permitida a captação da água para abastecimento público, trechos estes próximos às áreas urbanas, que demandam a captação de água em regiões mais distantes, tornando o sistema menos eficiente, uma vez que exige maior consumo de energia para a captação, tratamento e distribuição de água.

A meta regulatória para o setor estabeleceu o índice de 90% de coleta e tratamento de esgoto, entretanto, segundo dados do Sistema Nacional de Informação de Saneamento⁶⁷ (SNIS), apenas 2.807 municípios (59,2% da amostra) contam com sistemas públicos de esgotamento

⁶⁷ O Diagnóstico Temático - Serviços de Água e Esgoto - Visão Geral reúne informações da prestação de serviços públicos de esgotamento sanitário em 4.744 municípios (85,2% dos 5.570 do país). A amostra abrange 94,6% da população total (200,4 milhões) e 96,4% da população urbana (172,9 milhões).

sanitário. Nos outros 1.937 municípios (40,8%) são utilizadas soluções alternativas individuais como fossa séptica, fossa rudimentar, vala a céu aberto e lançamento em cursos d'água. Dentre as soluções individuais apenas a fossa séptica é considerada adequada pelo Plansab.

Regionalmente, os números são ainda mais alarmantes, uma vez que as regiões Norte e Nordeste apresentam dados de cobertura de coleta e eficiência de tratamento substancialmente menores que em outras regiões, fator que está correlacionado com menores Índices de Desenvolvimento Humano e, maiores taxas de mortalidade (Mattos et al., 2019).

A população não atendida, de forma adequada, pelos serviços de esgotamento sanitário se encontra, predominantemente, nos municípios de pequeno e médio portes e nas regiões mais afastadas dos grandes centros urbanos, onde, geralmente, a densidade populacional é menor e a renda familiar é mais baixa.

Na Tabela 4.2 são apresentados os índices atendimento urbano⁶⁸ com redes de esgoto por estado da federação. Há uma diferença relevante de cobertura entre os estados, e as regiões. Muito aquém das metas do Plansab.

Tabela 4.2 - Índice de Atendimento Urbano com rede de esgoto

ÍNDICES DE ATENDIMENTO URBANO COM REDES DE ESGOTO			
Estado da federação	Índice de coleta	Índice de tratamento de esgoto coletado	Índice de tratamento de esgoto gerado¹
Acre	15,7%	98,1%	21,0%
Alagoas	30,4%	85,6%	17,2%
Amapá	7,7%	95,4%	18,6%
Amazonas	16,4%	92,3%	23,2%
Bahia	55,4%	79,7%	48,2%
Ceará	37,9%	84,6%	36,0%
Distrito Federal	90,5%	100%	90,0%
Espírito Santo	65,2%	73,2%	45,2%
Goiás	64,3%	92,3%	55,6%
Maranhão	19,1%	38,6%	13,6%
Mato Grosso	43,2%	83,6%	43,4%
Mato Grosso do Sul	64,8%	99,8%	44,9%
Minas Gerais	83,0%	54,3%	41,6%
Pará	10,7%	58,3%	10,0%
Paraíba	49,0%	71,8%	43,8%

⁶⁸ O Diagnóstico do SNIS, de 2021, apresenta apenas o índice de cobertura urbana, a coleta e tratamento de esgoto no ambiente rural é bem mais incipiente, e na maior parte dos casos são adotadas soluções isoladas inadequadas.

Paraná	83,5%	99,9%	74,6%
Pernambuco	35,7%	72,3%	32,4%
Piauí	25,6%	81,4%	15,9%
Rio de Janeiro	68,3%	70,1%	47,2%
Rio Grande do Norte	33,3%	95,4%	32,6%
Rio Grande do Sul	38,6%	77,7%	25,7%
Roraima	80,7%	95,1%	70,4%
Rondônia	7,8%	70,7%	8,5%
Santa Catarina	30,4%	98,7%	31,3%
São Paulo	93,5%	86,3%	69,6%
Sergipe	32,5%	72,2%	26,5%
Tocantins	35,1%	98,5%	30,2%

¹ Índices de tratamento de esgoto superiores aos índices de esgoto coletado refletem situações de infiltração de águas pluviais na estação de tratamento.

Fonte: SNIS, 2021.

4.5 Saneamento Rural

Como apresentado nas seções anteriores o marco legal do saneamento (Lei 11.445/2007) coloca o setor do saneamento em foco, com o objetivo de estruturar o setor e universalizar o acesso da população aos serviços públicos de saneamento. Desde então, muito tem sido realizado no setor e os índices de atendimento tem melhorado (Plansab, 2019).

No Brasil, a dispersão populacional e a dificuldade de acesso em muitas comunidades e assentamentos rurais trazem complexidade a ampliação deste serviço a uma parte da população, justamente a que apresenta maior vulnerabilidade (IPCC,2014).

A universalização do acesso ao saneamento básico encontra barreiras maiores no caso de comunidades isoladas, onde os seus núcleos habitacionais são de difícil localização. Nestas localidades torna-se necessária uma abordagem diferente e criativa para a implantação de sistemas de saneamento. Diferente dos grandes centros urbanos as comunidades isoladas devem ser analisadas de forma descentralizadas e respeitando sua identidade natural e social (HOSOI, 2011).

O saneamento rural exige um olhar diferenciado porque as soluções não estão contempladas no paradigma técnico do saneamento básico, que foi tradicionalmente voltado para sistemas centralizados apoiado em redes de coleta extensas, através das quais as águas residuais são encaminhadas para estações de tratamento de efluentes com grande capacidade,

permitindo ganhos operacionais à medida que se agregam mais usuários à rede (FISHER, 1993).

Sistemas centralizados necessitam de altos investimentos tanto em sua construção, quanto na sua operação e manutenção (MASSOUD, 2008), o que torna relevante o debate não apenas sobre a utilização de soluções alternativas para regiões de baixa densidade populacional como de formas de garantir o aproveitamento econômico destes resíduos.

A infraestrutura de saneamento básico, segundo a topologia de Larsen et al. (2013) enquadra os sistemas de tratamento de esgoto descentralizados como sistemas autônomos utilizados para tratamento de pequenas vazões, como residências, condomínios, construções isoladas e pequenas comunidades, nas quais, os resíduos podem ser processados no local ou tratados em outras unidades. O esgoto é coletado, tratado e descartado (ou reutilizado) próximo ao local da geração (LARSEN et al., 2013, p. 101).

Os sistemas de tratamento de esgoto sanitário descentralizados partem de uma lógica diferente do paradigma técnico corrente, pois exigem a participação das comunidades usuárias, as quais assumem a responsabilidade pela construção ou pela operação de métodos tradicionais de tratamento, tais como fossas, tanques sépticos e poços de infiltração (ORTUSTE, 2012). Segundo Rodriguez (2009), as tecnologias de tratamento descentralizado geralmente são aplicadas em comunidades com população equivalente menor a 2.000 habitantes, podendo ser associados a várias operações unitárias, tais como sedimentação, filtração, flotação e oxidação biológica.

No Brasil, podemos enquadrar as estações “descentralizadas”, em conformidade com a legislação vigente, como as que são projetadas para atender uma vazão menor ou igual a 50 L/s ou com capacidade para atendimento de até 30.000 habitantes, a critério do órgão ambiental competente (BRASIL, 2006).

O desafio não consiste apenas na defasagem de infraestrutura do setor, mas, principalmente na falta de planejamento de seus gestores. É importante uma reflexão e atuação mais profunda no âmbito do saneamento rural, que contemple os diversos atores envolvidos, promovendo sustentabilidade, equidade e autonomia. Os Planos Municipais de Saneamento

Básico (PMSB) devem conter o resultado do diálogo e da escuta das necessidades dos grupos atendidos, através de um olhar transpessoal do indivíduo e do coletivo.

A aceitação social é relevante para a escolha de uma alternativa tecnológica mais apropriada, além da viabilidade econômica e da sustentabilidade ambiental. Massoud retrata o caso da implantação de digestores anaeróbios domiciliares, promovido pelo governo chinês: o digestor produz biogás, que é utilizado como fonte de energia pelos moradores, e produz fertilizante, que é utilizado na produção agrícola, que teve resultado positivo ao conseguir engajar a população (MASSOUD, 2009).

Na literatura de Saúde Pública há relatos sobre as dificuldades de técnicos em saneamento e saúde na implantação de projetos em zonas rurais ou bairros periféricos no início do século XX. Sobretudo, em conseguir a colaboração e engajamento dos moradores nas diversas construções de instalações sanitária, geralmente devido à natureza destes projetos, que apresentavam ações exógenas pré-determinadas e que não respeitavam o contexto local (PHILIPPI, 2005).

Acrescenta-se que a falta de conhecimento e informação por parte da população contribuem na adoção de práticas indevidas. A educação informal sobre saneamento básico, é essencial, visto que as ações que apresentam resultados mais relevantes são aquelas que seguem o princípio de responsabilidade compartilhada e gestão integrada. Szymanski et al. (2019) aponta a mobilização e fornecimento de conhecimento para a comunidade como fator essencial para aumentar a aceitação da população na adesão do sistema de coleta de esgoto.

Desta forma, fica claro que o desafio da universalização rural não se encerra na adoção de tecnologias adequadas, mas envolve, assim como no setor energético, a sensibilidade e dedicação da esfera administrativa em dedicar o olhar mais atento. A reflexão sobre o papel do Estado ganha importância estratégica: trata-se da implantação das bases de um “contrato social” que irá estruturar as ações para os próximos anos com a consequente implantação de dinâmicas de relações intersetoriais, da redefinição da rede de apoio social, da qual dependem fortemente as camadas mais necessitadas da população.

5 METODOLOGIA

5.1 Introdução do Capítulo

Esse capítulo se divide em duas perspectivas, a primeira é a descrição da metodologia analítica qualitativa a partir da escolha de um viés regulatório para avaliação de parâmetros selecionados com legislação específica que trata dos setores de infraestrutura compartilhados estudados nessa tese; e, a segunda linha é uma análise quantitativa baseada em dados sobre geração de biometano em estudo de caso. Dessa forma, a seção 5.1 trata da metodologia analítica qualitativa e, a seção 5.2, da quantitativa.

5.2 Metodologia qualitativa: modelo regulatório

O movimento de desestatização no Brasil se intensificou na década de 1990, introduzindo, entre outros, o conceito de modicidade tarifária que se estabeleceu no contexto de um país com grande desigualdade social, em que parte da população vive em situação de extrema pobreza⁶⁹. Segundo Souza, o conceito estabelece, idealmente, às tarifas de serviço público um valor acessível a todos, garantindo a universalidade do serviço e a generalidade da sua prestação, independentemente de gratuidades ou tarifas diferenciadas.

Na Lei Federal nº 8.987/95 a modicidade tarifária encontra-se prevista de forma expressa no § 1º do art. 6º, que prevê que as concessões e permissões pressupõem a prestação de serviço adequado ao pleno atendimento dos usuários:

§ 1º Serviço adequado é o que satisfaz as condições de regularidade, continuidade, eficiência, segurança, atualidade, generalidade, cortesia na sua prestação e modicidade das tarifas.

⁶⁹ Segundo a Fundação Getúlio Vargas, FGV (2021), em fevereiro de 2021, cerca de 12,83% dos brasileiros viviam abaixo da linha da pobreza.

Ainda na Lei das Concessões (Lei nº 8.987/95), o art. 11 prevê a possibilidade de fontes alternativas, complementares, acessórias ou de projetos associados, com ou sem exclusividade, a fim de favorecer a modicidade tarifária.

O conceito de modicidade tarifária, abarca os seguintes elementos: (i) o princípio da generalidade e da universalidade dos serviços públicos, uma vez que determina que os valores cobrados sejam financeiramente acessíveis ao maior número possível de pessoas; (ii) resultado da aplicação concreta, no regime estatutário e no contrato de concessões de todos os princípios de adequação a serem empregados sem oneração que inviabilize o acesso ao serviço; (iii) representação de valor relacional, tarifa justa, que deva ser composta de tal maneira a remunerar o serviço sem lucros exacerbados por parte das empresas e, por outro lado, sem dispendir quantias que resultem em sacrifício pessoal por parte dos usuários (SOUZA, 2016).

Entretanto, o conceito de modicidade tarifária não foi o suficiente para garantir a universalização de diversos serviços públicos após a privatização. No caso da energia elétrica, apenas após o Programa Luz para Todos, locais rurais, puderam contar com a expansão das redes e o acesso à energia elétrica. Atualmente, no Brasil, o mesmo cenário rural, aguarda a expansão das redes de coleta e tratamento de esgoto.

No Chile, por exemplo, desde 1990, o setor de saneamento conta com a participação privada, esperou-se mais de 30 anos para se constatar que não haveria viabilidade econômico-financeira que expandiria estas redes para além dos perímetros urbanos. Mesmo tendo universalizado os serviços urbanos de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, em 2014⁷⁰, o Chile enfrenta dificuldades em ampliar os serviços nas zonas rurais. Nesse sentido, fez-se necessário o aprimoramento das regulações direcionadas às áreas rurais, conforme os planos de ação existentes acerca do Projeto “Esgotos robustos”, cujo objetivo é promover investimentos nas infraestruturas mais afastadas dos centros urbanos.

⁷⁰ Os investimentos foram realizados com recursos privados, tendo os governos estaduais contribuído com subsídios para os usuários de baixa renda, pagos em parte com a contribuição do imposto de renda das empresas privadas de água e esgoto. Destaca-se que, para a conquista da universalização do acesso urbano à água potável e esgoto, além da aliança estratégica público-privada de longo prazo, a regulação contribuiu fortemente com a definição de contratos com metas realizáveis que atendessem as demandas locais, além da fiscalização do cumprimento das responsabilidades firmadas.

O Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) aponta que o Brasil demanda melhorias na qualidade dos serviços de saneamento básico, além disso, aponta que existem diversos obstáculos ao cumprimento das metas para universalização do acesso aos serviços de saneamento no país. Estas melhorias e metas podem ser catalisadas pelo potencial do aproveitamento energético de resíduos disponíveis no Brasil. Embora poucos projetos desse gênero venham sendo implementados, a baixa disseminação e implementação destes projetos deve-se a uma série de entraves que inibem o crescimento e a consolidação do biometano no mercado.

Entre estas barreiras podemos destacar os quadros políticos e regulatórios a que os agentes da cadeia de biometano estão sujeitos. Instrumentos de políticas públicas e quadros regulatórios são fundamentais na definição do ambiente de negócios, nos desenhos de mercado.

A cadeia de biometano está sujeita ao enquadramento a diversos regramentos, uma vez que se situa em setores altamente regulados, como energia e saneamento. Desta forma, analisar como essas regras possibilitam ou restringem o desenvolvimento do biometano é fundamental.

Além dos ambientes de negócios, as políticas públicas e quadros regulatórios constituem um fator essencial no engajamento dos agentes; se não há, dentro do planejamento energético, um direcionamento neste sentido, determina-se uma consequente imobilidade dos mercados, que são moldados pela definição regulatória de como, e, em quais condições, podem participar.

A sinalização do interesse nacional baliza a atuação dos agentes. Se há um sinal claro no longo prazo através de planos, estratégias, entre outros, os agentes do setor tendem a atuar de forma mais convergente. Por outro lado, quando há desalinhamento e/ou mudanças de foco e objetivos de políticas, as tecnologias de energia renovável encontram mais dificuldades de inserção nos mercados (NEGRO; ALKEMADE; HEKKERT, 2012).

Para o biometano, a ausência de agendas e as divergências de políticas foram identificadas como fatores que afetaram o desenvolvimento do setor (DE OLIVEIRA, 2020; DE OLIVEIRA; NEGRO, 2019).

A falta de uma agenda política cria um ambiente de divergência nas expectativas futuras, desta forma, não se estabelece um direcionamento para que empreendedores busquem alternativas de modelos de negócios, ou investidores aloquem recursos, e nem mesmo que

agentes de financiamento criem condições específicas (BERGEK et al., 2008; HEKKERT et al., 2007; IEA, 2020).

O ambiente regulatório tem potencial para moldar a definição de modelos de negócios ou competitividade de projetos de biometano. E, neste sentido, foi observada a regulação federal e estadual para injeção de biometano e para as redes difusas de biogás, procurou-se analisar a clareza nas regras de hierarquização de tratamentos e destinação no setor de saneamento e a possibilidade de estabelecimento de redes isoladas de distribuição de gás.

Ambos os setores, energia e saneamento, apresentam obstáculos comuns aos serviços estruturados em redes, e a elaboração de planos de expansão de rede tornam-se mais e mais complexos à medida que atingem localidades onde a concentração populacional é mais dispersa. E, programas e políticas públicas carecem de mais tempo e recurso para o cumprimento de metas.

A despeito do nível de maturação da regulação dos setores e da cobertura dos serviços de gás canalizado e saneamento, há, nas regulações específicas destes setores, a previsão de câmbio de produtos e serviços através do compartilhamento de infraestrutura.

Como já explorado na introdução da presente Tese, a proposta deste estudo é a construção de redes locais de distribuição de gás canalizado, abastecidas pelo biometano gerado a partir do aproveitamento energético do esgoto produzido localmente. A ideia central é que a existência de uma rede de gás canalizado local contribua no desenvolvimento social e econômico de regiões periféricas ou rurais, onde o adensamento populacional restringe o acesso da população tanto a uma prestação de serviços energéticos mais adequados, quanto à coleta e tratamento de esgoto.

Do ponto de vista metodológico, o estudo direciona-se a regiões com populações entre 5000 e 40000 moradores. As comunidades isoladas não são os locais para este tipo de solução, uma vez que carecem de soluções extremamente dedicadas e singulares, elaboradas e desenvolvidas dentro das especificidades de cada comunidade, não cabendo a aplicação de um modelo generalista. Entretanto, o aproveitamento energético através de biodigestores pode contribuir igualmente tanto para a implementação de soluções individuais e distribuídas de

coleta e tratamento de esgoto, quanto para maior oferta energética a uma população carente de fornecimento adequado e suficiente de energia.

Na perspectiva regulatória, a metodologia desenvolvida nessa Tese se concentra na avaliação da legislação e regulação do estado de São Paulo, considerando a implementação do modelo proposto, através da elaboração de indicadores, apoiados na metodologia de análise de impacto regulatório, o conhecido *The Five Case Models (FCM)*. Através desse modelo, outros casos podem ser replicados e estimulados em prol de análises regulatórias em setores de infraestrutura.

5.1.1 *The Five Case Models*

The Five Case Models é uma ferramenta de análise auxiliar na avaliação de planos de negócios, recomendada e utilizada pelo HM Treasury do Governo do País de Gales e pelo Escritório de Comércio do Governo do Reino Unido. Esta ferramenta tem sido amplamente utilizada em departamentos do governo central e organizações do setor público inglesas nos últimos 10 anos.

A lógica do modelo é a análise de possíveis resultados de um projeto na sociedade, ao avaliá-lo em 5 dimensões (estratégica, comercial, econômica, financeira e de gestão). Assim, pode-se ampliar percepções setorializadas e capturar sinergias, impactos e externalidades da proposta. A abordagem padronizada e acordada seguida por todos, leva a resultados melhores e mais uniformes, além da redução do tempo (e custo) necessário para desenvolver e aprovar programas e projetos.

Projetos elaborados e analisados com o modelo promovem maior engajamento dos desenvolvedores à medida que seus esquemas progridem dentro de um esquema já arquitetado, e utilizado desde o processo de planejamento. De maneira semelhante, os revisores e aprovadores podem assimilar a proposta com maior velocidade.

Para o governo britânico, The Five Case Models é uma ferramenta que possibilita o desenvolvimento de projetos mais robustos, elaborados e estruturados com clareza dos resultados. Embora não seja a única ferramenta de tomada de decisões, onde certamente o julgamento e a experiência mantêm-se necessários, ela pode ser aplicada em uma ampla gama

de situações. Normalmente, é usado para grandes esquemas de capital que resultarão na construção ou aquisição de algo: um novo hospital ou escola, um grande desenvolvimento de TI, uma nova estrada ou esquema similar de engenharia civil.

Mas pode ser aplicado a uma gama mais ampla de situações, onde uma decisão significativa deve ser tomada: um desinvestimento no serviço “x” ou serviço “y”, a comparação dos benefícios que surgirão da política/estratégia “a” ou política/estratégia “b”, ou uma grande iniciativa de mudança que exija reengenharia ou reforma, e este é o caso da aplicação do The Five Case Model neste trabalho, onde se empregou a estrutura analítica de pensamento do modelo.

Foram definidos indicadores, que avaliam a legislação e a regulação federal e paulista, do setor energético, segundo a metodologia *The Five Case Model* (FCM), Figura 5.1, que é aplicável para políticas públicas, estratégias, programas e projetos, o qual envolve cinco dimensões principais, a saber: i) estratégica; ii) econômica; iii) comercial; iv) financeira e v) gestão (HM TREASURY 2018).



Figura 5.1 - Definição dos Indicadores

Fonte: Elaboração Própria.

O propósito da análise, na dimensão estratégica⁷¹, é verificar o alinhamento da proposta contida no regramento (lei, norma, diretriz ou deliberação) em relação ao tema de

⁷¹ Método baseado na metodologia apresentada no GUIDE TO DEVELOPING THE PROJECT BUSINESS CASE, disponível em:

universalização do acesso aos serviços públicos de energia e saneamento básico, demonstrando sinergias e externalidades possíveis. Por seu turno, o indicador estratégico busca identificar quais regramentos podem produzir benefícios e impactos no nível de acesso da população aos referidos serviços públicos (HM TREASURY 2018).

O propósito da análise, na dimensão econômica, é identificar se há, algum valor econômico que a implementação do regramento pode retornar para a sociedade, assim como se a aplicação do regramento minimiza os riscos envolvidos. O indicador econômico busca identificar, socialmente, se há custo-benefício na adoção do regramento em relação ao nível de acesso da população aos referidos serviços públicos (HM TREASURY 2018).

O propósito de análise, na dimensão comercial, é identificar se o regramento possibilita aumento na viabilidade econômica de propostas de ampliação do acesso da população aos referidos serviços públicos, o que requer um entendimento de mercado. Ou seja, este indicador busca identificar como o regramento pode facilitar resultados e marcos que devem ser alcançados e de como este aloca os riscos potenciais nas fases de Elaboração, Construção, Financiamento e Operação adequadamente entre os setores público e privado, refletindo em possíveis mecanismo de cobrança e arranjos contratuais (HM TREASURY 2018).

Por sua vez, o propósito de análise, na dimensão financeira, é demonstrar como o regramento pode auxiliar a acessibilidade e o financiamento de projetos de incremento de acesso da população aos referidos serviços públicos, incluindo o suporte das partes interessadas e clientes, conforme necessário. O Indicador financeiro busca identificar se o regramento facilita a capacidade de financiamento de projetos e se é capaz de resolver eventuais lacunas de financiamento durante a vida útil do esquema (HM TREASURY 2018).

Na dimensão de gestão, o propósito é demonstrar que o regramento possibilita arranjos robustos para a entrega, monitoramento e acompanhamento de projetos. O indicador de gestão busca identificar os regramentos que possam garantir a viabilidade de projetos, mas que ao

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/749086/Project_Business_Case_2018.pdf

mesmo tempo, possibilitem a comprovação de que estes serão gerenciados de acordo com as melhores práticas, sujeitos a garantias independentes e que prevejam os arranjos necessários para mudança e gerenciamento de contratos, realização de benefícios e gerenciamento de riscos (HM Treasury 2018).

Desta maneira, a partir desse método foram criados os cinco indicadores, *I_{estratégico}*, *I_{econômico}*, *I_{comercial}*, *I_{financeiro}* e *I_{gestão}*, com a finalidade de possibilitar a análise dos regramentos, em relação à ampliação ao acesso da população aos serviços públicos de energia e saneamento básico nas cinco dimensões mencionadas.

Havia, desde o início deste estudo, a previsão de que alguns regramentos fossem complementares, cobrindo e ampliando seus alcances em dimensões, que de forma isolada estes não possuíam. Assim, a análise dos regramentos, elaborada neste estudo, foca-se não apenas em regramentos específicos, mas procura identificar também possibilidades de arranjos com diversos regramentos.

5.3 Proposta e análise de viabilidade

Essa parte da metodologia explica as premissas escolhidas para o cálculo da viabilidade de projeto de biometano em redes locais.

As estações de tratamento de esgotos geram biogás tanto no tratamento do lodo em biodigestores anaeróbios quanto no tratamento de esgoto em sistemas anaeróbios, como por exemplo utilizando um reator Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB).⁷²

Segundo Miki et al. (2019) a Companhia de Saneamento Básico do Estado –Sabesp, possuía um potencial de produzir em torno de 67.000 Nm³/dia de biogás em suas unidades de tratamento, considerando a capacidade instalada de digestores anaeróbios para tratamento de

⁷² O reator UASB – *Upflow Anaerobic Sludge Blanket* – é um reator anaeróbio de fluxo ascendente de alta eficiência. O reator UASB é utilizado em processos primários para a estabilização da matéria orgânica inicial, tanto em Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário quanto em Estação de Tratamento de Efluentes Industriais. Disponível em: [Reator UASB: o que é, como funciona, suas vantagens e desvantagens \(aguasclarasengenharia.com.br\)](http://aguasclarasengenharia.com.br)

lodos e de sistemas anaeróbios de tratamento de esgoto. Sendo que a maior parte deste biogás era queimada em *flare*, do tipo aberto.

Neste contexto, foi elaborado e desenvolvido o projeto de beneficiamento de biogás para produção de biometano para uso veicular, implantando na cidade de Franca, sendo o primeiro de diversos projetos utilizando o potencial de produção de biogás das estações de tratamento de esgoto.⁷³

Assim como os projetos da Sabesp, demais empresas têm investido neste tipo de solução, como a estação de tratamento de esgoto ETE⁷⁴ - Mairinque da empresa Saneaqua, cujas obras foram concluídas em 2021, com a capacidade de tratamento de 45L/s, na fase inicial.

Este trabalho utilizou dados oficiais e disponibilizados na rede, para avaliar a proposição de um modelo de negócio, que além de viabilizar a coleta e tratamento de esgoto em regiões rurais e periurbanas, possibilita a criação de redes isoladas de distribuição de gás natural, abastecidas com o biometano gerado nestas ETEs.

Utilizando o modelo econômico-financeiro, ferramenta matemática de apoio utilizada nas revisões tarifárias ordinárias (RTO) da Arsesp para as concessionárias de gás canalizado, e para as empresas de saneamento, foi avaliada a viabilidade destes projetos.

Para a avaliação das redes de distribuição de gás canalizado utilizou-se os dados da 4ª RTO da Gás Brasileiro, especialmente, porque os dados do Projeto “Cidades Sustentáveis”, aprovado no terceiro ciclo regulatório, foi utilizado como base para a análise da viabilidade da construção de uma rede isolada abastecida com biometano.

Para a avaliação da produção de biometano a partir da estação de tratamento de esgoto foram utilizados dados do Projeto de Franca, assim como da ETE Mairinque. A modelagem

⁷³ [NOVOS NEGÓCIOS SABESP](#)

⁷⁴ O projeto conta com a tecnologia UBOX, que proporciona baixos custos operacionais, menos espaço ocupado e baixa exalação de odor. A tecnologia combina alta eficiência de tratamento biológico de esgoto com purificação de biogás, resultando em biometano. O sistema oferece um tratamento de esgoto em quatro passos: tratamento anaeróbio, tratamento aeróbio suplementar, clarificação secundária e purificação de biogás. Disponível em: [Seu Esgoto - Saneaqua](#)

econômica utilizou a ferramenta SIRET com os dados da Saneaqua Mairinque, BRK Ambiental, porque a estrutura da Sabesp não é comparável à de municípios rurais e periurbanos.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Introdução do Capítulo

Esse capítulo traz os resultados e discussões das duas perspectivas trabalhadas na Tese. Primeiramente temos os resultados da parte da metodologia analítica qualitativa onde se avaliou legislação específica, averiguando no caso do estado de São Paulo, se as normas são favoráveis à sinergia entre energia e saneamento.

A segunda parte dos resultados traz a avaliação de projetos de biometano através de dados obtidos no site da ARSESP.

6.2 Aplicação da metodologia do modelo regulatório

O modelo regulatório a que os serviços públicos de gás canalizado e saneamento básico estão submetidos é o de regulação discricionária, neste modelo cabe ao órgão regulador a revisão periódica da prestação do serviço, tanto no que diz respeito às tarifas, quanto aos parâmetros de qualidade e prestação dos serviços. Difere, por exemplo, da regulação contratual, na qual as tarifas são fixadas contratualmente, após licitação pública em que houve concorrência para a outorga da concessão, e que constitui cláusula econômico-financeira da contratação, que só pode ser alterada por consenso entre as partes.

Periodicamente a prestação dos serviços públicos de gás canalizado e de saneamento têm seus parâmetros revistos, o que tem por objetivo permitir (i) a prestação regionalizada, de forma que a tarifa definida abarque mais de um Município envolvido; e (ii) melhores condições aos usuários, de forma que a tarifa reflita sempre a realidade socioeconômica em que se insere.

O novo marco legal do saneamento, a Lei nº 11.445/2007, promove princípios fundamentais como a universalização do acesso e a efetiva prestação do serviço, e, também, a transparência e o controle social. O instrumento legal prescreve ainda a publicidade aos relatórios, estudos, decisões e demais atividades da regulação dos serviços como forma de garantir a manutenção dos direitos e deveres dos usuários.

Assim, a regulação ocupa posição notória, não apenas na garantia de níveis adequados de segurança, qualidade, regularidade e continuidade, mas como mecanismo de garantia de benefícios aos usuários em função de um serviço prestado através de monopólios naturais. Desta maneira, deliberações, neste estudo, são avaliadas juntamente com leis e decretos. Neste estudo foram analisadas as regulamentações federais, e do estado de São Paulo.

Sobre gás canalizado, na Constituição Federal de 1988 encontra-se a redação do Art. 25, que reza:

Os Estados organizam-se e regem-se pelas Constituições e leis que adotarem, observados os princípios desta Constituição. § 1º São reservadas aos Estados as competências que não lhes sejam vedadas por esta Constituição. § 2º Cabe aos Estados explorar diretamente, ou mediante concessão, os serviços locais de gás canalizado, na forma da lei, vedada a edição de medida provisória para a sua regulamentação. (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 5, de 1995).

Ademais, no nível federal, destaca-se o Decreto Federal nº 10.712/2021 dispondo que:

Art. 4º Conforme o disposto no § 2º do art. 3º da Lei nº 14.134, de 2021, para todos os fins, o biometano e outros gases intercambiáveis com o gás natural terão tratamento regulatório equivalente ao gás natural, desde que atendidas as especificações estabelecidas pela ANP.

E, em 21 de março de 2022, foi publicado o Decreto Federal nº 11.003, que institui a Estratégia Federal de Incentivo ao Uso Sustentável de Biogás e Biometano, com o objetivo de fomentar programas e ações para reduzir a emissões de metano, incentivar o uso de biogás e biometano como fontes renováveis de energia e combustível e contribuir para o cumprimento de compromissos climáticos.

Ainda, no âmbito federal, verifica-se a recente publicação do Decreto nº 11.075, de 19 de maio de 2022 para tratar dos procedimentos para a elaboração dos Planos Setoriais de Mitigação das Mudanças Climáticas, institui o Sistema Nacional de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa e altera o Decreto nº 11.003, de 21 de março de 2022.

O Ministério do Meio Ambiente (MMA) publicou em 22/03/2022 a Portaria MMA nº 71, que instituiu o Programa Nacional de Redução de Metano, com diversas medidas a serem implementadas, entre elas, destaca-se as linhas de crédito e financiamento específicas para a

implantação de biodigestores e sistemas de purificação de biogás, produção e compressão de biometano.

A portaria também prevê incentivos para a criação de corredores verdes para veículos pesados e a alavancagem da utilização ou desenvolvimento da tecnologia veicular. E, por fim, a Portaria prevê a desoneração tributária federal para infraestruturas relacionadas com projetos de biogás e biometano.

As Resoluções ANP nº 8/2015 e nº 685/2017 alocam a responsabilidade e os custos para o controle de qualidade do biometano ao produtor.

Do ponto de vista do estado de São Paulo, em 2009, foi promulgada a Lei Estadual nº 13.798, que instituiu a Política Estadual de Mudanças Climáticas (PEMC). Adiante, em 2012, por meio do Decreto Estadual nº 58.659, foi instituído o Programa Paulista de Biogás, com objetivo de incentivar a ampliação da participação de energias renováveis na matriz energética do Estado de São Paulo.

Em 26 de julho de 2017, após a Consulta Pública nº 07/2016, a Agência Reguladora de Serviços Públicos do Estado de São Paulo (Arseps), regulamentou as condições para a distribuição do biometano, pela rede de gás canalizado no estado de São Paulo, por meio da Deliberação nº 744/2017.

A Deliberação Arseps nº 744/2017, reforça que o fornecedor é responsável pela qualidade do gás até o Ponto de Recepção da concessionária. Do ponto de recepção até o consumidor, a responsabilidade passa a ser da concessionária. E, dispõe que a interconexão do produtor está condicionada à solicitação fundamentada do interessado, sendo necessário que haja viabilidade técnica e econômico-financeira da expansão do Sistema de Distribuição, desde a conexão do produtor até o usuário, para que este investimento seja reconhecido na tarifa, conforme estabelece o art. 15, da Deliberação Arseps nº 744/2017:

Nos casos em que for constatada a inviabilidade econômico-financeira usuários e fornecedores podem optar por arcar pela parcela economicamente não viável da obra, e viabilizar a conexão.

Observam-se, ainda as normas estaduais: (i) Deliberação ARSESP nº 1.055, de 08 de outubro de 2020; (ii) Deliberação ARSESP nº 1.061, de 06 de novembro de 2020; (iii) Deliberação ARSESP nº 1.151, de 09 de abril de 2021.

Nessa linha, a Deliberação ARSESP nº 1.055, de 08 de outubro de 2020, estabelece as condições e os critérios para a autorização da prestação dos serviços de distribuição de Gás Canalizado, por meio de projetos estruturantes de Rede Local, no âmbito do Estado de São Paulo.

A Deliberação ARSESP nº 1.061, de 06 de novembro de 2020 dispõe sobre as regras para prestação do Serviço de Distribuição de Gás Canalizado para os Usuários Livres, as condições para autorização do Comercializador, as medidas para fomentar o Mercado Livre de Gás Canalizado no Estado de São Paulo e revoga as Deliberações ARSESP Nº 230/2011, 231/2011, 263/2011, 296/2012, 297/2012 e 430/2013.

E, a Deliberação ARSESP nº 1.151, de 09 de abril de 2021 dispõe sobre o conteúdo da Conta de Gás a ser adotada pelas concessionárias de distribuição de gás canalizado do Estado de São Paulo e altera a Deliberação nº 732, de 06 de julho de 2017.

Em 20 de julho de 2021, por meio do Decreto nº 65.881, o estado de São Paulo aderiu às campanhas globais da ONU/UNFCCC, *Race to Zero* e *Race to Resilience*, com o compromisso de zerar as emissões líquidas de gases de efeito estufa (GEE) até 2050.

Dado esse cenário normativo, seja federal e estadual, a metodologia exposta na Tabela 6.1 apresenta os índices avaliativos para cada dimensão analisada e abarcada por cada um regramento.

Tabela 6.1- Metodologia de avaliação normativa do setor de energia

Esfera/Tipo	Regramento	<i>I_{estratégico}</i>	<i>I_{econômico}</i>	<i>I_{comercial}</i>	<i>I_{financeiro}</i>	<i>I_{gestão}</i>
Lei Federal	Lei 14.026	X	X			X
Decreto Federal	Decreto Federal nº 10.712/2021	X				X
Decreto Federal	Decreto Federal nº 11.003/2022	X	X		X	X
Decreto Federal	Decreto Federal nº 11.075/2022	X				X
Portaria MME	Portaria nº 71/2022	X	X	X	X	X
Resolução	ANP 8/2015					X
Resolução	ANP 685/2017					X
Lei Estadual	Lei 13.798/2009	X				X
Decreto Estadual	Decreto Estadual nº 58.659, de 2012	X	X			X
Decreto Estadual	Decreto Estadual nº 65.881, de 2012	X	X		X	X
Deliberação ARSESP	Deliberação nº 744/2017.	X			X	X
Deliberação ARSESP	Deliberação nº 1055/2020.	X	X	X	X	X
Deliberação ARSESP	Deliberação nº 1061/2020.	X	X	X	X	X
Deliberação ARSESP	Deliberação nº 1151/2021.					

Fonte: Elaboração própria

Por meio da Tabela 6.1, averigua-se que os regramentos analisados possuem índices adequados para a questão posta de acesso à energia e possibilidade de compartilhamento de infraestruturas essenciais com o setor de saneamento, inclusive, pode-se conciliar projetos com redes locais e aprimoramento do abastecimento de água e disponibilidade de rede de esgoto. Com isso, pode-se inferir que a legislação do setor de energia exerce um importante papel para possibilitar a ampliação do acesso ao saneamento básico.

Entretanto a legislação pouco atua no ambiente comercial, onde há necessidade de políticas públicas que incentivem o desenvolvimento do mercado e estabelecimento de tecnologias que estão em estágios mais avançados em outros países como Alemanha, França e Estados Unidos⁷⁵, por exemplo.

Primeiro, a complexidade e a falta de uniformização das questões de licenciamento ambiental as quais estão sujeitos os agentes do setor, que além de aumentar os custos de transação, dificulta a replicabilidade dos projetos.

O segundo empecilho é a grande complexidade da governança do setor devido à influência de regras de vários setores e entes federativos. Esse último problema afeta a convergência de programas ou medidas que incentivem o biogás, a coordenação das ações, o acesso a informações e agentes específicos e, principalmente, a consolidação de uma agenda nacional para o setor.

Entretanto, o aproveitamento energético de resíduos através da produção de biogás, e biometano, ainda é visto como uma inovação, ou uma opção tecnológica incipiente. A falta de conhecimentos específicos por diversos agentes inibe o desenvolvimento das atividades do setor de biogás no país. A incipiência do conhecimento é percebida ao longo da cadeia do biogás: desde falta de conhecimentos técnicos, como capacidade analítica de avaliação de potencial, escolhas de tecnologias, elaboração de projetos, até falta de conhecimento a respeito de fornecedores, fontes de financiamento, elaboração de contratos, atividades que devem ser reguladas pelo setor público e assim por diante (BEP, 2021).

⁷⁵ Atualmente, 35% da energia elétrica produzida na Alemanha vem de fontes renováveis. Desses, 8,1 % correspondem a biomassa, 57,4% a biogás e 5,3% a biometano. O upgrade do biogás em biometano foi incentivado. De acordo com a *Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V.* (FNR, 2020), o número de plantas de biometano na Alemanha subiu de 152 em 2013, correspondendo a 95.236 Nm³/h de biometano, para 212 (132.084 Nm³/h) em 2018. Na França, desde 2001, através do “*Renewable Energy Feed-in Tariffs (I)*”, mecanismos tarifários no país têm sido eficientes para incentivar o crescimento do biogás e biometano no país, atualmente, são 708 unidades produzindo biogás, com capacidade instalada de 470 MW, e mais 266 projetos, totalizando 77 MW, em fase de implementação. Atualmente, nos Estados Unidos, são 1.269 biodigestores anaeróbicos instalados em plantas de tratamento de efluente, sendo que 860 produzem energia elétrica (aproximadamente 20.280 GWh/ano) ou calor. Dessas plantas, cerca de 2% produzem biometano, totalizando 1.293 milhões m³/ano injetados na rede de gás natural do país, muito incentivos federais e locais são dados para incentivar o uso do combustível no setor de transportes. Nesse sentido, dois programas principais se destacam: *Renewable Fuel Standards Program* (RFS) e o *Low Carbon Fuel Standards (LCFS)* na Califórnia.

Assim, a limitação técnica impacta em maior ou menor grau diferentes agentes (públicos e privados), etapas da cadeia de biogás (gestão de resíduos, produção e uso do biogás) e setores. Embora a tecnologia seja percebida em alguns setores como inovação, é a falta de acesso ou compartilhamento das informações existentes que mantêm esta percepção, uma vez que já há centenas de projetos de biogás em operação em escalas comerciais.

Como resultado da baixa disseminação e assimetria de informação há dificuldade na implementação de projetos; informações essenciais não estão acessíveis às partes interessadas, dificultando a definição de modelos de negócios, entendimento dos diversos benefícios dos projetos de biogás e até mesmo a comprovação da viabilidade das soluções de biogás.

A imaturidade do mercado de biogás reflete em uma baixa competitividade dos projetos de biogás frente a outras energias; é perceptível a barreira de capital devido aos altos custos iniciais, e a dificuldade de definição de modelos de negócios considerando as regras de mercados atuais. Assim como a dificuldade de estabelecer contratos que sejam suficientes para mitigar o risco atribuído pelos investidores, tanto na garantia de fornecimento de resíduos, quanto relativo a garantias financeiras específicas (BEP, 2021).

A baixa disponibilidade de cadeias produtivas e serviços para biogás tende a interferir não só nos custos dos projetos, mas também na qualidade técnica destes.

Desta forma, a baixa atratividade ou competitividade dos projetos de biogás é uma consequência de uma série de fatores, como percepção de risco no financiamento, regras de mercados não adequadas, importação de equipamentos e mesmo falta de mão de obra qualificada.

No estudo sobre barreiras ao biogás no Brasil, o BEP (2021) indica que entre os agentes de biogás há a percepção de que o principal fator que impede o desenvolvimento do mercado é o financeiro. Indicando a necessidade de alinhamento das condições de financiamento para o setor (BEP, 2021).

A portaria do MME nº 71 é promissora, pois atua na criação de condições especiais para o financiamento do setor de biogás e biometano. Assim como prevê incentivos no desenvolvimento de tecnologias e projetos tão essenciais para o amadurecimento da cadeia mercadológica do biometano.

6.3 Avaliação de projetos de biometano

O enfoque deste estudo se concentra nas comunidades rurais e periurbanas, as quais por apresentarem, em geral, baixa densidade populacional, comprometem a diluição dos custos para a implantação de sistemas de coleta, afastamento e tratamento de esgoto, reduzindo a viabilidade técnica e operacional de tais soluções.

A receita obtida com a comercialização do biometano é um incremento que pode subsidiar a construção da rede de coleta e dos sistemas de tratamento de esgoto.

Por outro lado, a oferta de biometano nestas regiões pode viabilizar o acesso a uma fonte adequada de energia, renovável, sustentável e capaz de possibilitar o desenvolvimento destas regiões, muitas vezes marginalizadas nas políticas públicas.

Os investimentos públicos no setor de saneamento são ainda a principal fonte de recursos para estas regiões, mas são insuficientes e não permitirão a implementação de soluções integradas e mais robustas. A atuação do poder concedente é primordial para permitir o arranjo institucional necessário para a implementação deste tipo de solução.

Ambos os ambientes são altamente regulados, o que possibilita a viabilidade de projetos com este viés a partir da própria regulação, como pode ser observado no caso de Cidades Sustentáveis. Neste projeto, a concessionária GasBrasiliano implementa a construção de uma rede de distribuição isolada, para viabilizar o fornecimento de biometano aos usuários de gás canalizado.

O projeto, que visa a interiorização do uso do gás, parte da construção de um subsistema de distribuição isolado, no município de Presidente Prudente/SP, dentro da área de concessão da GasBrasiliano. Inovador, o projeto superou a barreira da ligação com os gasodutos de transporte, dado que a distância inviabilizava economicamente a ligação ao gasoduto principal, a curto ou mesmo médio prazo. A possibilidade da implementação de um gasoduto virtual da produção ao duto principal mostrava-se igualmente inviável devido aos custos de transporte pelo modal rodoviário.

O subsistema isolado será abastecido a partir da planta de produção de biometano construída pela Usina Cocal, na sua unidade de Narandiba, que gera biometano a partir da torta de filtro e da vinhaça.

Como dito, o projeto Cidades Sustentáveis é resultado da expertise da Agência reguladora e da concessionária GasBrasiliano no desenvolvimento das Redes Locais de Gás no Estado, com a particularidade de que este subsistema não será abastecido por GNC e não tem previsão de tempo para se interconectar com o Sistema de Distribuição da Concessionária, tratando-se, portanto, de um projeto estruturante e não de uma rede local.

A Unidade de Narandiba possui capacidade de moagem superior a 5 milhões de toneladas de cana de açúcar/ano e potencial de produção de 25.000 m³/dia de biometano.

Os investimentos previstos para o projeto, apresentados na 4ª RTO da GasBrasiliano, à época de sua aprovação pela Arsesp, aproximavam-se de R\$ 30 mi (trinta milhões de reais), divididos em construção do trecho de 52 km de tubulação em aço, para a ligação entre a usina e a cidade de Presidente Prudente/SP e mais 13 km de dutos Polietileno de alta densidade (PEAD), para a ligação até os usuários finais.

Desta forma, o investimento faz parte da Base de Remuneração Regulatória (BRR) da concessionária, sendo seus custos incorporados na tarifa de todos os usuários da concessão.

Na figura 6.1 é apresentado um resumo esquemático do Projeto Cidades Sustentáveis, com a produção do biometano na Unidade de Narandiba da Usina Cocal.

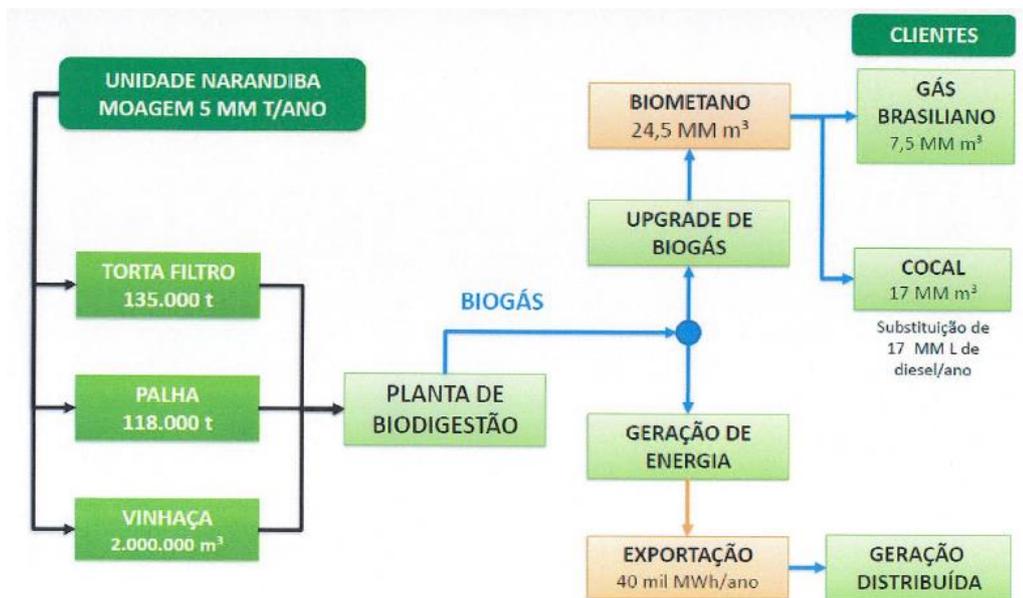
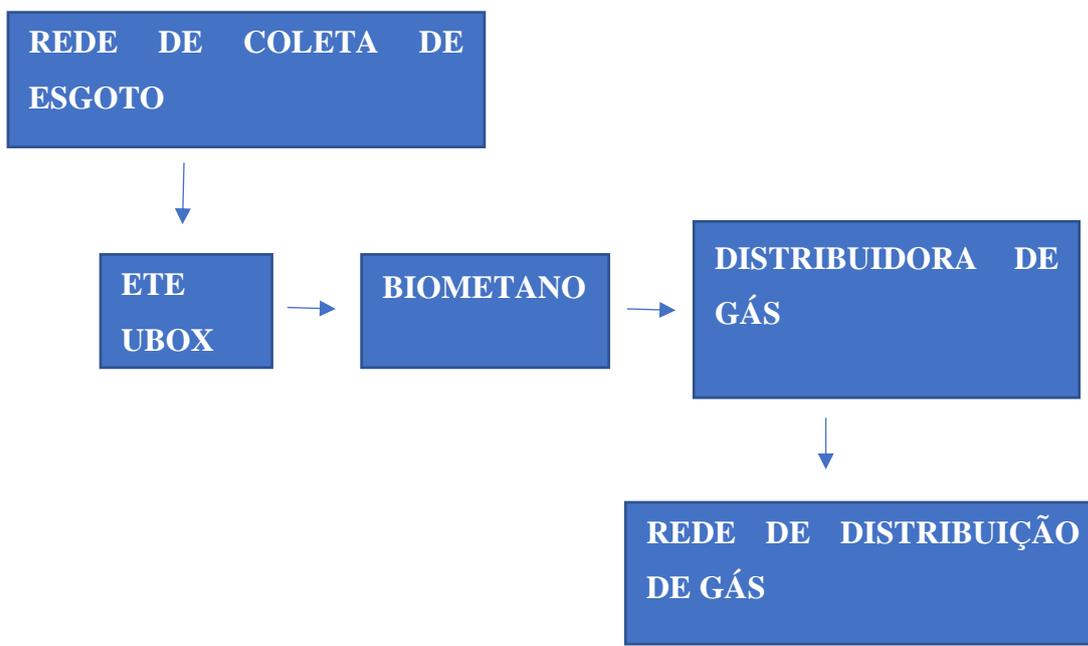


Figura 6.1 - Esquema de produção de biometano e rede de distribuição local (anual) - Cidades Sustentáveis.

Fonte: Arsesp, 2022

Modelo proposto

O modelo proposto é que o esgoto gerado na comunidade seja coletado e tratado em uma estação de tratamento de esgoto com sistema UBOX e o biometano, resultado do tratamento, seja distribuído através de um sistema de distribuição de gás canalizado, conforme esquema apresentado na figura 6-2, a seguir:



Considerando os dados dos projetos de beneficiamento de biogás, da Sabesp em Franca e da Saneaqua, em Mairinque, foi elaborada uma análise de viabilidade econômica. O projeto da Sabesp é resultado de uma parceria entre Sabesp e Instituto Fraunhofer de Stuttgart, que forneceu o aporte tecnológico, resultado da experiência em projetos de produção de biometano.

Foi implantado na ETE Franca com capacidade de tratar até 750 L/s. A produção média atual de biogás em seus digestores anaeróbios de lodo (sendo 67-75% de metano) está em torno de 3.000 Nm³/dia. A unidade de beneficiamento instalada tem capacidade de tratar 120 Nm³/h de biogás (2.880 Nm³/dia) e de produzir de 1.500 a 1.700 Nm³/h de biometano.

Já o projeto da Saneaqua, contou com investimento de R\$ 32 milhões, e isto envolve a construção de toda a Estação de tratamento de esgoto, com capacidade de tratar 45 litros por segundo.

Análise dos dados

Os valores de investimento da rede local, no caso das Cidades Sustentáveis, envolveram um investimento de R\$ 29.941.643,00, como pode ser observado na discriminação do CAPEX, figura 6-3. O volume de biometano é de 7,5 MMm³ conforme apresentado na figura 6.3.

CAPEX: Imobilizações anuais

Expansão	41.966.575	4.369.185	46.641.607	24.651.193	72.984.184
PROJETO CATANDUVA	34.785.596	-	-	-	-
PROJETO SÃO SIMÃO	-	-	-	22.132.089	-
PROJETO ORLÂNDIA	-	-	4.484.655	-	71.206.942
PROJETO LENÇÓIS PAULISTAS	-	-	4.965.504	-	-
EXPANSÃO INDUSTRIAL VEGETATIVA	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000
PROJETO BEBEDOURO (REDE LOCAL - ETAPA I)	-	-	4.816.375	-	-
PROJETO BIOMETANO - PRES. PRUDENTE	-	-	29.615.220	336.423	-
PROGRAMA EXPANSÃO MERCADO URBANO	6.180.979	3.369.185	1.759.854	1.182.681	777.242
Melhoria Operacional	2.832.810	7.100.256	7.054.567	1.012.208	430.411
PROGRAMA DE REFORÇO DE REDE	2.832.810	3.113.838	-	512.665	380.411
PROJETO TRAMOS MEDIÇÃO	-	2.176.861	-	-	-
PROJETO SUPERVISÓRIO	-	-	383.061	169.543	-
PROJETO TELEMETRIA	-	-	806.812	-	-
PROJETO ODORIZADORAS	-	-	5.777.591	-	-

Figura 6.3 - Capex GBD - 4ª RTO

O resultado da margem média máxima da GBD na 4ª RTO, calculada a partir do fluxo de caixa, foi de $p(0) = 0,5696$ (R\$/m³). conforme, apresentado na figura 6-4

FLUXO DE CAIXA DESCONTADO

Discriminação	Componentes da Fórmula	Valor Presente	Ciclo Tarifário - R\$ mil (nov/19)				
		nov/19	2019/2020	2020/2021	2021/2022	2022/2023	2023/2024
Volume Faturado - (1.000 m³)	VF	1.139.144	223.959	249.653	358.947	324.090	338.715
(+) Receita Requerida Direta -> Tarifária	RRD	648.027	127.562	142.196	204.447	184.593	192.924
(+) Receitas Correlatas	ORC	12	3	3	3	3	4
(+) Receitas Acessórias	ORA	-	-	-	-	-	-
(+) Receitas Atividades Extra-Concessão	OREC	-	-	-	-	-	-
(+) Receitas TUSD	ML	-	-	-	-	-	-
(+) Receitas TUSD-Específica	MLE	-	-	-	-	-	-
(-) Despesas Operacionais	PMSO	203.860	49.272	52.883	52.386	54.657	54.688
(-) PDD	PDD	3.929	772	861	1.238	1.118	1.168
(-) P&D C&R	PDRCR	1.622	319	355	511	461	482
(-) Taxa de Regulação e Fiscalização	TFR	10.649	2.094	2.334	3.355	3.030	3.166
(-) Obras civis	OC	862	-	608	456	-	-
(-) Imposto de renda/Contrib. Social	IRCS	116.021	18.834	22.000	41.951	34.573	36.456
(-) Investimentos	CAPEX	167.306	47.810	13.816	54.566	27.631	77.873
(-) Variação do Capital de Giro	VarWK	4.589	-4.002	2.342	9.961	-3.177	1.333
(-) Base de Capital Inicial	BRRL0	560.648	-	-	-	-	-
(+) Base de Capital Final	BRRLt	420.647	-	-	-	-	650.358
= Livre Fluxo de Caixa + Bdk		-560.648	12.465	47.000	40.024	66.304	668.118
= Livre Fluxo de Caixa + Bdk (Descontados)		-560.648	11.425	39.483	30.816	46.790	432.134

Valor Presente Líquido =	0	Margem Média Máxima - P0 (R\$ / m³)		
Taxa Interna de Retorno (TIR) =	9,11%	Calculado	Atual	Varição
		0,5696	0,5728	-0,5575%

Figura 6.4 - Fluxo de caixa GBD - 4ª RTO.

Quando retira-se o valor do projeto cidades sustentáveis do Capex e da receita projetada, relacionada ao volume de biometano projetado, temos um resultado de $p(0) = 0,5638$, o que significa que o Projeto Cidades Sustentáveis é menos vantajoso do que os demais investimentos da base de ativos regulatórios. Entretanto, alguns fatores justificam este valor, especialmente,

a limitação do sistema de distribuição, que condiciona o tamanho da oferta na localidade. Além disso, a distância dos demais subsistemas da concessionária não possibilita o aproveitamento da totalidade do potencial da planta produtora de biometano.

E, a utilização do SIRET para análise, não necessariamente aponta para a viabilidade do projeto, uma vez que apenas pode fornecer um comparativo deste investimento com os demais já existentes na base regulatória de ativos remunerados.

Para analisar o caso, com o foco nos sistemas de tratamento de esgoto, determinou-se o potencial de produção de biometano, o seu custo, e foi realizada uma comparação deste custo com os preços de referência do gás natural divulgados pela ANP⁷⁶. A diferença destes dois valores é usada para analisar o quanto a venda deste combustível poderia subsidiar na atividade de coleta e tratamento de esgoto, tabela 6.2.

Tabela 6.2 - Análise de Franca

Análise de Franca	
Consumo Franca (10% da capacidade)	45.000
Vol. Franca/Ano	450.000
Vol. Franca 30 anos (idade ativo)	13.500.000,00
R\$ investidos Franca	7.500.000,00
R\$/m³ Produzido Franca	0,018519
Preço referência do gás ANP maio-2022	2,01718
Margem	1,998661
Receita	26.981.930,00
Diferença	19.481.930,00
Receita por ano	1.116.666,67

Fonte: elaboração própria.

Desta maneira observa-se um excedente de R\$ 19 milhões que podem ser investidos na ampliação da rede de coleta de esgoto e tratamento. Não é valor suficiente para subsidiar a rede e a estação de tratamento de esgoto, já com o sistema de produção e purificação do Biogás. Mas representa um subsídio que pode ser importante na viabilidade destes serviços nestas regiões.

⁷⁶ [precos-de-referencia-do-gas-natural-05-de-2022.xlsx \(live.com\)](#)

A partir da análise de impacto tarifário que este investimento poderia trazer, pode-se analisar economicamente o valor que a comercialização do biometano resultante do tratamento de esgoto pode subsidiar a atividade de saneamento.

Novamente, com o auxílio da ferramenta SIRET, observa-se o impacto destes valores sobre índice de reposicionamento tarifário da Saneagua. Esta aproximação, embora não seja exata é a mais adequada em vista da distância da base de ativos regulatórios da Sabesp com as demais empresas de saneamento do Brasil, e entendendo que o foco do estudo são regiões rurais e periurbanas, a utilização do modelo com o modelo econômico-financeiro da Sabesp tornar-se ainda mais inadequada.

Na figura 6.5, é apresentado o resultado da 2ª RTO da Saneagua Mairinque, o índice de reposicionamento tarifário foi de 25,02%.

Valor Presente do FCD =>	-0,00	TIR Contratual =>	8,85%	Prazo Concessão =	40	anos
Índice de Reposicionamento Tarifário =>	25,0218%	TIR Calculada =>	8,85%			

Figura 6.5 - SIRET - Mairinque - Saneagua - RTO -2019

O índice de reposicionamento tarifário é recalculado, agora considerando o investimento inicial para a produção de biometano a partir da estação de tratamento, e, considerando a receita adicional com a comercialização do biometano produzido. O novo índice tarifário é apresentado na figura 6-6.

Valor Presente do FCD =>	-0,00	TIR Contratual =>	8,85%	Prazo Concessão =	40	anos
Índice de Reposicionamento Tarifário =>	22,7002%	TIR Calculada =>	8,85%			

Valor Receita Sem reposicionamento

Figura 6.6 - SIRET - Mairinque Saneagua com valores de investimento e receita com a comercialização de biometano produzido na estação de tratamento.

O valor do índice de posicionamento teve um decréscimo de 9,2%, passou a ser de 22,7%. O que representa que os investimentos realizados e as receitas geradas poderiam subsidiar a toda a operação de tratamento e distribuição de água, além da coleta e tratamento de esgoto daquele município em 9,2% de seu valor original.

O que comprova o efeito positivo de subsídio que o projeto pode promover para a atividade de saneamento. Além de todos os benefícios sociais e ambientais.

Conclusões

A questão do acesso à energia elétrica no meio rural tem sido uma das principais bandeiras dos movimentos de inclusão social. Reconhecer, entretanto, que a estratificação da sociedade brasileira – explicitada, entre outros aspectos, pela existência excluídos dos serviços públicos, acarreta um enorme prejuízo à sociedade como um todo – não é uma tarefa trivial. Os programas de eletrificação rural, como Luz no Campo, encontraram na componente econômica uma barreira quase intransponível para o seu sucesso. Embora tais programas tenha alcançado um significativo avanço, há importantes contingentes de desatendidos.

O pensar em uma política de universalização do acesso, considerando, sobretudo a restrita perspectiva de leis de mercado que vão na direção que tais serviços devam ser pagos por quem deles usufrui, é ignorar o quanto, dentro de uma sociedade desigual tais leis, se vistas sobre uma perspectiva tão restrita se mostram necessariamente insuficientes para levar um país a um nível de bem-estar que se possa chamar de economicamente socialmente desenvolvido.

Do mesmo modo, entender programas de inclusão como programas de assistencialismo é desrespeitar os direitos que um grupo de pessoas tem ao participar de uma sociedade. Certamente, tais direitos, reconhecidos como necessidade compartilhada por todos, não podem ser encarados apenas como um ônus de uma parcela que tem tido continuamente seus direitos garantidos.

Neste sentido, é possível reconhecer que pressão estritamente econômica, relativa à preocupação com custos e com o endividamento do Estado, precisou ser deixada em segundo plano no momento da formulação do Luz para Todos. Porém, após se atingir um certo nível de acesso, o processo mobilização para que se atinja 100% de acesso parece ter arrefecido. Conforme visto neste trabalho, ainda há um grande contingente populacional que desse acesso, especialmente de uma política de universalização do acesso à energia elétrica no meio rural.

Além dos movimentos sociais, constatou-se, ao longo desta pesquisa, que os principais atores que influenciam as políticas públicas do setor são as concessionárias e cooperativas de energia elétrica. Com as transformações ocorridas no setor ao longo dos anos 1990, o grupo das concessionárias se divide em um conjunto expressivo de empresas privadas e um grupo

remanescente de empresas estatais prestadoras de serviços, juntando-se a esses, as cooperativas de eletrificação rural.

Desde 2002, o aparato legal brasileiro previa a obrigatoriedade da universalização do acesso ao serviço de energia elétrica. Entretanto, não se verificou no momento da formulação do Programa Luz para Todos uma pressão por parte de nenhum desses atores a favor da universalização do acesso à energia elétrica no meio rural. Talvez a principal razão para este fato seja a constatação de que os futuros beneficiários do Programa em concepção seriam populações dispersas por todas as regiões do país, o que poderia levar a uma baixa rentabilidade na prestação desse serviço.

Nesse sentido, pode-se afirmar que a “negação” do Direito de Acesso à Energia compromete o desenvolvimento produtivo e a inclusão social. As experiências analisadas mostram como o Planejamento Energético focado exclusivamente no acesso à eletricidade não satisfaz às demandas crescentes de todos os grupos sociais, inclusive dos mais carentes, uma vez que acesso à energia não é sinônimo de acesso à energia intermitente, nem exclusivamente acesso à energia elétrica, ignorando que as necessidades energéticas incluem energias de qualidade e advindas de outras formas, não apenas na eletricidade.

Muitas vezes, ao encarar do problema de forma assistencialista, os principais tomadores de decisões de planejamento energético podem tender a escolher caminhos que comprometam o acesso à energia, em relação à qualidade do serviço, resvalando na falta de segurança energética aos contingentes populacionais atendidos com soluções muitas vezes precárias. Do mesmo modo, é preciso levar em conta que a inclusão de outros objetivos, como a descarbonização da economia a qualquer custo – com o impedimento da utilização de combustíveis fósseis nos locais onde tais combustíveis se mostrem praticamente as únicas soluções viáveis de um atendimento digno e seguro – pode servir para perpetuar uma condição de exclusão a despeito dos investimentos empregados, como, conforme visto, foi o caso do PRODEEM.

Embora haja uma vantagem social na adoção e no desenvolvimento de fontes alternativas de energia renováveis, há também a sustentação de uma ideia equivocada de que pode se resolver o problema das emissões de gases de efeito estufa alterando-se as fontes de energia, sem, no entanto, modificar o modo de produção e consumo. Ainda pior, alimenta-se a

ideia falsa de que existem fontes de energia que não provoquem em qualquer escala um desgaste ambiental, ou seja, que não tenham externalidades negativas.

A avaliação dos benefícios que a inclusão energética trouxe, não apenas aos que foram atendidos pelos programas de universalização, mas à toda a sociedade brasileira, pode mostrar o quanto a inclusão social é enriquecedora ao país. Expandir a infraestrutura de energia a localidades até então desatendidas funciona como se se tivesse agregado um novo território ao país, fornecendo a estes cidadãos possibilidades de ampliar sua capacidade produtiva e de consumo, agregando diversidade cultural e ampliando o potencial de criatividade e produtividade do país. Nesse âmbito vale destacar que a viabilização da agricultura familiar como uma atividade economicamente viável pode agregar PIB ao país levando a um resultado superior e mais sustentável.

O desafio da universalização dos serviços públicos é objeto de uma série de normas dos setores de infraestruturas, como visto no setor de energia brasileiro, políticas públicas e programas foram desenvolvidos ao longo das últimas décadas para ampliar o acesso à energia. Mais recentemente, em 2020, por meio da Lei 14.026, o setor de saneamento básico foi colocado como estratégico em termos de universalização.

Assim, tendo em vista que o setor de energia já alcançou um grau mais avançado de universalização, discutiu-se neste trabalho como esse setor poderia gerar benefícios à universalização no setor de saneamento. E isso pode ser observado através de proposições e experiências reais de compartilhamento de infraestrutura, que podem ser replicadas com potenciais ganhos em regiões mais periféricas e rurais, as quais perfazer a maioria das regiões mais carentes dessas infraestruturas.

Assim, essa pesquisa explorou as sinergias existentes entre os setores de energia e saneamento. Dessa forma, o trabalho partiu de uma metodologia que iniciou-se com a avaliação da legislação do setor de energia para verificar se haveria convergências em prol de mecanismos de compartilhamento destas redes.

Através de uma análise qualitativa das regulações do setor de energia, foram definidos indicadores qualitativos, com o intuito de se visualizar o grau de favorecimento de determinado regramento em relação à proposta de compartilhamento.

Sendo ambos os setores, de energia e de saneamento, amplamente regulados, constatou-se que muitos projetos poderiam ser viabilizados com a atuação dos agentes do setor, como concessionárias, agências reguladoras e sobretudo através de incentivos e regras interpostas pelo poder concedente. Observou-se, ademais que, no modelo regulatório de São Paulo, há um exemplo a ser seguido, sobretudo no que tange às deliberações ARSESP nº744/2017 e nº 1.055/2020. A primeira normativa, de 2017, foi precursora no estabelecimento de condições para a viabilização de que o biometano produzido fosse intercambiável e pudesse ser injetado na rede de gás canalizado. Já a segunda de 2020, estabeleceu as condições e os critérios para a autorização da prestação dos serviços de distribuição de gás canalizado por meio de *projetos estruturantes de rede local*, no âmbito do Estado de São Paulo.

Igualmente, constata-se um movimento positivo a partir do Decreto nº 11.003/2022, o qual institui, a nível federal, uma política pública de incentivo ao uso sustentável de biogás e biometano com os objetivos de incentivar programas e ações para reduzir as emissões de metano. Assim, o fomento ao uso de biogás e biometano são tratados como fontes *alternativas* de energia, e combustíveis capazes de contribuir para o cumprimento dos compromissos ambientais assumidos pelo país.

A Portaria MMA nº 71/2022, que instituiu o Programa Nacional de Redução de Metano, toca em um ponto fundamental para o fomento de projetos deste tipo no país. Tal aspecto, conforme visto diz respeito à criação de linhas e condições especiais de financiamento específicas para a implantação de biodigestores e sistemas de purificação de biogás, produção e compressão de biometano, o que irá favorecer a inclusão de regiões periféricas e rurais.

Já a análise econômica demonstrou que embora projetos de redes locais de biometano ainda não sejam tão competitivos quanto os projetos já presentes na base de ativos regulatórios das empresas, estes projetos possuem viabilidade econômica. Assim sendo tais projetos devem ser considerados. Ademais deve-se levar em conta os benefícios que podem ser incorporados, como, por exemplo, a geração de créditos de carbono, o consequente auxílio ao cumprimento de metas nacionais, regionais ou mesmo corporativas, além do fortalecimento de uma cadeia de produção circular na qual os resíduos tornam-se produtos com valor agregado, diminuindo a emissão de GEE, reduzindo a necessidade de locais para a destinação de resíduos, cujo volume

será menor após a extração de energia dos mesmos, evitando, por fim, a contaminação de corpos hídricos, entre outros benefícios.

A análise para o setor de saneamento mostrou que projetos biometano podem subsidiar projetos voltados à coleta e tratamento de esgoto, assim como de tratamento e distribuição de água. Desse modo os projetos de biometano podem fazer a diferença para avançar com a universalização do atendimento de qualidade em localidades rurais e periféricas. A implantação de uma rede local de distribuição de gás, utilizando-se o biometano, fornece a estas localidades uma fonte renovável, adequada e eficiente de energia, contribuindo para o desenvolvimento regional ao ampliar a oferta de energia em tais regiões.

Neste contexto, esta pesquisa procurou contribuir com a compreensão e forma de lidar com o problema do acesso a infraestruturas básicas, através de uma análise e da reflexão das possibilidades obtidas através do compartilhamento de redes de distintos serviços, notadamente energia e saneamento, dentro da perspectiva dos ODS 6, 7 e 13.

Referências

ABIOGÁS, Associação Brasileira de Biogás e Biometano. Nota Técnica: O potencial brasileiro de biogás. São Paulo: ABiogás, 2020. Disponível em: https://abiogas.org.br/wp-content/uploads/2020/11/NOTA-TECNICA_POTENCIAL_ABIOGAS.pdf

ABIOGÁS. Proposta de Programa Nacional do Biogás e do Biometano-PNBB. São Paulo: ABIOGÁS, 2018.

ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020. São Paulo: ABRELPE, 2020. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama-2020/> ANA, Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas / Agência Nacional de Águas, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília: ANA, 2017. Disponível em: http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/ATLASESGOTOSDespoluicaoodeBaciasHidrograficas-ResumoExecutivo_livro.pdf

AGARWAL, Bina. “Gender inequality and food security: How far can SDG 5 take us?” Sustainability and Development Conference. University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, USA, 2018.

ALFORD, John; HEAD, Brian W. Wicked and less wicked problems: a typology and a contingency framework. Policy and Society, [s. l.], v. 36, n. 3, p. 397–413, 2017.

ANA, Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Atlas Esgotos - Estações de Tratamento de Esgoto (2013) - Planilha de dados. Brasília: ANA, 2013. Disponível em: https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/1d8cea87-3d7b49ff-86b8-966d96c9eb01/attachments/ATLAS_Esgotos_Tabela_ETEs_2013.xlsx

ANP. Resolução ANP No 685 DE 29/06/2017. nacional. Rio de Janeiro: 2017.

ANP. Resolução ANP No 8, de 30.1.2015. Brasília: Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 02 de fev., 2015. p. 7. Disponível em: <https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-8-2015?origin=instituicao&q=biometano>. Acesso em: 16 jul. 2021.

ANP. Resolução ANP nº 8/2015. Disponível em <http://www.anp.gov.br/>. Acesso em: 09 abr. 2022.

ANP. Resolução ANP nº 8/2015. Disponível em <http://www.anp.gov.br/>. Acesso em: 09 abr. 2022.

ANP. Resolução nº 685/2017. Disponível em <http://www.anp.gov.br/>. Acesso em: 09 abr. 2022.

ANP. Resolução nº 685/2017. Disponível em <http://www.anp.gov.br/>. Acesso em: 09 abr. 2022.

ARSESP. Deliberação nº 1.055, de 08 de outubro de 2020. Disponível em: <http://www.arsesp.sp.gov.br/SitePages/legislacao.aspx>. Acesso em 09 abr. 2022.

ARSESP. Deliberação nº 1.055, de 08 de outubro de 2020. Disponível em: <http://www.arsesp.sp.gov.br/SitePages/legislacao.aspx>. Acesso em 09 abr. 2022.

ARSESP. Deliberação nº 1.061, de 06 de novembro de 2020. Disponível em: <http://www.arsesp.sp.gov.br/SitePages/legislacao.aspx>. Acesso em 09 abr. 2022.

ARSESP. Deliberação nº 1.061, de 06 de novembro de 2020. Disponível em: <http://www.arsesp.sp.gov.br/SitePages/legislacao.aspx>. Acesso em 09 abr. 2022.

ARSESP. Deliberação nº 1.151, de 09 de abril de 2021 Disponível em: <http://www.arsesp.sp.gov.br/SitePages/legislacao.aspx>. Acesso em 09 abr. 2022.

ARSESP. Deliberação nº 1.151, de 09 de abril de 2021 Disponível em: <http://www.arsesp.sp.gov.br/SitePages/legislacao.aspx>. Acesso em 09 abr. 2022.

ARSESP. Deliberação nº 744/2017. Disponível em: <http://www.arsesp.sp.gov.br/SitePages/legislacao.aspx>. Acesso em 09 abr. 2022.

ARSESP. Deliberação nº 744/2017. Disponível em: <http://www.arsesp.sp.gov.br/SitePages/legislacao.aspx>. Acesso em 09 abr. 2022.

BANCO MUNDIAL - The World Banks role in the Electric Power Sector, chapter 2: Recent Experience. Washington, 1993, pp.19-33.

BANCO MUNDIAL. The World Banks role in the Electric Power Sector, chapter 4: New Approches to Power Sector Development. Washington, 1993, pp. 39-54.

BARROS, Talita Delgrossi. Biogás. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fb123vn102wx5e00sawqe3qf9d0sy.html>.

BAYRAKDAR, Alper; SÜRMELE, Recep Önder; ÇALLI, Baris. Dry anaerobic digestion of chicken manure coupled with membrane separation of ammonia. *Bioresource Technology*, v. 244, n. August, p. 816–823, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.08.047>

BERGEK, Anna et al. Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: a scheme of analysis. *Research Policy*, [s. l.], v. 37, n. 3, p. 407–429, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.12.003>

BERMANN, Célio. Análise política da questão energética e ambiental - PEN5027: 6a. aula-25/10: A MERCADORIA ENERGÉTICA E A PRIVATIZAÇÃO. 20 sep. 2018, 13 dec. 2018. Notas de Aula.

Biogás no Brasil: Barreiras e recomendações para o desenvolvimento do setor. Programa de Energia para o Brasil – BEP (Brasil). Relatório Técnico i17 001:2021. São Paulo/SP: Instituto 17, 2021.

BOBBIO, Norberto - "A grande dicotomia: público/privado" in *Estado, Governo, Sociedade: para uma teoria geral da política*. Rio de Janeiro, Ed. Paz e Terra, 1987, pp.13-31.

BRASIL, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Probiogás. Guia Técnico de Aproveitamento Energético de Biogás em Estações de Tratamento de Esgoto. Brasília:

Ministério das Cidades, 2015. Disponível em: <https://www.giz.de/en/downloads/probiogas-guia-etes.pdf>

BRASIL. (2007). Lei 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2007/lei-11445-5-janeiro-2007-549031-norma-actualizada-pl.pdf>>

BRASIL. (2019). Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB). Coordenação: Ministério do Desenvolvimento Regional. Brasília – DF

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Distrito Federal: Senado Federal, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>. Acesso em: 10 jan. 2019.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. 1988. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em 09 abr. 2022.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. 1988. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em 09 abr. 2022.

BRASIL. Decreto Federal nº 10.712/2021. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/>. Acesso em: 09 abr. 2022.

BRASIL. Decreto Federal nº 10.712/2021. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/>. Acesso em: 09 abr. 2022.

BRASIL. Decreto Federal nº 11.003. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/>. Acesso em: 09 abr. 2022.

BRASIL. Decreto Federal nº 11.003. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/>. Acesso em: 09 abr. 2022.

BRASIL. Decreto Federal no 4.873. Institui o Programa Nacional de Acesso e Uso da Energia Elétrica “Luz Para Todos” e dá outras providências. Diário Oficial da União [República Federativa do Brasil], Brasília, DF, 12 de nov. 2003.

BRASIL. Decreto Federal no 6.442. Da nova redação ao artigo no 1 do decreto no 4.873, de 11 nov. 2003, [...] para prorrogar o prazo ali referido. Diário Oficial da União [República Federativa do Brasil], Brasília, DF, 28 abr. 2008.

BRASIL. Decreto Federal no 7.324. Dá nova redação ao art. 1o do Decreto no 4.873, de 11 de novembro de 2003, que institui o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica. Diário Oficial da União [República Federativa do Brasil], Brasília, DF, 6 ago. 2010.

BRASIL. Decreto Federal no 7.520. Prorrogação do Programa Luz Para Todos, até o ano 2014, em todo o país. Diário Oficial da União [República Federativa do Brasil], Brasília, DF, 11 jul. 2011.

BRASIL. Decreto Federal no 8.387. Altera o Decreto no 7.520, 8 jul. 2011, que institui o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica. Diário Oficial da União [República Federativa do Brasil], Brasília, DF, 31 dez. 2014.

BRASIL. Decreto nº 11.075, de 19 de maio de 2022. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/>. Acesso em: 09 abr. 2022.

BRASIL. Decreto nº 11.075, de 19 de maio de 2022. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/>. Acesso em: 09 abr. 2022.

BRASIL. Decreto Presidencial sem número. Institui o Programa Nacional de Eletrificação Rural Luz no Campo e dá outras providências. Diário Oficial da União [República Federativa do Brasil], Brasília, DF, 3. dez. 1999.

BRASIL. Lei Federal nº 10.438. Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Proinfa e a CDE e dispõe sobre a universalização do serviço público de energia elétrica [...]. Diário Oficial da União [República Federativa do Brasil], Brasília, DF, 29 abr. 2002.

BRASIL. Lei Federal Nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995. Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal, e dá outras providências. Disponível em: L8987compilada (planalto.gov.br). Acesso em: agosto de 2021.

BRASIL. LEI Nº 14.026, DE 15 DE JULHO DE 2020. (2020) 9 Possetti, G. R. C.; Requião, G. M. O futuro do saneamento na valorização do esgoto. Portal Saneamento Básico (2018). Disponível em: <https://www.saneamentobasico.com.br/saneamento-valorizacao-esgoto/>.

BRASIL. Lei nº Lei 14.026/2020. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/>>. Acesso em: 09 abr. 2022.

BRASIL. Lei nº Lei 14.026/2020. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/>>. Acesso em: 09 abr. 2022.

BRESSANI, Ribeiro, Thiago; Mota, Cesar; Chernicharo, Carlos. Brazilian boost for a circular sanitation paradigm shift. Source (2020). Disponível em: <https://www.thesourcemagazine.org/brazilian-boost-for-a-circular-sanitation-paradigm-shift/>.

BUZZO, Bruna. Objetivos para o desenvolvimento sustentável: o que são os ODS? Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/6149-objetivos-para-o-desenvolvimento-sustentavel-o-que-sao-os-ods-onu.html>. Acesso em: 14 jun. 2019.

CAMARGO, Ednaldo José Silva de. Programa Luz para Todos: em busca de uma política de Estado autossustentável. Tese de Doutorado. Orientador: Fernando Selles Ribeiro. IEE-USP. São Paulo, 2015.

CENTRO DE PESQUISA DE ENERGIA ELÉTRICA - CEPEL. PRODEEM- Programa para o Desenvolvimento de Energia nos Estados e Municípios – informativo. Rio de Janeiro, sem data. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/periodicos/informe_prodeem.pdf. Acesso em 10 de jan. de 2019.

CH4 SOLUTIONS. Documentos internos - Potencial de produção de biogás. Castro - PR. 2020.

CIBIOGÁS, Centro Internacional de Energias Renováveis - Biogás. Produção de biogás a partir da biodigestão de dejetos suínos em fase de terminação no Oeste do Paraná. Foz do Iguaçu/PR, 2018.

CIBIOGÁS, Centro Internacional de Energias Renováveis - Biogás. Produção de Biogás a partir de Dejetos da Bovinocultura de Leite e Corte. Foz do Iguaçu: CIBiogás, 2019. Disponível em: www.cibiogas.org

CNA. Panorama do Agro 2020. EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Estatísticas da produção de ovos no Brasil em 2019. Concórdia, SC, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas/ovos>.

COSTA, Hirdan Katarina de Medeiros. ODS 7. Direito à Energia e o caso do Programa Luz Para Todos. In: Hirdan Katarina de Medeiros Costa. (Org.). Direitos Humanos e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. 1ed.Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2019, v. 1, p. 155-170.

COSTA, Maria D´Assunção. O direito de acesso à energia: meio e pré-condição para o exercício do direito e dos direitos humanos. São Paulo, 2009. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo.

CROSO, Taluia, MOUTINHO DOS SANTOS, Edmilson. PEMAT, SEUS IMPACTOS SOBRE O MERCADO FUTURO DE GÁS NATURAL. Revista Brasileira de Energia, Vol. 20, Nº 2, 2º Sem. 2014, pp.119-130.

CROSO, Taluia. Análise do planejamento setorial para o setor de gás natural: o caso do PEMAT 2022 [doi:10.11606/D.106.2015.tde-15052015-101200]. São Paulo: Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo, 2015. Dissertação de Mestrado em Energia. [acesso 2023-01-16].

DE OLIVEIRA, Luiz Gustavo Silva. The role and impacts of policies in hampering the biogas transition in Brazil. In: NOURA GUIMARÃES, Lucas B T - The Regulation and Policy of Latin American Energy Transitions (org.). The Regulation and Policy of Latin American Energy Transitions. [S. l.]: Elsevier, 2020. p. 243–259. Disponível em: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819521-5.00014-0>

DE OLIVEIRA, Luiz Gustavo Silva; NEGRO, Simona O. Contextual structures and interaction dynamics in the Brazilian Biogas Innovation System. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, [s. l.], v. 107, n. February, p. 462–481, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.02.030>

DE OLIVEIRA, Luiz Gustavo Silva; SUBTIL LACERDA, Juliana; NEGRO, Simona O. A mechanism-based explanation for blocking mechanisms in technological innovation systems. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, [s. l.], v. 37, p. 18–38, 2020. Disponível em: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eist.2020.07.006>

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Sistemas de produção de leite no Brasil*. Juiz de Fora, MG: Embrapa, 2005.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. *SIenergia*. Rio de Janeiro/RJ, 2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/sienergia>. Acesso em: 16 set. 2021.

EPE. *Balanco Energético Nacional - Relatório Síntese / Ano Base 2019*. Rio de Janeiro: [s. n.], 2020. Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dadosabertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-479/topico-521/Relatório Síntese BEN 2020-ab 2019_Final.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dadosabertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-479/topico-521/Relatório_Síntese_BEN_2020-ab_2019_Final.pdf)

FNR. *Guide to Biogas - From production to use 2012*. Disponível em: https://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/g/u/guide_biogas_engl_2012.pdf

GEF, GEF Biogás Brasil. *Potencial de produção de biogás no Sul do Brasil*. Foz do Iguaçu: GEF Biogás Brasil, 2019. Disponível em: www.gefbiogas.org.br

HALFF, A., SOVACOOOL, B. K. ROZHON, J. *Energy Poverty Global Challenges and Local Solution*. New York, 2014.

HEKKERT, M. P. et al. Functions of innovation systems: a new approach for analysing technological change. *Technological Forecasting and Social Change*, [s. l.], v. 74, n. 4, p. 413–432, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2006.03.002>

HM TREASURY. 2018. Guide to Developing the Project Business Case. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/749086/Project_Business_Case_2018.pdf.

HM TREASURY. 2018. Guide to Developing the Project Business Case. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/749086/Project_Business_Case_2018.pdf.

HOPPE, Robert. *The Governance of Problems: Puzzling, Powering and Participation*. Bristol: Policy Press, 2010.

HOSOI, C. Comunidades isoladas exigem um saneamento sob medida. *Revista DAE*. São Paulo, 187 Ed, p 4-12, 2011.

HOWLETT, Michael; RAYNER, Jeremy. *Patching vs Packaging in Policy Formulation: Assessing Policy Portfolio Design Politics and Governance*. [S. l.: s. n.], 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.12924/pag2013.01020170>.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Estimativas de População: Tabela 6579 - População residente estimada. Brasil, 2020*. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6579>.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Tabela 6912 - Número de estabelecimentos agropecuários que produziram leite de vaca, Vacas ordenhadas nos estabelecimentos agropecuários, Quantidade produzida de leite de vaca, Valor da produção de leite de vaca, Número de estabelecimentos agropecuários q*. IBGE, 2017a. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/6912>.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Tabela 6942 - Número de estabelecimentos agropecuários com galinhas, galos, frangos, frangas e pintos, Efetivos, Venda, Produção de ovos e Venda de ovos, por tipologia, grupos de cabeças e grupos de área total*. IBGE, 2017b. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6942>.

IEA. *Tracking clean energy innovation - A framework for using indicators to inform policy*. Paris: IEA, 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. 2.000. Estimativa de déficit de ligações rurais por estado da Federação no início do PLPT. Disponível em: www.ibge.gov.br 10 jan. 2019.

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERAÇÃO PARA AGRICULTURA. Universalização do acesso e uso da energia elétrica no meio rural brasileiro: lições do programa Luz para Todos. Brasil: IICA, 2011.

INSTITUTO TRATA BRASIL (2021), Qualidade da Regulação do Saneamento no Brasil e Oportunidades de Melhoria. Instituto Trata Brasil. Disponível em: https://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/QUALIDADE_DA_REGULA%C3%87%C3%83O_DO_SANEAMENTO_NO_BRASIL/Relatorio_completo.pdf

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). IPCC Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Cambridge, New York: Cambridge University Press; 2014.

IPCC. Green House Gas Protocol. 2014. Global Warming Potential Values: Fifth Assessment Report (AR5). 12 Brasil. (2015) Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental.

KPMG. (2020). Quanto custa universalizar o saneamento no Brasil? Disponível em: Quanto custa universalizar o saneamento no Brasil? - KPMG Brasil (home. kpmg)

LARSEN T. A.; UDERT. K. M.; LIENERT, J. Source separation and decentralization for wastewater management. London, IWA Publishing, 2013

LEI Nº 11.445. Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico. Brasília, 2007. Disponível em: Acesso em: 01 out 2020.

MAPA, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. SIPEAGRO 1.22.3 - Sistema Integrado de Produtos e Estabelecimentos Agropecuários. IBGE, 2020a. Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sgsi/app/servicos-de-inspecao>.

MAPA. Sistema de informações. Brasil, 2020b. Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/>.

MARKOU, Giorgos. Improved anaerobic digestion performance and biogas production from poultry litter after lowering its nitrogen content. *Bioresource Technology*, v. 196, p. 726–730, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2015.07.067>

MASSOUD, M. A, TARHINI, A., NASR J. A. - Decentralized approaches to wastewater treatment and management: Applicability in developing countries. *Journal of Environmental Management* 90, 2009.

MATTOS, Mariana Matias; AGUIAR, Raphaela Araújo de; MOREIRA, Fernanda Deister; TEIXEIRA, Júlio. (2019) VII-006 – Estudo comparativo da correlação entre indicadores sociais, de saúde pública, de saneamento básico e de disponibilidade hídrica no Brasil entre 2000 e 2010. Em: 30º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. 10 anos, 15 milhões de pessoas atendidas: os impactos do Programa Luz Para Todos. 2014. Disponível em: <http://luzparatodos.mdapesquisa.com.br/> Acesso em 10 jan. 2019.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Manual para Atendimentos às Regiões Remotas dos Sistemas Isolados, 2017. Disponível em: https://www.mme.gov.br/luzparatodos/downloads/Manual_dos_Sistemas_Isolados_Revisão_1.pdf. Acesso em 10 de jan. 2019

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. O Programa. 2016. Disponível em: https://www.mme.gov.br/luzparatodos/Asp/o_programa.asp. Acesso em: 10 jan. 2019.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Programa Luz Para Todos: um marco histórico, 10 milhões de brasileiros saíram da escuridão. 2010. Disponível em: https://www.mme.gov.br/luzparatodos/downloads/Livro_LPT_portugues.pdf Acesso: 10 jan. 2019.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Programa Nacional de Universalização do acesso e uso da energia elétrica: manual de operacionalização do Programa Luz Para Todos, Brasília, 2011.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Programa Territórios da Cidadania. Disponível em:

http://www.territoriosdacidadania.gov.br/dotlrn/clubs/territoriosrurais/cocaisma/one-community?page_num=0 > Acesso em jun de 2015

MME/EPE. Plano Nacional de Energia 2050. Brasília: [s. n.], 2020.

MOREIRA, David Alves; SILVA, Taís Bringhenti Amaro. ODS 7: Energias Renováveis. In: BALERA, Wagner e S. da SILVA, Roberta. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, São Paulo: Verbatim, 2018, p. 107-118.

NEGRO, Simona O.; ALKEMADE, Floortje; HEKKERT, Marko P. Why does renewable energy diffuse so slowly? A review of innovation system problems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, [s. l.], v. 16, n. 6, p. 3836–3846, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.03.043>

NOVACANA. As usinas açúcar e etanol do Brasil (banco de dados online). Curitiba/PR, Brasil: NovaCana, 2021. Disponível em: https://www.novacana.com/usinas_brasil. Acesso em: 24 nov. 2021.

ONU. Lista ODS. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/conheca-os-novos-17-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-da-onu/>. Acesso: 14 jun. 2019.

ONU. ODS 7. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/ods7/> Acesso: 14 jun. 2019.

ORTUSTE, F. R. Living without sanitary sewers in Latin America - The business of collecting fecal sludge in four Latin American cities. Lima, Peru. World Bank, Water and Sanitation Program, 2012.

PEREIRA, O. S.; FIGUEIREDO, M.; REIS, T. M.; BARRETO, E. F.; FONTOURA, P. Modelo de projeto pioneiro de eletrificação com sistemas fotovoltaicos descentralizados, com vistas à universalização dos serviços de energia elétrica. *Revista Brasileira de Energia*. Vol. 10 n. 1, 2004.

PHILIPPI, A. Saneamento, Saúde e Ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri: Manole; 2005.

PHILIPPI, L.S. Saneamento descentralizado: instrumento para o desenvolvimento sustentável. - IX SILUBESA - Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000.

POSSETTI, G. R. C., RIETOW, J. C., COSTA, F. J. O. G., WAGNER, L. G., LOBATO, L.C.S., BRESSANI-RIBEIRO, T., MELO, D. F., REIS, J.A, CHERNICHARO, C. A. L. Contribuição para o aprimoramento de projeto, construção e operação de reatores UASB aplicados ao tratamento de esgoto sanitário – Parte 5: Biogás e emissões fugitivas de metano. Revista DAE, v. 66, p. 73-89. 2018.

PROBIOGÁS. Barreiras e Propostas de Soluções para o Mercado de Biogás no Brasil. Brasília: GIZ, 2016.

PROBIOGÁS. Guia técnico de aproveitamento energético de biogás em estações de tratamento de esgoto. Organizadores: Ministério das Cidades, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (GIZ). Brasília, DF

REGO, Erik Eduardo; HERNÁNDEZ, Francisco Del Moral. Eletricidade Por Digestão Anaeróbia Da Vinhaça De Cana-De-Açúcar. Contornos Técnicos, Econômicos E Ambientais De Uma Opção. In: 2006, Campinas. 6º Congresso Internacional sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural. Campinas: AGRENER GD: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E ENERGIA NO MEIO RURAL, 6., 2006., 2006. p. 1–10.

RGCI. Potencial de geração de energia do biogás em SP. RGCI, 2019. Disponível em: <https://arccg.is/0THqOv>.

RIBEIRO, F. S.; PAZZINI, L. H. A.; PELEGRINI, M. A.; KURAHASI, L. F.; GALVÃO, L. C. R. Programa "Luz da Terra" - modelo de eletrificação rural participativo. 3o Encontro Energia no meio rural, Campinas, 2003.

RIBEIRO, T. B. S. A eletrificação rural com sistemas individuais de geração com fontes intermitentes em comunidades tradicionais: caracterização dos entraves para o desenvolvimento local. São Paulo, 2010. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Energia. Universidade de São Paulo.

RODRÍGUEZ, L. B. El tratamiento descentralizado de aguas residuales domésticas como alternativa sostenible para el saneamiento periurbano en Cuba. Ingeniería Hidráulica y ambiental, vol. XXX, nº. 1, 2009.

ROSA, F. L. O; RIBEIRO, F. S; MELLO, R. S. Programa de eletrificação rural simplificada para pequenas propriedades agrícolas do Rio Grande do Sul/PROLUZ Brasil: avaliação preliminar de resultados. In.: XIV Conferencia Latinoamericana de Electrificación Rural, Uruguay, Punta del Leste, 1993.

SAIANI, C. C. S.; TONETO JUNIOR, R. Evolução do acesso a serviços de saneamento básico no Brasil (1970 a 2004). Econ. soc., Campinas, v. 19, n. 1, Apr. 2010.

SANTOS, J. M. B; SOUZA, C. L.; BRANDT, E. M. F.; POSSETTI, G. R. C.; CHERNICHARO, C. A. L. Avanço nas ferramentas e técnicas para estimativa de produção e tratamento de biogás em ETEs com reatores anaeróbios Nota Técnica 1 – Tópicos de interesse. Cadernos Técnicos Eng Sanit Amient, v. 1, n. 1, p. 5-19, 2021.

SÃO PAULO. Decreto Estadual nº 58.659, de 2012. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/>. Acesso em: 09 abr. 2022.

SÃO PAULO. Decreto Estadual nº 58.659, de 2012. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/>. Acesso em: 09 abr. 2022.

SÃO PAULO. Decreto no 41.187. Institui o Programa de Eletrificação Rural Luz da Terra e a Comissão de Eletrificação Rural do Estado de São Paulo. Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, 25 set. 1996.

SÃO PAULO. Decreto nº 65.881, de 2021. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/>. Acesso em: 09 abr. 2022.

SÃO PAULO. Decreto nº 65.881, de 2021. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/>. Acesso em: 09 abr. 2022.

SÃO PAULO. Lei Estadual nº 13.798, de 2009. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/>. Acesso em: 09 abr. 2022.

SÃO PAULO. Lei Estadual nº 13.798, de 2009. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/>. Acesso em: 09 abr. 2022.

SEADE. Investimentos para atividade canavieira crescem em 12% na região de Araçatuba. São Paulo - SP, 2021. Disponível em: <https://www.seade.gov.br/investimentos-para-atividade-canavieira-crescem-em-12-na-regiao-de-aracatuba/>.

SNIS, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Série Histórica 2019 - Indicadores água e esgoto. SNIS, 2020. Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>.

SOUZA, André Luiz de. A modicidade tarifária nas concessões de serviços públicos [doi:10.11606/D.107.2017.tde-21022017-152452]. Ribeirão Preto: Faculdade de Direito de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 2016. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento no Estado Democrático de Direito. [acesso 2021-08-23].

SZYMANSKI, M. L. S.; SZYMANSKI, A.; BRASSAL, V. A. A educação informal no saneamento básico: estudo de caso do projeto de trabalho técnico socioambiental (PTTS) de três bairros do município de Cascavel/PR. *Brazilian Journal of Development*, v.5, n.9, p.13856-13867, 2019

UNIDO, Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial. Documento interno. Banco de dados geoespacial relativo à cadeia de valores do biogás e do biometano no sul do Brasil. Foz do Iguaçu, Brasil, 2020.

USDA. USDA - Foreign Agricultural Service. Washington, D.C, EUA: Foreign Agricultural Service, 2020.

VEIGA, C. F. M.; VIEIRA, J. R.; MORGADO, I. F. Diagnóstico da cadeia produtiva da cana-de-açúcar do Estado do Rio de Janeiro: relatório de pesquisa. Rio de Janeiro, 2006.

WANZENBÖCK, Iris et al. A framework for mission-oriented innovation policy: Alternative pathways through the problem-solution space. *Science and Public Policy*, [s. l.], v. 47, n. 4, p. 474–489, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/scipol/scaa027>

