



CADERNOS

FGV ENERGIA

NOVEMBRO 2020 | ANO 7 | Nº 11 | ISSN 2358-5277

FGV ENERGIA E ENERGY C

A FORÇA INCONTESTE DO
JOVEM NO SETOR ENERGÉTICO



CADERNO FGV ENERGIA E ENERGY C

A FORÇA INCONTESTE DO JOVEM
NO SETOR ENERGÉTICO

**DIRETOR**

Carlos Otavio de Vasconcellos Quintella

EQUIPE TÉCNICA

Assessoria Estratégica

Fernanda Delgado

SUPERINTENDÊNCIA COMERCIAL

Simone C. Lecques de Magalhães

**SUPERINTENDÊNCIA DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO**

Felipe Gonçalves

EQUIPE DE PRODUÇÃO

Coordenação

Simone C. Lecques de Magalhães

Execução

Thatiane Araciro

Diagramação

Bruno Masello e Ana Claudia Domingos

ORGANIZAÇÃO

Fernanda Delgado - FGV Energia

Lucas Mota de Lima - EnergyC

AUTORES

Paula Andrade

Beatriz Accioly Galvão,

Gustavo Castro Ribeiro

André Andriw

Marcela Vincoletto Rezende

Matheus Moreira Schirmbeck

Raffaella Zandomenego

Raí Augusto



ESCRITÓRIO

Rua Barão de Itambi, 60 – 5º andar - Rio de Janeiro I RJ, CEP: 22231-000

Tel: (21) 3799-6100 | www.fgv.br/energia | fgvenergia@fgv.br

PRIMEIRO PRESIDENTE FUNDADOR

Luiz Simões Lopes

PRESIDENTE

Carlos Ivan Simonsen Leal

VICE-PRESIDENTES

Francisco Oswaldo Neves Dornelles
e Marcos Cintra Cavalcanti de Albuquerque



Instituição de caráter técnico-científico, educativo e filantrópico, criada em 20 de dezembro de 1944 como pessoa jurídica de direito privado, tem por finalidade atuar, de forma ampla, em todas as matérias de caráter científico, com ênfase no campo das ciências sociais: administração, direito e economia, contribuindo para o desenvolvimento econômico-social do país.

DIRETOR

Carlos Otavio de Vasconcellos Quintella

ASSESSORIA ESTRATÉGICA

Fernanda Delgado

SUPERINTENDÊNCIA COMERCIAL

Simone C. Lecques de Magalhães

SUPERINTENDÊNCIA DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

Felipe Gonçalves

EQUIPE DE PESQUISA

Coordenação geral

Carlos Otavio de Vasconcellos Quintella

COORDENAÇÃO DE PESQUISA DO SETOR ELÉTRICO

Luiz Roberto Bezerra

COORDENAÇÃO DE PESQUISA DE O&G

Magda Chambriard

PESQUISADORES

Acacio Barreto Neto

Adriana Ribeiro Gouvêa

Angélica dos Santos

Ana Costa Marques Machado

Flávia Porto

Gláucia Fernandes

João Teles

Kárys Prado

Marina de Abreu Azevedo

Paulo César Fernandes da Cunha

Priscila Martins Alves Carneiro

Rodrigo Lima

PRODUÇÃO

Coordenação

Simone C. Lecques de Magalhães

Execução

Thatiane Araciro

Diagramação

Bruno Masello e Ana Claudia Domingos

Sumário

06

INTRODUÇÃO FGV ENERGIA

08

INTRODUÇÃO ENERGY C

11

POUCAS INFORMAÇÕES, MUITAS POSSIBILIDADES -
ONSHORE BRASILEIRO

21

A RELEVÂNCIA DE INDICADORES PARA A SUSTENTABILIDADE
DE PROJETOS DE GERAÇÃO DE BIOMETANO

27

EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL NO
OFFSHORE DO AMAPÁ: QUAIS AS POSSÍVEIS EXTERNALIDADES
DAS ATIVIDADES NA BACIA DA FOZ DO AMAZONAS?

37

O PAPEL DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL NO
CRESCIMENTO DO BIOGÁS E BIOMETANO NO BRASIL

45

PERSPECTIVAS DA DISRUPTIVA TECNOLOGIA DE
CAPTURA E ARMAZENAMENTO GEOLÓGICO DE
CARBONO (CCS): APLICAÇÕES E EXEMPLOS ATUAIS

55

O PAPEL DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA SOLAR NA
TRANSIÇÃO ENERGÉTICA NO SETOR ELÉTRICO
BRASILEIRO

61

SMART CITIES: IMPACTO DAS NOVAS TECNOLOGIAS
PARA O PLANEJAMENTO ENERGÉTICO

Introdução FGV Energia



As oportunidades que se descortinam no setor de óleo e gás no Brasil exigem um mercado dinâmico, um olhar atento e impõem uma força transformadora. Desinvestimentos da Petrobras, Novo Mercado do Gás, revitalização de áreas *onshore*, redesenho do setor de *downstream*, tudo isso traz uma miríade de mudanças e oportunidades de várias ordens. Não adianta apenas estar preparado, com os melhores ativos, tecnologias e conhecimentos. É preciso sair à frente. É preciso ser líder.

Ter ideias inovadoras e diferentes, que arrebatem os arquétipos atuais e proponham novas soluções e negócios.

Pensando nesse novo mundo pulverizado, desinvestido, pandêmico e dinâmico, a **FGV Energia** se uniu à iniciativa jovem **Energy C**, para mostrar ao setor energético oito novos promissores profissionais nas áreas de óleo e gás, biogás e transição energética. Acreditando na união entre o antigo e o novo,

entre o experiente e o recém-chegado, entre o ordinário e o extraordinário, esse compilado de artigos busca mostrar capacidade crítica, análise e maturidade intelectual em jovens profissionais prontos a se lançarem ao mercado de trabalho.

Segundo dados do IBGE (2020), aproximadamente 30% da população entre 18 e 24 anos está desempregada, e para os na faixa de 25 a 39 anos, esse percentual chega a 33%. Ter um terço dessa força de trabalho parada é um volume expressivo de jovens que enfrentam obstáculos diante da necessidade de experienciarem sua primeira vaga no mercado de trabalho. Somadas às dificuldades inerentes à inserção desse jovem, seja pelo claudicante diálogo entre indústria e academia, seja pela falta de um real mapeamento das necessidades das indústrias por mão-de-obra; o setor energético enfrenta agora a pior crise dos últimos 40 anos. Se já se trata de um ambiente intrinsecamente volátil e instável, a pandemia deixou essa vulnerabilidade mais aflorada, seja pela queda da demanda de petróleo, seja pela depressão dos preços, ou pelos cortes de investimentos das empresas.

Entretanto, são tempos reflexivos e de

preparativos para uma retomada. Segundo a Ethos (2020), para as empresas, absorver esses jovens são oportunidades para desenvolver mão de obra qualificada, acordada com a demanda da companhia e de sua cultura organizacional. Ganham os jovens que rompem barreiras sociais acessando trabalhos dignos, e a sociedade como um todo ganha com essas oportunidades concedidas que auxiliam na ruptura das desigualdades socioeconômicas.

É ofício da **FGV Energia** a disseminação de conhecimento de forma isenta e imparcial, para o bem público, reforçando com essa publicação sua capacidade de promover discussões de alto nível, integrar academia, indústria e sociedade, bem como tratar de assegurar ao Brasil uma posição no cenário energético mundial, compatível com o seu peso e com os seus interesses.

 **FGV ENERGIA**

Introdução Energy C

A energia do jovem no mercado de trabalho é uma força incontestável. Os jovens trazem a agilidade e dinamismo indispensáveis para a transformação no setor energético do setor e para a modernização do mercado.

Com o objetivo de proporcionar um espaço virtual de interação entre jovens comprometidos a renovar o setor energético brasileiro, a EnergyC criou o Programa Jovens de Energia. Durante 6 semanas, 15 jovens selecionados, representando todos os estados brasileiros, tiveram a oportunidade de participar de mentorias e atividades práticas com renomados especialistas do setor de energia, trocando experiências, expondo ideias e formulando soluções. O resultado final foi a criação de três projetos inovadores dentro do setor e muita troca de informação.

A partir do sucesso do programa inicial, a Energy C e a FGV Energia uniram esforços para

juntar alguns desses jovens e dar-lhes ainda mais visibilidade por meio desse caderno. Este compilado de artigos de vários segmentos do setor energético converge em uma máxima: demonstram o poder criativo e a energia transformadora e colaborativa desses jovens. Tudo que o setor carece nesse momento de mudanças e crise.

Esses jovens agora possuem uma conexão real com o setor e são participes dele, sendo esses artigos um corolário disso. Dentre esses artigos, quatro deles são centrados no eixo temático de petróleo e gás. A engenheira de petróleo Paula Andrade, doutoranda em Geofísica pela USP, abordou sobre "Poucas informações, muitas possibilidades no *onshore* brasileiro". Beatriz Accioly Galvão, graduanda em Engenharia Química pela UFRJ e, atualmente estagiária na Witt O'Brien's Brasil (WOB), escreveu o artigo sobre "A Relevância de Indicadores para a Sustentabilidade De Projetos De Biometano".

Gustavo Castro Ribeiro, doutorando em Energia pela USP, juntamente com o André Andriw, mestrando em Relações Internacionais pela San Tiago Dantas, abordaram o tema "Exploração e produção de petróleo e gás natural no *offshore* do Amapá: quais as possíveis externalidades das atividades na Bacia da Foz do Amazonas?". O tema sobre "O Papel Do Licenciamento Ambiental No Crescimento Do Biogás E Biometano No Brasil" foi discutido pela engenheira ambiental Marcela Vincoletto Rezende, que atualmente atua na ABIOGÁS.

Dentro do eixo temático da transição energética, três artigos abordam reflexões sobre armazenamento de carbono, geração distribuída e smartcities. O gaúcho Matheus Moreira Schirmbeck, mestrando em Geologia pela UFRGS, aborda sobre "Captura e Armazenamento Geológico De Carbono (CCS): a Chave Fundamental para a Transição Energética". A engenheira de energia Raffaella Zandomenigo,

que trabalha na Geo Consultores em Santa Catarina, discute sobre "O Papel da Geração Distribuída Solar na Transição Energética no Setor Elétrico Brasileiro". Por fim, o sergipano Raí Augusto, graduando em engenharia civil, no Instituto Federal de Sergipe - IFS, escreve sobre "Smart Cities: Impacto das novas tecnologias para o planejamento energético".

O mercado de energia no Brasil exige altos níveis de conhecimento técnico e habilidades interpessoais. Dessa forma, contamos com o poder inovativo e inventivo desses jovens para buscar soluções não apenas para a crise que estamos e as que ainda virão, mas também para contribuir energeticamente com a construção do futuro do setor energético.





1

CHAPTER

Poucas informações, muitas possibilidades - *onshore* brasileiro

Paula Andrade¹

INTRODUÇÃO

A exploração de petróleo e gás pode adotar dois caminhos, o em terra (*onshore*) ou em mar (*offshore*). Caminhos cheios de desafios exploratórios e tecnológicos. Tanto no *onshore* quanto no *offshore* conhecer as bacias sedimentares é importante para o sucesso da exploração de óleo e gás do país. Desse modo, descobrir novas fronteiras ou aplicar mecanismos para recuperação de um reservatório ou ainda aumentar os índices de produção em campos maduros terrestres são passos para alavancar o *onshore* brasileiro.

O primeiro poço de petróleo no Brasil foi perfurado em 1939 na cidade de candeias na Bahia. A partir daí, o petróleo nacional ganhou escala de produção no *onshore* por um período com a principal operadora do país, a Petrobras, e posteriormente as buscas por exploração e produção seguiram o caminho para o *offshore*

com avanços de produção em águas profundas. No entanto, o período inicial de exploração e produção no Brasil, destacam-se algumas bacias sedimentares como pioneiras, entre elas a bacia do Recôncavo, de Sergipe, de Alagoas, Potiguar e do Solimões.

Porém, a produção de muitos campos entraram em declínio, como campos na bacia Potiguar, e se tornaram maduros, devido ao tempo e volume de produção do reservatório. Mas qual a principal diferença entre campo maduro e campo marginal? O campo é dito maduro considerando o regime de produção (redução do volume e tempo de produção), econômico (baixa margem) onde consideram-se receitas, viabilidade e despesas, e/ou consideram aspectos do uso da recuperação secundária ou terciária, segundo Cabral (2010). Essa definição é ainda apresentada pela ANP, que considera

¹Doutoranda em Geofísica pela USP - paulaandrade.eng@gmail.com

um campo maduro aquele que após 25 anos de produção tem uma produção acumulada 70% do volume previsto das reservas provadas. Campos marginais, segundo a portaria ANP 279/03, são campos que produzem até 500 BPD ou 70 Mm3 de gás natural/dia (ANP, 2018).

Essas definições, no entanto, tiveram a necessidade de serem revistas diante das políticas públicas adotadas pelo governo, visando alavancar o *onshore*. O Programa de Revitalização da Atividade de Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural em Áreas Terrestre, REATE, lançado em 2019 pelo Ministério de Minas e Energia, busca discutir o que seria um campo marginal : i) campos que produzem abaixo de 900 barris por dia, ii) campos que possuem poços com média de produção 30 barris por dia ou iii) volume de *oil in place* menor que 35 milhões de barris seriam categorizados como campos marginais (*Onshore* óleo e gás, 2020).

Com o intuito de apresentar o potencial dos seus reservatórios tanto convencionais quanto não-convencionais, assim como a revitalização de campos maduros e campos marginais será descrita uma abordagem no que tange o *onshore*.

BACIAS SEDIMENTARES DO *ONSHORE* BRASILEIRO:

O território brasileiro possui uma extensão continental de oito milhões de km² de bacias sedimentares, destes, cinco milhões de km² estão em terra, com 53 bacias sedimentares distribuídas e 25 bacias com potenciais exploratórios e produção (óleo e gás), segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2019).

A Figura 1² apresenta um mapa das bacias efetivas com suas respectivas localizações. São áreas que apresentam maiores probabilidades de descobertas de hidrocarbonetos mesmo que em bacias já exploradas.

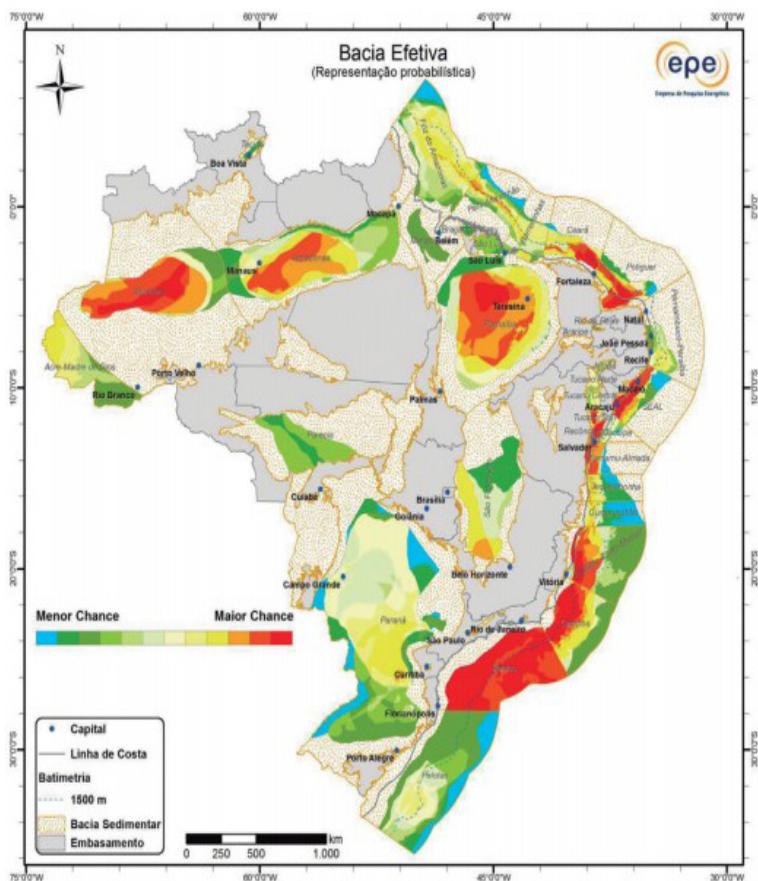
Segundo Mendes (2019), o *onshore* apresenta um quadro com 48 bacias sedimentares consideradas novas fronteiras, onde 21 dessas bacias³ se apresentam com potencial exploratório para produção de óleo e gás e outras 15 bacias⁴ consideradas novas fronteiras necessitam de estudos, pois não apresentam informações oficiais individualizadas. A extensa área territorial do Brasil, apesar de apresentar conhecimento geológico em campos maduros,

² As maiores chances de descoberta estão nas seguintes bacias: Alagoas, Amazonas, Campos, Ceará (mar), Espírito Santo-Mucuri, Parnaíba, Potiguar, Recôncavo, Santos, Sergipe-Alagoas, Sergipe, Solimões e Tucano Sul.

³ Dentre as bacias com área efetiva para produção estão: Amazonas, Barreirinhas, Camamu-Almada, Parnaíba, Solimões e Tucano Sul.

⁴ Novas fronteiras que não dispõem de informações oficiais individualizadas: Acre-Madre de Deus, Bragança-Vizeu, Ceará, Jatobá, Jequitinhonha, Marajó, Paraná, Parecis, Pernambuco-Paraíba, Rio do Peixe, São Francisco, São Luís, Tacutu, Tucano Central e Tucano Norte.

FIGURA 1. MAPA DE REPRESENTAÇÃO PROBABILÍSTICA DE BACIA EFETIVA NO TERRITÓRIO CONTINENTAL.



Fonte: EPE, 2020

permitindo espaço para recuperação secundária e terciária, as novas fronteiras ainda são pouco conhecidas geologicamente para o aproveitamento de todo o potencial energético de recursos de óleo e gás. A aplicação de tecnologias sísmicas, análises geológicas e petrofísicas já conhecidas e utilizadas no Brasil, são ferramentas adequadas para potencializar o conhecimento das bacias sedimentares *onshore*.

Os campos maduros presentes nas bacias sedimentares brasileiras abrem espaço para os métodos de recuperação avançada (secundária e terciária) visando o aumento do fator de recuperação (FR) que se estima ser um aumento de 30% com o emprego de métodos convencionais e de 70 % com a utilização de métodos não-convencionais. Um dos métodos considerados como convencionais,

e amplamente conhecido é a injeção de água e gases no reservatório, e um dos métodos não-convencionais é a injeção de algum outro tipo de fluido, via processo térmico, químico ou microbiológicos. Como, exemplos de aumento do FR em campos terrestres: o campo de Bom Lugar (BA) começou a produzir na década de 70, apresentando um declínio de produção no final da década de 90, foi vendido e comprado posteriormente por uma empresa canadense e colocado em recuperação elevando em 2007 a sua produção similarmente à década inicial (1970) (Mendes, 2019). Desse modo, o FR no Brasil é considerado baixo (21%), quando a média mundial é 35% e em países como a Noruega chega a 50% (ANP, 2018).

Uma gama de recursos não convencionais no país aguarda para ser explorada nas bacias terrestres, como o óleo de folhelho, óleo em formação fechada, betume, gás de folhelho, gás em formação fechada e metano de carvão.

CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

Os reservatórios que apresentam um sistema petrolífero convencional são compostos por uma rocha geradora, rocha reservatório (geralmente rochas dos tipos arenito ou carbonato com boa permeabilidade e porosidade) e rocha selante. Nos reservatórios não-convencionais, no entanto, a rocha geradora se comporta como rocha reservatório e rocha selante devido à baixíssimas permeabilidades (Oliveira, 2017).

Tanto em reservatórios convencionais como em não-convencionais as propriedades físicas das rochas e a sua correlação com as características geológicas são importantes para conhecer o processo de geração de óleo e gás, o fluxo de fluídos nos contextos dos sistemas petrolíferos, e compreender o arcabouço sedimentar brasileiro. Folhelho, por exemplo, é uma rocha que se comporta em reservatórios convencionais como rocha geradora e em reservatórios não-convencionais como rocha-reservatório. Estes são conhecidos como "oil shale" e "shale gas" e são de grande potencial para produção.

Apesar de folhelhos, arenitos e carbonatos serem conhecidos nas formações que apresentam hidrocarbonetos nas bacias sedimentares brasileiras, essas por sua vez, possuem geologias distintas, marcada tanto por eventos geológicos do Pré-cambriano quanto do Fanerozóico em diferentes eras, períodos e épocas ao longo da história geológica da terra. O fato é que todo esse arcabouço geológico mesmo investigado em campos maduros, a vasta extensão territorial e pluralidade permite possibilidades de exploração no *onshore* brasileiro, tanto pela geologia quanto pela geofísica. Além disso, todos os recursos até então produzidos limitam-se a reservatórios convencionais para produção de óleo e gás. Existe ainda todo um potencial em reservatórios não-convencionais de óleo e gás.

Segundo a EPE e o Instituto de Geociências da UNB, os reservatórios convencionais brasileiros

apresentam eventos geológicos durante sua formação como: Margem extensional meso-cenozóica composta de turbiditos meso-cenozóicos e de carbonatos do Aptiano/Albiano, além de microbiolitos; Margem transformante; riftes mesozóicos abortados e sinéclises paleozóicas.

No que diz respeito a idade geológicas, os principais sistemas Precambrianos estão a Bacia do São Francisco e a Bacia do Parecis. Os sistemas Paleozóicos se encontram na Bacia do Amazonas, Bacia do Solimões, Bacia do Paraná, Bacia do Parecis, Bacia do Parnaíba. Já sistemas Mesozóicos são encontrados na Bacia do Recôncavo e na Bacia Potiguar. Além de todas as porções emersas das bacias costeiras (Bacia de campos, Santos, Espírito Santo, Sergipe, Alagoas etc.)

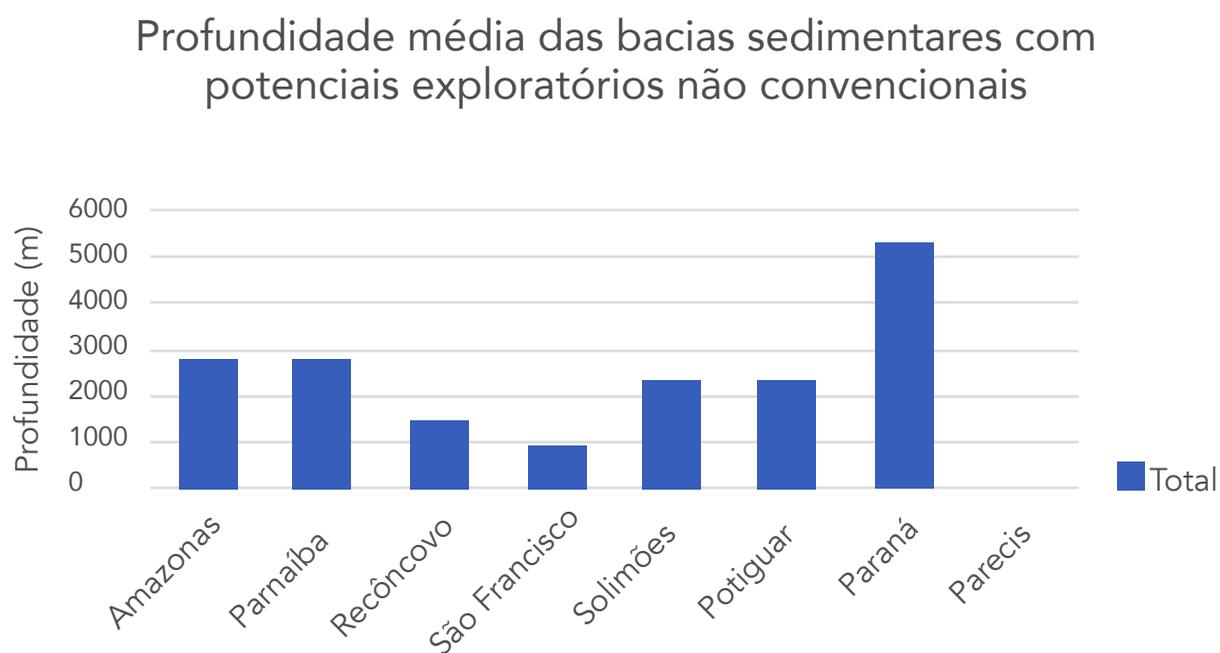
As bacias sedimentares por sua vez, apresentam uma diversidade composicional em sua formação. Na Bacia do São Francisco alguns de seus componentes geológicos em seu sistema petrolífero são os folhelhos negros, apresentando também arenitos e carbonatos de margem passiva do Grupo Macaúbas-Paranoá. A Bacia do Parecis apresenta formação do tipo Folhelho Sepotuba e Folhelho Ponta Grossa. A Bacia do Paraná apresenta em sua formação Folhelho Ponta Grossa e Folhelho Irati. A Bacia do Amazonas apresenta potencial para gás de folhelho, com presença em sua formação Folhelho Barreirinha e convencional Campos de Azulão e Japiim. A Bacia do Solimões apresenta na formação Folhelho Jandiatuba efeitos de intrusões magmáticas com potencial

não convencional para gás de folhelho. A Bacia do Parnaíba apresenta folhelho das formações Pimenteira e Codó.

A Bacia do Recôncavo apresenta grande potencial para óleo em folhelho fraturado e *tight sands*. A Bacia Potiguar apresenta folhelho na Formação Pendência. Na Bacia do Araripe ocorrem folhelhos negros saturados com óleo (Soares et al., 2016). Tanto os reservatórios convencionais, e não-convencionais apresentam possibilidades geológicas para potencializar. A maioria dos reservatórios não-convencionais brasileiros possuem profundidades conhecidas de até 2000m, não se chegando em profundidades maiores no *onshore* brasileiro, como se chegou no pré-sal e pós-sal. A Figura 2 apresenta uma média de profundidade das bacias referentes ao contexto de exploração não-convencional baseada em dados do Instituto de Geociências da UNB e EPE.

Algumas dessas bacias já apresentam dados geológicos e geofísicos suficientes para se avaliar o potencial (Solimões, Amazônia, Paraná, Parnaíba, Potiguar), porém outras apresentam pouca robustez de dados geofísicos e geológicos para avaliar os potenciais dos recursos não-convencionais e convencionais. Aspectos ambientais são relevantes em áreas consideradas sensíveis para exploração mineral como, regiões em reservas indígenas (Bacias de Parecis) e da reserva amazônica (Bacia do Solimões e Amazônia).

FIGURA 2: PROFUNDIDADE MÉDIA DAS BACIAS SEDIMENTARES COM POTENCIAIS EXPLORATÓRIOS NÃO CONVENCIONAIS



Fonte: Elaboração própria com dados da EPE e do Instituto de Geociências da UnB.

POTENCIAL DO ONSHORE:

O Reate 2020 fez um levantamento geológico e geofísico das bacias sedimentares do *Onshore* Brasileiro, a Tabela 1 resume o potencial de descobertas e exploração de algumas bacias sedimentares brasileiras.

MODERNIZAÇÃO DO ONSHORE

Como apresentado, o Brasil apresenta uma grande área territorial de bacias sedimentares. Essas informações estão dispersas, sem conexão ou análise em conjunto, como uma grande base de dados. A manipulação de uma base de dados disponibilizada por um sistema geológico, geofísicos de dados

TABELA 1 - POTENCIAL DE DESCOBERTAS E EXPLORAÇÃO DE ALGUMAS BACIAS SEDIMENTARES BRASILEIRAS.

Bacia sedimentar	Potencial
Bacia do Acre-Madre de Dios.	Chances de moderadas a baixas para descoberta de hidrocarbonetos, estando as maiores chances a noroeste, onde ocorre o Baixo de Batã.
Bacia do Amazonas	Estima-se cerca de 2.832 bilhões de m ³ (100 Tcf) de gás não convencional e 800 milhões de barris tecnicamente recuperáveis de óleo de folhelho (shale oil) na Formação Barreirinha.
Bacia de Bragança-Vizeu	Bacia como um todo apresenta chances muito baixas de descobertas de hidrocarbonetos.
Bacia do Espírito Santo-Mucuri	A bacia possui elevadas chances ao longo de toda a sua extensão <i>onshore</i> .
Bacia do Rio do Peixe	Nenhuma descoberta comercial foi feita na bacia, mas foi constatada a presença de óleo em gnaisses no embasamento da BRP. Também há ocorrência em folhelho fraturado.
Bacia do Parnaíba	Descobertas realizadas e declaração de campos em seus reservatórios, sendo a vocação de ambos para a produção de gás natural.
Bacia Potiguar	Petróleo e gás natural.
Bacia do Recôncavo	Elevadas chances de descobertas de hidrocarbonetos.

nacionais para exploração e análise de dados via Data Science, pode ser uma modernização útil para facilitar e potencializar o conjunto de informações.

No que concerne a fase exploratória, a utilização da tecnologia sísmica é um forte aliado para redução de risco nos projetos E&P, além da diminuição de tempo e custos, pode contribuir para novas descobertas. Os últimos avanços na evolução da tecnologia do processamento sísmico são: Merge de dados (3D), Sísmica 4 D/3C (*time-lapse*); Migração Mínimos Quadrado (LSM), Inversão Total da onda (FWI) e Monitoramento em tempo real.

Toda essa tecnologia sísmica tem aplicação para a compreensão e evolução das bacias, definição do potencial petrolífero, recursos e volumes a descobrir, estimativa de risco exploratório, otimização de malha de poços DP, caracterização de reservatórios, monitoramento da produção, fluxo de fluídos (4D), otimização da malha de poços, redução custos ambientais, com vibroseis e geofones com *wyri less* e redução de impactos ambientais (Fontes, 2020). O que muito pode contribuir para o avanço do *onshore*.

CONCLUSÃO

Refletir na disposição de dados geológicos como uma base de dados nacionais acessada e alimentada tanto por iniciativas públicas quanto privadas das instituições do setor O&G seria um começo para potencializar o conhecimento, a viabilidade e o desenvolvimento tecnológico para o *onshore* brasileiro. É notória a diversidade geológica das bacias sedimentares terrestres e a falta de conhecimento sobre elas, porém a vasta dimensão continental permite uma gama de oportunidades exploratórias, como na Bacia do Solimões, Recôncavo e Amazonas, além de oportunidades de pesquisas, como na Bacia do Rio do Peixe e do Araripe. É explícito que existe muito o que se conhecer no território brasileiro.

Novas tecnologias sísmicas disponíveis podem acelerar os conhecimentos das bacias sedimentares ainda com pouca informação geológica, e nos apresentar um *onshore* ainda desconhecido e com muito potencial exploratório. Isso, no entanto, requer que o Brasil entre em uma rota de medidas necessárias, como estímulo do PD&I, ações ambientais, legislativas e econômicas. É de fato um novo momento para o setor potencializar esses recursos que são de interesses energéticos nacionais, e vão além da esfera governamental em suas instâncias federal, estadual e municipal.

Referências Bibliográficas

CABRAL, B. P. O cluster da indústria do petróleo e gás natural do recôncavo baiano e os campos maduros e/ou marginais: uma análise exploratória pelos dados reais. Universidade Federal da Bahia. Trabalho de Conclusão de Cursos. 2010.

CRUZ, C. E. S. Recursos não convencionais de petróleo (óleo e gás) e seu potencial nas bacias sedimentares brasileiras. Instituto de Geociências da UnB. Notas de apresentação. Acesso em 15 de agosto de 2020 https://fgvenergia.fgv.br/sites/fgvenergia.fgv.br/files/arquivos/5-_carlos_souza_cruz.pdf

EPE. 2019. Zoneamento Nacional de Recursos de Óleo e Gás. Ciclo 2017-2019. Brasília: MME/EPE, 2019, 604 p.

FONTES, F. T. Potencializando a escala *onshore* brasileira. Notas de apresentação. 2020.

MENDES, A. P. A.; Teixeira, C. A. N.; Rocio, M. A. R.; Prates, H. F. H. BNDES. Produção de Petróleo Terrestre no Brasil. *Set.*, Rio de Janeiro, v. 25, n. 49, p. 215-264, mar. 2019.

OLIVEIRA, G. G. Novas tecnologias para reservatórios não convencionais de hidrocarboneto. TCC. Universidade Feral fluminense. Niterói, RJ. 2017.

REATE. Relatório Subcomitê Potencial de Petróleo e Gás *Onshore*. Resumo Bibliográfico das Bacias *Onshore*. Julho, 2020.

SOARES, J.A.; Batista, J.T.; Dias, C.H. 2016. Petrofísica de Folhelhos Negros da Bacia do Araripe. VII Simpósio Brasileiro de Geofísica, Ouro Preto.

Onshore óleo e gás - acompanhar para crescer 4/7 tcp-anp-08/2018-campos marginais. Armando Cavanha. 2020. Acessado 18 de agosto de 2020 <https://www.youtube.com/watch?v=4uYqD4MJHgs&t=3218s>

Acesso em 10 de agosto de 2020 <http://www.anp.gov.br/noticias/4788-publicada-resolucao-da-anp-sobre-incentivo-a-producao-incremental-em-campos-maduros>.



2

CHAPTER

A relevância de indicadores para a sustentabilidade de projetos de geração de biometano

Beatriz Accioly Galvão⁵

INTRODUÇÃO

A temática de desenvolvimento sustentável começou a ganhar maior espaço nas discussões internacionais desde o final da década de 1980, tendo o Brasil como protagonista na virada do século por sediar a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1992 (SENADO FEDERAL, 2012). As preocupações ambientais cresceram e compromissos como o Protocolo de Kyoto e o Acordo de Paris⁶ foram estabelecidos entre as grandes potências mundiais. Apesar disso, a utilização de indicadores como forma de mensuração do desenvolvimento sustentável mostra-se como um processo difícil e, muitas vezes, controverso (LEONETI; OLIVEIRA; PIRES, 2013).

Empreendedores e idealizadores de soluções atreladas ao desenvolvimento sustentável precisam se atentar as vertentes técnicas e, em sequência, as consequências e aplicabilidades sociais, ambientais e econômicas dos projetos a serem implantados. Por isso, o presente artigo visa dissertar sobre indicadores econômicos, sociais e ambientais que devem ser analisados para atingir a sustentabilidade, com um foco específico na expansão do uso do biometano gerado a partir de aterros sanitários no estado do Rio de Janeiro (LEONETI; OLIVEIRA; PIRES, 2013).

⁵ Graduanda em Engenharia Química pela UFRJ - galvao_bz@eq.ufrj.br

⁶ Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/51298> Acesso em: 20 set, 2020.

O BIOGÁS

Conceituado como uma fonte de energia renovável, a qual se baseia na decomposição de materiais orgânicos na ausência de oxigênio através da ação de determinadas espécies de bactérias, o biogás é um composto gasoso formado majoritariamente por metano (CH₄) e gás carbônico (CO₂), e pode ser aproveitado para geração de eletricidade, comercialização de créditos de carbono, combustível para caldeiras ou transformação em biometano (CETESB, 2020).

Esse último ganha espaço no mercado nacional por poder substituir o gás natural e concorrer com combustíveis como gasolina e diesel, visto que o biometano pode ser utilizado na forma canalizada, residencial, industrial ou veicular, como é explicitado pela Nota Técnica DEA 019/2018⁷ (EPE, 2014). Vale ressaltar que a decisão sobre como utilizar o biogás deve ser pautada na aplicabilidade econômica vinculada ao aproveitamento energético.

UM RECORTE CARIOCA: CASE DA GÁS VERDE

O case de sucesso estudado sobre o aproveitamento do biometano feito pela empresa Gás Verde em Seropédica/RJ

apresenta como modelo de operação a compra do biogás captado no processo de extração da concessionária Ciclos Ambiental e a realização de todas as etapas de purificação supracitadas, tendo capacidade para produzir 200 mil m³ de biometano por dia (ABEGÁS, 2020).

Com a publicação da resolução de nº 685/2017 da ANP⁸, as regras sobre controle de qualidade e especificações do biometano originado de aterros sanitários estabeleceram os padrões para injeção do biometano nas redes de distribuição do gás natural, o que significou uma abertura de possibilidades para a sustentabilidade econômica de projetos como o supracitado (EPE, 2014). Além disso, a definição da Lei nº 6.361/12 - GNR⁹, gerou uma maior segurança e incentivo para a geração de biometano para empresas como a Gás Verde, visto que a concessionária de distribuição de gás natural no Estado do Rio de Janeiro tem como obrigação adquirir todo o gás renovável produzido no Estado até o limite de 10% do volume de gás natural convencional distribuído, fazendo com o que seja estabelecida uma base de preço para comercialização do biometano no estado (RIO DE JANEIRO, 2019).

A partir desse cenário e do plano de comercialização do gás natural renovável

⁷ Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-309/NT%20Biometano%20de%20Aterro%20vf%200192018.pdf> Acesso em: 20 set, 2020.

⁸ Disponível em: <http://legislacao.anp.gov.br/?path=legislacao-anp/resol-anp/2017/junho&item=ranp-685--2017#:~:text=Estabelece%20as%20regras%20para%20aprova%C3%A7%C3%A3o,em%20todo%20o%20territ%C3%B3rio%20nacional.> Acesso em: 20 set, 2020.

⁹ Disponível em: <https://gov-rj.jusbrasil.com.br/legislacao/1033645/lei-6361-12> Acesso em: 20 set, 2020.

(GNR) criado pela Gás Verde, que tem como princípio a venda de até 72 mil Nm³ (Normal Metro Cúbico) por dia de GNR comprimido para a siderúrgica Ternium, a sustentabilidade da empresa vem sendo estabelecida, assim como o pilar ambiental, atrelado ao método de obtenção do biometano, e social, devido ao impacto direto na oferta de oportunidades de trabalho no município de Seropédica e adjacentes (ABEGÁS, 2020)

INDICADORES ECONÔMICOS, SOCIAIS E AMBIENTAIS

Dentro deste cenário, pode ser notado uma série de indicadores econômicos, ambientais e sociais que servem como parâmetros de análise para a caracterização do projeto como um case de sucesso em escala nacional. Alguns dos indicadores de acordo com os três pilares supracitados serão explicitados a seguir.

1) Indicadores econômicos: relevantes para a sustentabilidade econômica e geração de lucro para a empresa (EPE, 2014).

■ Custos de investimentos e operação (CAPEX e OPEX) – as despesas de capital (CAPEX) compõem o montante de investimento despendido para a aquisição de bens, como equipamentos e instalações necessárias para produção. Já os custos operacionais, ou OPEX, referem-se aos gastos relacionados ao funcionamento do empreendimento, incluindo despesas administrativas, comerciais e de

manutenção. A medição e análise do OPEX pode trazer uma economia significativa, principalmente por possibilitar a dedutibilidade tributária dos gastos (PANORAMA POSITIVO, 2017);

■ Economia de escala relacionada às etapas de tratamento para conversão do biogás em biometano – o conceito de economia de escala consiste em uma relação inversamente proporcional entre o custo fixo por unidade de um produto e a quantidade produzida (REIS, 2018). Na prática, significa que plantas grandes (com capacidade acima de 50 mil m³/dia) possuem um custo menor de CAPEX referente ao tratamento e conversão em biometano por metro cúbico de biogás quando comparadas a plantas menores (com capacidade de 19 mil m³/dia);

■ Impostos, tributos e contribuições (PIS/COFINS/ICMS/etc.) – a análise dos indicadores tributários implica em estudar quais alternativas lícitas existem para formalização jurídica da empresa, visando escolher a melhor opção que gere o menor ônus tributário possível. A autorização dos estados concederem isenção do ICMS para o biogás produzido em aterro sanitário, por exemplo, faz uma grande diferença no planejamento financeiro e tributário da organização (CARNEIRO BENICIO; DAS CHAGAS; PORTELA, 2017).

2) Indicadores ambientais: expressam o viés de impacto ambiental e técnico do projeto (LEONETI; OLIVEIRA; PIRES, 2013).

■ Capacidade de processamento e extração do

biogás – mostra quanto de biogás poderá ser processado e extraído. Na prática, esse dado interfere nos indicadores econômicos, visto que expressa a quantidade do produto máxima produzida, impactando diretamente no CAPEX, OPEX e economia de escala do projeto;

- Taxas de gases poluentes não-emitidos – é um indicador ambiental relevante para ilustrar o impacto positivo causado no meio ambiente, pois foi evitada a emissão de diversas toneladas de gases poluentes. A partir dessa taxa, é possível comprovar não só a relevância social e econômica da geração de biogás a partir de aterros sanitários, como também a diferença ambiental positiva gerada.

3) Indicadores sociais: demonstram a relevância de projetos como o desenvolvido pela Gás Verde para a população local (LEONETI; OLIVEIRA; PIRES, 2013).

- Taxa de empregabilidade no município – a análise da taxa de empregabilidade local garante que a organização e o município percebam o impacto causado pela empresa no meio social em que se está inserido, gerando renda para os moradores do município;

- Relevância sociocultural na comunidade local

– expressa o desenvolvimento que a empresa traz para a comunidade local devido a própria geração de renda, projetos e trocas sociais.

CONCLUSÃO

Tais indicadores são alternativas possíveis de mensuração para que haja maior certeza da sustentabilidade de cases de grande porte que visam a comercialização do biometano. Servem como base para novos entusiastas do setor, profissionais acadêmicos e empreendedores que almejam desenvolver projetos como este (BELLEN, 2004).

Por fim, vale ressaltar que apesar da dificuldade e, muitas vezes, da imprecisão nos valores, a relevância da mensuração de resultados é enorme, já que tem como principal contribuição a transmissão de informações importantes para os tomadores de decisão de empresas, governos e idealizadores de soluções para o mercado de energia renováveis no Brasil (BELLEN, 2004). A ideia proposta com este artigo foi explicitar como deve haver maior proximidade entre os aspectos técnico-científicos e a aplicabilidade prática de qualquer projeto, atingindo assim a sustentabilidade e, conseqüentemente, o equilíbrio entre o homem e o meio ambiente.

Referências Bibliográficas

ABEGÁS. Gás Verde inaugura unidades de biogás no Rio – ABEGÁS. Disponível em: <<https://www.abegas.org.br/arquivos/73011>>. Acesso em: 21 set. 2020.

BELLEN, H. M. VA. Aplicação de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável como Sistema de Apoio à Decisão: Uma Reflexão sobre suas Possibilidades e Limitações. p. 1–15, 2004.

CARNEIRO BENICIO, F.; DAS CHAGAS, F.; PORTELA, R. Planejamento Contábil Tributário como ferramenta para redução legal dos tributos: um levantamento bibliográfico da importância do Planejamento Tributário para as empresas. [s.l.: s.n.].

CETESB. Biogás. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/biogas/>>. Acesso em: 21 set. 2020.

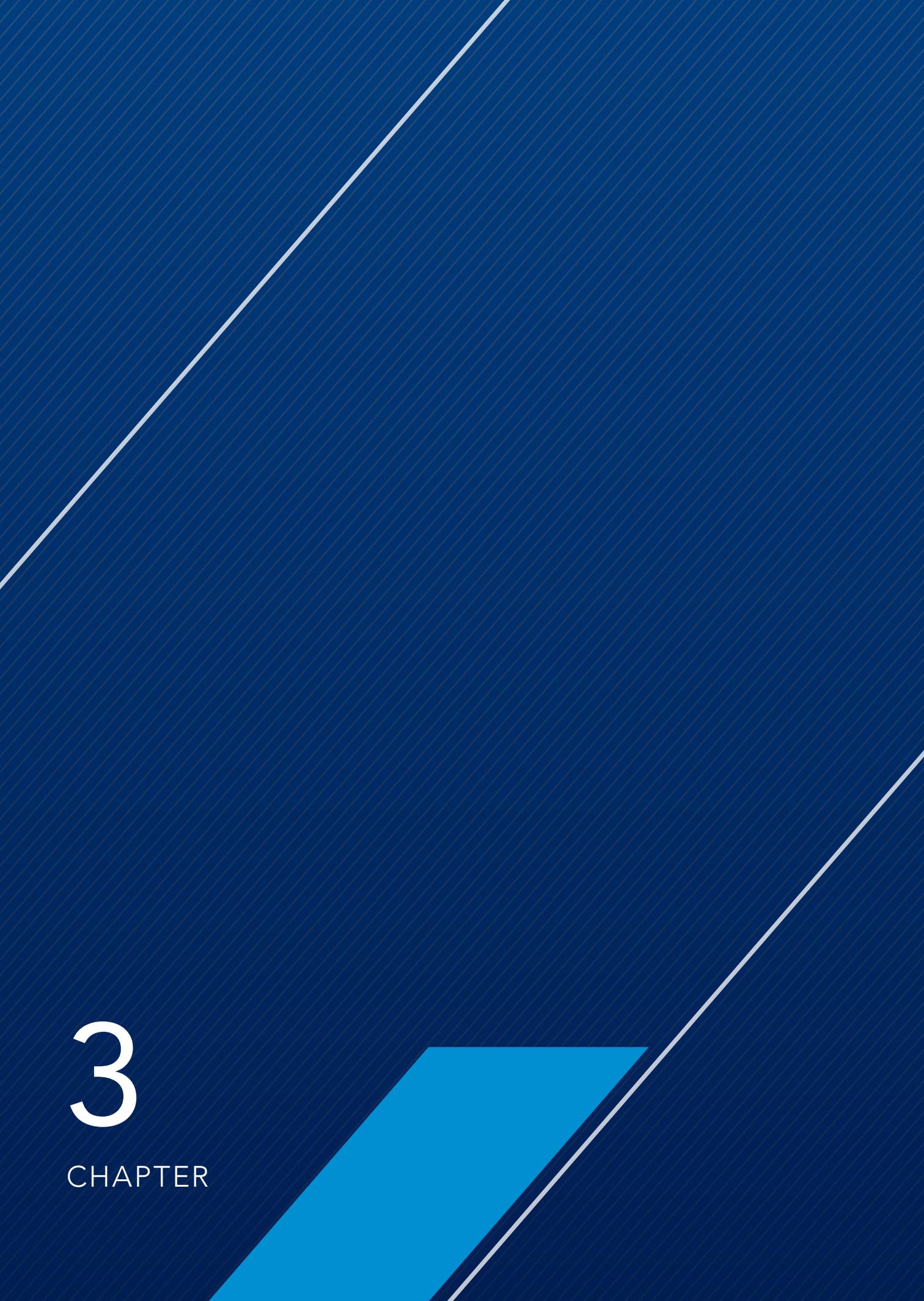
EPE, E. DE P. E. Estudo sobre a Economicidade do Aproveitamento dos Resíduos Sólidos Urbanos em Aterro para Produção de Biometano. Política Agrícola, v. XV, n. 3, p. 119, 2014.

LEONETI, A. B.; OLIVEIRA, S. V. W. B. DE; PIRES, E. C. Método baseado em indicadores de sustentabilidade para escolha de estações de tratamento de esgoto. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, v. 30, p. 56–67, 2013.

PANORAMA POSITIVO. CAPEX e OPEX: o que são, suas diferenças e por que você precisa saber! - Panorama Positivo - Tudo sobre tecnologia da informação. Disponível em: <<https://www.meupositivo.com.br/panoramapositivo/capex-e-opex/>>. Acesso em: 21 set. 2020.

REIS, T. Economia de Escala: Um atributo bastante relevante para uma companhia. Disponível em: <<https://www.sunoresearch.com.br/artigos/economia-de-escala/>>. Acesso em: 21 set. 2020.

SENADO FEDERAL. Conferência Rio-92 sobre o meio ambiente do planeta: desenvolvimento sustentável dos países. jun. 2012.



3

CHAPTER

Exploração e produção de petróleo e gás natural no offshore do Amapá: quais as possíveis externalidades das atividades na Bacia da Foz do Amazonas?

Gustavo Castro Ribeiro^{10*} e André Andriw S. da Silva^{11**}

INTRODUÇÃO

A história de exploração e produção de petróleo e gás natural na Amazônia brasileira remonta à década de 70, por meio das atividades da Petrobras nas regiões do Arara e Urucu. Dada as potencialidades energéticas da Hileia, o Estado brasileiro articulou, via Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), a concessão de poços na região, com destaque para os blocos no *offshore* do Amapá.

Entretanto, no contexto de transição energética, e as responsabilidades do Brasil perante a comunidade internacional com a preservação da Amazônia, quais são as possíveis externalidades geradas na ativação dessas atividades na Bacia do Foz do Amazonas? Visto isso, o objetivo deste artigo é apresentar alguns desses efeitos, destacando dados geológicos e explicando o atual imbróglio entre as empresas vencedoras do leilão e os órgãos de licenciamento ambiental.

¹⁰ Graduado em Engenharia de Petróleo (UNISANTA), Mestre em Planejamento Energético (UNICAMP) e Doutorando em Energia (USP).

¹¹ Analista Internacional (UFRR), Mestrando em Relações Internacionais no PPG San Tiago Dantas (UNESP, UNICAMP, PUC-SP).

DADOS GEOLÓGICOS E AQUISIÇÃO DOS BLOCOS

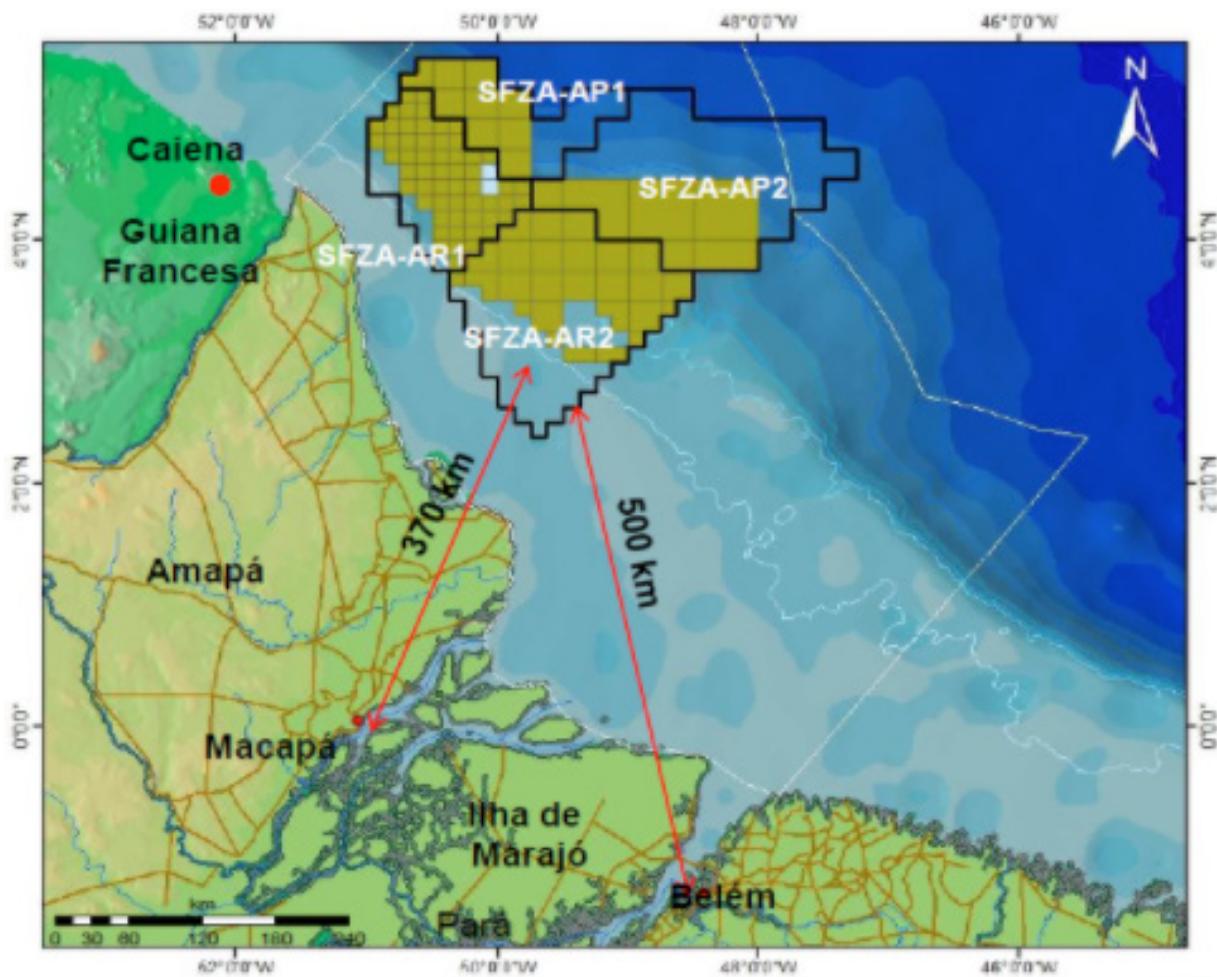
As primeiras campanhas na Bacia do Foz do Amazonas são datadas da década de 1970, resultando em descobertas de gás natural na área de Pirapema, em 1976, pela Petrobras (ANP, 2013). Décadas mais tarde, em 2003, já sob a regência da Lei do Petróleo, novos blocos da área foram licitados e arrematados também pela Petrobras na 5ª Rodada de Concessão (ANP 2020). Apesar da presença da estatal na Bacia, as etapas de desenvolvimento da exploração não ocorreram.

Recentemente, na 11ª Rodada, em 2013, mais blocos nos quatro principais setores da Bacia foram ofertados e adquiridos, dessa vez, por novas empresas. Para os setores de águas rasas, SFAZ-AR1 e SFAZ-AR2, os lances vencedores partiram da Brasoil (três blocos), BHP Billiton (um bloco) e Ecopetrol (um bloco). Já para os setores de águas profundas, SFAZ-AP1 e SFAZ-AP2, consórcios de empresas habilitadas concluíram a aquisição de nove blocos, com destaque para as *supermajors* operadoras Total (cinco blocos) e BP (um bloco) (ANP, 2020). A localização geográfica dos blocos da Bacia é apresentada na Figura 1.

Segundo dados geológicos disponibilizados em seminários técnicos da ANP (2013), os sistemas petrolíferos da Bacia contam com rochas de excelente potencial para geração de óleo e gás natural e reservatórios que variam entre diferentes configurações de arenitos e calcarenitos. Sob a ótica da geologia, a ocorrência de sucesso exploratório já pôde ser confirmada em análogos compatíveis nos litorais da Venezuela, Guiana, Suriname e Guiana Francesa, assim como na Margem Oeste Africana.

Dados contidos em relatórios da ANP (2013) destacam que, no caso da fronteira Guiana Francesa, foi descoberto o campo de Zaedyus, com volume de óleo in place (VOIP) de aproximadamente 700 milhões de barris de petróleo, a apenas 50 km do limite com a Bacia do Foz do Amazonas. Em relatório técnico disponível para a 11ª rodada de licitação, ao todo, os recursos in place para a Bacia foram estimados em 14 bilhões de barris de petróleo e 40 trilhões de pés cúbicos de gás natural. O pacote de dados à época contava com informações a partir de 38 poços exploratórios, 32.353 km de sísmica 2D e 6.632 km² de sísmica 3D. O limite da fase exploratória dos blocos da 11ª Rodada, com no máximo 8 anos, foi firmado na assinatura dos contratos em 2013 (ANP, 2020).

FIGURA 1. LOCALIZAÇÃO DOS SETORES EXPLORATÓRIOS NA BACIA DO FOZ DO AMAZONAS



Fonte: ANP (2013)

DESCOBERTA DE RECIFES DE CORAIS E INDEFERIMENTO DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL

A partir de 2016, uma mobilização científica tornou-se notória na costa marítima do Amapá, Pará e Maranhão, uma vez que grupos de pesquisadores afirmaram que o Grande Sistema de Recifes do Amazonas (GARS, na sigla em inglês) pode ter uma extensão superior a 55 mil km², uma área do tamanho do Estado da Paraíba. A descoberta do sistema, riquíssimo em biodiversidade marinha, contando, além dos corais, com esponjas, peixes e crustáceos, surgiu como uma grande surpresa para a comunidade científica internacional. O questionamento existe porque na região desaguam grandes volumes do Rio Amazonas, o que resulta em uma vasta pluma turva de água doce e sedimentos, impossibilitando a penetração de luz solar e dificultando a ocorrência de vida marinha (ESCOBAR, 2019).

A partir de uma recente pesquisa publicada por Mahiques et al. (2019), foi confirmado que o recife possui vida ativa e ainda apresenta tendência de crescimento, mesmo com as condições adversas no ambiente submarino. Os aspectos evolutivos puderam ser confirmados através de análises de datação por radiocarbono em amostras de carbonato. Segundo os autores, para reconciliar as atividades econômicas com a conservação da rara biodiversidade local, são necessários, em caráter de urgência, estudos adicionais sobre o crescimento líquido dos

recifes, assim como também da diversidade de espécies associada ao habitat.

Em 2017, o pedido final de licenciamento ambiental para as atividades de perfuração nos blocos FZA-M-57, 86, 88, 125 e 127, foi submetido ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA) por meio de um parecer técnico da petrolífera francesa Total. O documento, apesar de descrever satisfatoriamente algumas questões sobre a utilização de embarcações de apoio e o uso e descarte de fluidos e produtos químicos, não atendeu alguns pontos de monitoramento e medidas de mitigação dos possíveis impactos ambientais, considerados de extrema importância. Sendo assim, através de despacho, houve a rejeição do estudo de exploração para a Foz do Amazonas. Dentre as principais observações, foi destacado que as modelagens hidrodinâmica e de dispersão do óleo, para o caso de vazamentos, não foram detalhadas a ponto de assegurarem possíveis impactos negativos. Além disso, por conta dos riscos fronteiriços, foi destacado a imposição de tratativas internacionais com países sul-americanos vizinhos e ilhas caribenhas (IBAMA, 2017).

No ano seguinte, em 2018, uma nova tentativa foi rejeitada. O Estudo Ambiental de Caráter Regional da Bacia da Foz do Amazonas, desenvolvido em uma parceria entre Total, BP e Queiroz Galvão, apresentou incongruências em aspectos de insegurança técnica, como o tipo de perfuração e

FIGURA 2. EXTENSÃO DOS CORAIS DA AMAZÔNIA



Fonte: Escobar (2019)

as consequências nos recifes biogênicos, a ausência de um acordo bilateral entre Brasil e França para lidar com possíveis acidentes e a dificuldade de apresentação de um Plano de Emergência Individual (PEI) adequado (IBAMA, 2018). Por falta de comprovação de segurança técnica operacional com risco à biodiversidade marinha, a licença ambiental para perfuração na Bacia foi indeferida através de despacho, com recurso negado, em dezembro de 2018 (IBAMA, 2018).

ATUAL SITUAÇÃO, PERSPECTIVAS FUTURAS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o quadro de licenciamento ambiental inalterado, ausência de novos estudos e risco de ecocídio, as atividades exploratórias na Bacia seguem paralisadas, inclusive, com o cancelamento da oferta de novos blocos na 15ª Rodada de Concessão da ANP (EPBR, 2018). Caso as atividades de perfuração não sejam autorizadas, ocasionalmente, os blocos arrematados na Bacia devem ser devolvidos à União, embora alguns pedidos para cancelamento ou suspensão dos contratos já tenham sido negados por parte da ANP (EPBR, 2019).

Apesar das dificuldades apresentadas, foi noticiado pela Agência EPBR (2019) que empresas como Total e BP ainda apostam no desenvolvimento da Bacia. No caso da petrolífera francesa, foi necessário lançar um novo processo de licenciamento ambiental para manter o projeto exploratório dos

cinco blocos, iniciado em 2014. Porém, mesmo após reiniciar o licenciamento, em setembro de 2020, foi anunciado por parte da empresa a desistência da operação dos blocos na Bacia. Com a desistência, nos próximos meses, cabe à ANP a nomeação de um novo operador (DW, 2020). Contrapondo a situação brasileira, recentemente a Total recebeu uma autorização do governo francês, considerada estratégica, para iniciar as perfurações em blocos fronteiriços adquiridos na Guiana Francesa.

Há diversas discussões favoráveis e contrárias ao tema. Políticos em geral, como senadores e deputados da região, pautam diversos tipos de argumentos para que a situação seja destravada e revertida em benefícios diretos para a sociedade amapaense. É importante salientar que o desenvolvimento das atividades pode ser uma grande oportunidade para captação de recursos advindos dos contratos de concessão, como bônus de assinatura, royalties e participação especial a depender do volume produzido. A discussão é reforçada principalmente quando se leva em consideração o caso recente de sucesso exploratório da norte-americana ExxonMobil na costa da Guiana, com possibilidade de ocorrência de campos gigantes e, muito provavelmente, situados no mesmo *play* geológico do litoral brasileiro.

A falta de uma solução definitiva infelizmente se arrasta há anos, com prejuízos para as empresas, que não conseguem iniciar o

plano de exploração, culminando no atraso da produção e conseqüentemente da geração de recursos financeiros para o Estado do Amapá. Outro ponto complexo também pode ser considerado na resposta negativa da ANP para cancelamento de contratos na área, resultando em um verdadeiro embaraço já que de um lado não pode haver exploração e do outro a suspensão e devolução das áreas são negadas.

Ambientalmente, a preservação do raro sistema de corais deve ser conduzida com extrema rigidez por parte dos órgãos responsáveis, evitando assim possíveis impactos negativos como acidentes e destruição da biodiversidade marinha. Porém, a criação de um projeto inflexível para preservação

permanente, como é debatido em diversos meios, pode inviabilizar as atividades econômicas e a geração de renda na região.

Um caminho alternativo pode acontecer por meio de regras consistentes para garantir a confiabilidade e a mitigação de possíveis desastres, como os temidos derramamentos de petróleo. Com respaldo de um desenvolvimento tecnológico que seja sólido, eficaz e principalmente seguro, talvez, exista uma possibilidade para que as operações se concretizem futuramente. Através de um consenso geral, a exploração sustentável da Bacia da Foz do Amazonas poderá, além de preservar a biodiversidade marinha, auxiliar diretamente no desenvolvimento do Amapá e também da Região Norte.

Referências Bibliográficas

ANP. 11ª Rodada de Concessão. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2020. Disponível em: <<http://rodadas.anp.gov.br/pt/concessao-de-blocos-exploratorios-1/11-rodada-de-licitacao-de-blocos>> Acesso em 24 de agosto de 2020.

ANP. 5ª Rodada de Concessão. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2020. Disponível em: <<http://rodadas.anp.gov.br/pt/concessao-de-blocos-exploratorios-1/5-rodada-de-licitacao-de-blocos>> Acesso em 24 de agosto de 2020.

ANP. Avaliação Geológica da Bacia da Foz do Amazonas. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2013. Disponível em: <http://rodadas.anp.gov.br/arquivos/Round11/Seminarios_r11/tec_ambiental/Bacia_da_Foz_do_Amazonas.pdf> Acesso em 24 de agosto de 2020.

DW. Desistência de empresa francesa adia exploração de petróleo em foz do Amazonas, setembro de 2020. Disponível em: <<https://www.dw.com/pt-br/desist%C3%A2ncia-de-empresa-francesa-adia-explora%C3%A7%C3%A3o-de-petr%C3%B3leo-em-foz-do-amazonas/a-54858331>> Acesso em 19 de setembro de 2020.

ESCOBAR, H. Cientistas garantem: recifes da Amazônia existem, e estão vivos. Jornal da USP, setembro de 2019. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-biologicas/cientistas-garantem-recifes-da-amazonia-existem-e-estao-vivos/>> Acesso em 24 de agosto de 2020.

EPBR. MPF pede que Ibama indefira exploração de petróleo na Foz do Amazonas, abril de 2018. Disponível em: <<https://epbr.com.br/mpf-pede-que-ibama-indefira-exploracao-de-petroleo-na-foz-do-amazonas/>> Acesso em 24 de agosto de 2020.

EPBR. BP mantém aposta na Foz do Amazonas, maio de 2019. Disponível em: <<https://epbr.com.br/bp-mantem-aposta-na-foz-do-amazonas/>> Acesso em 24 de agosto de 2020.

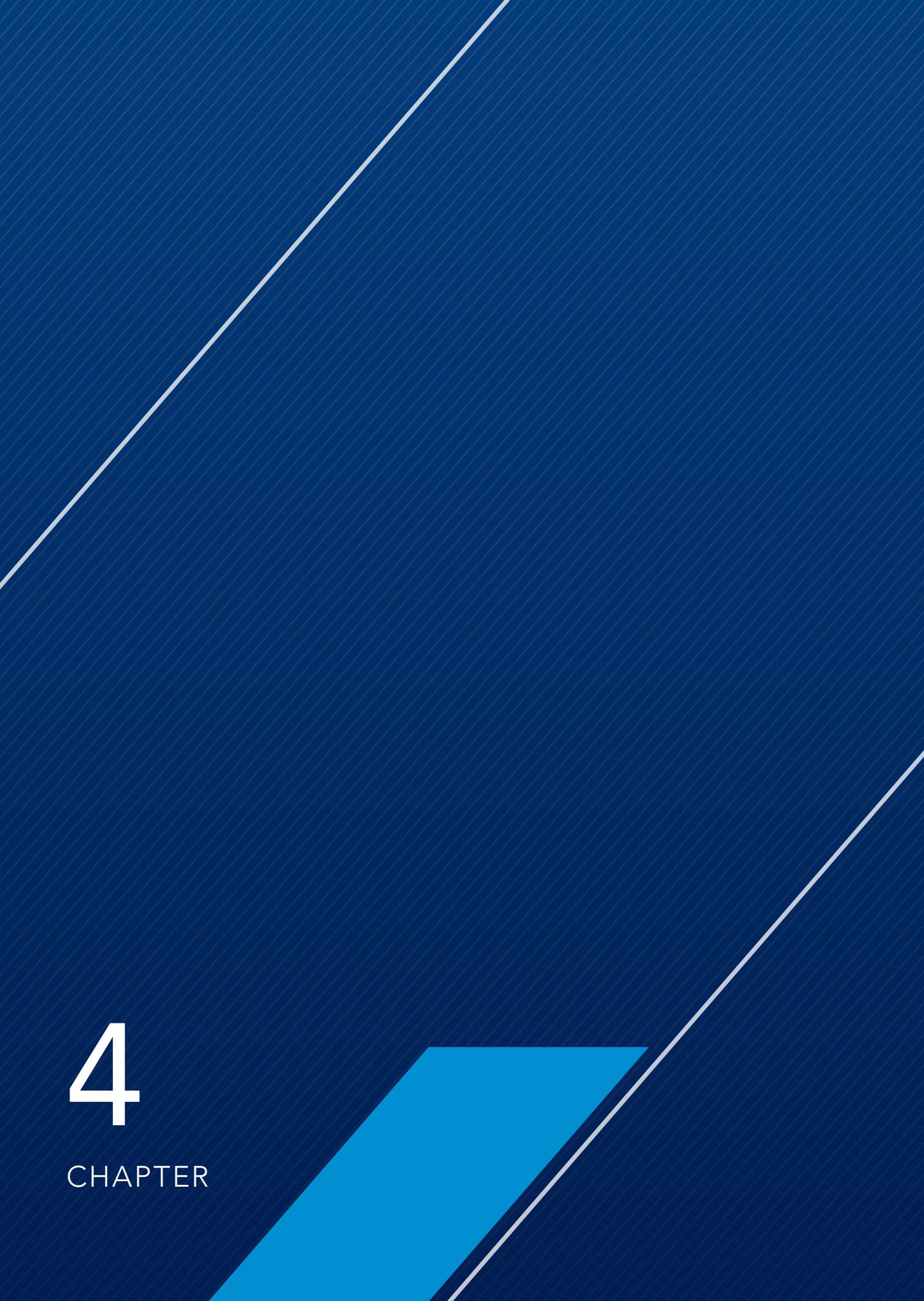
EPBR. Total terá que começar do zero licenciamento na Foz do Amazonas, abril de 2019. Disponível em: <<https://epbr.com.br/total-tera-que-comecar-do-zero-licenciamento-na-foz-do-amazonas/>> Acesso em 24 de agosto de 2020.

IBAMA. Ibama rejeita estudo para exploração de petróleo na Foz do Amazonas. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, agosto de 2017. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/notas/1176-ibama-rejeita-estudo-para-exploracao-de-petroleo-na-foz-do-amazonas>> Acesso em 24 de agosto de 2020.

IBAMA. Foz do Amazonas: estudos ambientais apresentados são insuficientes, conclui Parecer Técnico do Ibama. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, maio de 2018. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/notas/1474-foz-do-amazonas-estudos-ambientais-apresentados-sao-insuficientes-conclui-parecer-tecnico-do-ibama>> Acesso em 24 de agosto de 2020.

IBAMA. Ibama rejeita recurso contra decisão que indeferiu exploração de petróleo na Foz do Amazonas. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, dezembro de 2018. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/notas/1827-ibama-rejeita-recurso-contra-decisao-que-indeferiu-exploracao-de-petroleo-na-foz-do-amazonas>> Acesso em 24 de agosto de 2020.

MAHIQUES, M. M. DE; SIEGLE, E.; FRANCINI FILHO, R. B.; THOMPSON, F. L.; REZENDE, C. E.; GOMES, J.D.; ASP, N. E. Insights on the evolution of the living Great Amazon Reef System, equatorial West Atlantic. Scientific Reports, v. 9, p. 13699, 2019.



4

CHAPTER

O papel do licenciamento ambiental no crescimento do biogás e biometano no Brasil

Marcela Vincoletto Rezende¹²

INTRODUÇÃO

Diante do aumento da demanda energética a longo prazo e da necessidade de ações mitigadoras ligadas ao aquecimento global, o investimento em fontes alternativas de energia torna-se medida inevitável para países emergentes como o Brasil.

O desafio na transição da matriz elétrica brasileira está em oferecer segurança energética ao atender

à demanda por eletricidade e combustíveis com custo acessível e às políticas e compromissos ambientais. A grande disponibilidade de resíduos orgânicos no país advindos do setor agroindustrial e do saneamento e as diferentes aplicações da fonte (energia térmica, elétrica e combustível) são fatores que colocam o biogás como opção vantajosa de fonte para esse momento de transição. Além disso, o Brasil passa

¹²Engenheira ambiental - marcela.vr@outlook.com

por uma reestruturação do mercado de gás que pode trazer benefícios para o desenvolvimento do biogás no país¹³.

O biogás é obtido de forma industrial a partir da digestão anaeróbia da matéria orgânica em ambiente controlado ou limitado e pode ser purificado para alcançar níveis superiores de metano em sua composição, obtendo-se assim o biometano. Combustível já regulamentado pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis¹⁴ - ANP, o biometano pode ser intercambiável com o gás natural fóssil, substituindo-o em processos produtivos e mesmo ser injetado na rede de gás canalizado. Entre outros atributos, o biogás é uma fonte não intermitente, despachável e que ainda presta um serviço ambiental dentro do contexto de gerenciamento de resíduos no ambiente urbano e rural.

Ainda que seja considerada uma fonte renovável, o biogás pode causar impactos com o possível transporte de resíduos, emissões atmosféricas e vazamentos. Inserir uma nova tecnologia na matriz elétrica nacional, pensando em uma transição para um perfil mais sustentável, pede não apenas uma prospecção de cenários a longo prazo que considerem o perfil atual do setor energético, mas também questões ambientais.

Destaca-se que, apesar da digestão anaeróbia ser um processo biológico conhecido há anos, o mercado do aproveitamento energético desse processo é relativamente novo no país. A participação do biogás na matriz energética só se tornou relevante a partir de 2015, ano em que a Empresa de Pesquisa Energética – EPE incluiu a fonte no seu Balanço Energético Nacional. Dessa forma,

¹³ "Posicionamento da ABiogás sobre a Nova Lei do Gás", disponível em <https://abiogas.org.br/posicionamento-da-abiogas-sobre-a-nova-lei-do-gas/>

¹⁴ Resolução ANP nº8/2015 e Resolução ANP nº685/2017.

mesmo com experiências internacionais que possam subsidiar o conhecimento do biogás no Brasil, são necessários estudos consolidados que mostrem os impactos dessa fonte de forma local, o que ainda é escasso em termos quantitativos. Quando analisadas as referências legais sobre o biogás, percebe-se que não existe legislação específica a nível federal para licenciamento da fonte, como acontece com a energia eólica. Além disso, tem-se a multidisciplinariedade dos projetos de aproveitamento energético de biogás, que se encaixam nos setores de saneamento, da indústria, da agricultura e de produção de energia termelétrica¹⁵ (BRASIL, 2016). Ou seja, o biogás não se resume ao setor elétrico como os recursos contemplados na Resolução nº 279, de 27 de junho de 2001, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)¹⁶ e, por isso, um cuidado maior é

requerido na elaboração de uma norma para a fonte.

A nível estadual, uma análise das legislações (Anexo I) mostra divergência nos critérios adotados dentro dos poucos estados que têm tipologia específica para o biogás. Entre potência instalada, toneladas de resíduos processados e volume de produção, ainda que a modalidade do licenciamento seja considerada simplificada, falta homogeneidade do que se entende como impacto ambiental causado pelas usinas. Da mesma forma, entre os estudos ambientais que podem ser solicitados, há abrangência de denominações, como o Relatório de Avaliação Ambiental – RAA, Estudo Ambiental Simplificado – EAS, Estudo Ambiental Intermediário - EAI, Relatório Ambiental Prévio e diferentes denominações para procedimentos licenciamento ambiental simplificado.

¹⁵BRASIL. Ministério das Cidades. Conceitos para o licenciamento ambiental de usinas de biogás. Probiogás: Ministério das Cidades, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (GIZ) ; autores, Felipe Correa de Souza Pereira Gomes [et al.]. – Brasília, DF, 2016.147 p

¹⁶BRASIL. Resolução CONAMA nº 279, de 27 de julho de 2001. Estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental simplificado de empreendimentos elétricos com pequeno potencial de impacto ambiental. Disponível em: < <https://goo.gl/HkMa6V>>

CONSIDERAÇÕES ACERCA DO CENÁRIO ATUAL

Se por um lado há um número demasiado de orientações diferentes a serem consideradas no licenciamento ambiental de empreendimentos de biogás, houve dificuldade no acesso a informações dos processos jurídicos relativos ao licenciamento ambiental nos estados. Não existe um banco de dados formal que reúna decisões relativas aos procedimentos ou jurisprudência que possam auxiliar o investidor. Este gargalo é identificado no relatório “Gargalos do licenciamento ambiental federal no Brasil”¹⁷, que afirma que além do excesso de matérias legislativas que “nem os próprios analistas ambientais do Ibama conseguem dominar”, a subjetividade dos termos usados no licenciamento ambiental também tem sido um problema (HOFFMAN, 2015).

No caso do biogás, o baixo impacto ambiental,

a necessidade de diversificar a matriz elétrica e o encaminhamento mundial a favor das energias renováveis são fatores que devem incentivar sua implementação no Brasil. É papel governamental estabelecer o licenciamento dessas fontes para alcançar seus objetivos e metas, como a Política Nacional de Mudanças Climáticas e o Acordo de Paris, ao passo que não entrave a ampliação deste mercado ou acarrete em judicialização por questões de definição, como já ocorreu com usinas eólicas no passado¹⁸. Atualmente, com legislações estaduais díspares, essa implementação se vê comprometida pela diferença de demandas aos investidores em relação à localidade, pela incerteza jurídica e a sensação de aversão por se tratar de uma tecnologia recente no país.

O fácil acesso à informação unificada é outro dos fatores que devem ser considerados para os procedimentos de licenciamento ambiental, evitando recusas e obstáculos que podem ser evitados em novos empreendimentos.

¹⁷ HOFMANN, Rose Mirian. Gargalos do licenciamento ambiental federal no Brasil. Brasília: Consultoria Legislativa, Área XI –Meio Ambiente e Temas Afins, julho de 2015, p.53. Disponível em: <http://bd.camara.gov.br/bd/handle/bdcamara/24039>.

¹⁸ Giacobbo, Daniela Garcia Uma análise regulatória do licenciamento ambiental para a geração de energia eólica no Brasil e a judicialização do setor / Daniela Garcia Giacobbo. –2018. 178 f. Dissertação (mestrado) -Escola de Direito do Rio de Janeiro da Fundação Getúlio Vargas.

“Gargalos do licenciamento ambiental federal no Brasil”, que afirma que além do excesso de matérias legislativas que “nem os próprios analistas ambientais do Ibama conseguem dominar”, a subjetividade dos termos usados no licenciamento ambiental também tem sido um problema (HOFFMAN, 2015).

No caso do biogás, o baixo impacto ambiental, a necessidade de diversificar a matriz elétrica e o encaminhamento mundial a favor das energias renováveis são fatores que devem incentivar sua implementação no Brasil. É papel governamental estabelecer o licenciamento dessas fontes para alcançar seus objetivos e metas, como a Política Nacional de Mudanças Climáticas e o Acordo de

Paris, ao passo que não entrave a ampliação deste mercado ou acarrete em judicialização por questões de definição, como já ocorreu com usinas eólicas no passado. Atualmente, com legislações estaduais díspares, essa implementação se vê comprometida pela diferença de demandas aos investidores em relação à localidade, pela incerteza jurídica e a sensação de aversão por se tratar de uma tecnologia recente no país.

O fácil acesso à informação unificada é outro dos fatores que devem ser considerados para os procedimentos de licenciamento ambiental, evitando recusas e obstáculos que podem ser evitados em novos empreendimentos.

ANEXO 1: ANÁLISE DOS PROCESSOS DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE BIOGÁS

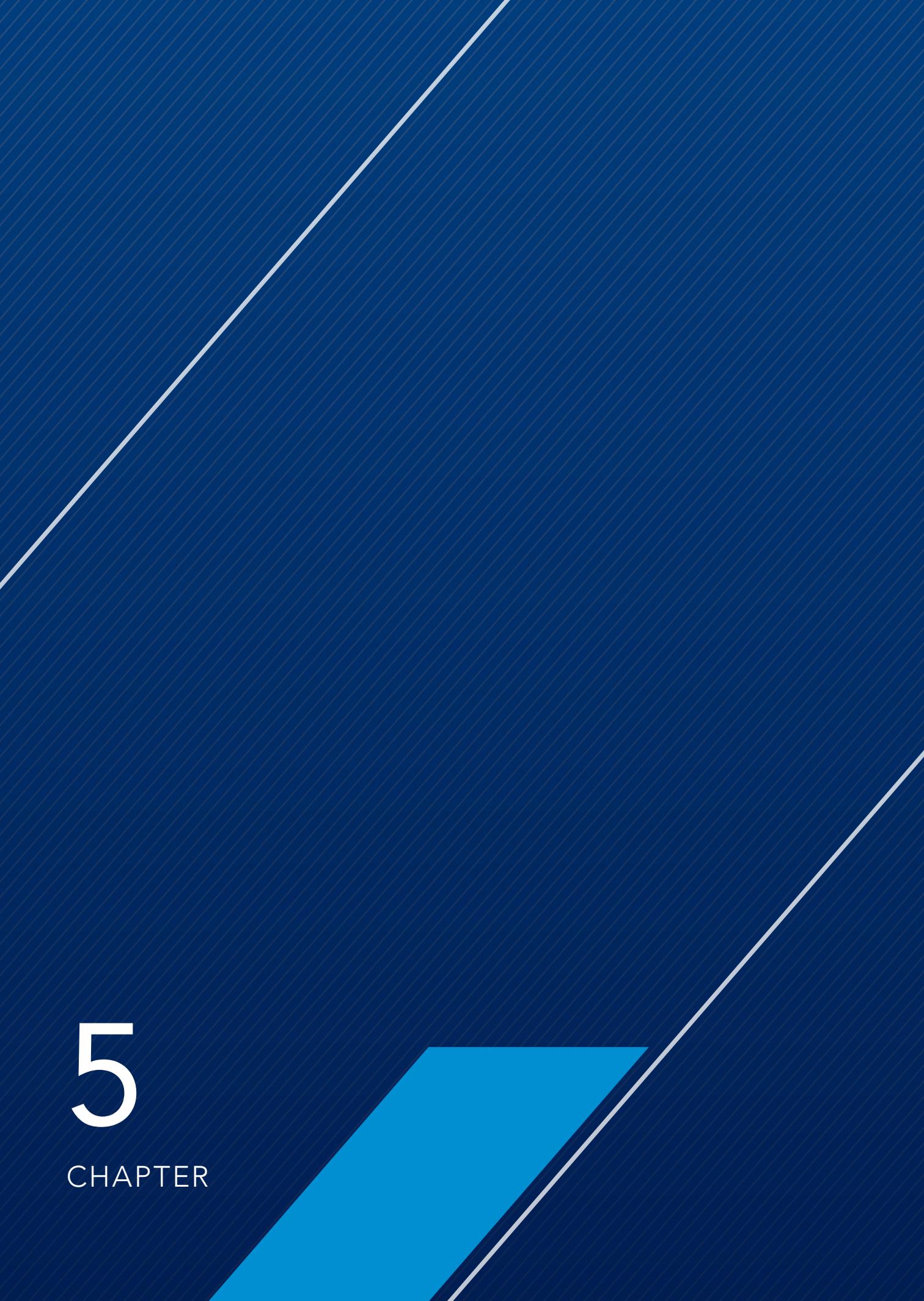
Estado	Referência Legal	Tipologia	Parâmetro de Enquadramento	Faixas Estabelecidas
AL	Resolução CEPRAM nº 10/2018	03.01.07 - Unidade de biodigestão anaeróbica de resíduos	Quantidade de resíduos processados em ton/dia	≤ 30 ton/dia: EAS - Estudo Ambiental Simplificado
				> 30 ton/dia: RAA - Relatório de Avaliação Ambiental
CE	Resolução COEMA nº 02/2019	09.12 - Energia a partir de biomassas/ biogás	Potência gerada (MW) dado um potencial poluidor-degradador baixo	Micro: ≤ 5 - F*
				Pequeno: > 5 ≤ 10 - G**
				Médio: > 10 ≤ 30 - I
				Grande: > 30 ≤ 100 - J
				Excepcional: > 100 - O
PI	Resolução CONSEMA nº 33/2020	D2-004 - Geração de / energia a partir de biogás	Capacidade instalada em MW	C2 - Porte Micro (<1): EAS - Estudo Ambiental Simplificado
				C2 - Porte Pequeno (1 - < 10): EAS - Estudo Ambiental Simplificado
				C3 - Porte Médio (>10 - <30): EAI - Estudo Ambiental Intermediário
				C4 - Porte Grande: (> 30 - < 50): EIA/RIMA - Estudo de Impacto Ambiental/ Relatório de Impacto Ambiental
				C6 - Porte Excepcional: (>50): EIA/RIMA - Estudo de Impacto Ambiental/ Relatório de Impacto Ambiental

Estado	Referência Legal	Tipologia	Parâmetro de Enquadramento	Faixas Estabelecidas
RJ	Decreto Estadual nº 46.890 de 23 de dezembro de 2019	Grupo XXVIII - Saneamento e serviços de utilidade pública: "Aproveitamento de biogás"	O novo portal de licenciamento do estado está em construção e as diretrizes do site ainda se referem ao Decreto Estadual n.º 44.820, de 2 de junho de 2014, revogado pelo Decreto Estadual nº 46.890 de 23 de dezembro de 2019.	
RS	Resolução CONSEMA nº 372/2018	3116,30 - Produção de biogás com potencial poluidor médio	Volume de produção em m ³ /mês***	Não incidência: até 100.000,00
				Mínimo: de 100.000,01 a 250.000,00
				Pequeno: de 250.000,01 a 2.500,00
				Médio: de 2.500.000, 01 a 7.500.000,00
				Grande: de 7.500.000,01 a 12.500.000,00
				Excepcional: demais
		3510,14 - Geração de energia elétrica a partir de biogás com potencial poluidor médio	Potência em MW	Mínimo: até 1,00
				Pequeno: de 1,01 a 10,00
				Médio: de 10,01 a 30,00
				Grande: de 30,01 a 50,00
				Excepcional: demais
SC	Resolução CONSEMA nº 98/2017	34.20.00 - Unidade de produção de gás e biogás, com ou sem aproveitamento energético	Vazão de bombeamento (m ³ /h) dada pela sigla Q(1) com potencial poluidor médio	Porte pequeno - Q(1) ≤ 500: RAP - Relatório Ambiental Prévio
				Porte médio - 500 < Q(1) < 2000: RAP - Relatório Ambiental Prévio
				Porte grande - Q(1) ≥ 2000: EAS - Estudo Ambiental Simplificado

*Atividade de micro e minigeração distribuída sujeita a Licença Ambiental Única (LAU), em conformidade com a Resolução Coema nº 03/2016 (DOE 07/04/2016).

**As letras associadas ao enquadramento indicam os custos das licenças, que podem ser verificados na Resolução citada. O texto não pré-estabelece os estudos ambientais pelas faixas de enquadramento.

***O texto não pré-estabelece os estudos ambientais pelas faixas de enquadramento.



5

CHAPTER

Perspectivas da disruptiva tecnologia de captura e armazenamento geológico de carbono (ccs): aplicações e exemplos atuais

Matheus Moreira Schirmbeck¹⁹

INTRODUÇÃO

No Encontro Anual do Fórum Econômico Mundial do ano de 2020, foi enfatizado que o futuro global se encontra em um crescimento limpo e sustentável, com a implementação de tecnologias energéticas industriais disruptivas. De acordo com Page (2020), CEO do Instituto Global de Captura e Armazenamento de Carbono (CCS), atualmente a energia global está sofrendo uma série de mudanças incisivas, tais como: o rápido desenvolvimento de tecnologias renováveis no setor elétrico com custos de produção em queda exponencial; a crescente produção de gás natural e óleo

para uso doméstico nos EUA; e o aumento gradual do uso de energia “limpa”.

Dentro desse contexto de mudanças em busca de crescimento sustentável, destaca-se a tecnologia de captura e armazenamento geológico de carbono (CCS), que consiste em um processo integrado de captura e separação de CO₂ proveniente de um sistema estacionário, como usinas geradoras de energia e indústrias, transporte e injeção em um sistema poroso de formações rochosas profundas, como uma opção para mitigação

¹⁹ Geólogo (UFRGS), Mestrando em Geologia do Petróleo (UFRGS), Pós-Graduando em Meio Ambiente e Sustentabilidade (FGV) - schirmbeck@live.com

das emissões globais de CO₂ (Ketzer et al., 2015). A tecnologia consiste na retirada de CO₂ antes de sua emissão diretamente do ar. Além de ser injetado em reservatórios geológicos, que possuem espaço suficiente de armazenamento, na ordem de milhares de toneladas, a técnica também pode ser utilizada durante e para fins de processos industriais (eCycle, 2020).

A captura e separação de gases pode ser realizada por diferentes processos, tais como: 1. pós-combustão, ou seja, a combustão após queima de combustíveis fósseis, originando CO₂ em baixas concentrações e N₂; 2. pré-combustão, que significa a gaseificação de combustível fóssil gerando o gás síntese (CO e H₂), produzindo como subproduto CO₂; 3. oxi-combustão, que é a queima com oxigênio puro gerando CO₂ em concentrações elevadas (>80%) e água, facilmente separado posteriormente por condensação; e 4. separação através de outros processos industriais como a utilização de aminas e outros solventes para absorção seletiva de CO₂, principalmente em indústrias de fertilizantes, cimento, processamento de gás natural e siderúrgicas (Ketzer et al., 2015). O processo de captura e separação, portanto, retira o dióxido de carbono da corrente gasosa, a fim de atingir um fluxo de pureza superior a 90% de CO₂. Posteriormente, o CO₂, normalmente em fase supercrítica, precisa ser transportado, seja por navios, carbidutos (semelhantes aos de gás natural) ou caminhões (Ketzer et al., 2015).

Segundo informações de Ketzer et al. (2015), o armazenamento geológico de CO₂ pode ocorrer principalmente em reservatórios maduros de óleo e gás, aquíferos salinos profundos e camadas de carvão. Estima-se uma profundidade de pelo menos 800 m para a adequada injeção dos fluidos em estado supercrítico. O selo impermeável e as “armadilhas” ou trapas geológicas previnem à ascensão dos fluidos à superfície. Com o passar do tempo, estes fluidos podem reagir com fluidos locais causando o aprisionamento iônico do CO₂ através dos seguintes processos, de acordo com o reservatório onde foi introduzido: 1. dissolução do gás na água subterrânea; 2. aprisionamento mineral em campos de óleo e gás e 3. adsorção em camadas de carvão (Ketzer et al., 2015). A segurança do armazenamento contra possíveis vazamentos é fundamental nesse processo, principalmente a partir do monitoramento do subsolo, de camadas mais próximas à superfície e da atmosfera, registrando possíveis ascensões dos gases a regiões mais rasas (Ketzer et al., 2015).

Atualmente essa tecnologia pode ser considerada uma das chaves fundamentais para a transição energética, concomitantemente a ascensão das energias renováveis para o cumprimento do Acordo de Paris, assinado em dezembro de 2015 e em vigor desde 2016, na Conferência de Mudanças Climáticas das Nações Unidas. Segundo dados do Ministério do Meio Ambiente (2020), o acordo possui como propósito reduzir emissões de carbono

na atmosfera, limitar a elevação da temperatura terrestre, até 2050, para no máximo 2°C acima dos níveis pré-industriais e alcançar o balanço de equilíbrio, onde a entrada de carbono na atmosfera será igualmente compensada pela sua remoção (*net-zero*). No atual momento, apesar da aprovação de 195 países no acordo, os indicativos apontam para um aumento de 3,5°C em relação aos períodos pré-industriais (Ministério do Meio Ambiente, 2020).

Segundo informações da ONU (2015), a partir do envolvimento de mais de sete milhões de pessoas e com liderança da *Organização das Nações Unidas* (ONU), foi criada a Agenda 2030, com 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), e aproximadamente 169 metas específicas, com finalidade de tomar medidas ousadas e disruptivas para colocar o planeta em caminho do desenvolvimento sustentável. A Agenda 2030 surgiu baseada nos antigos Objetivos do Desenvolvimento do Milênio (ODM), que consistia em oito objetivos com o mesmo propósito (ODM Brasil, 2020). Dividindo-se em cinco vertentes principais (pessoas, prosperidade, planeta, paz e parceria), a Agenda 2030 cria um escopo de atuação amplo envolvendo os conceitos do tripé da sustentabilidade, proposto por Elkington (1984). O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 13 (ODS 13), denominado Ação contra a Mudança Global do Clima garante, até 2030, procura promover a conscientização e políticas para o combate ao aquecimento do planeta, assim como asse-

gurar a capacidade de adaptação dos países às mudanças climáticas (ONU, 2015).

Em períodos pré-industriais, o dióxido de carbono ocorria em concentrações na casa de 0,028% na atmosfera, enquanto atualmente o valor encontra-se em aproximadamente 0,04%, segundo informações de Lucquiaud (2020). Conforme dados da Revista Época (2018), os indicativos apontam para um aumento de 1,5°C a 2°C em relação aos períodos pré-industriais entre 2030 e 2052, ou seja, já na metade do Século XXI. No último século, registrou-se um aumento de pelo menos 0,8 °C a 1°C nas temperaturas globais, corroborando com os dados indicativos da ineficácia na redução das emissões planetárias (Ketzer et al., 2015). Para evitar mudanças climáticas drásticas e nocivas, a redução das emissões de CO₂, assim como o controle da sua concentração atmosférica são desafios que precisam ser enfrentados (Lucquiaud et al., 2020).

As energias renováveis são a história de sucesso da década anterior no que tange à energia descarbonizante. Espera-se que o rápido crescimento continue nas próximas duas décadas. No entanto, é improvável que seja capaz de corresponder ao aumento considerável na demanda global de energia no mesmo período, e o uso de combustíveis fósseis também deve crescer concomitantemente. Para isso, é essencial a adoção de uma ampla gama de tecnologias e soluções mitigatórias no abatimento das emissões. É

vital que os desafios e fatores facilitadores de implantação, bem como as vastas oportunidades que a tecnologia oferece, sejam não apenas bem compreendidos, mas considerados e tratados com urgência.

De acordo com a Agência Internacional de Energia (AIE) (Page, 2020), estima-se a implantação de até 2000 plantas de captura de carbono até 2050, para atingirmos o *net-zero*. De acordo com Turan & Temple-Smith (2020), atualmente consta-se no Banco de Dados do Instituto Global de CCS, 51 implantações de larga-escala, sendo 21 em operação, duas em construção e 28 em diversos estágios de desenvolvimento. Em conjunto, as 51 implantações produzem uma capacidade de captura de aproximadamente 96 milhões de toneladas de CO₂ anuais.

Segundo dados do Instituto Global de CCS (2020), alguns facilitadores, como políticas específicas e oportunidades comerciais são fundamentais para o incentivo das tecnologias inovadoras e disruptivas como o CCS. Dentre esses facilitadores, mais precisamente para a implantação da tecnologia de captura e armazenamento do carbono em grande escala, destaca-se a importância da infraestrutura pré-existente local, como, por exemplo, dutos de transporte na área, utilizados normalmente para transporte de gás natural, petróleo e derivados ou mesmo poços abandonados, reduzindo assim os altos investimentos iniciais no processo de implantação inicial da tecnologia. Além disso, a presença

e o acesso a reservatórios geológicos maduros de alta qualidade nas proximidades, com dados amplamente conhecidos (geralmente adquiridos anteriormente, em etapas de exploração petrolífera do reservatório) são facilitadores fundamentais na avaliação de potenciais armazenamentos geológicos de CO₂ (Instituto Global de CCS, 2020).

Além disso, considera-se essencial uma regulação predizível e transparente no que tange ao acesso, por parte da empresa responsável, ao espaço poroso de reservatórios geológicos, e a responsabilidade e consciência para a gestão do CO₂ armazenado a longo prazo (Instituto Global de CCS, 2020).

Em contrapartida, ocorrem diversos obstáculos e adversidades na implantação em grande escala dessa tecnologia. Entre os principais impedimentos encontram-se as questões comerciais, visto que a instalação para viabilizar o CCS requer investimentos iniciais altos em ativos de longa duração com intensivo uso de capital, como a planta de captura, dutos de transporte (*pipelines*) e recursos de armazenamento geológico custosos, tanto no que tange à avaliação, como na construção e no desenvolvimento (Instituto Global de CCS, 2020).

No âmbito social e comunitário, segundo informações do Instituto Global de CCS (2020), observa-se como obstáculo o ceticismo, principalmente no que diz respeito à segurança no transporte e armazenamento de compostos gasosos, levantando a possibilidade de

possíveis vazamentos com consequências devastadoras à comunidade. No entanto, o dióxido de carbono não é inflamável e não possui propriedades explosivas, diferentemente do gás natural, assim como não possui compostos tóxicos na sua estrutura.

No caso do Brasil, de acordo com dados do Instituto do Petróleo e Recursos Naturais da PUC-RS (Ketzer et al., 2015), foi realizada uma análise das fontes de emissões de CO₂ (>1 Mt/ano) brasileiras no setor industrial e o potencial delas no processo de captura mais eficiente para cada uma das fontes existentes. Como resultado, obteve-se que a pós-combustão seria o processo ideal e mais viável tanto tecnologicamente como economicamente para 78% das fontes no país. Quando analisado o potencial no processo de transporte, constam-se as rodovias e ferrovias como mais viáveis, visto que a porcentagem de gasodutos na matriz de transporte brasileira são baixas (4,2%), com 15.400 km potencialmente utilizáveis para o transporte de CO₂. O país possui alto potencial para o armazenamento geológico e uma extensa cobertura de bacias sedimentares. A prospectividade de armazenamento de carbono no país foi medida e definida em alta, média e baixa em todas as bacias sedimentares brasileiras. Destacam-se as bacias do Paraná, Recôncavo, Campos, Santos e Potiguar como as bacias com maiores prospectividades. Atualmente, o Brasil possui um projeto de CCS em larga-escala em desenvolvimento, associado aos campos petrolíferos do Pré-Sal na Bacia de Santos (Ketzer et al., 2015).

No Brasil, o Plano Nacional sobre Mudança do Clima (2008) do país refere-se ao CCS como opção mitigatória, mas até 2014, nenhum arcabouço legal e regulatório foi desenvolvido, travando tal implantação, visto que as políticas de incentivo são fundamentais para o desenvolvimento do CCS no Brasil. Espera-se que uma política geral de regulamentação, que enfatize responsabilidades a longo prazo e direitos de acesso ao espaço subterrâneo, sejam a alavanca para a implantação em grande escala de tecnologias como essa no país. Os diversos ministérios e partes interessadas devem incluir uma série de regulamentos para gerar uma estrutura regulatória para o CCS no Brasil, ainda atualmente sem grandes perspectivas (Ketzer et al., 2015).

Em escala global, de acordo com a Agência Internacional de Energia (AIE), o grande empecilho para a implantação em larga escala do CCS encontra-se no desenvolvimento de arcabouços legais e regulatórios e na aceitação pública (Page, 2020).

De acordo com Havercroft (2019), a Austrália possui uma série de soluções para a mitigação de emissões sendo consideradas pelo governo, dentre elas a transição do setor energético para energias renováveis, a alternância de combustíveis, os mecanismos de crédito de carbono, a captura e armazenamento de carbono e o reflorestamento. Entretanto, uma das principais soluções para redução de emissões no país encontra-se atualmente desativada por questões burocrá-

ticas e governamentais: o uso de CO₂ para Recuperação Avançada de Petróleo (CO₂-EOR). Essa técnica, utilizada desde 1970, a fim de exclusivamente aumentar a produção de óleo em reservatórios petrolíferos maduros, possui significativas contribuições para a mitigação das emissões ao acumular quantidades significativas de CO₂ nos reservatórios. A Agência Internacional de Energia (AIE) define que, para o CO₂-EOR seja considerado um método "net-negative", é preciso que, para cada barril de óleo produzido, uma tonelada de CO₂ deve ser armazenada, onde a retirada de CO₂ supera a entrada do gás, reduzindo o teor global. Portanto, nem todos projetos de CO₂-EOR isto ocorre, dependendo das condições e especificidades operacionais e geológicas da cada projeto (Havercroft, 2019)

No caso australiano, existe um fundo governamental responsável pela redução das emissões (*Emission Reduction Fund/ERF*), que corresponde a um grupo de programas governamentais que incentivam soluções e tecnologias no abatimento das emissões de CO₂ no país. Sob o ERF, apenas atividades de redução que incluam determinadas metodologias padronizadas são incluídas na geração de ACCUs (Unidades de Crédito de Carbono Australiano), segundo informações de Havercroft (2019). Entretanto, o CO₂-EOR não se enquadra nesse sistema por não possuir uma metodologia específica. A ausência de um método existente, que se enquadre no ERF, negligencia essa importante tecnologia de abatimento. O CO₂-EOR não é,

por si só, uma tecnologia de abatimento de gases do efeito estufa, mas pode ser usada como uma fase preliminar para um projeto de CCS, propriamente dito, de emissões e na subsequente geração de créditos, inibindo o desenvolvimento da cadeia e valorização do processo, e conseqüentemente dificultando a aplicação da tecnologia em larga-escala no país (Havercroft, 2019).

Cabe destacar dois países pioneiros no desenvolvimento da tecnologia do CCS, sendo estes: Noruega e Estados Unidos da América.

Segundo dados de Beck (2020), a Noruega, pioneira na pesquisa de captura e armazenamento de carbono e, principalmente em tecnologias inovadoras para o abatimento e mitigação das emissões de CO₂, procura acelerar o seu desenvolvimento através de projetos prioritários como o Northern Lights (2019), projeto de larga-escala resultado da ambição do governo norueguês, responsável pelo sequestro de carbono, na região de Oslofjord, associado principalmente à produção de cimento (8% das emissões globais) e à produção de "waste-to-energy", ou seja, resíduos e rejeitos (5% das emissões globais). Estima-se que esses resíduos aumentem em até 70% até 2050. O CO₂ derivado desses processos é então transportado e armazenado permanentemente no Mar do Norte, em parceria com empresas petrolíferas (Equinor, Shell e Total). A Noruega compreendeu a transnacionalidade do problema enfrentado e tomou as dores de

todo o continente, com os dois maiores projetos de CCS da Europa (*Sleipner* e *Snøhvit*), incentivando assim a aceleração do progresso mitigatório por outros países na busca do *net-zero* até 2050 (Beck, 2020).

De acordo com Page (2020), os Estados Unidos da América, por meio do seu departamento de Energia, possui atualmente 10 instalações de larga-escala, capturando mais de 25 Mtpa, líder mundial em desenvolvimento de CCS. O Instituto Global de CCS anunciou recentemente 10 instalações no seu banco de dados, sendo oito delas, americanas, uma no Reino Unido e uma nos Emirados Árabes (Page, 2020). Esse resultado significativo americano é consequência de uma combinação do apoio governamental e mecanismos de incentivos com ações do setor privado. A Califórnia, particularmente com seu Protocolo de Combustível de Baixo Carbono (*Low Carbon Fuel Standard CCS Protocol*), segundo dados de Beck (2019), está incentivando instalações de captura direta de CO₂ do ar globalmente. A Occidental Petroleum anunciou a primeira instalação de captura direta de CO₂ do ar larga-escala no Texas, a fim de retirar um Mtpa de CO₂ da atmosfera. Além disso, diversos estados, como Montana, Louisiana, Texas e Dakota do Norte produzem incentivos em impostos para o desenvolvimento de CCS (Beck, 2019).

Outro grande projeto americano (Projeto Illinois-Basin Decatur) envolve o uso de bioenergia associada a CCS (BECCS). Segundo

informações de Bauer et al (2019), esse projeto, conduzido pela ADM (*Archer Daniels Midland Company*), obteve como resultado, aproximadamente 1000 toneladas por dia de CO₂, obtidos a partir da produção de etanol na planta de processamento, compactados, desidratados, transportados e injetados nos arenitos Mt. Simon nos últimos 3 anos. Entre 2011 e 2014, aproximadamente 999 mil toneladas de CO₂, em estado supercrítico, foram armazenados geologicamente a partir desse processo. Essas informações evidenciam e incentivam a possibilidade de obtenção de créditos de carbono com essa tecnologia no Brasil, através de programas como o *RenovaBio*, a nova Política Nacional de Biocombustíveis, instituída pela Lei nº 13.576/2017, que possui como objetivo promover e impulsionar a expansão da produção de biocombustíveis no Brasil, com base no tripé da sustentabilidade (aspectos sociais, ambientais e econômico) e no crescimento do mercado.

Grandes potências mundiais estão tomando a frente no combate a um dos maiores problemas já enfrentados pelo planeta: o aquecimento global. Esperamos um crescimento exponencial, na próxima década, da tendência até então apresentada de urgência ao combate às emissões, a partir do incentivo de entidades públicas e privadas no desenvolvimento de tecnologias que sejam fundamentais para o cumprimento do Acordo Climático de Paris e dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030.

Referências Bibliográficas

BAUER, R. A., WILL, R., GREENBERG, S. E., & WHITTAKER, S. G. Illinois Basin–Decatur Project. In T. L. Davis, M. Landrø, & M. Wilson (Eds.), *Geophysics and Geosequestration* (p. 339-370). Cambridge University Press. 2019. <https://doi.org/10.1017/9781316480724.020>. Acesso em: 20 de set. 2020.

BECK, L. CCS in Norway: Propelling global innovation for decarbonization. Global CCS Institute. 9 de fev. 2020. Disponível em: <https://www.globalccsinstitute.com/news-media/insights/ccs-in-norway-propelling-global-innovation-for-decarbonization/>. Acesso em: 20 de set. 2020.

BECK, L. The California climate policy no one is talking about. Global CCS Institute. 24 de jul. 2019. Disponível em: <https://www.globalccsinstitute.com/news-media/insights/the-california-climate-policy-no-one-is-talking-about/>. Acesso em: 25 de set. 2020.

Carbon capture and storage: Challenges, enablers and opportunities for deployment. Global CCS Institute. 30 de jul. 2020. Disponível em: <https://www.globalccsinstitute.com/news-media/insights/carbon-capture-and-storage-challenges-enablers-and-opportunities-for-deployment/>. Acesso em: 27 set. 2020.

ESTADÃO CONTEÚDO. Limitar o aquecimento do planeta a 1,5°C requer ação mais ampla e rápida. *Época Negócios*. 2018. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Mundo/noticia/2018/10/limitar-o-aquecimento-do-planeta-15c-requer-acao-mais-ampla-e-rapida.html>. Acesso em: 28 de set. 2020.

ELKINGTON, J. Triple bottom line revolution: reporting for the third millennium. *Australian CPA*, v. 69, p. 75, 1994. Acesso em: 2 de out. 2020

HAVERCROFT, I., The critical emissions abatement method Australia can't afford to ignore. Global CCS Institute. 29 de ago. 2019. Disponível em: <https://www.globalccsinstitute.com/news-media/insights/the-critical-emissions-abatement-method-australia-cant-afford-to-ignore/>. Acesso em: 29 de set. 2020.

KETZER J.M., MACHADO C.X., ROCKETT G.C., IGLESIAS R.S. Brazilian Atlas of CO₂ Capture and Geological Storage. EDIPUCRS, Porto Alegre, Brazil, 2015.

LUCQUIAUD, M., WILKINSON, M., LABIB. M., A. Climate Change: Carbon Capture and Storage. EdinburghX CCX. 2020. Disponível em: <https://courses.edx.org/courses/coursev1:EdinburghX+CCSx+3T2019/course/>. Acesso em: 16 de set. 2020.

PAGE, B., Capturing and storing CO₂ will be key to the clean energy transition. Here's why. World Economic Forum. 5 de Fev. 2020. Disponível em: <https://www.weforum.org/agenda/2020/02/capturing-and-storing-co2-will-be-key-to-the-clean-energy-transition-heres-why/>. Acesso em: 15 de set. 2020.

PAGE, B. US leads new wave of carbon capture and storage deployment. The Hill. 1 de mai. 2020. Disponível em: <https://thehill.com/opinion/energy-environment/476783-us-leads-new-wave-of-carbon-capture-and-storage-deployment>. Acesso em: 2 de out. 2020.

ONU. Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>. Acesso em: 27 set. 2020.

Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio. ODM Brasil. Disponível em: <http://www.odmbrasil.gov.br/os-objetivos-de-desenvolvimento-do-milenio>. Acesso em: 27 set. 2020.

Técnicas de neutralização de carbono: captura e armazenamento de carbono (CCS). eCycle. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/5038-neutralizacao-de-carbono-armazenamento-de-carbono.html>. Acesso em: 5 de out. 2020.

TURAN, G. & TEMPLE-SMITH, L. Global CCS Institute welcomes the 20th and 21st large-scale CCS facilities into operation. CCS Global Institute. 3 de jun. 2020. Disponível em: <https://www.globalccsinstitute.com/news-media/press-room/media-releases/global-ccs-institute-welcomes-the-20th-and-21st-large-scale-ccs-facilities-into-operation/>. Acesso em: 23 de set. 2020.



6

CHAPTER

O papel da geração distribuída solar na transição energética no setor elétrico brasileiro

Raffaella Zandomenego²⁰

INTRODUÇÃO

As questões climáticas estão cada vez mais tomando espaço nas discussões de fóruns mundiais, abrindo lugar para a inserção de fontes limpas e renováveis na matriz elétrica. A Organização das Nações Unidas (ONU) estipulou os 17 objetivos para o desenvolvimento sustentável, e entre eles, o Objetivo número sete tem como objetivos:

Objetivo 7- Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia elétrica:

7.1 *Até 2030, assegurar o acesso universal, confiável, moderno e a preços acessíveis a serviços de energia;*

²⁰ raffaella.zan@hotmail.com

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, 2020).

Assim, a ODS sete vem como uma ferramenta para incentivar a adoção da transição energética e para estimular a inserção de medidas, para de fato, a transição ocorrer. No Brasil, cerca de 990.103 mil de pessoas não têm acesso à energia elétrica, e se encontram em regiões isoladas, e nesses locais o principal acesso

vem de geradores a diesel, que além de serem extremamente poluentes, é um combustível caro e os geradores quebram com facilidade (IEMA, 2020). O acesso à energia elétrica é uma das necessidades essenciais da vida moderna e a falta dela vai muito além de apenas luz em casa, engloba o desenvolvimento social, educação, bem como de dar dignidade à população, que pode ter acesso a saúde onde muitos locais não há energia nem para refrigerar medicamentos (CAVALCANTI, 2013; IEMA, 2020).

A matriz elétrica brasileira já é majoritariamente renovável, com maior representatividade da energia hídrica, contudo se considerarmos todos os impactos causados pelas hidrelétricas, como o desmatamento e realocação de pessoas e animais para a construção dos reservatórios artificiais e a liberação de metano da decomposição da matéria orgânica dentro desses reservatórios, como também sua dependência do ciclo de chuvas, é de grande importância a diversificação da matriz elétrica brasileira (FEARNSIDE VOL, 2015).

A transição energética não se trata apenas da mudança da matriz fóssil para uma mais renovável, aqui conhecida como descarbonização. A transição energética busca ir mais além, unindo ao processo de diminuição de emissões dos gases de efeito estufa (GEE) a descentralização e a digitalização do setor. A descentralização busca mudar o fluxo unidirecional, a qual o mercado está habituado, e transformá-lo em bidirecional com a integração de fontes renováveis, liberação de mercado e a mudança

do consumidor para um prosumidor, ganhando autonomia para gerar sua própria energia (ANTUNES, 2019). Enquanto isso, a digitalização vem em busca da modernização do setor, com novos produtos, serviços e tecnologias, como por exemplo a telemedicação, gestão de energia para o consumidor, monitoramento online, trazendo economia e redução do consumo de energia (ANTUNES, 2019).

Com todas essas discussões em curso e o desenvolvimento de novas tecnologias, a geração distribuída solar vem se tornando cada vez mais atrativa e competitiva, sendo um facilitador da transição energética no setor. A GD solar, no Brasil, vem em constante crescimento, atingindo os dois GW de potência instalada em janeiro de 2020 (ABSOLAR, 2020). Já em junho do mesmo ano a GD solar chegou a atingir os três GW de potência instalada, sendo um grande avanço em seis meses quando comparados aos sete anos que a energia solar distribuída levou para chegar a 1 GW de potência instalada, considerando os últimos sete anos, a geração distribuída teve uma taxa média de crescimento de 231% ao ano (ABSOLAR, 2020).

A maior inserção das fontes renováveis na matriz elétrica brasileira trazem instabilidade para o sistema elétrico, visto que são fontes de geração que tem influência da sazonalidade e de condições meteorológicas (FGV ENERGIA, 2020). Ainda a GD solar possui alguns desafios, como a sobrecarga na rede, armazenamento com baterias ainda é muito alto, intermitência da fonte de geração e aumento da demanda

no horário de pico (BRASIL, 2018), ela também pode trazer várias vantagens para o setor quando comparadas às outras fontes de geração. Entre as vantagens temos a redução de perdas pela transmissão de energia, já que a energia é consumida no ponto de geração, baixo impacto ambiental, e a oportunidade de serem utilizadas em locais isolados, no formato off grid, onde não é conectado à rede elétrica, com o auxílio de baterias (SANTO, 2018), além disso também temos o uso de armazenamento de energia que pode trazer a estabilidade ao sistema evitando que a energia gerada em excesso seja incorporada à rede elétrica, além de flexibilizar o consumo de energia da rede elétrica nos horários de pico (YONA LOPES, NATALIA CASTRO FERNANDES, 2015).

A transição energética, além de promover a substituição dos combustíveis fósseis por tecnologias de baixo carbono, traz mudanças na forma como produzimos, transmitimos, distribuimos e consumimos energia, bem como afeta a geopolítica, governos, sociedade e negócios entre parceiros mundiais. Esse processo de transição deve exigir algumas mudanças regulatórias, sendo importante que tais mudanças aliem a inserção de novas tecnologias e os novos recursos centralizados e distribuídos, bem como a inclusão de inovação (FGV ENERGIA, 2020). A reforma deve organizar o setor elétrico para estar preparado para um sistema com a integração de múltiplos recursos energéticos, redes elétricas inteligentes, com mais transparência no funcionamento das redes e melhor gerenciamento da eletricidade

utilizada (FGV ENERGIA, 2020). Segundo a FGV Energia (2020),

Os pilares da reforma são basicamente a abertura de mercado, a sustentabilidade da expansão da oferta, alocação eficiente de custos e riscos, e outros aspectos. A abertura de mercado está diretamente vinculada à destinação da energia de Itaipu, ao processo de descotização e a recontração de térmicas a gás. Quanto a sustentabilidade da expansão do setor, a discussão acontece em torno dos processos de formação de preços, a separação de lastro e energia, além de novas políticas de incentivo. Por fim, dentro da pauta de outros aspectos,

discute-se o mercado de curto prazo, os mecanismos de realocação de energia, as concessões e a geração distribuída.

Dessa forma, a transição energética no Brasil traz uma oportunidade de diversificação da matriz elétrica com fontes renováveis de energia, como a geração de energia solar distribuída, atenuando a dependência de combustíveis não renováveis, além de diminuir a produção dos GEEs que contribuem para as mudanças climáticas. Sendo assim, a reforma deve vir acompanhada de planejamento para essa expansão das fontes de geração, bem como das novas tecnologias e inovações pertinentes ao setor a fim de evitar crises no sistemas e garantir a segurança energética.

Referências Bibliográficas

ANTUNES, M. A energia das cidades inteligentes. 2019. Disponível em: <<https://aeas.org.br/wp-content/uploads/2019/12/07-Apresentação-Marney-Antunes.pdf>>

BRASIL. Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica - ProGD. [2018].

CAVALCANTI, H. P. M. O acesso à energia elétrica no Brasil sob a ótica do desenvolvimento como liberdade - Dialnet. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6172856>>. Acesso em: 15 set. 2020.

FEARNSIDE VOL, P. M. HIDRELÉTRICAS NA AMAZÔNIA IMPACTOS AMBIENTAIS E SOCIAIS NA TOMADA DE DECISÕES SOBRE GRANDES OBRAS. [2015].

FGV ENERGIA. IX Seminário sobre Matriz e Segurança Energética Brasileira. Disponível em: <https://fgvenergia.fgv.br/sites/fgvenergia.fgv.br/files/caderno_de_seminario_matriz_de_seguranca.pdf>. Acesso em: 19 set. 2020.

IEMA. Quem ainda está sem acesso à energia elétrica no Brasil? - IEMA - Instituto de Energia e Meio Ambiente. Disponível em: <<http://energiaeambiente.org.br/produto/quem-ainda-esta-sem-acesso-a-energia-eletrica-no-brasil>>. Acesso em: 27 ago. 2020.

SANTO, K. G. DI. Gestão ativa da demanda de energia elétrica para consumidores inseridos em redes inteligentes. São Paulo: [2018].

YONA LOPES, NATALIA CASTRO FERNANDES, D. C. M.-S. Geração Distribuída de Energia: Desafios e Perspectivas em Redes de Comunicação. Minicursos XXXIII Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos, 2015.



7

CHAPTER

Smart Cities: Impacto das novas tecnologias para o planejamento energético

Raí Augusto dos Santos²¹

INTRODUÇÃO

O conceito de smart cities surgido no Fórum Mundial sobre Cidades Inteligentes em 1997, apresentam uma perspectiva estratégica para abranger os fatores de produção urbana em uma estrutura interconectada de desenvolvimento sustentável além de melhorar o perfil competitivo das cidades. De maneira complementar, as cidades são o palco de grande parte dos problemas ambientais globais (GOMES, 2009), e é nessa mesma conceitualização que a dimensão social, econômica e ambiental são vistas em uma convergência intensa (EUROPEAN COMMISSION, 2007).

Diante dos avanços tecnológicos, a Indústria 4.0 apresenta uma proposta para o desenvolvimento político e econômico baseada em estratégias de alta tecnologia e com a incorporação da digitalização das atividades industriais e técnicas (ROBLEK, 2016). Assim, dentro do planejamento e setor energético a inserção de novas tecnologias permite uma melhor eficácia na integração e aproveitamento dos potenciais energéticos, no qual proporciona um crescimento no aspecto social, econômico e político, além de contribuir para a transição energética. Tecnologias como Big Data, Internet das Coisas (IoT), Cybersecurity, Inteligência Artificial (IA), Impressão 3D e

²⁰ Graduando em Engenharia Civil -rai.santos98@ifs.edu.br

conceitos do *Building Information Modeling* (BIM) produzem um impacto disruptivo e positivo em sistemas de desempenho, na qualidade e agilidade dos processos contidos para elaboração do planejamento e gestão energética.

As cidades inteligentes apresentam uma estrutura interdisciplinar e colaborativa do sistema de controle e monitoramento tecnológico das informações, entretanto não possuem somente alta tecnologia implementada, mas também, colabora com uma visão de desenvolvimento com parâmetros significativos de criatividade e inovação que estabelece benefícios aos cidadãos. Algumas vantagens proporcionadas aos usuários são: melhorias na mobilidade, conectividade, acessibilidade, sustentabilidade, economia, dentre outros.

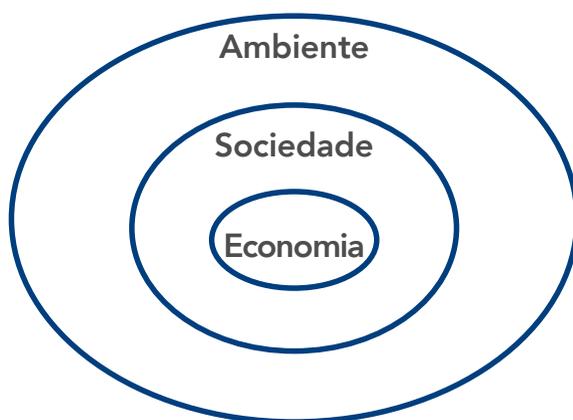
Os parâmetros tecnológicos em conjunto com as ações planejadas visam interligar a sociedade, ambiente e economia através das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs). Eles auxiliam no planejamento e gestão das cidades por meio

das ferramentas que são desenvolvidas para facilitar a vida nos centros urbanos.

Assim, as dimensões de sustentabilidade apresentam esferas que são atingidas pelo incremento tecnológico nas cidades, resultando em características definidas pela economia, sociedade e ambiente.

Johnson (2006), aborda os conceitos e dimensões da sustentabilidade tendo como referência a preocupação para que o desenvolvimento das cidades permita atender as necessidades do presente, sem comprometer negativamente às demandas das gerações futuras. Os itens definidos são:

- Capital natural: uso do solo, biodiversidade, ar, recursos hídricos, efluentes líquidos, resíduos sólidos, solo e energia;
- Capital humano e intelectual: saúde, educação, investigação e pesquisa, serviços técnicos;



Fonte: Sustentabilidade forte (Office of the Parliamentary Commissioner, 2002).

- Capital de produção: receitas, emprego, equidade e justiça social, habitação, infraestruturas, finanças, investimentos e crescimento;

- Capital social: governança, participação, responsabilidade, qualificação, redes para a capacitação, comunicação e cultura.

A tendência das *smart cities* é justamente modificar através de inovações os âmbitos tecnológicos, culturais e comportamentais da sociedade inserida em um espaço urbano. Tendo em vista que até 2030, o consumo de energia nas cidades brasileiras crescerá mais rápido do que o aumento da população, o qual provoca possíveis desequilíbrios da matriz energética na sua zona de produção e conseqüentemente, elevadas taxas para os consumidores oriundas da compra, transmissão, distribuição de energia e encargos setoriais. Com os passos calculados e planejados, nas cidades inteligentes há possibilidades de economia de energia, água e outros recursos naturais, mobilidade e gestão automatizada.

No Brasil, há uma projeção que estima o aumento no consumo de eletricidade nos edifícios por cerca de 33% até 2030, alcançando 410 TWh, segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Com base nesses dados e principalmente por iniciativas e desperdício do recurso energético, alternativas como o sistema de Telegestão na iluminação pública funciona de maneira positiva para colaborar no gerenciamento e controle das lâmpadas, sendo possível comandar a intensidade de cada lâmpada em tempo real, diminuindo em horários pré-estabelecidos e conseqüentemente,

otimizando os custos com energia elétrica e permitindo o equilíbrio energético.

Um exemplo dos benefícios que a eficiência energética proporciona é o resultado da cidade de Buenos Aires, que substituiu mais de 75% de sua iluminação pública por lâmpadas LED conectadas ao sistema de gerenciamento de iluminação pública *CityTouch*. Como resultado dessas mudanças, Buenos Aires pôde melhorar sua eficiência operacional e economizar mais de 50% do seu consumo em energia.

As redes inteligentes de energia são também conhecidas como *smart grids*, é uma tecnologia e arquitetura de distribuição da energia elétrica que permite que a distribuidora tenha maior eficiência e controle dos processos. Os resultados visam a uma melhor qualidade e disponibilidade no fornecimento do recurso energético, colaborando para que haja uma redução no tempo de ocorrência de faltas de energia, confiabilidade no processo de medição e gestão das informações, acompanhamento mais rigoroso do consumo por parte dos consumidores, facilidade de gerenciamento e controle remoto da programação da estrutura do sistema instalado, entre outros benefícios.

Geraldo Tadeu Barbosa, diretor do projeto de *smart grid* da CEMIG comenta sobre as vantagens reais da implementação de redes inteligentes: "O consumidor terá facilidade de fazer a gestão do seu consumo, evitando situações de corte por não pagamento. E, caso exista o corte no futuro, a religação ocorrerá de

forma mais ágil e sem a necessidade de presença no local da medição. A falta de acesso ao relógio medidor também não será mais impedimento para a leitura e evitará situações de faturamento por média de dias de consumo”.

Cada vez mais os centros urbanos estão enfrentando desafios para de fato implementarem ecossistemas tecnológicos que conectem as cidades e promovam avanços econômicos, sociais e ambientais. O crescimento populacional intensifica e pressiona o uso dos recursos naturais, poluição, tráfego, emissões de gases, entre outros aspectos. Diante desse cenário, é necessário que haja uma maior participação das comunidades para agir preventivamente e preservar a integridade, atratividade e competitividade das cidades nas quais estão inseridas.

Portanto, as cidades inteligentes apresentam uma abordagem sistêmica de todos os processos de gestão tecnológica, permitindo um trabalho colaborativo para a eficiência e segurança dos recursos responsáveis para o crescimento sustentável dos centros urbanos. Nesse viés, conforme o ranking de Smart Cities do IESE Business School, cidades como São Paulo, Rio de Janeiro, Curitiba, Brasília, Salvador e Belo Horizonte já começaram a aplicar essa metodologia.

O tempo para agir é agora, principalmente porque há iniciativas como o Plano de Ação Conjunta Inova Energia, destinado à coordenação das ações de fomento à inovação e ao aprimoramento

da integração dos instrumentos de apoio disponibilizados pelo BNDES, pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) e pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) que abrangem distintas finalidades como: geração de energia através de fontes alternativas; veículos híbridos e eficiência energética veicular; redes elétricas inteligentes e transmissão em ultra-alta tensão (UAT). Os seus principais objetivos é apoiar o desenvolvimento e a difusão de dispositivos eletrônicos, microeletrônicos, sistemas, soluções integradas e padrões para implementação de redes elétricas inteligentes (*smart grids*) no Brasil; apoiar as empresas brasileiras no desenvolvimento e domínio tecnológico das cadeias produtivas das energias renováveis alternativas; apoiar iniciativas que promovam a integração e adensamento da cadeia de componentes na produção de veículos elétricos e híbridos a etanol, e melhoria de eficiência energética de veículos automotores no Brasil; aumentar a coordenação das ações de fomento e aprimorar a integração dos instrumentos de apoio financeiro disponíveis.

Com o crescimento populacional, cada vez mais é exigido e notório a necessidade de uma infraestrutura que suporte toda essa demanda, ao mesmo tempo que soluções e mecanismos de melhora possam ser implementados. O mundo está mudando e é perceptível visualizar o quanto a implementação das tecnologias e conceitos das cidades inteligentes vai colaborar para que essa mudança seja para melhor, permitindo que a sociedade possa se beneficiar com os recursos que estarão disponíveis

Referências Bibliográficas

GOMES, R. C. S. P. P. Cidades sustentáveis, o conceito europeu. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2009.

EUROPEAN COMMISSION. Life in the City: Innovative solutions for Europe's urban environment; European Commission; Brussel, 2007.

Office of the Parliamentary Commissioner for the Environment (2002); Creating Our Future: Sustainable Development for New Zealand; Wellington; New Zealand.

RIVERA, Ricardo; ESPOSITO, Alexandre Siciliano; TEIXEIRA, Ingrid. Redes elétricas inteligentes (*smart grid*): oportunidade para adensamento produtivo e tecnológico local. Revista do BNDES, Rio de Janeiro, n. 40, p. 43-83, 2013.

ROBLEK, V. A complex View of Industry 4.0. Slovenia, 2016. Disponível em: <<http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/2158244016653987>>. Acesso em 15 de Agosto de 2020.

PLANET SMART CITY. Eficiência Energética e trunfo das cidades. Disponível em: <<https://www.planetsmartcity.com.br/eficiencia-energetica-e-trunfo-das-cidades-inteligentes/>>. Acesso em 20 de Julho de 2020.

PLANET SMART CITY. Cidade Inteligente e a Iluminação Moderna. Disponível em: <<https://www.planetsmartcity.com.br/cidade-inteligente-e-a-iluminacao-moderna/>>. Acesso em 20 de Julho de 2020.

Mantenedores

Empresas que acreditam e investem em pesquisa para o desenvolvimento do Setor Energético Brasileiro.

A **FGV Energia** agradece a seus **Mantenedores** o apoio dedicado às suas pesquisas e publicações.

Enel Green Power, por um mundo mais verde.

Presente em 
16 países

Gerando 
38,1 TWh
de energia anualmente

Mais de 
740 plantas

Evitando a emissão de 
22 milhões
de toneladas de CO₂

-  energia eólica
-  energia solar
-  energia hidroelétrica
-  energia geotérmica
-  energia de biomassa

enel

Green Power



*Usina Hidrelétrica de Funil
Resende - RJ*

Transparência & sustentabilidade

***Furnas representa um complexo de 19 Usinas Hidrelétricas,
68 subestações e 43 parques eólicos.***

- *40% da Energia do Brasil passa por Furnas.*
- *Energia para mais 60% dos domicílios brasileiros.*
- *24.000 km de linhas de transmissão que interligam o Brasil.*
- *100% na geração de energia limpa para o Brasil.*



Ministério de
Minas e Energia



NA NATUREZA, NADA SE PERDE. TUDO SE TRANSFORMA.

ITAIPU GERA MAIS DO QUE A ENERGIA LIMPA QUE VEM DAS ÁGUAS DO RIO PARANÁ. Desenvolve também várias iniciativas na área de energias renováveis, como a utilização do biometano obtido a partir dos dejetos de animais e de resíduos orgânicos das propriedades rurais da região. Com isso, combate as emissões de gases do efeito estufa, protege a natureza ao evitar que dejetos cheguem aos rios e proporciona uma alternativa de renda aos produtores locais, além de desenvolver a tecnologia dos veículos movidos com esse biocombustível. Hoje, Itaipu já conta com 36 deles e, em breve, ampliará ainda mais a sua frota a biometano. Resultado da economia já comprovada e fator de geração de renda e desenvolvimento sustentável, para todo o seu território de atuação.



Para saber mais, acesse www.cibiogas.org



TECNOLOGIA INTELIGENTE PEDE TALENTOS GENIAIS

Veja como a Inteligência Aplicada muda a maneira como
pessoas e empresas trabalham em [accenture.com.br](https://www.accenture.com.br)

NEW APPLIED NOW



O que importa para nós é que a inovação chegue até você.

Por isso, investimos tanto em Pesquisar. Desenvolver. Experimentar. Aplicar. Atuamos, há mais de quatro décadas, com isenção, prontidão e competência, fatores que sustentam nossa credibilidade em níveis nacional e internacional.

Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – Cepel

Pesquisadores e técnicos altamente qualificados

Moderno complexo laboratorial para pesquisa experimental, ensaios e serviços tecnológicos

Papel estratégico no desenvolvimento da indústria nacional

Soluções tecnológicas amplamente utilizadas pelo setor elétrico brasileiro

Apoio técnico em P&D+ I para o governo, entidades setoriais, empresas, fabricantes e concessionárias

Ampla agenda de treinamentos e eventos técnicos
Parcerias com instituições de pesquisa do Brasil e do exterior

Seja um Associado do Cepel
Informações pelo e-mail dg@cepel.br

Saiba mais sobre o Cepel em: www.cepel.br



Eletrobras
Cepel

A pesquisa que constrói o futuro



NOSSA ENERGIA ESTÁ COM VOCÊS!

A Eletronuclear segue fornecendo a energia que o Brasil precisa!

Durante a pandemia, continuamos trabalhando atentos aos protocolos de prevenção ao novo coronavírus para que outros serviços essenciais também possam continuar.

Saiba mais:     eletronuclear.gov.br

 **Eletronuclear**

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

 **PÁTRIA AMADA
BRASIL**
GOVERNO FEDERAL

Mantenedores

Ouro

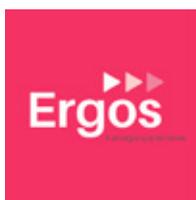


Prata



Apoio

Este caderno contou com o Apoio da Ergos.



Patrocínio

Este caderno contou com o patrocínio do Portal Solar.



Patrocínio



 **FGV ENERGIA**

<https://portal.fgv.br/>