

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
ESCOLA DE DIREITO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIREITO ECONÔMICO E
SOCIOAMBIENTAL

CRISTINA ALVES RABELO

BIOGÁS - FONTE SUSTENTÁVEL DE ENERGIA

A Geração de Energia e o Fomento

CURITIBA

2020

CRISTINA ALVES RABELO

BIOGÁS - FONTE SUSTENTÁVEL DE ENERGIA

A Geração de Energia e o Fomento

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Direito Econômico e Socioambiental, Área de concentração: Direito Econômico e Desenvolvimento, Linha de Pesquisa: Estado, Economia e Desenvolvimento, da Escola de Direito, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Direito

Orientador: Prof. Dr. Luiz Alberto Blanchet

CURITIBA

2020

Dados da Catalogação na Publicação
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/PUCPR
Biblioteca Central
Pamela Travassos de Freitas – CRB 9/1960

R114b
2020 Rabelo, Cristina Alves
Biogás - fonte sustentável de energia : a geração de energia e o fomento /
Cristina Alves Rabelo ; orientador: Luiz Alberto Blanchet. – 2020.
131 f. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná,
Curitiba, 2020
Bibliografia: f. 112-131

1. Biogás - Pesquisa. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Desenvolvimento
energético. 4. Energia – Aspectos ambientais. 5. Energia – Consumo.
6. Investimento em energia limpa. 7. Resíduos sólidos. 8. Recursos
energéticos. I. Blanchet, Luiz Alberto. II. Pontifícia Universidade Católica do
do Paraná. Pós-Graduação em Direito. III. Título.

CDD 20. ed. – 665.70724

CRISTINA ALVES RABELO

BIOGÁS - FONTE SUSTENTÁVEL DE ENERGIA

A Geração de Energia e o Fomento

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Direito Econômico e Socioambiental, Área de concentração: Direito Econômico e Desenvolvimento, Linha de Pesquisa: Estado, Economia e Desenvolvimento, da Escola de Direito, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Direito.

COMISSÃO EXAMINADORA

Professor Doutor Luiz Alberto Blanchet (orientador)
Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR)

Professora Doutora Ângela Cássia Costaldello
Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Professora Doutora Ana Cláudia Santano
Centro Universitário Autônomo do Brasil (UNIBRASIL)

Curitiba, 28 de abril de 2020.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pelo incentivo e pela atenção.

Aos meus irmãos Marcos, Cláudia e Ricardo, pela companhia e pelo apoio.

Aos meus sobrinhos Virginia, Paulo, Mariana, Erica e Pedro, representantes de um futuro sustentável.

Aos meus familiares e amigos.

Ao meu orientador e exemplo Professor Doutor Luiz Alberto Blanchet, pelas lições sobre direito de energia, direito administrativo e direito constitucional.

À Professora Doutora Márcia Carla Pereira Ribeiro, pelos ensinamentos sobre Análise Econômica do Direito.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Direito da Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

Aos bibliotecários Cesar Almeida e Ana Luiza Valério, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

“Nosso problema não é retroceder aos modos ancestrais de vida, mas transformar o conhecimento dos povos dos ecossistemas, decodificado e recodificado pelas etnociências, como um ponto de partida para a invenção de uma moderna civilização de biomassa, posicionada em ponto completamente diferente da espiral de conhecimento e do progresso da humanidade. O argumento é que tal civilização conseguirá cancelar a enorme dívida social acumulada com o passar dos anos, ao mesmo tempo que reduzirá a dívida ecológica”.

(IGNACY SACHS, Rumo a uma Moderna Civilização da Biomassa. In: Caminhos para o desenvolvimento sustentável, 2009, p. 30)

RESUMO

A necessidade da disposição correta dos resíduos sólidos urbanos e da maior participação de outras fontes de energia renovável para compor a matriz energética destacam a importância do biogás, como subproduto do aproveitamento dos resíduos. Neste contexto, a recuperação energética de resíduos sólidos urbanos é uma destinação ambientalmente adequada, que contribui, também, com a redução de gases de efeito estufa, assim como, para o desenvolvimento sustentável. A pesquisa consiste em verificar se, no Brasil, existem iniciativas de fomento à produção do biogás, como fonte de energia sustentável. Inicialmente, analisou-se a necessidade de um desenvolvimento com harmonização dos objetivos econômicos, ambientais e sociais, e os compromissos firmados pelo Brasil, para fomentar fontes de energias renováveis, destinar corretamente os resíduos e reduzir os gases de efeito estufa. Verificou-se que o biogás melhora a sustentabilidade do setor energético, uma vez que o país passa a ser menos dependente de combustíveis fósseis, aumenta a oferta de energia para suprir a demanda cada vez maior, tendo em vista o aumento populacional, e diversifica as fontes renováveis na matriz energética. Após foi observado que a geração de energia elétrica, com base no biogás, se constitui em uma ação que favorece as Políticas Nacionais Energética, de Resíduos Sólidos, de Saneamento e de Mudanças Climáticas. Ao final, investigou-se as iniciativas para o fomento do biogás, particularmente, o mecanismo de desenvolvimento limpo e os títulos verdes. A metodologia da pesquisa seguiu o método de abordagem dedutivo e a técnica de pesquisa foi a bibliográfica, com consulta a *sites* especializados. Concluiu-se que no Brasil existem iniciativas de fomento, que promovem a produção de biogás, como fonte de energia renovável, incentivando, desse modo, o desenvolvimento sustentável.

PALAVRAS-CHAVES: Biogás. Desenvolvimento sustentável. Recuperação energética de resíduos sólidos urbanos. Mecanismo de desenvolvimento limpo. Títulos verdes.

ABSTRACT

The need for the correct disposal of solid urban waste and the greater use of other renewable energy sources to compose the energy matrix highlights the importance of biogas as a by-product of the use of waste. In this context, the energy recovery of solid urban waste is an environmentally appropriate destination, which also contributes to the reduction of greenhouse gases, as well as to sustainable development. The research verifies whether, in Brazil, there are initiatives to promote the production of biogas as a sustainable energy source. First, the need for development with harmonization of economic, environmental and social objectives was analyzed, as well as the commitments made by Brazil to promote renewable energy sources, correctly dispose of waste and reduce greenhouse gases. It was found that biogas improves the sustainability of the energy sector since the country becomes less dependent on fossil fuels, increases the energy supply to meet the increasing demand in view of the population increase, and diversifies the renewable sources in the energy matrix. Next, it was observed that the generation of electric energy, based on biogas, constitutes an action that favors the National Policies for Energy, Solid Waste, Sanitation and Climate Change. Finally, the initiatives for the promotion of biogas were investigated, particularly the clean development mechanism and green bonds. The research methodology followed the deductive approach method and the research technique was bibliographic, consulting specialized websites. It was concluded that in Brazil there are initiatives which promote the production of biogas as a source of renewable energy, thus encouraging sustainable development.

KEYWORDS: Biogas. Sustainable development. Energy recovery from solid urban waste. Clean development mechanism. Green bonds.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Participação Setorial no Consumo de Eletricidade.....	38
Figura 2: Oferta Interna de Energia Elétrica.....	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIOGÁS	Associação Brasileira de Biogás e Biometano
ABRELPE	Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública
ABREN	Associação Brasileira de Recuperação Energética de Resíduos
ACL	Ambiente de Contratação Livre
ACR	Ambiente de Contratação Regulado
ANACE	Associação Nacional dos Consumidores de Energia
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
art.	artigo
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
° C	grau Celsius
CBI	<i>Climate Bonds Initiative</i>
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CERs	<i>Certified Emission Reduction</i>
CEWEP	<i>Confederation of European Waste-to Energy Plants</i>
CH4	gás metano
CO2	gás carbônico
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COP	Conferência das Partes
COP3	Terceira Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima
COP18	Décima Oitava Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima
COP21	Vigésima Primeira Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima
COP25	Vigésima Quinta Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima
CVM	Comissão de Valores Mobiliários
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ER	Energia renovável

FEBRABAN	Federação Brasileira de Bancos
GEE	gases de efeito estufa
GLP	gás liquefeito de petróleo
H ₂ S	gás sulfídrico
H ₂	hidrogênio
NDC	<i>Nationally Determined Contribution</i>
ICMA	<i>International Capital Market Association</i>
inc.	inciso
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
kcal/m ³	Quilocaloria por metro cúbico
n ^o	número
LAB	Laboratório de Inovação Financeira
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
MW	megawatts
N ₂	nitrogênio
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ODS 6	Objetivo do Desenvolvimento Sustentável 6
ODS 7	Objetivo do Desenvolvimento Sustentável 7
ODS 13	Objetivo do Desenvolvimento Sustentável 13
ODS 17	Objetivo do Desenvolvimento Sustentável 17
OIT	Organização Internacional do Trabalho
ONU	Organização das Nações Unidas
OPEP	Organização dos Países Exportadores de Petróleo
§	parágrafo
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PNE	Plano Nacional de Energia
PPP	Parceria Público-Privada

PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
REC	Redução de Emissão Certificada
RSU	resíduos sólidos urbanos
SEC	<i>United States Securities and Exchange Commission</i>
UNDP	<i>United Nations Development Programme</i>

Sumário

INTRODUÇÃO	14
1 ENERGIA RENOVÁVEL PARA A PROMOÇÃO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	17
1.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: A INTERDEPENDÊNCIA DAS ESFERAS AMBIENTAL, ECONÔMICA E SOCIAL NA ORDEM MUNDIAL E REFLEXO NO ÂMBITO INTERNO.....	17
1.2 ENERGIA E SUSTENTABILIDADE	29
1.3 CRISE ENERGÉTICA	34
1.3.1 A dependência dos combustíveis fósseis	35
1.3.2 O crescimento da população urbana e o aumento do consumo de energia .	38
1.4 A INTERCONEXÃO DO SERVIÇO PÚBLICO DE ENERGIA ELÉTRICA E DE SANEAMENTO	44
2 A GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DO BIOGÁS NO BRASIL	49
2.1 A GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	49
2.2 A RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	52
2.2.1 Biodigestão anaeróbica	57
2.2.2 Tecnologias para tratamento térmico de resíduos para produzir energia	61
2.3 O APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM CONFORMIDADE COM AS POLÍTICAS NACIONAIS	66
3 MECANISMOS DE CARBONO PARA FOMENTO DO BIOGÁS COMO FONTE DE ENERGIA RENOVÁVEL	74
3.1 MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO	76
3.1.1 Desenvolvimento dos projetos por meio do mecanismo de desenvolvimento limpo	80
3.1.2 Projetos voltados à recuperação energética de resíduos sólidos urbanos ..	82
3.1.2.1 Projeto Nova Gerar.....	84
3.1.2.2 Projeto da unidade de recuperação energética de Barueri	86
3.2 INVESTIMENTOS FINANCEIROS PARA O FOMENTO DE PROJETOS SUSTENTÁVEIS.....	89
3.2.1 Origem dos títulos verdes	89
3.2.2 Estrutura e formação dos títulos verdes	93
3.2.3 Regulamentação dos títulos verdes no Brasil	96
3.2.4 Desafios das emissões de títulos verdes	100
CONCLUSÃO	107
REFERÊNCIAS	112

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico, especialmente, a partir da Revolução Industrial, foi marcado pela exploração de recursos naturais pelo ser humano, e, por consequência, se instalou o desequilíbrio ambiental¹. O Relatório Brundtland, também conhecido como 'Nosso Futuro Comum'², apontou problemas globais ambientais e apresentou uma proposta de cooperação internacional para implantar políticas e ações. Foram destacados problemas ambientais e sociais, decorrentes do desenvolvimento, tal como conduzido pelo homem, como mudanças climáticas, poluição ambiental, mau uso de energia, e problemas sociais, como serviços sanitários insuficientes, e crescimento urbano acelerado.

A partir do Relatório Brundtland foi estabelecido o conceito de desenvolvimento sustentável, como sendo “aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras em satisfazer suas próprias necessidades”, consagrando a importância de um desenvolvimento com equilíbrio a nível ambiental, social e econômico.

O desenvolvimento desencadeou problemas civilizatórios complexos, fruto do desrespeito a integridade ecológica. A poluição ambiental foi desencadeada pela disposição irregular de grande quantidade de resíduos sólidos urbanos, proveniente de um crescimento populacional acelerado nas cidades. O aquecimento global foi provocado pela utilização de combustíveis fósseis, para a geração de energia.

Diante deste quadro, urge a necessidade de fomento de produtos e tecnologias menos poluentes, como as fontes renováveis de energia elétrica e as tecnologias adequadas. O biogás se constitui em uma fonte renovável de energia, na medida que utiliza a fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos e efluentes, e seu fomento diversificaria as fontes utilizáveis, como geraria impactos ambientais positivos, como redução dos resíduos, e de gases prejudiciais à atmosfera que provocam as mudanças climáticas.

Considerando-se a situação exposta, o seguinte problema de pesquisa foi formulado: no Brasil existem iniciativas de fomento à produção do biogás, tendo em

¹DERANI, Cristiane. **Direito ambiental econômico**. 3ª ed. São Paulo: Saraiva, 2008, p. 50-72.

²BRUNDTLAND, Gro Harlem. **Nosso Futuro Comum**. Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. 2 ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991, p.46.

vista a necessidade de se buscar fontes de energia sustentáveis? Como possível solução para o problema apresentado, sugere-se duas iniciativas, particularmente, o mecanismo de desenvolvimento limpo e os títulos verdes, mecanismos financeiros, que impulsionam projetos sustentáveis, com impactos favoráveis, principalmente, ambientais. Outrossim, o monitoramento destes projetos é necessário para a verificação do resultado, como também uma fiscalização apurada nas emissões de títulos verdes, para de maneira efetiva, contribuírem com o meio ambiente ecologicamente equilibrado.

Para a confirmação da hipótese anteriormente mencionada, adotou-se como objetivo geral: verificar se, no Brasil, existem iniciativas de fomento à produção do biogás como fonte de energia sustentável.

Como objetivos específicos foram estabelecidos os seguintes: (I) verificar a necessidade do fomento de novas fontes de energia renovável, a partir do desenvolvimento sustentável; (II) analisar o potencial do biogás, como fonte de energia renovável; (III) investigar as iniciativas brasileiras para o fomento do biogás, como fonte de energia renovável, particularmente o mecanismo de desenvolvimento limpo e os títulos verdes, tendo em vista que esses dois instrumentos financiam projetos sustentáveis.

Em relação à metodologia utilizada, foi empregado o método de abordagem dedutivo, e o método de procedimento monográfico, tendo sido aplicadas às técnicas de pesquisa bibliográfica, documental e consulta a sítios eletrônicos especializados.

Para se atingir os objetivos propostos, a dissertação foi estruturada em três capítulos. O primeiro analisa a realização das principais conferências internacionais, iniciadas com a preocupação em se atingir um desenvolvimento sustentável, com harmonização dos objetivos econômicos, ambientais e sociais, por meio da cooperação internacional. Como meio de se atingir a sustentabilidade, foi investigada a necessidade de se fomentar fontes renováveis de energia, inclusive pelas crises energéticas. Ao final, estuda-se a interconexão entre serviços públicos de energia elétrica e de saneamento básico brasileiros, uma vez que o biogás é uma fonte renovável de energia, que contribui com a destinação ambientalmente adequada, e de forma concomitante, serve para produzir energia, por meio de concessões, permissões e autorizações.

O segundo capítulo analisa a geração de energia elétrica no Brasil, e os novos agentes geradores, que passam a atuar no ambiente de contratação regulada e no

ambiente de contratação livre. Foi verificado como se transforma os resíduos em energia, as tecnologias mais apropriadas, o potencial brasileiro para a produção de biogás e ao final foi constatado que o biogás, como fonte de energia renovável, pode auxiliar a implementar as Políticas Nacionais de Resíduos Sólidos, Saneamento Básico, Energética e de Mudanças Climáticas.

O terceiro capítulo investiga se há iniciativas de fomento ao biogás como fonte de energia renovável, e são analisados, particularmente, o mecanismo de desenvolvimento limpo e os títulos verdes, tendo em vista que ambos os instrumentos buscam financiar projetos sustentáveis, promotores do desenvolvimento sustentável e redutores de gases de efeito estufa. O mecanismo de desenvolvimento limpo é um dos mecanismos de implementação do Protocolo de Quioto, e de outro lado, os títulos verdes são títulos de crédito, criados no âmbito do Acordo de Paris, para arrecadar recursos de investidores e alocar em projetos sustentáveis, que tenham impactos ambientais positivos, e reduzam a emissão de gases de efeito estufa.

Acredita-se que identificando as iniciativas, que existem para o fomento do biogás, como fonte de energia renovável, e verificar, desde sua constituição, sua estruturação, possíveis falhas em seu desenvolvimento, e se contribuem efetivamente para o desenvolvimento sustentável, como para destinação ambientalmente adequada de resíduos sólidos urbanos, como para a redução de gases de efeito estufa, servirá para seu aprimoramento, como possivelmente surgirá novas iniciativas.

1 ENERGIA RENOVÁVEL PARA A PROMOÇÃO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A exploração dos recursos naturais pelo ser humano, para promover o desenvolvimento, desencadeou reações ambientais adversas, causando prejuízo à própria espécie humana. Arlindo Butzke afirma que o ser humano é expectador e ator da transformação do ambiente natural, ao mesmo tempo que se beneficia, se prejudica, com o desequilíbrio dos ecossistemas, com a destruição da camada de ozônio, pela poluição da água e do ar³. A utilização massiva de matéria fóssil para a produção de eletricidade provocou efeitos prejudiciais ao ambiente e a sadia qualidade de vida⁴.

O estudo do ambiente passou a ser preocupação mundial, principalmente, a partir da década de 70, com discussões globais, com compromissos firmados entre Nações, na busca de um desenvolvimento, não somente econômico, mas ambiental e social.

1.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: A INTERDEPENDÊNCIA DAS ESFERAS AMBIENTAL, ECONÔMICA E SOCIAL NA ORDEM MUNDIAL E REFLEXO NO ÂMBITO INTERNO

Ante as reações do ambiente natural, decorrentes do desenvolvimento e do processo de industrialização, no início da década de 70, surgiu o ecodesenvolvimento, que segundo Ignacy Sachs, é um estilo de desenvolvimento que frente aos problemas de cada ecorregião, são apresentadas soluções específicas, com base em dados ecológicos, da mesma forma culturais, para suportar as necessidades imediatas, como também aquelas de longo prazo. Foi criado para as áreas rurais do Terceiro Mundo, mas também pode ser aplicado nas cidades⁵.

³BUTZKE, Arlindo. Os fundamentos ecológicos das questões ambientais na Constituição brasileira de 1988. **Revista Trabalho e Ambiente**. Caxias do Sul: EDUCS, v. 1, n. 1, p. 112, 2002.

⁴FIORILLO, Celso Antônio Pacheco; FERREIRA, Renata Marques. **Curso de direito da energia**. 2ª ed. São Paulo: Saraiva, 2010, p. 97-109.

⁵SACHS, Ignacy. **Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir**. Tradução: Eneida Araújo. São Paulo: Vértice, 1986, p. 15-16.

Luiz Renato Vallejo conceitua ecorregião como uma divisão a partir das características do espaço natural e cultural⁶. As discussões sobre ecodesenvolvimento, e definição de seu conceito, surgiram anteriormente ao de desenvolvimento sustentável, que, como conceitos, possuem em comum aspectos essenciais.

O ecodesenvolvimento busca a harmonização de objetivos socioeconômicos com a prudência ambiental⁷ e possui algumas características. A primeira se constitui na valorização dos recursos de cada ecorregião para satisfazer as necessidades básicas da população. Outra característica do ecodesenvolvimento seria a valorização do homem e a contribuição para a sua realização, por meio de emprego, segurança, entre outros aspectos. Não menos importante é a exploração e a gestão de recursos naturais que devem seguir uma solidariedade diacrônica com as gerações futuras. A utilização de recursos não renováveis deve ser mitigada com a exploração racional de recursos renováveis⁸.

Segundo Gilberto Montibeller Filho, a solidariedade diacrônica implica em economia de recursos naturais, e assim garante o desenvolvimento sustentável para as gerações futuras⁹.

Por seu turno, o desenvolvimento sustentável passou a ser discutido em conferências internacionais, como em 1972, na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano em Estocolmo¹⁰, que reuniu 113 países e organizações intergovernamentais e não governamentais para discutir e estabelecer princípios norteadores, e contribuir com a melhoria do meio ambiente humano. O meio ambiente humano é formado pelo meio ambiente natural e o artificial, ambos essenciais para o desenvolvimento pleno do ser humano.

⁶VALLEJO, Luiz Renato. Ecodesenvolvimento e o mito do progresso. **Revista Terra Livre**, São Paulo, n. 4, p. 77-87, 1988. Disponível em:

<http://www.agb.org.br/publicacoes/index.php/terralivre/article/viewFile/61/62>. Acesso em: 26 mar. 2020.

⁷SACHS, Ignacy. **Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir**. Tradução: Eneida Araújo. São Paulo: Vértice, 1986, p. 140.

⁸SACHS, Ignacy. **Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir**. Tradução: Eneida Araújo. São Paulo: Vértice, 1986, p. 15-16.

⁹MONTIBELLER FILHO, Gilberto. Ecodesenvolvimento e desenvolvimento sustentável: conceitos e princípios. **Revista Textos de Economia**. Florianópolis, v. 4, n. 1, p. 131-142, 1993. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/economia/article/view/6645>. Acesso em: 26 mar. 2020.

¹⁰Declaração de Estocolmo sobre o ambiente humano. **Comissão de Direitos Humanos da USP**. Disponível em: <http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/Meio-Ambiente/declaracao-de-estocolmo-sobre-o-ambiente-humano.html>. Acesso em: 9 jan. 2020.

Durante a Conferência foi produzida a chamada Declaração do Meio Ambiente de Estocolmo¹¹, composta por vários princípios a serem seguidos pelas nações. O princípio 1 determina que o homem deve proteger e melhorar o meio ambiente para as gerações presentes e futuras, ao mesmo tempo que possa desfrutar do direito fundamental de ter uma vida digna e gozar de bem-estar¹². Nesta Conferência foi criado o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), que é responsável por promover a conservação do meio ambiente e a utilização sustentável dos recursos, com intuito de melhorar a qualidade de vida da população e não comprometer os recursos para as gerações futuras, e para tanto, pode recomendar medidas às nações¹³.

A Conferência de Estocolmo serviu para repensar o desenvolvimento promovido pelo homem e suas consequências. A necessidade de mudança de paradigma em relação à natureza começa a partir do momento em que o homem percebe as consequências de seus atos, quando a qualidade de vida passa a ser ameaçada e todo um sistema socioeconômico¹⁴.

Neste mesmo ano, em 1972, foi divulgado um relatório, elaborado por cientistas do *Massachusetts Institute of Technology*, patrocinado pelo Clube de Roma, chamado 'Os Limites do Crescimento'. O relatório concluiu que se fossem mantidos os níveis de industrialização, poluição, produção de alimentos e exploração de recursos materiais, o limite do desenvolvimento do planeta seria atingido no máximo em 100 anos, e como consequência, provocaria uma queda da capacidade industrial e diminuição da população mundial, pela escassez de recursos¹⁵.

Em 1983, foi criada a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a qual foi presidida pela primeira ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland. A Comissão era formada por dez representantes de países desenvolvidos

¹¹Segundo José Afonso da Silva, o capítulo sobre meio ambiente da Constituição, que inclui o art. 225, foi influenciado pela Declaração do Meio Ambiente de Estocolmo, com seus 26 princípios fundamentais de proteção ambiental (SILVA, José Afonso. **Direito ambiental constitucional**. São Paulo: Malheiros Editores, 2007, p.59-63).

¹²Declaração de Estocolmo sobre o ambiente humano. **Comissão de Direitos Humanos da USP**. Disponível em: <http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/Meio-Ambiente/declaracao-de-estocolmo-sobre-o-ambiente-humano.html>. Acesso em: 9 jan. 2020.

¹³ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/agencia/onumeioambiente/>. Acesso em: 11 jan. 2020.

¹⁴LEITE, José Rubens Morato. **Dano ambiental**: do indivíduo ao coletivo extrapatrimonial. 4ª. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2011, p. 264.

¹⁵CAMARGO, Ana Luiza de Brasil. **Desenvolvimento sustentável**: dimensões e desafios. 2ª. ed. Campinas: Papirus, 2005, p. 48.

e dez de países em desenvolvimento¹⁶. Em 1987 foi apresentado um relatório final, chamado Relatório Brundtland, conhecido como 'Nosso Futuro Comum', que apontou problemas globais ambientais e destacou a importância da cooperação internacional para implantar políticas e ações¹⁷.

Os principais problemas ambientais, destacados no Relatório, foram divididos em três grandes grupos. O primeiro reuniu poluição ambiental, especificamente, da atmosfera e das águas interiores e costeiras, e seus efeitos nocivos, como emissões de carbono e mudanças climáticas. O segundo grupo destacou a redução dos recursos naturais, como diminuição de florestas, mau uso de energia, degradação de águas freáticas. O terceiro grupo apontou problemas de natureza social, como falta de suprimento de água e serviços sanitários, e crescimento urbano acelerado¹⁸.

No Relatório Brundtland foi estabelecido o conceito de desenvolvimento sustentável, como sendo "o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras em satisfazer suas próprias necessidades". O crescimento econômico deve respeitar os limites de exploração dos recursos naturais para manter o ambiente sadio¹⁹.

Segundo Gerd Winter, "sacrifícios da natureza, utilizados para o destaque na economia a curto prazo ou para interesses sociais, podem tornar-se destrutivos para a própria economia e sociedade, a longo prazo"²⁰.

A partir da proposição feita no Relatório Brundtland, em território nacional, foi realizada em 1992, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a conhecida Rio-92 ou Eco-92, que ocorreu vinte anos depois da Conferência de Estocolmo²¹. Foram formuladas estratégias para reverter o quadro de

¹⁶Os países componentes da Comissão eram: Itália, Arábia Saudita, Zimbábue, Costa do Marfim, República Federal da Alemanha, Hungria, República Popular da China, Colômbia, Índia, Brasil, Japão, Guiana, Estados Unidos, Argélia, Indonésia, Nigéria, União Soviética, Iugoslávia e Canadá (UNITED NATIONS ORGANIZATIONS. **Development and international economic co-operation: environment.** Report of the World Commission on Environment and Development. Disponível em: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N87/184/67/img/N8718467.pdf?OpenElement>. Acesso em: 24 mai. 2020.

¹⁷VEIGA, José Eli da. **A emergência socioambiental.** 2ª ed. São Paulo: Cortez, 2002, p.194.

¹⁸GUERRA, Sidney. Desenvolvimento sustentável nas três grandes conferências internacionais de ambiente da ONU: o grande desafio no plano internacional. *In*: GOMES, Eduardo Biacchi *et al* (orgs.). **Sustentabilidade, desenvolvimento e democracia.** Ijuí: Unijuí, 2010, p. 79.

¹⁹BRUNDTLAND, Gro Harlem. **Nosso Futuro Comum.** Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. 2 ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991, p.46.

²⁰WINTER, Gerd. **Desenvolvimento Sustentável, OGM e Responsabilidade Civil na União Europeia.** MACHADO, Paulo Affonso Leme; KISHI, Sandra Akemi Shimada (orgs.). Tradução: Carol Manzoli Palma. Campinas: Millennium Editora, 2009, p. 4.

²¹SENADO FEDERAL. Conferência Rio-92 sobre o meio ambiente do planeta: desenvolvimento sustentável dos países. **Jornal do Senado.** Disponível em:

grande degradação ambiental, e reafirmar que o desenvolvimento socioeconômico deve conciliar com a utilização racional dos recursos naturais.

O equilíbrio entre o desenvolvimento ambiental, econômico e social, alguns denominam desenvolvimento sustentável, outros ecodesenvolvimento. Ignacy Sachs esclarece, que ambos se fundamentam na harmonização dos objetivos sociais, ambientais e econômicos, e sua abordagem não mudou desde da Conferência realizada em Estocolmo até a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento²².

Ignacy Sachs entende que os resultados desta conferência foram modestos, mas foram importantes para destacar a incorporação de valores do direito ao desenvolvimento e de um meio ambiente saudável²³. Complementa que o desenvolvimento sustentável implica em reduzir o consumismo e educar a população a utilizar racionalmente os recursos naturais, pois muitos ainda entendem que buscar o conforto material e acúmulo de bens, são objetivos de vida. Para se alcançar o verdadeiro desenvolvimento, será um processo muito lento, pois além dos condicionamentos culturais, deverá se enfrentar os interesses econômicos²⁴.

Guido Fernando Silva Soares acredita que a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento mostrou a necessidade da cooperação internacional entre Estados, para que tomem medidas de preservação do meio ambiente, como dever jurídico e obrigatório, e não mais por caráter ético e desejável²⁵.

Durante a Conferência, documentos oficiais foram adotados pelos países participantes, com destaque a Agenda 21, e a Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento e a Convenção-Quadro sobre Mudança do Clima²⁶.

<http://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/rio20/a-rio20/conferencia-rio-92-sobre-o-meio-ambiente-do-planeta-desenvolvimento-sustentavel-dos-paises.aspx>. Acesso em: 15 dez. 2018.

²²SACHS, Ignacy. Pensando sobre o desenvolvimento na era do meio ambiente. In: **Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável**. STROH, Paula Yone (org.). Tradução: José Lins Albuquerque Filho. Rio de Janeiro: Garamond, 2009, p. 47-61.

²³SACHS, Ignacy. **Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente**. Tradução: Magda Lopes. São Paulo: Studio Nobel: Fundação do Desenvolvimento Administrativo, 1993, p. 58.

²⁴SACHS, Ignacy. **Rumo à ecossocioeconomia: teoria e prática do desenvolvimento**. VIEIRA, Paulo Freire (org.). Revisão: Maria de Lourdes de Almeida. São Paulo: Cortez, 2007, p. 139.

²⁵SOARES, Guido Fernando Silva. **A proteção internacional do meio ambiente**. São Paulo: Manole, 2003, p. 73-74.

²⁶GUERRA, Sidney. Desenvolvimento sustentável nas três grandes conferências internacionais de ambiente da ONU: o grande desafio no plano internacional. In: GOMES, Eduardo Biacchi *et al* (orgs.). **Sustentabilidade, desenvolvimento e democracia**. Ijuí: Unijuí, 2010, p. 79.

A Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, composta por 27 princípios, reafirma a Declaração de Estocolmo, e avança a partir dela, seguindo a ideologia do desenvolvimento sustentável, e servindo como base para serem elaboradas as relações políticas e econômicas mundiais a serem adotadas para se atingir o século XXI. Em seu princípio 3 reitera que “o direito ao desenvolvimento deve ser exercido de modo que sejam atendidas equitativamente as necessidades ambientais e de desenvolvimento de gerações presentes e futuras”, e no princípio 4 orienta que: “para alcançar o desenvolvimento sustentável, a proteção ambiental deve constituir parte integrante do processo de desenvolvimento, e não pode ser considerada isoladamente deste”²⁷.

Por sua vez, a Agenda 21²⁸ tem por objetivo preparar o mundo para o século XXI, e estabelece diretrizes para se atingir o desenvolvimento sustentável. Contém quatro seções, 40 capítulos, 115 programas, e 2.500 ações a serem colocadas em prática, à longo prazo, elencando projetos, objetivos, metas, planos e mecanismos de execução para diferentes temas. Suas recomendações podem ser separadas em quatro áreas principais: dimensões sociais e econômicas, conservação e gestão de recursos para o desenvolvimento, fortalecimento do papel de grupos principais, e, por último, meios de implementação²⁹.

²⁷Declaração do Rio de Janeiro. **Estudos Avançados**, São Paulo, vol. 06, n. 15, p. 153-159, mai./ago.1992. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v6n15/v6n15a13.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2020.

²⁸O Decreto Presidencial, de 03 de fevereiro de 2004, criou a Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Brasileira (BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Decreto Presidencial, de 03 de fevereiro de 2004**. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/acessibilidade/item/576-decreto-presidencial-de-03-de-fevereiro-de-2004>. Acesso em: 24 mai. 2020.

²⁹I) Dimensões sociais e econômicas: cooperação internacional para acelerar o desenvolvimento econômico, combater a pobreza, mudar as pautas de consumo, as dinâmicas demográficas e sua sustentabilidade e promover e proteger a saúde humana. II) Conservação e gestão de recursos para o desenvolvimento: proteção da atmosfera, combate ao desmatamento, à desertificação e à seca, fomento à agricultura sustentável e ao desenvolvimento rural, conservação da diversidade biológica, proteção dos recursos de água doce e dos oceanos e manejo seguro dos resíduos perigosos. III) Fortalecimento do papel de grupos principais: mulheres, crianças e jovens, povos indígenas e suas comunidades, ONG'S, autoridades locais e suas iniciativas, trabalhadores e seus sindicatos, empresários e industriais, comunidade científica e tecnológica e agricultores. IV) Meios de implementação: recursos e mecanismos financeiros, transferência de tecnologias seguras para o meio ambiente, fomento da educação e da conscientização pública, capacitação, acordos institucionais internacionais, instrumentos e mecanismos jurídicos internacionais e informação para a tomada de decisões”. (MILARÉ, Édis. **Direito do ambiente: a gestão ambiental em foco: doutrina, jurisprudência, glossário**. 7ª ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2011, p. 1531-1532).

A Convenção-Quadro sobre Mudança do Clima³⁰ definiu como objetivo a estabilização das concentrações de gases de efeito estufa em um nível que impeça a interferência antrópica perigosa no sistema climático, e alertou sobre a necessidade de se realizarem conferências frequentes sobre o clima, para serem debatidos os progressos quanto à redução de gases de efeito estufa³¹, porém não estabelece nem metas e nem prazos, a serem preenchidos por protocolos futuros³².

O Protocolo de Quioto foi criado em 1997³³, na Terceira Conferência das Partes (COP3), no âmbito da Conferência-Quadro sobre Mudança do Clima, sendo esta última realizada em 1992, durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, no Rio de Janeiro. Por meio deste Protocolo foi criado o mecanismo de desenvolvimento limpo, um dos mecanismos de flexibilização, regulamentado no art. 12, e beneficia financeiramente os países signatários, em desenvolvimento, como o Brasil. Os países desenvolvidos e signatários do Protocolo de Quioto financiam projetos para o alcance do desenvolvimento sustentável³⁴. Este mecanismo será analisado no capítulo três da dissertação. As regras procedimentais dos mecanismos de flexibilização, como critérios de elegibilidade dos programas de MDL, foram estabelecidas em 2001, na Sétima Conferência das Partes (COP 7) foi realizada em Marrocos, por meio do Acordo de *Marrakesh*³⁵.

³⁰Foi ratificada em 1994 pelo Decreto Legislativo nº 01, de 03 de fevereiro de 1994 aprova o texto da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (BRASIL, Senado Federal. **Decreto Legislativo nº 01, de 03 de fevereiro de 1994**. Disponível em: <http://legis.senado.leg.br/norma/535014>. Acesso em: 24 mai. 2020). O Decreto nº 2.652, de 01 de julho de 1998 promulga a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, assinada em Nova York, em 09 de maio de 1992. (BRASIL. **Decreto nº 2.652, de 01 de julho de 1998**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2652.htm Acesso em: 24 mai. 2020).

³¹SILVA, Solange Teles da. Protocolo de Quioto e o mercado mundial de carbono. In: **O direito ambiental na atualidade: estudos em homenagem a Guilherme José Purvin de Figueiredo**. DANTAS, Marcelo Buzaglo; SÉGUIN, Elida; AHMED, Flávio. (coords.), Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2010, p. 453-469.

³²SACHS, Ignacy. **Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente**. Tradução: Magda Lopes. São Paulo: Studio Nobel: Fundação do Desenvolvimento Administrativo, 1993, p. 58.

³³O Brasil ratificou o Protocolo de Quioto em 23 de agosto de 2002, pelo Decreto Legislativo nº 144, de 2002 (BRASIL. Senado Federal. **Decreto Legislativo nº 144, de 2002**. Disponível em: <http://legis.senado.leg.br/norma/570177>. Acesso em: 24 mai. 2020). O Decreto nº 5.445, de 12 de maio de 2005 promulga o Protocolo de Quioto, sob à égide da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. (BRASIL. **Decreto nº 5.445, de 12 de maio de 2005**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5445.htm Acesso em: 24 mai. 2020).

³⁴UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Kyoto Protocol. Reference Manual**. On Accounting of Emissions and Assigned Amount. 2008. Disponível em: https://unfccc.int/sites/default/files/08_unfccc_kp_ref_manual.pdf. Acesso em: 15 jan. 2020.

³⁵MOREIRA, Helena Margarido; GIOMETTI, Analúcia Bueno dos Reis. **Protocolo de Quioto e as possibilidades de inserção do Brasil no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo por meio de projetos em energia limpa**. v. 30, n. 1, p. 9-47, jan./abr. 2008. Disponível em:

Ignacy Sachs registra, que a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, deveria contribuir para uma revolução mental, a ponto de o conceito de desenvolvimento em equilíbrio com a natureza conduzir nosso modo de pensar, e orientar as ações da população, especificamente, dos cidadãos, dos componentes dos setores público e privado, inclusive os tomadores de decisão³⁶.

Trinta anos após a Conferência de Estocolmo, dando continuidade à Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92), a Cúpula Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável, conferência realizada em Joanesburgo, em 2002, serviu para transformar as metas, promessas e compromissos da Agenda 21 em ações concretas e tangíveis³⁷. A Declaração de Joanesburgo sobre Desenvolvimento Sustentável detalha as prioridades para a ação³⁸. Por meio de seu Plano de Implementação destacou a importância sobre os três pilares que sustentam o desenvolvimento sustentável, isto é, desenvolvimento econômico, social e proteção do meio ambiente, que são interdependentes. Para alcançar o desenvolvimento sustentável, ressalta a importância de erradicar a pobreza, alterar padrões insustentáveis de produção e consumo e proteger os recursos naturais³⁹.

Em continuidade às conferências, em 2012, foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, realizada no Rio de Janeiro, que teve como objetivo superar as dificuldades encontradas nos anos anteriores, renovar os compromissos que buscam o desenvolvimento sustentável, e avaliar o estado do meio ambiente. Desta conferência resultou o Relatório 'Futuro que Queremos'. Dois temas principais são destacados, a economia verde e a erradicação da pobreza, como pré-condição para o desenvolvimento sustentável. Este último se sustenta em três pilares: crescimento inclusivo, desenvolvimento social e proteção ambiental⁴⁰.

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-85292008000100001. Acesso em: 19 fev. 2020.

³⁶SACHS, Ignacy. **Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente**. Tradução: Magda Lopes. São Paulo: Studio Nobel: Fundação do Desenvolvimento Administrativo, 1993, p. 55.

³⁷ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **A ONU e o meio ambiente**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>. Acesso em: 02 mar. 2020.

³⁸UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Johannerburg Declaration of Sustainable Development**. Disponível em: https://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/English/POI_PD.htm. Acesso em: 02 mar. 2020.

³⁹UNITED NATIONS ORGANIZATION. Knowledge Platform. **Report of the world summit on sustainable development** (WSSD). Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/milestones/wssd>. Acesso em: 19 jan. 2020.

⁴⁰PIMENTA, Mayana Flávia Ferreira; NARDELLI, Aurea Maria Brandi. Desenvolvimento sustentável: os avanços na discussão sobre os temas ambientais lançados pela conferência das Nações Unidas sobre o desenvolvimento sustentável, Rio+20 e os desafios para os próximos 20 anos. **Perspectiva**.

Por fim, em 2015, na Conferência da ONU sobre o Desenvolvimento Sustentável, em Nova York, foram aprovados a Agenda 2030 e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), que foram formados com base nos Objetivos do Desenvolvimento do Milênio⁴¹. A Agenda 2030⁴² constitui em um plano de ação para as Nações, que em cooperação, tomarão medidas para erradicar a pobreza e se desenvolver de modo sustentável, nas três dimensões, ambiental, social e econômica. As Nações, países desenvolvidos e países em desenvolvimento, deverão adotar ações de acordo com suas realidades nacionais, capacidade e níveis de desenvolvimento, respeitando suas prioridades nacionais⁴³.

Este plano de ação reúne 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e 169 metas, que estimularão a ação para os próximos quinze anos nas áreas essenciais para as pessoas e para o planeta. Pretendem alcançar metas que os Objetivos do Desenvolvimento do Milênio não alcançaram.

Em 2015, no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas (UNFCCC), foi estabelecido o Acordo de Paris⁴⁴, que corresponde ao acordo celebrado entre 195 países na Vigésima Primeira Conferência das Partes (COP 21), para enfrentar as mudanças climáticas. Os governos dos países, signatários do acordo, estabeleceram as Contribuições Nacionalmente Determinadas (*Nationally Determined Contribution-NDC*), apontando cada nação, sua contribuição para reduzir a emissão dos gases de efeito estufa, tendo como base o seu cenário social e econômico local⁴⁵.

Florianópolis, v. 33, n. 3p. 1257-1277, set./dez. 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/perspectiva/article/viewFile/28157/pdfa>. Acesso em: 2 mar. 2020.

⁴¹BRASIL. **Os objetivos de desenvolvimento do milênio**. Disponível em: <http://www.odmbrasil.gov.br/os-objetivos-de-desenvolvimento-do-milenio>. Acesso em: 15 set. 2019.

⁴²A Agenda 2030 foi adotada pelo Brasil. O Decreto nº 8.892, de 27 de outubro de 2016 criou a Comissão Nacional para os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (BRASIL. **Decreto nº 8.892, de 27 de outubro de 2016**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/decreto/D8892.htm. Acesso em: 24 mai. 2020). Este decreto foi revogado pelo Decreto nº 10.179, de 18 de dezembro de 2019 (BRASIL. **Decreto nº 10.179, de 18 de dezembro de 2019**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D10179.htm Acesso em: 24 mai. 2020).

⁴³ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Agenda 2030**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 09 fev. 2020.

⁴⁴O Acordo de Paris foi ratificado, pelo Brasil, pelo Decreto-Legislativo nº 140, de 16 de agosto de 2016 (BRASIL. **Decreto-Legislativo nº 140, de 16 de agosto de 2016**. Disponível em: <http://legis.senado.leg.br/norma/588274>. Acesso em: 24 mai. 2020) e foi promulgado pelo Decreto nº 9.073, de 05 de junho de 2017. (BRASIL. **Decreto nº 9.073, de 05 de junho de 2017**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/D9073.htm. Acesso em: 24 mai. 2020).

⁴⁵REI, Fernando Cardozo Fernandes; GONÇALVES, Alcindo Fernandes; SOUZA, Luciano Pereira de. Acordo de Paris: reflexões e desafios para o regime internacional de mudanças climáticas. **Revista Veredas do Direito**. Belo Horizonte, v. 14, n. 29, p. 81-99- mai./ago. de 2017. Disponível em:

O Brasil, um dos signatários do Acordo de Paris, se comprometeu em reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 37% abaixo dos níveis de 2005, em 2025, e 43% abaixo dos níveis de 2005, em 2030. Para atingir este objetivo, o Governo Brasileiro se comprometeu em aumentar a utilização de bioenergia sustentável para compor a matriz energética para 18% até 2030, restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas, e aumentar a participação estimada de 45% de energias renováveis na matriz energética, inclusive outras fontes renováveis, que não seja a hídrica⁴⁶.

Os títulos verdes são considerados instrumentos para a implementação do Acordo de Paris, assim como dos objetivos do desenvolvimento sustentável⁴⁷ e na Vigésima Quinta Conferência das Partes (COP25), foram reafirmados os títulos verdes, como instrumentos para investimentos públicos e privados, que tenham como objetivo reduzir a emissão de gases de efeito estufa, e promover o desenvolvimento sustentável⁴⁸.

Na última Conferência realizada, a COP 25, em 2019, o Brasil reafirmou que continuará no Acordo de Paris e cobrará a promessa dos países desenvolvidos de prover recursos aos países em desenvolvimento para a promoção do desenvolvimento sustentável⁴⁹. Por sua vez, os Estados Unidos anunciaram que sairão do Acordo de Paris, pois entendem que fragiliza a economia americana, com destaque para o prejuízo da indústria carvoeira, assim como acredita que a diminuição de gases de efeito estufa proposto não influenciará na redução do aquecimento global. Ainda critica o Fundo Verde do Clima, que, segundo sua opinião, corresponde a um esquema de distribuição de riquezas dos países ricos aos mais pobres. Segundo o

<https://pdfs.semanticscholar.org/f9ca/5a0328525ba38b6c2a19c250983db17ba8d9.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2020.

⁴⁶BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Acordo de Paris**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris>. Acesso em: 27 jul. 2018.

⁴⁷VIEIRA, Ana Elisa Tissi; CARVALHO, Pedro Ninô de. Os títulos verdes-green bonds-e transição para economia de baixo carbono. In: SENHORAS, Eloi Martins (org.). **A produção do conhecimento interdisciplinar nas ciências ambientais**. Ponta Grossa/PR: Atena, 2020, cap. 12, p. 152-175, Disponível em: <https://www.finersistemas.com/atenaeditora/index.php/admin/api/artigoPDF/29839>. Acesso em: 05 abr. 2020.

⁴⁸UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Climate action**, 2019. Disponível em: <https://www.un.org/en/climatechange/climate-action-areas.shtml>. Acesso em: 29 jan. 2020.

⁴⁹GOVERNO DO BRASIL. **Brasil busca recursos para financiar preservação ambiental**. Brasília, 03 dez. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/meio-ambiente-e-clima/2019/12/cop-25-brasil-busca-recursos-para-financiar-preservacao-ambiental>. Acesso em: 24 mai. 2020.

art. 28 do Acordo de Paris, o país poderá se desvincular após quatro anos de sua ratificação, e no caso dos Estados Unidos seria a data de 04 de novembro de 2020⁵⁰.

A partir de tratados e convenções internacionais, a comunidade global pode influenciar e delimitar as estratégias nacionais, rumo ao desenvolvimento sustentável, de forma a respeitar a assimetria entre os diversos países, assim como diminuir o aquecimento global e seus efeitos⁵¹.

Em âmbito nacional, foram publicadas normas, que coadunam com os instrumentos jurídicos internacionais, para a promoção do desenvolvimento sustentável. A Constituição traz vários dispositivos com esta intenção. Primeiramente, desenvolver a nação de forma sustentável é um dos objetivos fundamentais da República, conforme art. 3º, inc. II. Destaca-se também que as relações internacionais da República Federativa do Brasil devem respeitar a cooperação entre os povos para o progresso da humanidade⁵². O desenvolvimento sustentável exigirá da comunidade internacional o esforço comum.

A necessária conservação do meio ambiente sadio, concomitantemente com o desenvolvimento econômico e social, ficou estabelecida no art. 225, *caput*, da Constituição da República, juntamente com o art. 170, inc. VI, dispondo que a ordem econômica deve defender o meio ambiente, por meio do tratamento diferenciado de acordo com o impacto ambiental dos produtos⁵³.

O meio ambiente se insere na categoria de bem de uso comum do povo, que corresponde a um bem pertencente a toda a coletividade indistintamente, como também é intergeracional, sendo que a população presente tem o dever de transferir à geração futura o meio ambiente ecologicamente equilibrado⁵⁴.

Importante também conceituar o meio ambiente equilibrado como direito fundamental, porque decorre do próprio direito à vida e à saúde, estabelecidos no art.

⁵⁰WIKIPÉDIA. **Saída dos Estados Unidos do Acordo de Paris**. Editada em 05 mar. 2020. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Sa%C3%ADda_dos_Estados_Unidos_do_Acordo_de_ParisAcesso em: 24 mai. 2020.

⁵¹SACHS, Ignacy. **Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente**. Tradução: Magda Lopes. São Paulo: Studio Nobel: Fundação do Desenvolvimento Administrativo, 1993, p. 52.

⁵²BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF. Presidência da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 15 set. 2019.

⁵³BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF. Presidência da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 15 set. 2019.

⁵⁴MORAES, Kamila Guimarães de *et al.* In: LEITE, José Rubens Morato (coord.). **Manual de direito ambiental**. São Paulo: Editora Saraiva, 2015, p.41-42.

5º, *caput*, da Constituição, conforme Paula Tonani⁵⁵. Tiago Fensterseifer considera o direito ao meio ambiente sadio como direito fundamental de terceira dimensão, que tem como marca distintiva natureza transindividual e com titularidade indeterminável⁵⁶. É um direito relacionado a uma coletividade, e que é imprescindível a uma vida humana saudável⁵⁷.

Germana Parente Neiva Belchior explica que os direitos fundamentais de terceira geração, considerados direitos de titularidade coletiva, consagram o princípio da solidariedade. O direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, previsto no art. 225, *caput*, é um direito fundamental de terceira geração, que deve ser preservado pela coletividade e pelo Poder Público para as presentes e futuras gerações⁵⁸.

Observa-se que a degradação do meio ambiente natural pode ser provocada por várias ações humanas, como a contaminação com substâncias que modificam a sua qualidade, e poluem o ar, as águas e o solo, e que prejudicam a própria espécie humana. A contaminação da atmosfera pode influenciar a hidrosfera e a litosfera, que correspondem a três órbitas interligadas que mantêm a vida orgânica. O art. 3º, inc. II, da Lei da Política Nacional do Meio Ambiente, Lei nº 6.938, 31 de agosto de 1981 define degradação ambiental como alteração adversa das características do meio ambiente⁵⁹.

Diante da realização das conferências internacionais mencionadas e dos compromissos firmados, a preocupação com um desenvolvimento harmônico nas esferas, ambiental, econômica e social, passou a fazer parte de discursos políticos, sociais e econômicos, e impulsionou a implementação de ações, para torna-lo concreto. Ignacy Sachs concluiu, logo após a finalização da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, em 1992, e que se aplica até os dias atuais, que “a longa luta só será vencida no dia em que for possível, ao se falar do

⁵⁵TONANI, Paula. **Responsabilidade decorrente da poluição por resíduos sólidos**: de acordo com a Lei 12.305/2010-Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. 2ª ed. Rio de Janeiro: Forense. São Paulo: Método, 2011, p. 27.

⁵⁶FENSTERSEIFER, Tiago. **Direitos fundamentais e proteção do ambiente**: a dimensão ecológica da dignidade humana no marco jurídico-constitucional do Estado Socioambiental de Direito. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2008, p. 149.

⁵⁷MEDEIROS, Fernanda Luiza Fontoura de. **Meio ambiente**: direito e dever fundamental. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2004, p. 22.

⁵⁸BECHIOR, Germana Parente Neiva. **Fundamentos epistemológicos do direito ambiental**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2017, p. 92.

⁵⁹SILVA, José Afonso. **Direito ambiental constitucional**. São Paulo: Malheiros Editores, 2007, p.28-29.

desenvolvimento, suprimir o prefixo ‘eco’ e o adjetivo ‘sustentável’ ⁶⁰, o que ainda não foi atingido pelas nações.

1.2 ENERGIA E SUSTENTABILIDADE

Segundo Leonardo Boff, a sustentabilidade significa a ação que é destinada a manter condições que servem para sustentar a todos os seres vivos, a comunidade e a vida humana, atendendo as necessidades das gerações presente e futura, mantendo o capital natural⁶¹. A intervenção humana na natureza deve ser equilibrada, ao ponto de satisfazer suas necessidades atuais, ao mesmo tempo, conservar o capital natural enriquecido e saudável para as gerações futuras⁶².

Juarez Freitas afirma que o ecossistema, necessário para vida em todas as formas, aproxima-se rapidamente dos limites da exaustão, tendo em vista seu uso desmedido pelo ser humano. Neste sentido, entende que a sustentabilidade é um dever fundamental, que busca bem-estar intergeracional, com foco em um desenvolvimento limpo e propício à saúde⁶³.

A sustentabilidade ainda pode ser considerada um princípio constitucional, complementa Juarez Freitas, de eficácia direta e imediata, a favor de um ambiente limpo e saudável, que deve ser conservado deste modo, pelo Estado e pela sociedade, em respeito a uma solidariedade intergeracional, ou solidariedade entre gerações, e a favor de um desenvolvimento pautado na precaução e na prevenção, para atingir o bem-estar de todos os seres vivos⁶⁴.

De acordo com Klaus Bosselmann, o desenvolvimento sustentável deve ser entendido como aplicação do princípio da sustentabilidade, isto é, o desenvolvimento deve ser baseado na sustentabilidade ecológica com o objetivo de atender às

⁶⁰SACHS, Ignacy. **Estratégias de transição para o século XXI**: desenvolvimento e meio ambiente. Tradução: Magda Lopes. São Paulo: Studio Nobel: Fundação do Desenvolvimento Administrativo, 1993, p. 55.

⁶¹BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade**: o que é- o que não é. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2012, p.32.

⁶²BOFF, Leonardo. A busca de um ethos planetário. **Perspectiva Teológica**, Belo Horizonte, vol. 40, n. 111, p. 165-179, mai./ago.2008. Acesso em: 10 abr. 2020.

⁶³FREITAS, Juarez. **Sustentabilidade**: direito ao futuro. Belo Horizonte: Fórum, 2019, p.43-44.

⁶⁴[...]princípio da sustentabilidade: trata-se do princípio constitucional que determina, como eficácia direta e imediata, a responsabilidade do Estado e da sociedade pela concretização solidária do desenvolvimento material e imaterial, socialmente inclusivo, durável e equânime, ambientalmente limpo, inovador, ético e eficiente, no intuito de assegurar, preferencialmente de modo preventivo e precavido, no presente e no futuro, o direito ao bem-estar”. (FREITAS, Juarez. **Sustentabilidade**: direito ao futuro. Belo Horizonte: Fórum, 2019, p.45).

necessidades das pessoas que vivem atualmente e também daquelas que viverão no futuro, respeitando a integridade ecológica da Terra⁶⁵.

Klaus Bosselmann continua a explicar que o desenvolvimento sustentável pode ter duas abordagens distintas, a ecologista e a ambiental. “A abordagem ecologista é crítica do crescimento e favorece a sustentabilidade ecológica (“sustentabilidade forte”)”. Implica em conservar os sistemas ecológicos, para que a economia e a sociedade evoluam. De outra forma, a abordagem ambiental pressupõe a validade do crescimento e coloca em paridade de importância a sustentabilidade ambiental, a justiça social e a prosperidade econômica (“sustentabilidade fraca”)”⁶⁶.

Gerd Winter esclarece que o desenvolvimento socioeconômico deve permanecer sustentável, isto é, deve ser suportado pela biosfera, para a qual deverá ser atribuído o peso adequado. A economia e a sociedade não existem sem a biosfera, porém a biosfera pode existir sem àquelas. Os seres humanos devem se atentar para os limites de exploração da natureza, para que a economia e a sociedade subsistam⁶⁷. A base para o desenvolvimento é a biosfera, e a economia e a sociedade evoluem com a sua conservação.

A biosfera é formada por “todos os ecossistemas da terra” e por sua vez, o ecossistema é “o conjunto formado pelo ambiente (solo, água, vento, sol, etc.) e os seres vivos (flora e fauna) e a relação entre todos de uma determinada região”⁶⁸. Neste conjunto existem os recursos renováveis e não renováveis.

A sustentabilidade forte pode ser verificada, de acordo com Gerd Winter, quando os recursos renováveis são utilizados com respeito à sua taxa de reprodução, e por outro lado os recursos não renováveis devem ser geridos economicamente, para que não sobrecarreguem a capacidade do meio ambiente de absorver poluentes. Os recursos não renováveis devem ser substituídos, paulatinamente, por aqueles que possam ser renovados. Em contrapartida, sustentabilidade fraca é detectada, quando

⁶⁵BOSELLEMAN, Klaus. **O princípio da sustentabilidade**: transformando direito e governança. Tradução: Phillip Gil França. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2015, p. 27-28.

⁶⁶BOSELLEMAN, Klaus. **O princípio da sustentabilidade**: transformando direito e governança. Tradução: Phillip Gil França. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2015, p. 27-28.

⁶⁷WINTER, Gerd. **Desenvolvimento sustentável, OGM e responsabilidade civil na União Europeia**. MACHADO, Paulo Affonso Leme; KISHI, Sandra Akemi Shimada (orgs.). Tradução: Carol Manzoli Palma. Campinas: Millennium Editora, 2009, p. 4.

⁶⁸VEIGA, José Eli da; ZATZ, Lia. **Desenvolvimento sustentável, que bicho é esse?** Campinas, SP: Autores Associados, 2008, p. 66-68.

o ser humano entende que o capital natural pode ser substituído por capital real (tecnologias) e por capital financeiro para compra de recursos⁶⁹.

A energia renovável é aquela que provem de fontes renováveis, isto é, se recompõem naturalmente, e as que mais se destacam são a hídrica, eólica, solar, biomassa e oceânica. José Osório do Nascimento Neto explica que as fontes renováveis se renovam com mais rapidez, do que as fontes não-renováveis, como o petróleo, cuja reposição, pela natureza, é lenta⁷⁰.

O uso de energia renovável, como solar, eólica e biomassa, já era uma estratégia do ecodesenvolvimento, segundo Ignacy Sachs, para reduzir o consumo de recursos energéticos exauríveis. O padrão de produção e de consumo da sociedade industrial leva ao desperdício de energia, o que pode implicar na extinção de recursos não renováveis e úteis às gerações futuras. O cuidado com os recursos naturais, em favor da solidariedade diacrônica, com a conservação dos recursos para as gerações futuras, constitui parte integrante da estratégia⁷¹.

A importância, do não esgotamento dos recursos naturais renováveis e a manutenção e a melhoria da capacidade da terra em produzir e regenerar recursos renováveis, foi destacado nos princípios 3 e 5 do Relatório Brundtland. Ressaltou a necessidade de diminuir o consumo de energia pela sociedade, como também o desenvolvimento de fontes renováveis de energia⁷².

Com a assinatura da Agenda 21, no âmbito da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, os países se comprometeram em internalizar políticas e ações sustentáveis, como o fomento de fontes de energia renovável e menos poluentes. Aponta-se que a produção e o consumo de energia estão na origem dos principais impactos ambientais, preponderantemente, pela queima de combustíveis fósseis e um grande desafio é alcançar o desenvolvimento econômico, sem aumentar o consumo energético e garantir o bem-estar da

⁶⁹WINTER, Gerd. **Desenvolvimento sustentável, OGM e responsabilidade civil na União Europeia**. MACHADO, Paulo Affonso Leme; KISHI, Sandra Akemi Shimada (orgs.). Tradução: Carol Manzoli Palma. Campinas: Millennium Editora, 2009, p. 8.

⁷⁰NASCIMENTO NETO, José Osório do. **Políticas públicas e regulação socioambiental: governança, estratégias e escolhas públicas: energia e desenvolvimento em pauta**. Curitiba: Editora Íthala, 2017, p. 86-87.

⁷¹SACHS, Ignacy. **Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir**. Tradução de: Eneida Araújo. São Paulo: Vértice, 1986, p. 24-25.

⁷²BRUNDTLAND, Gro Harlem. **Nosso Futuro Comum**. Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. 2ª ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991, p. 189.

população⁷³. A destinação correta dos resíduos também foi discutida pela Agenda 21, que estabeleceu a importância de cada país se comprometer em refletir, global e localmente, e aplicar soluções para os problemas socioambientais, como gestão de resíduos, sua recuperação energética e mudanças climáticas⁷⁴. A Declaração do Rio, outro documento oficial desta Conferência, afirma em seu princípio 3, o direito ao desenvolvimento, e no princípio 4, que o desenvolvimento deve ser atingido com a preservação da base de recursos naturais⁷⁵.

A Cúpula Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável, em 2002, por meio de da Declaração de Johannesburgo sobre Desenvolvimento Sustentável e do Plano de Implementação, contém prioridades de ação aos Estados, para atingirem o desenvolvimento sustentável, e relaciona energia e saneamento básico, como setores a serem fomentados, por meio da cooperação entre as nações, com a disponibilização de recursos financeiros e de tecnologias. O parágrafo 6 da Declaração aborda o respeito à natureza, quando se refere a responsabilidade “com a grande comunidade de vida”⁷⁶.

Em 2012, foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, na qual foram renovados os compromissos que buscam o desenvolvimento sustentável, e avaliada a situação de degradação ambiental. Em seu relatório ‘Futuro que Queremos’, dois temas principais são bastante discutidos, a economia verde e a erradicação da pobreza, como pré-condições para o desenvolvimento sustentável⁷⁷. Ainda reforça a necessidade do desenvolvimento de energia renovável e tecnologias menos poluentes⁷⁸.

⁷³BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21 Global**. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global>. Acesso em: 2 mar. 2020.

⁷⁴BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Capítulo 21: manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos e questões relacionadas com os esgotos**. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/item/681>. Acesso em: 03 jul. 2018.

⁷⁵Declaração do Rio de Janeiro. **Estudos Avançados**, São Paulo, vol. 06, n. 15, p. 153-159, mai./ago.1992. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v6n15/v6n15a13.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2020.

⁷⁶UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Johannerburg Declaration of Sustainable Development**. Disponível em: https://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/English/POI_PD.htm. Acesso em: 02 mar. 2020.

⁷⁷PIMENTA, Mayana Flávia Ferreira; NARDELLI, Aurea Maria Brandi. Desenvolvimento sustentável: os avanços na discussão sobre os temas ambientais lançados pela conferência das Nações Unidas sobre o desenvolvimento sustentável, Rio+20 e os desafios para os próximos 20 anos. **Perspectiva**. Florianópolis, v. 33, n. 3p. 1257-1277, set./dez. 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/perspectiva/article/viewFile/28157/pdfa>. Acesso em: 2 mar. 2020.

⁷⁸BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Declaração final da Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio + 20): o futuro que queremos**. Disponível em:

Durante a Conferência da Organização das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, em Nova York, em 2015, foi elaborada a Agenda 2030, composta pelos objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS)⁷⁹. As nações se comprometeram em atingir os objetivos do desenvolvimento sustentável até 2030, de acordo com suas capacidades. Para a presente pesquisa, foram relacionados os objetivos 7, 6, 13 e 17.

O objetivo do desenvolvimento sustentável 7 trata de “assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todas e todos”. As metas do ODS 7 são cinco, que correspondem: assegurar o acesso universal, confiável, moderno e a preços acessíveis; aumentar a participação de energias renováveis na matriz energética global; melhorar a taxa de eficiência energética; aumentar a cooperação internacional para facilitar o acesso a tecnologias de energia limpa, incluindo energias renováveis; e, promover o desenvolvimento em infraestrutura de energia. De acordo com a realidade brasileira, pode-se dar ênfase a energia provenientes dos resíduos, com aplicação de tecnologias de energia limpa, expandindo-se a infraestrutura^{80 81}.

O biogás como fonte de energia renovável, provenientes resíduos sólidos urbanos, e de efluentes, seria uma ação para concretizar o objetivo do desenvolvimento sustentável 6, que trata de “assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos”, no sentido da eficiência no tratamento de efluentes, aprimorando o saneamento⁸².

Por seu turno, o aproveitamento energético de resíduos se adequaria ao objetivo do desenvolvimento sustentável 13, que se refere “tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos”. Quando se utiliza o biogás,

<http://www2.mma.gov.br/port/conama/processos/61AA3835/O-Futuro-que-queremos1.pdf>. Acesso em: 15 set. 2019.

⁷⁹BRASIL. **Os objetivos de desenvolvimento do milênio**. Disponível em: <http://www.odmbrasil.gov.br/os-objetivos-de-desenvolvimento-do-milenio>. Acesso em: 15 set. 2019.

⁸⁰ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Objetivo 7**: assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos e todas. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/ods7/>. Acesso em: 15 set. 2019.

⁸¹BLANCHET, Luiz Alberto. Infraestrutura nacional e desenvolvimento sustentável. In: **Anais do I seminário ítalo-brasileiro em inovações regulatórias em direitos fundamentais, desenvolvimento e sustentabilidade e VI evento de iniciação científica UniBrasil**. DOTTA, Alexandre Godoy; HACHEM, Daniel Wunder; REIS, Luciano Elias (orgs.), Curitiba: Negócios Públicos, 2011, p. 26-41.

⁸²ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Objetivo 6**: assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos e todas. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/ods6/>. Acesso em: 09 fev. 2020.

proveniente de resíduos sólidos urbanos, principalmente a fração orgânica e os efluentes, implica na redução dos gases de efeito estufa⁸³.

E, por último, o objetivo do desenvolvimento sustentável 17, que busca “fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável”, com o incentivo e promoção de parcerias públicas, público-privadas, e por meio da mobilização de recursos financeiros adicionais para os países em desenvolvimento a partir de múltiplas fontes⁸⁴. Ângela Cássia Costaldello conceitua parcerias público-privada, como sendo, “instrumentos através dos quais agem o Poder Público e os particulares, num sistema de colaboração entre os setores, com escopo de executar determinadas obras e prestar certos serviços para a coletividade, em geral de [infra-estrutura]”⁸⁵. No tocante as fontes de recursos financeiros, os títulos verdes são exemplos e constituem em títulos de investimento para promover projetos sustentáveis, que serão analisados no capítulo três da presente dissertação.

Verifica-se que o desenvolvimento sustentável norteia as Conferências e seus documentos vinculativos, mas como analisa Klaus Bosselmann, o princípio da sustentabilidade conduz ao entendimento que toda a exploração de recursos naturais deve respeitar a integridade ecológica, pois a sociedade e a economia não sobrevivem sem a biosfera⁸⁶. Quando o ser humano não respeita a regeneração natural dos recursos, ou, por seus hábitos de produção e consumo, provoca impactos nocivos ao meio ambiente, pode ocasionar crises energéticas.

1.3 CRISE ENERGÉTICA

Ignacy Sachs destaca três crises energéticas distintas, mas coincidentes. A primeira ocorreu, entre 1960 e 1970, a partir do crescimento econômico ininterrupto,

⁸³ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Objetivo 13**: tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/ods13/>. Acesso em: 09 fev. 2020.

⁸⁴ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Objetivo 17**: fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/ods17/>. Acesso em: 09 fev. 2020.

⁸⁵COSTALDELLO, Ângela Cássia. A propriedade privada, o urbanismo e as parcerias público-privadas: transformações e perspectivas. *In*: GUIMARÃES, Edgar (coord). **Cenários do direito administrativo**: estudos em homenagem ao Professor Romeu Felipe Bacellar Filho. Belo Horizonte: Fórum, 2004, p. 113.

⁸⁶BOSELLEMAN, Klaus. **O princípio da sustentabilidade**: transformando direito e governança. Tradução: Phillip Gil França. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2015, p. 64.

com base na utilização de combustíveis fósseis, que provocaram grande produção de gases nocivos à atmosfera, como dióxido de carbono. Por consequência, houve alterações no clima e nos ciclos naturais, e passou a ser necessário, que o ser humano deixasse de utilizar recursos não-renováveis, ou utilizar de forma moderada, para passar a usar fontes de energia renovável⁸⁷.

A segunda crise, interligada diretamente a primeira, ocorreu no âmbito da sociedade de consumo, a qual se baseia no alto consumo de bens não duráveis, para sustentar a produção em larga escala, com grande dissipação de recursos energéticos abundantes e baratos⁸⁸.

Com a terceira crise energética, a sociedade de consumo perdeu muito sua viabilidade, depois de 1973, desencadeada pelos altos preços do petróleo, com base nas decisões da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP)⁸⁹. A OPEP é uma organização internacional, com o objetivo de centralizar a administração da atividade petrolífera, e gerir, como por exemplo, o volume de produção do petróleo e os preços do mercado. Foi fundada em 1960, pelos países: Arábia Saudita, Irã, Iraque, Kuwait e Venezuela, até então os preços do petróleo eram definidos pelas grandes petroleiras existentes na época, como a *Exxon, Chevron, Mobil, Gulf, Texaco, Rd/Shell, British Petroleum/BP*⁹⁰.

1.3.1 A dependência dos combustíveis fósseis

A primeira crise energética ocorreu pela dependência de combustíveis fósseis. No século XX, o petróleo⁹¹ passou a ser a fonte de energia dominante e a sociedade

⁸⁷SACHS, Ignacy. A revolução energética do século XXI. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 21-38, jan./abr. 2007. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10204/11798>. Acesso em 17 jan. 2020.

⁸⁸SACHS, Ignacy. A revolução energética do século XXI. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 21-38, jan./abr. 2007. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10204/11798>. Acesso em 17 jan. 2020.

⁸⁹SACHS, Ignacy. A revolução energética do século XXI. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 21-38, jan./abr. 2007. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10204/11798>. Acesso em 17 jan. 2020.

⁹⁰SHIHATA, Ibrahim F. I.; SHERBINY, Naiem A. Exame dos esforços de ajuda da OPEP: vinte e cinco anos de ajuda bilateral e multilateral dos membros da organização dos países exportadores de petróleo. **Finanças e Desenvolvimento (FGV)**, v. 6, n. 1, p. 17-20, mar. 1986. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/fdesenvolvimento/article/viewFile/62847/60960>. Acesso em: 17 jan. 2020.

⁹¹O petróleo é um combustível fóssil que serve como fonte de energia. É composto por hidrocarbonetos, que são compostos químicos orgânicos, formados, principalmente, de carbono e hidrogênio (FIORILLO, Celso Antônio Pacheco; FERREIRA, Renata Marques. **Curso de direito da energia**. 2ª ed. São Paulo: Saraiva, 2010, p. 97-109).

mundial ficou totalmente dependente do petróleo exportado. Com duas crises do petróleo na década de 70, houve declínio acentuado das reservas⁹² mundiais, que provocou um potencial aumento no valor do barril de petróleo. Os países adotaram estratégias diferenciadas para superar as crises e fortalecer a segurança energética⁹³.

Em 1980, o Brasil era altamente dependente do petróleo importado, pois a demanda interna chegava em 83%⁹⁴. Como solução à dependência, foram buscadas novas fontes de energia, e outras alternativas, principalmente, o álcool da cana de açúcar e a hidroeletricidade com a expansão de hidroelétricas. Com a primeira crise do petróleo, foi descoberto petróleo na Bacia de Campos, que passou a ser explorada em 1976⁹⁵. Em 2005, o Brasil atingiu a autossuficiência em petróleo, com produção e consumo iguais. Para completar descobriu vultosos recursos petrolíferos na camada do pré-sal⁹⁶, que, segundo Luiz Alberto Blanchet e Ana Claudia Santano, passou a ser explorado por contratos de partilha de produção, por meio de licitação, ou por contratos diretos com a Petrobrás, quando envolve preservação do interesse nacional, e atende aos objetivos da política energética⁹⁷.

Os países precisaram adotar ações governamentais para restabelecer a normalidade, como buscar reservas de petróleo nacionais, como fez o Brasil. Quando a demanda por petróleo era maior que sua reserva, aumentava o preço do barril do petróleo. Os conflitos oriundos das áreas petrolíferas do oriente médio também faziam subir o valor. Os conflitos correspondiam as divergências entre Iraque e Estados

⁹²As reservas de petróleo são os depósitos já descobertos e que podem ser explorados economicamente (FIORILLO, Celso Antônio Pacheco; FERREIRA, Renata Marques. **Curso de direito da energia**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2010, p. 117-119.

⁹³COSTA, Ricardo Cunha da; PRATES, Claudia Pimentel T. **O papel das fontes renováveis de energia no desenvolvimento do setor energético e barreiras à sua penetração no mercado**. Rio de Janeiro: BNDES Setorial, n.21, p. 5-30, fev. 2005. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2436/2/BS%2021%20O%20papel%20das%20fontes%20renov%C3%A1veis_P.pdf. Acesso em: 04 de out. 2018.

⁹⁴ROVERE, Emílio Lèbre La. Alternativas energéticas no Brasil: uma herança favorável. In: **Energias renováveis no Brasil: desafios e oportunidades**. Santos, SP: Editora Brasileira de Arte e Cultura, 2011, p. 43.

⁹⁵MORAIS, José Mauro de. **Petróleo em águas profundas: uma história tecnológica da Petrobrás na exploração e produção offshore**. Brasília: IPEA: Petrobrás, 2013, p. 20.

⁹⁶ROVERE, Emílio Lèbre La. Alternativas energéticas no Brasil: uma herança favorável. In: **Energias renováveis no Brasil: desafios e oportunidades**. Santos, SP: Editora Brasileira de Arte e Cultura, 2011, p. 49.

⁹⁷BLANCHET, Luiz Alberto; SANTANO, Ana Claudia. O pré-sal e a formulação de políticas públicas com os recursos do petróleo: o dilema do desenvolvimento das instituições face à tentação da corrupção. **A&C-Revista de Direito Administrativo & Constitucional**. Belo Horizonte, v. 14, n. 58, p. 137-154, out./dez., 2014. Disponível em: <http://www.revistaaec.com/index.php/revistaaec/article/view/76/337> Acesso em: 10 abr. 2020.

Unidos, entre árabes e israelenses, que implicavam no incerto abastecimento de petróleo⁹⁸.

O perigo ameaçador da humanidade não é a falta de energia fóssil, como o petróleo, mas as consequências da utilização maciça, que provoca prejuízo à saúde humana⁹⁹.

O petróleo é uma fonte não renovável, e sua utilização em larga escala provoca o aumento dos gases de efeito estufa, o aumento da temperatura global, a poluição atmosférica, entre outros impactos desfavoráveis ao meio ambiente e aos seres vivos¹⁰⁰.

O efeito estufa é um fenômeno natural e necessário para a vida na Terra, pois mantém o planeta aquecido e em condições habitáveis aos seres vivos, ao permitir que parte da radiação solar refletida de volta para o espaço seja absorvida pela Terra. Diante de atividades antrópicas, como a queima de combustíveis fósseis, resulta aumento de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, que provoca o aumento de temperatura global. O dióxido de carbono é o GEE de mais abundância na atmosfera, proveniente da queima de combustíveis fósseis¹⁰¹.

Wolfgang Palz entende que nenhuma transição energética se fez pelo esgotamento físico de uma fonte, e sim, pela identificação de uma nova fonte de energia, com qualidade superior e custos inferiores. Assim a energia provinda da biomassa passou ao carvão e deste ao petróleo e gás natural¹⁰². O petróleo ainda tem bastante influência na atual sociedade mundial¹⁰³, e para implementar novas fontes de energia, com tecnologias para produção em grande escala e para atingir o

⁹⁸ROSA, Luiz Pinguelli. Política energética, mudança do clima e crise econômica. In: **Energias renováveis no Brasil: desafios e oportunidades**. Santos, SP: Editora Brasileira de Arte e Cultura, 2011, p. 103.

⁹⁹SACHS, Ignacy. A revolução energética do século XXI. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 21-38, jan./abr. 2007. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10204/11798>. Acesso em 17 jan. 2020.

¹⁰⁰FIORILLO, Celso Antônio Pacheco; FERREIRA, Renata Marques. **Curso de direito da energia**. 2ª ed. São Paulo: Saraiva, 2010, p. 117-119.

¹⁰¹ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **A ONU e a mudança climática**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/acao/mudanca-climatica/>. Acesso em: 29 jan. 2020.

¹⁰²SACHS, Ignacy. A revolução energética do século XXI. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 21-38, jan./abr. 2007. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10204/11798>. Acesso em 17 jan. 2020.

¹⁰³FIORILLO, Celso Antônio Pacheco; FERREIRA, Renata Marques. **Curso de direito da energia**. 2ª ed. São Paulo: Saraiva, 2010, p. 117-119.

aperfeiçoamento do sistema, levará décadas, com base em pesquisas e investimentos altos¹⁰⁴.

1.3.2 O crescimento da população urbana e o aumento do consumo de energia

A segunda crise energética, explicada por Ignacy Sachs, já mencionada, foi ocasionada no âmbito da sociedade de consumo, que utiliza, demasiadamente, recursos energéticos, para sustentar a produção em larga escala de bens não duráveis, e seu alto consumo¹⁰⁵. A terceira crise energética foi desencadeada pelos altos preços do petróleo importado, que implicou na perda da viabilidade desta sociedade de consumo¹⁰⁶.

O uso de energia no Brasil se intensificou, a partir do término da Segunda Guerra Mundial, com aumento da população na área urbana e pelo processo de industrialização. No final do século XX, a demanda por energia cresceu muito, para uma população de 81%, de 171 milhões de habitantes, na zona urbana das cidades. Para acompanhar a demanda, a oferta também modificou bastante. Em 1940, por exemplo, a sociedade era predominantemente rural, a lenha fornecia 80% da energia primária utilizada em território nacional, enquanto a contribuição de petróleo e do carvão mineral era de 6% e de 1,3% de hidroeletricidade. Atualmente, dois sistemas predominam, o hidroelétrico e o petrolífero¹⁰⁷.

O esforço mundial para eliminar a dependência do petróleo importado, e reduzir os impactos climáticos, impulsionou investimentos para mudar o perfil da oferta, diversificando as fontes de energia, para renováveis, como eólica, solar e biomassa. Por outro lado, e complementar, foram os esforços para influenciar o uso racional de energia. Lembra Ladislau Dowbor que os preços aumentaram bastante com as crises do petróleo, em 1973 e 1979, e com o aumento do custo energético, por exemplo,

¹⁰⁴PALZ, Wolfgang. **Energia solar e fontes alternativas**. Curitiba-PR: Hemus, 2002, p. 48-49.

¹⁰⁵SACHS, Ignacy. A revolução energética do século XXI. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 21-38, jan./abr. 2007. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10204/11798>. Acesso em 17 jan. 2020.

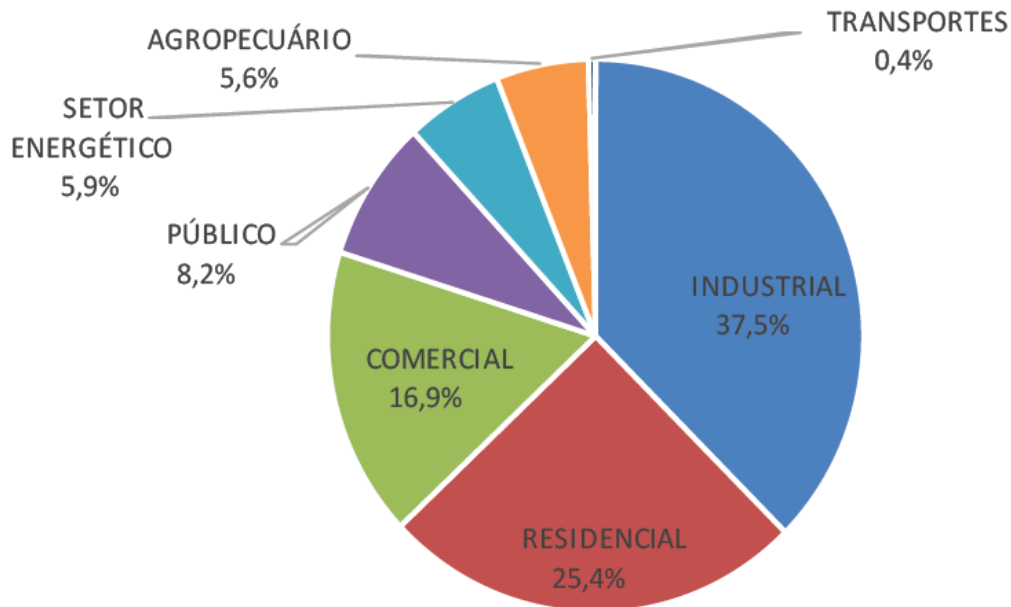
¹⁰⁶SACHS, Ignacy. A revolução energética do século XXI. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 21-38, jan./abr. 2007. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10204/11798>. Acesso em 17 jan. 2020.

¹⁰⁷ROVERE, Emílio Lèbre La. Alternativas energéticas no Brasil: uma herança favorável. In: **Energias renováveis no Brasil: desafios e oportunidades**. Santos, SP: Editora Brasileira de Arte e Cultura, 2011, p. 13-14.

fábricas aprenderam a economizar energia, assim como residências, evitando-se o desperdício de energia¹⁰⁸.

Atualmente, em relação ao consumo de eletricidade por participação setorial, verifica-se que o setor industrial e o setor residencial são os maiores consumidores, segundo balanço energético nacional de 2019, com dados informativos de 2018.

Figura 1: Participação setorial no consumo de eletricidade



Fonte: EPE, 2019¹⁰⁹

A redução do perfil energético está vinculada ao uso racional de energia, com utilização ponderada, haja vista a escassez de recursos, mas também está ligada à fabricação de equipamentos mais eficientes, inclusive domésticos, onde há grande desperdício de energia¹¹⁰. A eficiência energética depende de ações articuladas entre o Poder Público, empresas e população em geral, para a adoção de medidas de economia e de padrões de comportamento, que não levem ao desperdício¹¹¹.

¹⁰⁸DOWBOR, Ladislau. Alternativas inteligentes de uso de energia. In: **Energias renováveis no Brasil: desafios e oportunidades**. Santos, SP: Editora Brasileira de Arte e Cultura, 2011, p. 131.

¹⁰⁹BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. **Balanço energético nacional 2019: ano base 2018**, Rio de Janeiro: EPE, 2019, p.16. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-377/topico-494/BEN%202019%20Completo%20WEB.pdf>. Acesso em: 30 de nov. 2019.

¹¹⁰SACHS, Ignacy. A revolução energética do século XXI. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 21-38, jan./abr. 2007. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10204/11798>. Acesso em 17 jan. 2020.

¹¹¹DOWBOR, Ladislau. Alternativas inteligentes de uso de energia. In: **Energias renováveis no Brasil: desafios e oportunidades**. Santos, SP: Editora Brasileira de Arte e Cultura, 2011, p. 151-155.

Uma composição mais eficiente e menos poluidora da matriz energética e um perfil de consumo racional e econômico são essenciais para o desenvolvimento das nações. Neste contexto, as energias renováveis apresentam vantagens ambientais, sociais e econômicas, porém ainda possuem pequena participação na matriz energética mundial. Em 2017, o consumo mundial de energias renováveis representou cerca de 18,1% do consumo final total de energia. A demanda por energias renováveis cresceu em 4,4% em relação à 2016¹¹². A matriz energética corresponde ao panorama de distribuição real de aproveitamento dos recursos energéticos dentro de um país, de uma região ou do mundo. É formada com os dados de um ano e com as informações de um cenário específico¹¹³.

Apesar do progresso da participação de energias renováveis na matriz energética mundial, as emissões globais de dióxido de carbono relacionadas à energia cresceram 1,7% em 2018, devido ao aumento do consumo de combustíveis fósseis. Em 2018, os subsídios globais ao uso de combustíveis fósseis aumentaram 11% em relação à 2017¹¹⁴.

No Brasil, segundo a Empresa de Pesquisa Energética, empresa pública, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, que é responsável pelo planejamento do setor elétrico, a participação de energias renováveis na matriz energética brasileira é maior que a mundial. De acordo com o balanço energético nacional de 2019, que contém dados de 2018, afirma que a geração elétrica a partir de fontes não renováveis correspondeu a 17,6% do total nacional, comparado com 20,8% em 2017. O Brasil possui matriz elétrica predominantemente renovável, com forte participação da fonte hídrica, que equivale a 66,6% da oferta interna. As fontes renováveis correspondem a 83,3% da oferta interna de eletricidade brasileira, que soma a produção nacional, e as importações, que possuem origem renovável¹¹⁵.

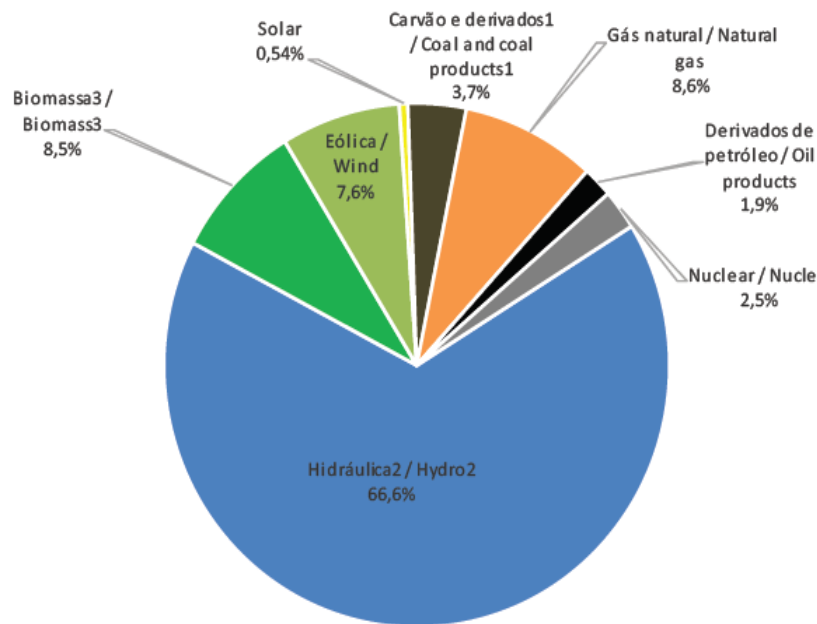
¹¹²ECKHART, Michael *et al.* **Renewables 2019 global status report**, Paris, 2019, p.17. Disponível em: https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr_2019_full_report_en.pdf. Acesso em: 30 de nov. 2019.

¹¹³MOREIRA, José Roberto Simões; GRIMONI, José Aquiles Baesso; ROCHA, Marcelo da Silva. Energia e panorama energético. In: MOREIRA, José Roberto Simões (organizador). **Energias renováveis, geração distribuída e eficiência energética**. 1ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018, p. 7.

¹¹⁴ECKHART, Michael *et al.* **Renewables 2019 Global Status Report**, Paris, 2019, p.17. Disponível em: https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr_2019_full_report_en.pdf. Acesso em: 30 de nov. 2019.

¹¹⁵BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. **Balanço energético nacional 2019**: ano base 2018, Rio de Janeiro: EPE, 2019, p.15-16. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-377/topico-494/BEN%202019%20Completo%20WEB.pdf>. Acesso em: 30 de nov. 2019.

Figura 2: Oferta Interna de Energia Elétrica por Fonte



Fonte: EPE, 2018¹¹⁶

Como principais fontes de energia renovável, além da hídrica, existem a eólica, a biomassa e a solar. Verifica-se que após a energia hidráulica, a energia proveniente da biomassa tem maior participação na oferta, com 8,5%, após vem a eólica, com 7,6%.

Para a segurança energética brasileira é essencial a diversificação de sua matriz energética, porém a construção de usinas hidroelétricas ocasionou vários impactos significativos. Segundo Lineu Belico dos Reis, as águas represadas implicam em assoreamento e alteração da qualidade da água, como também imobiliza grande extensão de terra, com a extinção de áreas produtivas, ou com a traumática realocação de comunidades. Indica também que pode haver perdas de sítios arqueológicos, alagamento de áreas indígenas, destruição de vegetação e de fauna nativas e perda de recursos minerais inundados¹¹⁷.

¹¹⁶BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. **Balço energético nacional 2019**: ano base 2018, Rio de Janeiro: EPE, 2019, p.16. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-377/topico-494/BEN%202019%20Completo%20WEB.pdf>. Acesso em: 30 de nov. 2019.

¹¹⁷REIS, Lineu Belico dos; FADIGAS, Eliane A. F. Amaral; CARVALHO, Cláudio Elias. **Energia, recursos e a prática do desenvolvimento sustentável**. PHILIPPI JÚNIOR, Arlindo (coord.) 2ª ed. Barueri, SP: Manole, 2012, p. 39.

Um exemplo de usina hidroelétrica a ser feita no Rio Xingu, importante afluente do Rio Amazonas, com vistas a ser a segunda maior hidroelétrica brasileira, atrás somente de Itaipu, é a de Belo Monte. Uma obra vultuosa no Rio Xingu, que faz parte da bacia hidrográfica amazônica, sendo o rio, responsável pela sobrevivência de várias tribos indígenas. Esta obra foi denunciada na Comissão Interamericana de Direitos Humanos, uma vez que os povos indígenas não foram consultados, conforme Convenção 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT)¹¹⁸. De acordo com esta Convenção, os índios precisam ser consultados, quando há necessidade de gestão e uso de suas terras. O art. 231, § 3º da Constituição também foi violado, uma vez que o aproveitamento energético dos recursos hídricos, somente pode ser efetivada com a autorização do Congresso Nacional, assim como as comunidades afetadas devem ser ouvidas¹¹⁹. Apesar do relatório do impacto ambiental apontar vários impactos significativos e prejudiciais, como perda da flora e da fauna, perda de patrimônio arqueológico, alteração da qualidade da água do Rio Xingu, deslocamento de população rural e indígena, e muitos outros, o consórcio Norte Energia, formado por várias empresas, desejaria ter desenvolvido a obra¹²⁰.

A grande dependência brasileira à energia hidroelétrica, em 2001, causou outro impacto socioambiental significativo, fazendo a população brasileira sofrer com falta de energia, devido ao período de estiagem. Este acontecimento implicou em

¹¹⁸A Convenção 169 da OIT foi ratificada pelo Decreto Legislativo nº 143, de 21 de junho de 2002 (BRASIL, **Decreto Legislativo nº 143, de 21 de junho de 2002**. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decleg/2002/decretolegislativo-143-20-junho-2002-458771-convencao-1-pl.html>. Acesso em: 24 mai. 2020). Foi promulgada pelo Decreto nº 5.051, de 19 e abril de 2004 (BRASIL, **Decreto nº 5.051, de 19 e abril de 2004**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5051.htm. Acesso em: 24 mai. 2020). O Decreto nº 5.051, de 19 de abril de 2004 foi revogado pelo Decreto nº 10.088, de 05 de novembro de 2019 (BRASIL, **Decreto nº 10.088, de 05 de novembro de 2019**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D10088.htm#art5. Acesso em: 24 mai. 2020).

¹¹⁹LACERDA, Jan Marcel de Almeida Freitas; VASCONCELOS, Sarah Delma Almeida; LUDWIG, Fernando Jose. O caso Belo Monte e a proteção interamericana dos direitos humanos: a reação do Estado Brasileiro. **Revista de Estudos Internacionais**. Paraíba, v. 10, n. 2, p. 128-152, 2019. Disponível em: <http://www.revistadeestudosinternacionais.com/uepb/index.php/rei/article/view/472>Acesso em: 24 mai. 2020.

¹²⁰ODEBRECHT, CAMARGO CORRÊA; ANDRADE GUTIERREZ. **Relatório de impacto ambiental (RIMA): aproveitamento hidrelétrico Belo Monte**. 100 p. Mai. 2009. Disponível em: http://restrito.norteenergiasa.com.br/site/wp-content/uploads/2011/04/NE.Rima_.pdf. Acesso em: 24 mai. 2020.

racionamento de energia, e limitou o crescimento econômico e social¹²¹. O que não ocorreria se tivessem maior participação das outras fontes de energia renovável.

Grandes períodos com estiagens implicam no acionamento de usinas termoelétricas, que funcionam por meio dos combustíveis fósseis. São mais poluentes, emitem gases tóxicos à atmosfera, como o dióxido de carbono¹²².

De acordo com Ignacy Sachs, para se alcançar a eficiência e a segurança energética, dependerá da capacidade dos estados nacionais e da Organização das Nações Unidas de formularem políticas públicas de âmbito nacional e internacional, com um triplice objetivo: “redução do perfil da demanda energética, do aumento da eficiência na produção e uso final das energias e da substituição das energias fósseis por energias renováveis, sem descartar o uso limpo das energias fósseis abundantes como o carvão, mediante o sequestro dos gases de efeito estufa”¹²³. Complementa José Goldemberg e Oswaldo Lucon que para reorganizar o sistema energético precisa o fortalecer em bases mais sólidas e sustentáveis, como a eficiência energética, maior participação de fontes renováveis e descentralização da produção de energia¹²⁴.

Para Luiz Antônio Ugeda Sanches, uma matriz energética limpa, talvez seja a única influência de tornar o sistema capitalista mais sustentável. Como exemplos, de suas externalidades, a poluição atmosférica e os resíduos diminuiriam. A diminuição da poluição atmosférica está ligada diretamente à redução da utilização de hidrocarbonetos na matriz, e a diminuição dos resíduos se daria pela sua transformação em energia¹²⁵.

¹²¹GELLER, Howard S. **Revolução energética**: políticas para um futuro sustentável. Tradução de: Maria Vidal Barbosa. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2003, p. 191-192.

¹²²PAIVA, Iure; CASTRO, Nivalde de; LIMA, Antonio Pedro. **Aspectos teóricos e analíticos da segurança energética e os desafios do setor elétrico brasileiro**. Rio de Janeiro, n. 71, mai./2017. Disponível em: http://plone.ufpb.br/gesene/contents/documentos/publicacoes/26_tdse_71.pdf. Acesso em: 09 fev. 2020.

¹²³SACHS, Ignacy. A revolução energética do século XXI. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 21-38, jan./abr. 2007. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10204/11798>. Acesso em 17 jan. 2020.

¹²⁴GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. Crise financeira, energia e sustentabilidade no Brasil. **Estudos Avançados**, v. 23 n. 65, p. 121-130, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v23n65/a09v2365.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2020.

¹²⁵SANCHES, Luiz Antonio Ugeda. **Curso de direito da energia**: da história, tomo I. São Paulo: Instituto Geodireito Editora, 2011, p. 465.

1.4 A INTERCONEXÃO DO SERVIÇO PÚBLICO DE ENERGIA ELÉTRICA E DE SANEAMENTO

A energia elétrica é imprescindível para o bem-estar do cidadão, e importante para o desenvolvimento socioambiental e econômico¹²⁶. O acesso à energia elétrica se concretiza por meio do serviço público de energia elétrica, que viabiliza o acesso a outros serviços públicos pelos cidadãos, como o de telecomunicações. Propicia uma enorme utilidade aos usuários, e por este motivo, de forma consciente ou não, o legislador constituinte elevou à categoria de serviço público as atividades que dependem das instalações de energia elétrica, como bem lembra Luiz Alberto Blanchet¹²⁷.

Atualmente, os serviços públicos de energia elétrica e de saneamento são desenvolvidos pelo Estado Regulador, que possui menor participação direta na economia¹²⁸.

Com o estabelecimento do Estado Regulador, houve a quebra de monopólios, a realização de concessão e de permissão de serviços públicos, passando a iniciativa privada a exercer uma série de atividades, que antes ficavam adstritas ao monopólio pelo Estado, como os serviços públicos de energia elétrica. O Estado passa a fazer o papel de coordenador, fiscalizador e fomentador da iniciativa privada, especialmente quando for de interesse público¹²⁹.

Segundo Emerson Gabardo, a função do Estado passa a ser de regulador das atividades privadas, com a atuação estatal em casos que os particulares não conseguem cumprir as demandas, para assegurar a população o acesso a um conjunto mínimo de direitos. O serviço público é o instrumento para a realização de direitos fundamentais, previstos no art. 5º da Constituição¹³⁰.

¹²⁶SANCHES, Luiz Antonio Mano Ugeda. A inclusão social e os desafios contemporâneos do setor elétrico brasileiro. In: **Regulação jurídica do setor elétrico**. LANDAU, Elena (org.). Rio de Janeiro: Lúmen Juris, 2006, p. 273.

¹²⁷BLANCHET, Luiz Alberto. O serviço público de energia elétrica e o desenvolvimento: a sustentabilidade energética. In: **Direito econômico & socioambiental: por interconexões entre o desenvolvimento e sustentabilidade-Anais do Seminário de Integração do Programa de Pós-Graduação em Direito da Pontifícia Universidade Católica do Paraná**. GONÇALVES, Oksandro; FOLLONI, André; SANTANO, Ana Claudia (coords). Curitiba: Ithala, 2016, p. 45-61.

¹²⁸JUSTEN FILHO, Marçal. **O direito das agências reguladoras independentes**. São Paulo: Dialética, 2002, p. 21.

¹²⁹DI PIETRO, Maria Sylvia. Regulação e legalidade. In: DI PIETRO, Maria Sylvia (coord.). **Direito regulatório: temas polêmicos**. 2ª ed. Belo Horizonte: Fórum, 2004, p. 35.

¹³⁰GABARDO, Emerson. **Interesse público e subsidiariedade**. Belo Horizonte: Fórum, 2004, p.35.

O Estado passa a intervir na atividade econômica através das agências reguladoras, regulamentadas pela Lei n. 9.986, de 18 de julho de 2000¹³¹, que fiscalizam e cobram resultados positivos das concessionárias de serviços públicos. Disciplina o art. 175 da Constituição da República, *caput*, que o serviço público deve ser implementado pelo Poder Público, diretamente ou por regime de concessão ou permissão¹³². A prestação de serviços públicos passou a ser realizada por novos tipos de ajuste, de acordo, de cooperação, por meio da parceria público-privada¹³³.

A parceria público-privada surgiu a partir da necessidade econômica do Estado, e de acordo com Ângela de Cássia Costaldello, afigura-se de um lado, o Poder Público, desprovido de recursos, que deve atender as necessidades da sociedade, e de outro, o setor privado, com recursos para satisfazer ao interesse público, que lhe foi atribuído, para atingir a finalidade de forma eficiente¹³⁴.

Em 1996, foi instituída a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), pela Lei n. 9.427, de 26 de dezembro de 1996, autarquia de regime especial, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, com a finalidade de regular e fiscalizar o setor energético¹³⁵. Quando o Estado passa aos particulares a geração de energia elétrica, não implica em total liberdade, porque permanece o regime jurídico do direito público, sob a regulação e gerenciamento da autarquia especial ANEEL.

A concessionária é um ente delegado do Poder Concedente Estatal, que prestará o serviço público, após ser selecionado por licitação pública¹³⁶, e sob as condições impostas por meio do ato regulamentar expedido por aquele, nos limites legais e contratuais, sob fiscalização da agência reguladora. Por sua vez, a permissionária é a pessoa física ou jurídica, que demonstre capacidade de exercer

¹³¹BRASIL. **Lei n. 9.986, de 18 de julho de 2000.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9986.htm. Acesso em: 04 de out. 2018.

¹³²BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Brasília, DF. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 15 set. 2019

¹³³MEDAUAR, Odete. **O direito administrativo em evolução.** 2ª ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2003, p. 213.

¹³⁴COSTALDELLO, Ângela Cássia. A propriedade privada, o urbanismo e as parcerias público-privadas: transformações e perspectivas. *In:* GUIMARÃES, Edgar (coord). **Cenários do direito administrativo:** estudos em homenagem ao Professor Romeu Felipe Bacellar Filho. Belo Horizonte: Fórum, 2004, p. 113.

¹³⁵BRASIL. **Lei n. 9.427, de 26 de dezembro de 1996.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9427cons.htm. Acesso em: 31 ago. 2019.

¹³⁶MELLO, Celso Antônio Bandeira de. **Curso de direito administrativo.** 33ª ed. São Paulo: Malheiros, 2016, p. 743.

serviço público, por sua conta e risco, por título precário, após licitação, segundo art. 2º, inc. IV, da Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995¹³⁷.

O Estado Brasileiro, por intermédio das concessões, como também das privatizações, tinha o objetivo de diminuir sua estrutura e possibilitar sua atuação em outros setores que envolvessem interesse público, como saúde, educação e segurança. A concessão de serviço público é o instituto por meio do qual o Estado atribui a um particular o exercício de um serviço público em nome próprio, por sua conta e risco, se submetendo a possível alteração contratual unilateral pela Administração Pública, porém com a garantia do equilíbrio econômico-financeiro do contrato, e remuneração por tarifa¹³⁸.

Assim com a cooperação do setor privado, o Estado consegue prestar um serviço mais eficiente, sem descaracterizar a essencialidade, universalidade e continuidade do serviço público. Aponta Ignacy Sachs, que os modelos da economia mista público-privada, com mercados regulados por um Estado desenvolvimentista enxuto são necessários, porém o Estado deve ser atuante e capaz de nos proteger das falhas de mercado¹³⁹. E assim a população não fica desprovida do serviço, muito menos submetida a altos preços por seu fornecimento.

Nesta concepção de Estado Regulador, Celso Antônio Bandeira de Mello conceitua serviço público, como toda atividade de oferecimento de utilidade ou comodidade material destinada à satisfação da coletividade em geral, utilizados singularmente pelos administrados, que o Estado assume como pertinente a seus deveres e presta por si mesmo ou por quem lhe faça às vezes, sob regime de Direito Público, consagrando prerrogativas de supremacia e de restrições especiais, em favor dos interesses definidos como públicos pelo sistema normativo¹⁴⁰.

Esclarece Eros Roberto Grau que a prestação de serviço público pode ser considerada uma atividade econômica, porque envolve a utilização de bens e serviços e seu exercício é atribuído preferencialmente ao setor público, mas não exclusivamente, pois o setor privado pode desenvolver o serviço público, por meio das

¹³⁷BRASIL. **Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8987cons.htm. Acesso em: 10 fev. 2020.

¹³⁸MELLO, Celso Antônio Bandeira de. **Curso de direito administrativo.** 33ª ed. São Paulo: Malheiros, 2016, p. 729.

¹³⁹SACHS, Ignacy. A revolução energética do século XXI. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 21-38, jan./abr. 2007. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10204/11798>. Acesso em 17 jan. 2020.

¹⁴⁰MELLO, Celso Antônio Bandeira de. **Curso de direito administrativo.** 33ª ed. São Paulo: Malheiros, 2016, p. 695.

concessões e permissões. Quando o Estado explora diretamente a atividade econômica, considera-se atividade econômica em sentido amplo, que é gênero, dividindo-se em duas espécies, serviço público e atividade econômica em sentido estrito. Quando o Estado explora atividade econômica, por imperativo à segurança nacional ou por interesse público, como enuncia o art. 173, *caput*, da Constituição, ele estará desenvolvendo atividade econômica em sentido estrito, como fazem os particulares. Por sua vez, o Estado estaria exercendo atividade econômica em sentido amplo, quando desenvolve suas funções de fiscalização, de incentivo e de planejamento, como agente normativo e regulador da atividade econômica¹⁴¹.

Diversificaram-se os modos de prestação de serviços públicos, e surgiram nas últimas décadas, portanto, novos ajustes, decorrentes de cooperação, parceria, este último vinculado ao contrato, entre entidades públicas, ou entre entidades públicas e privadas¹⁴².

O serviço público de energia elétrica engloba a geração, transmissão e distribuição, e pode ser prestado pelo Estado ou quem o substitua, por meio de permissão ou concessão, sob o regime de direito público, com fiscalização da ANEEL. Quando se trata de recuperação energética de resíduos, também envolve o serviço público de saneamento, que também é essencial e imprescindível para a população. Segundo Portaria Interministerial nº 274, de 30 de abril de 2019, que disciplina recuperação energética de resíduos sólidos urbanos referida no § 1º do art. 9º da Lei nº 12.305/2010 e no art. 37 do Decreto nº 7.404/2010, observa-se em seu art. 5º, que a geração de energia elétrica, quando advinda de recuperação energética de resíduos sólidos urbanos deve seguir os marcos legal e regulatório ambientais dos setores energético e de saneamento¹⁴³.

A Constituição Federal, art. 21, inc. XII, alínea “b”, dispõe que cabe a União explorar, diretamente ou mediante autorização, concessão ou permissão, os serviços e instalações de energia elétrica, assim como instituir diretrizes para o saneamento básico, conforme art. 21, inc. XX. Por outro lado, segundo art. 23, inc. IX, é de competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios

¹⁴¹GRAU, Eros Roberto. **A ordem econômica na Constituição de 1988**. São Paulo: Editora Malheiros, 15ª edição, 2012, p. 99-105.

¹⁴²MEDAUAR, Odete. **O direito administrativo em evolução**. 2ª ed. ver. atual e ampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2003, p.213.

¹⁴³BRASIL. **Portaria interministerial nº 274, de 30 de abril de 2019**. Disponível em: <http://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-interministerial-n%C2%BA-274-de-30-de-abril-de-2019-86235505>. Acesso em: 15 fev. 2020.

promover as condições de saneamento básico. A execução da gestão integrada dos resíduos sólidos, ou seja, a coleta, o transporte e a destinação final dos resíduos sólidos, se constituem em serviço público, e é de competência dos Municípios, que podem delegar, por meio da licitação¹⁴⁴. A licitação pode ser por meio da concessão comum ou patrocinada, de acordo com a Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, já comentada, ou por parceria público-privada (PPP). A PPP é concessão administrativa, que por meio do contrato de prestação de serviços, coloca a Administração Pública, como usuária direta ou indireta, ainda que envolva execução de obra ou fornecimento e instalação de bens, de acordo com art. 2º, § 2º da Lei 11.079, de 30 de dezembro de 2004.

Além da parceria público-privada, acrescenta Yuri Schmitke Almeida Belchior Tisi, que a gestão integrada e sustentável de resíduos sólidos também pode ser feita por consórcios públicos, instrumentos de cooperação entre entes federativos, previstos na Lei complementar nº 140/2011 e Lei nº 11.107/2005. Desta forma possibilita implementar de forma integrada, a coleta, o transporte, o transbordo, a compostagem, a recuperação energética¹⁴⁵.

¹⁴⁴BRASIL. **Constituição Federal de 1988.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 10 fev. 2020.

¹⁴⁵Tisi, Yuri Schmitke Almeida Belchior. **Waste-to-energy:** recuperação energética como forma ambientalmente adequada de destinação de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro: Synergia, 2019, p. 191.

2 A GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DO BIOGÁS NO BRASIL

A energia proveniente da biomassa, a bioenergia, é importante para a segurança energética, porque auxilia a diversificação de fontes renováveis na matriz energética, e torna o país menos dependente de recursos externos.

O biogás também contribui para a sustentabilidade do setor energético brasileiro, porque se trata de fonte de energia renovável, assim como para o setor de saneamento, pois é subproduto de resíduos. A biomassa é composta por matéria de origem vegetal existente na natureza, ou por matéria produzida pelo homem e animais, como resíduos urbanos, rurais (agrícola e pecuária), agroindustriais, óleos vegetais e efluentes¹⁴⁶.

Acrescenta Cícero Bley que o biogás, proveniente da biomassa, é uma fonte de energia que pode gerar vários impactos ambientais, sociais e econômicos, e é considerado um meio para aumentar a sustentabilidade nos processos produtivos¹⁴⁷.

2.1 A GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

A geração de energia elétrica é a transformação de fontes renováveis e não renováveis em energia elétrica. Importante distinguir energia de eletricidade, como a eletricidade é um dos efeitos da energia. Segundo Walter Tolentino Álvares, enquanto a eletricidade é considerada forma de energia e não se armazena, a energia pode ser armazenada. Nosso corpo possui energia que nos faz mover, que corresponde a energia cinética¹⁴⁸.

As usinas geradoras de energia elétrica são denominadas de acordo com a fonte utilizada. A usina térmica utiliza calor gerado pela queima de combustíveis, como carvão, óleos ou biomassa. A usina hidroelétrica utiliza a queda das águas. A usina

¹⁴⁶COELHO, Suani Teixeira; GARCILASSO, Vanessa Pecora; ESCOBAR, Javier F.; COLUNA, Naraisa; AMARAL, Alessandra C. Geração de eletricidade a partir da biomassa no Brasil, situação atual, perspectivas e barreiras. In: MOREIRA, José Roberto Simões (organizador). **Energias renováveis, geração distribuída e eficiência energética**. 1ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018, p. 235.

¹⁴⁷BLEY JÚNIOR, Cícero. **Biogás: A energia invisível**. Curitiba: CIBiogás, 2ª ed., 2015 (e-book). Disponível em: <https://biblioteca.cibiogas.org/biblioteca/#!/publicacoes/detalhe/35>. Acesso em: 18 jan. 2020.

¹⁴⁸ÁLVARES, Walter Tolentino. **Curso de direito da energia**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Forense, 1978, 6-7.

solar utiliza o sol e a usina eólica, o vento. Cada usina utiliza sua infraestrutura para transformação da fonte em energia¹⁴⁹.

Os agentes geradores são os responsáveis pela produção de energia elétrica, independente da fonte de energia, e possuem liberdade para atuar no Ambiente de Contratação Regulado (ACR) e no Ambiente de Contratação Livre (ACL). A geração de energia elétrica só é possível mediante concessão ou autorização para sua produção, com fins comerciais, somente por três agentes: concessionários de serviço público de energia elétrica, produtores independentes de energia e autoprodutores de energia elétrica¹⁵⁰.

Os concessionários de serviço público são aqueles responsáveis pela exploração, e prestação de serviços de energia elétrica, precedidos de licitação. O produtor independente de energia pode ser uma pessoa jurídica de direito privado, mas também pode ser um consórcio de empresas reunidas, que por meio de concessão ou autorização, pode gerar energia elétrica destinada para comercialização de toda ou parte da energia produzida, por sua conta e risco. Pode comercializar a energia no ambiente de contratação livre ou regulado, de acordo com art. 11, *caput*, e parágrafo único da lei nº 9.074, de 07 de julho de 1995¹⁵¹.

O autoprodutor é pessoa física ou jurídica ou empresas reunidas em consórcio, que mediante concessão ou autorização, pode gerar energia elétrica destinada ao seu uso exclusivo, conforme art. 2º, inc. II do Decreto nº 2.003, de 10 de setembro de 1996¹⁵², ou pode comercializar o excedente, mediante autorização da ANEEL, de acordo com art. 26, inc. III da Lei nº 11.488, de 15 de junho de 2007¹⁵³.

¹⁴⁹TOLMASQUIM, Maurício Tiommo. **Geração de energia elétrica no Brasil**. Rio de Janeiro: Interciência, 2005, p. 09.

¹⁵⁰TOLMASQUIM, Maurício Tiommo. **Novo modelo do setor elétrico brasileiro**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Synergia, 2015, p. 52-55.

¹⁵¹BRASIL. **Lei nº 9.074, de 07 de julho de 1995**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9074cons.htm. Acesso em: 15 fev. 2020.

¹⁵²BRASIL. **Decreto nº 2.003, de 10 de setembro de 1996**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2003.htm. Acesso em: 15 fev. 2020.

¹⁵³BRASIL. **Lei nº 11.488, de 15 de junho de 2007**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11488.htm. Acesso em: 15 fev. 2020.

Segundo preceitua o art. 1º, § 2º, inc. I e II, do Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004¹⁵⁴, que regulamenta a Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004¹⁵⁵, enquanto no ambiente de contratação regulado, a compra e venda de energia é precedida de licitação, na modalidade leilão, com a participação das concessionárias, no ambiente de contratação livre, a compra e venda de energia elétrica é feita por meio de contratos bilaterais.

Para viabilizar as atividades de comercialização de toda a energia elétrica transacionada no país, foi criada a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), que é pessoa jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, sob a autorização do Poder Concedente (MME) e regulação e fiscalização pela ANEEL, conforme o art. 4º da Lei nº 10.848/ 2004.

Quanto as usinas de recuperação energética de resíduos, que não ultrapassam a potência instalada de 50 MW, podem ser dispensadas de licitação, conforme art. 5º, inc. I da Lei nº 9.074/95¹⁵⁶, podendo ser outorgadas por autorização pela ANEEL, segundo art. 7º, inc. I da mesma lei, na forma de produtor independente de energia elétrica ou autoprodutor de energia elétrica. Neste caso, a ANEEL emite uma Resolução Autorizativa, com denominação do empreendimento, potência instalada, cronograma de implantação, obrigações entre as partes, encargos, garantia e prazo de outorga. Acima desta potência, deve ser feita licitação, na modalidade concorrência¹⁵⁷, ligada às relações jurídicas de maior vulto econômico, e podem participar qualquer interessado, desde que preencha os requisitos do edital¹⁵⁸.

Segundo a Portaria Interministerial nº 274, de 30 de abril de 2019, que disciplina recuperação energética de resíduos sólidos urbanos referida no § 1º do art. 9º da Lei nº 12.305 de 2010 e no art. 37 do Decreto nº 7.404 de 2010, usina de recuperação

¹⁵⁴ “I-Ambiente de Contratação Regulada- o segmento do mercado no qual se realizam as operações de compra e venda de energia elétrica entre agentes vendedores e agentes de distribuição, precedidas de licitação, ressalvados os casos previstos em lei, conforme regras e procedimentos de comercialização específicos. II-Ambiente de Contratação Livre- o segmento do mercado no qual se realizam as operações de compra e venda de energia elétrica, objeto de contratos bilaterais livremente negociados, conforme regras e procedimentos de comercialização específicos”. BRASIL. (**Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5163.htm. Acesso em: 15 fev. 2020).

¹⁵⁵BRASIL. **Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Lei/L10.848.htm. Acesso em: 15 fev. 2020.

¹⁵⁶BRASIL. **Lei nº 9.074, de 07 de julho de 1995**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9074cons.htm. Acesso em: 15 fev. 2020.

¹⁵⁷BRASIL. **Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8987cons.htm. Acesso em: 10 fev. 2020.

¹⁵⁸MELLO, Celso Antônio Bandeira de. **Curso de direito administrativo**. 33ª ed. São Paulo: Malheiros, 2016, p.583.

energética (URE) consiste qualquer unidade dedicada ao tratamento térmico de resíduos sólidos urbanos com recuperação de energia térmica produzida pela combustão, com o intuito de reduzir o volume e a periculosidade, e, preferencialmente, associada à geração de energia térmica ou elétrica¹⁵⁹.

A implementação de uma usina de recuperação energética implica em altos custos, e precisa de incentivos, como a comercialização dos créditos de carbono, provenientes de projetos de MDL, mediante parcerias público-privada (PPP), entre município e iniciativa privada, como autoprodutor, conforme estudo em conjunto do PNUD e MMA¹⁶⁰, entre outros incentivos, que serão abordados no terceiro capítulo desta dissertação.

2.2 A RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

A recuperação energética de resíduos sólidos urbanos é considerada uma destinação ambientalmente adequada pela lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). De acordo com art. 3º, inc. VII e VIII, há diferença nos termos entre 'destinação final ambientalmente adequada' e 'disposição final ambientalmente adequada'.

A destinação ambientalmente adequada se refere ao encaminhamento dos resíduos para a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação, e o aproveitamento energético, e outras destinações admitidas pelos órgãos competentes. A disposição final ambientalmente adequada significa a eliminação e aterramento de rejeitos em aterros sanitários, seguindo normas específicas para evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos.

¹⁵⁹BRASIL. **Portaria interministerial nº 274, de 30 de abril de 2019.** Disponível em: <http://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-interministerial-n%C2%BA-274-de-30-de-abril-de-2019-86235505>. Acesso em: 15 fev. 2020.

¹⁶⁰BRASIL. Ministério do Meio Ambiente; Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Estudo sobre o potencial de geração de energia a partir de resíduos de saneamento (lixo, esgoto), visando incrementar o uso de biogás como fonte alternativa de energia renovável**, São Paulo, 56 p., nov. 2010. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/164/_publicacao/164_publicacao10012011033201.pdf. Acesso em: 30 jan. 2020.

A segregação dos resíduos, em sua origem, é essencial, para que as frações orgânicas e inorgânicas sejam separadas, e assim possam ter sua destinação adequada, e os rejeitos destinados aos aterros sanitários¹⁶¹.

Os resíduos sólidos podem ser definidos como materiais descartados, provenientes de ações antrópicas em sociedade, cuja destinação se procede nos estados sólido ou semissólido ou em forma de gases contidos em recipiente. Os resíduos domiciliares e os resíduos de limpeza pública podem ser considerados resíduos sólidos urbanos, pela Lei nº 12.305/2010, art. 3º, inc. XVI, e art. 13, inc. I, alíneas “a”, “b” e “c”¹⁶².

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), NBR 10.004/2004, indica a origem dos resíduos sólidos, nos estados sólidos e semissólidos, de forma mais abrangente, como industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e varrição, incluindo os lodos de sistemas de tratamento de água, gerados em equipamentos de controle de poluição¹⁶³.

Rodrigo Eduardo Córdoba cita exemplos de resíduos semissólidos, como lodos de estação de tratamento de água, lodo de estações de tratamento de esgoto, lodos provenientes de corte industrial, lodos de lavadores de gases, graxas. Aponta como exemplos de resíduos líquidos, as tintas, vernizes e óleos, e os resíduos gasosos, aqueles contidos em recipiente, como recipientes aerossóis (perfumes, produtos para cabelo, inseticidas, sprays de pintura), extintores de incêndio, geladeiras, aparelhos de ar-condicionado e freezers¹⁶⁴.

¹⁶¹BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Gestão de resíduos orgânicos**. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/item/10615.html#o-que-sao-residuos-organicos>. Acesso em: 07 de dez. 2019.

¹⁶²Resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado, resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. Resíduos sólidos urbanos: a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas; b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza e logradouros e vias públicas (BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 23 de nov. 2019).

¹⁶³ABNT. **NBR 10.004. 2004**. Disponível em: <https://analiticaqmcresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-residuos-Solidos.pdf>. Acesso em: 23 de nov. 2019.

¹⁶⁴CÓRDOBA, Rodrigo Eduardo. **Estudo do potencial de contaminação de lixiviados gerados em aterros de resíduos da construção civil por meio de simulações em colunas de lixiviação**. 2014. 340 f. Tese de Doutorado apresentada no Programa de Pós-Graduação e Área de Concentração em Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-26052015-162328/publico/TESE_RODRIGO_E_CORDOBA.pdf. Acesso em: 07 de dez. 2019.

Em relação aos resíduos sólidos urbanos, segundo Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 8419/1996, são aqueles gerados em um aglomerado urbano, excetuados os resíduos industriais perigosos, hospitalares sépticos e de aeroportos e portos. São compostos por duas frações: orgânica (molhado) e inorgânica (seco). A fração inorgânica é composta por materiais, como plásticos, vidros, borrachas, papéis, metais, que são subdivididos em recicláveis e rejeitos inorgânicos, que são passíveis de reciclagem¹⁶⁵.

De acordo com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, a fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos também pode ser formada por resíduos biodegradáveis de jardins e parques, resíduos de cozinha e alimentos de residência, restaurantes, hotéis, mercados ou feiras de ruas¹⁶⁶.

O Brasil tem um grande potencial para a produção de energia a partir do biogás, pela alta fração orgânica. Segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), em 2015, a população brasileira era de 211.028.207 cidadãos, das quais 85% residia em área urbana¹⁶⁷.

O Informe Técnico sobre Potencial Energético de Resíduos Sólidos Urbanos nº 007/2019, elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética, aponta o potencial de oferta de resíduos sólidos urbanos, que em sua composição possui 50% de fração orgânica¹⁶⁸.

A recuperação energética de resíduos sólidos urbanos possui benefícios ambientais, sociais e econômicos. A produção e seu uso do biogás reduz gases de efeito estufa, como o gás metano e o dióxido de carbono, que podem ser coletados,

¹⁶⁵ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma Técnica NBR 8419. 1992.** Disponível em: <http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-8.419-NB-843-Apresentac%C3%A3o-de-Projetos-de-Aterros-Sanitarios-RSU.pdf>. Acesso em: 24 de nov. 2019.

¹⁶⁶UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA. **Organic waste management in Latin America: challenges and advantages of the main treatment options and trends (2017).** Disponível em: <http://abrelpe.org.br/onu-meio-ambiente-ingles/>. Acesso em: 24 de nov. 2019.

¹⁶⁷BRASIL. Ministério da Economia. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), 2015.** Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html>. Acesso em: 23 jan. 2020.

¹⁶⁸“Segundo a Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública (Abrelpe), em 2018 a produção de resíduos sólidos urbanos no Brasil foi de 79,7Mt. Considerando a composição típica de 50% de Fração Orgânica (FO), 40% de embalagens e 10% de inertes (EPE, 2014b), estão disponíveis 40 Mt/a de matéria orgânica e 32 Mt/a de embalagens, cuja estimativa energética requer descontar metais e vidros. Esse setor movimentou R\$ 28 bilhões em 2018, com 71,5% de participação da iniciativa privada na operação, por diversos meios de atuação”. (BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. **Informe Técnico 007, de 27 de dezembro de 2019-Potencial Energético dos Resíduos Urbanos, Série SI Energia, p.10.** Disponível em: <http://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-372/topico-492/Informe%20T%C3%A9cnico%20EPE-DEA-007-19.pdf>. Acesso em: 30 de nov. 2019).

por exemplo, em aterros sanitários já existentes, e gerar energia elétrica. Pode também diminuir a produção de gás metano de lagoas de armazenamento de efluentes, e conseqüentemente diminuir o risco de contaminação do solo, do ar e dos recursos hídricos. Ainda melhora a qualidade de vida das pessoas no entorno, pois reduzem os odores e os insetos no sistema de tratamento de efluentes, causando impacto social¹⁶⁹.

Destaca-se também como outro impacto social, a geração de empregos, para a construção de sua infraestrutura e sua manutenção, como serviços de engenharia e serviços técnicos voltados à matéria prima e ao funcionamento¹⁷⁰.

A matéria prima para a produção de biogás se encontra perto dos centros urbanos, em áreas industriais ou agrícolas, o que possibilita produzir energia próxima a seu centro de consumo, garantindo segurança, qualidade e eficiência energética, como também, reduz custos com transmissão, se constituindo em um impacto econômico. A energia proveniente do biogás também pode ser comercializada e gerar fonte de renda¹⁷¹. O mesmo autor destaca o Estado do Paraná como pioneiro em geração de energia, a partir do biogás, mais precisamente na região do oeste do Paraná, e para seu fomento obteve auxílio junto usina hidroelétrica Itaipu Binacional¹⁷².

A produção de biogás pode ser feita pelos próprios consumidores de energia, que se tornam autoprodutores, e utilizam a energia para a sua atividade e o excedente pode ser vendido à rede de energia elétrica, mediante autorização da ANEEL. Ainda pode ser utilizado como digestato, sendo um biofertilizante na agricultura, o que promove aumento na produtividade e redução de custos na área rural¹⁷³.

Nota-se que a recuperação energética é uma atividade a favor da sustentabilidade, principalmente por diminuir a quantidade de resíduos orgânicos,

¹⁶⁹GOLDEMBERG, José; COELHO, Suani Teixeira; PECORA, Vanessa. Perspectivas da utilização de biogás como fonte de energia. *In*: BARROS FILHO, Omar L. de; BOJUNGA, Sylvia (orgs.). **Potência Brasil: gás natural, energia limpa para um futuro sustentável**, 2008, p. 135-136.

¹⁷⁰BLEY JÚNIOR, Cícero. **Biogás: A energia invisível**. Curitiba: CIBiogás, 2ª ed., 2015 (e-book). Disponível em: <https://biblioteca.cibiogas.org/biblioteca/#!/publicacoes/detalhe/35>. Acesso em: 18 jan. 2020.

¹⁷¹BLEY JÚNIOR, Cícero. **Biogás: A energia invisível**. Curitiba: CIBiogás, 2ª ed., 2015 (e-book). Disponível em: <https://biblioteca.cibiogas.org/biblioteca/#!/publicacoes/detalhe/35>. Acesso em: 18 jan. 2020.

¹⁷²BLEY JÚNIOR, Cícero. **Biogás: A energia invisível**. Curitiba: CIBiogás, 2ª ed., 2015 (e-book). Disponível em: <https://biblioteca.cibiogas.org/biblioteca/#!/publicacoes/detalhe/35>. Acesso em: 18 jan. 2020.

¹⁷³GOLDEMBERG, José; LUCON, Osvaldo. **Energia, meio ambiente & desenvolvimento**. 3ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2011, p. 237.

efluentes e chorume, e ainda produzir energia a partir do biogás¹⁷⁴. Em relação ao chorume, Josmaria Lopes de Moraes *et al*, definem como sendo um resíduo líquido formado por elevado volume orgânico, e que pode causar impactos em distâncias superiores a 100 metros do aterro, com alterações na biota aquática¹⁷⁵.

O biogás pode ser produzido em processos de degradação anaeróbia ou anaeróbica de matéria orgânica, sem a presença de oxigênio, ou degradação aeróbia, com pouca presença de oxigênio, utilizando resíduos com alto nível de umidade, como aqueles depositados, por exemplo, em lixões, em aterros controlados e aterros sanitários, e lagoas de armazenamento de efluentes¹⁷⁶.

A produção de energia, a partir do biogás, depende tanto da matéria prima, assim como da tecnologia utilizada¹⁷⁷. A maturação das tecnologias da energia depende do grau de conhecimento humano e de suas aplicações práticas. Ignacy Sachs faz um alerta para que os países em desenvolvimento sejam mais seletivos em escolher tecnologias importadas de países desenvolvidos, para que não haja altos custos ambientais. As transferências de tecnologia dos países industrializados

¹⁷⁴SENADO FEDERAL. Resíduos sólidos: lixões persistem. **Revista Em Discussão**, ano 5, n. 22, p. 1-35, setembro de 2014. Brasília, DF. Disponível em: https://www12.senado.leg.br/emdiscussao/edicoes/residuos-solidos/@_@images/arquivo_pdf/. Acesso em: 15 de set. 2019.

¹⁷⁵“O chorume é um resíduo líquido de elevada carga orgânica e forte coloração, produzido pela decomposição química e microbiológica dos resíduos sólidos depositados em um aterro. A sua composição química apresenta grande variabilidade, uma vez que, além de depender da natureza dos resíduos depositados, da forma de disposição, manejo e da idade do aterro, é extremamente influenciada por fatores climáticos, dentre os quais pode-se destacar, a quantidade de chuva e a temperatura. De maneira geral, o chorume pode ser considerado como matriz de extrema complexidade, composta por quatro frações principais: matéria orgânica dissolvida (formada principalmente por metano, ácidos graxos voláteis, compostos húmicos e fúlvicos), compostos orgânicos xenobióticos (representados por hidrocarbonetos aromáticos, compostos de natureza fenólica e compostos organoclorados alifáticos), macrocomponentes inorgânicos (dentre os quais se destacam Ca, Mg, Na, NH₄⁺, Fe, Mn, Cl, SO₄²⁻ e HCO₃⁻) e metais potencialmente tóxicos (ex. Cd, Cr, Cu, Pb, Ni e Zn) 3.O impacto produzido pelo chorume no meio ambiente é bastante acentuado. Estudos recentes demonstram que efeitos adversos podem ser observados no solo, mesmo a distâncias superiores a 100 m do aterro, assim como alterações na biota aquática, principalmente nas imediações da descarga. Por este motivo, a implementação de sistema de coleta e tratamento é essencial” (MORAIS, Josmaria Lopes de; SIRTORI, Carla; PERALTA-ZAMORRA, Patrício G. Tratamento de aterro sanitário por fotocatalise heterogênea integrada a processo biológico convencional. **Revista Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 20-23, jan./fev. 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422006000100005&script=sci_arttext&lng=pt. Acesso em: 16 fev. 2020.

¹⁷⁶GOLDEMBERG, José; LUCON, Osvaldo. **Energia, meio ambiente & desenvolvimento**. 3ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2011, p. 234.

¹⁷⁷BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de energia elétrica do Brasil**, 2008, p. 67. Disponível em: https://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876406/2008_AtlasEnergiaEletricaBrasil3ed/297ceb2e-16b7-514d-5f19-16cef60679fb. Acesso em: 24 de nov. 2019.

precisam se adaptar aos ecossistemas locais, pois no processo de criação foi feita para contextos sociais, econômicos e ambientais diversos¹⁷⁸.

2.2.1 Biodigestão anaeróbica

A biodigestão é um dos processos mais antigos de digestão, que é a transformação de material orgânico em dióxido de carbono, metano e lodo, por meio de bactérias. Um estudo da Empresa de Pesquisa Energética, um dos documentos de apoio ao Plano Nacional Energético (PNE) de 2050, aponta as biomassas que contribuem de forma elevada na produção de biogás por meio da biodigestão, como sendo as líquidas, ou pastosas, por exemplo, a vinhaça e a torta de filtro da indústria sucroenergética, resíduos da agroindústria e da pecuária de confinamento, resíduos sólidos urbanos, depositados em aterros, lodo das estações de tratamento de esgoto e resíduos das vinícolas¹⁷⁹.

A digestão anaeróbia pode ser realizada por meio de biodigestores, utilizados para digestão de matéria orgânica. Há vários tipos de reatores e tratamentos anaeróbios, e segundo Suani T. Coelho, o biodigestor modelo RAFFA (Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente), cuja sigla original é UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*) é o mais usado para esgoto sanitário. Serve para diminuir a quantidade de resíduos sólidos, bem como seu potencial poluidor, e ainda recupera energia na forma de biogás¹⁸⁰.

O biogás é composto majoritariamente de metano (CH₄) e gás carbônico (CO₂), e baixas participações de outros gases, como gás sulfídrico (H₂S), hidrogênio (H₂) e nitrogênio (N₂). A presença do metano, garante ao biogás, a qualificação como fonte de energia¹⁸¹. Pode ser consumido diretamente, com poder calorífico entre 4.500

¹⁷⁸SACHS, Ignacy. **Ecodesenvolvimento**: crescer sem destruir. Tradução de: Eneida Araújo. São Paulo: Vértice, 1986, p. 43.

¹⁷⁹BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. **Papel da biomassa na expansão da energia elétrica: estudos de longo prazo**. Dezembro, 2018. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-457/Biomassa%20e%20Expans%C3%A3o%20de%20Energia.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2020.

¹⁸⁰COELHO, Suani Teixeira; GARCILASSO, Vanessa Pecora; ESCOBAR, Javier F.; COLUNA, Naraisa; AMARAL, Alessandra C. Geração de eletricidade a partir da biomassa no Brasil, situação atual, perspectivas e barreiras. In: MOREIRA, José Roberto Simões (organizador). **Energias renováveis, geração distribuída e eficiência energética**. 1ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018, p. 247.

¹⁸¹BRASIL. Ministério das Cidades. Probiogás. **Tecnologias de digestão anaeróbia com relevância para o Brasil**: substratos, digestores e uso de biogás. 1ª ed, 2015. Disponível em:

e 6.000 kcal/m³, ou, se tratado, seu poder calorífico pode ficar semelhante ao do gás natural¹⁸².

O processo de biodigestão é realizado por bactérias metanofílicas¹⁸³. A digestão anaeróbica é um processo metabólico com condições anaeróbias e depende da atividade conjunta de microrganismos para transformar material orgânico em dióxido de carbono e metano. O processo bacteriano pode ser dividido em quatro fases: hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese. Cada fase é realizada por diferentes microrganismos em condições ambientais diferentes¹⁸⁴.

Na fase da hidrólise, as ligações moleculares complexas (polímeros), como carboidratos, proteínas e lipídeos, são rompidas, em uma reação bioquímica, por enzimas, liberadas por bactérias, e dão origem a compostos orgânicos simples (monômeros), como aminoácidos, ácidos graxos e açúcares. Na acidogênese, há a produção de ácidos, como o propanoico, butanoico, láctico e álcoois, a partir das substâncias produzidas na hidrólise, com o auxílio de bactérias fermentativas. Esta fase depende também da quantidade de hidrogênio dissolvido na mistura. A próxima fase é a acetogênese, onde o material produzido na acidogênese é transformado em ácido etanoico ou acético, hidrogênio e gás carbônico, pelas bactérias acetogênicas¹⁸⁵.

A metanogênese é a etapa final do processo de degradação anaeróbia de compostos orgânicos em metano e dióxido de carbono, pelas bactérias metanogênicas, que se dividem em dois grupos. O primeiro, composto pelas metanogênicas acetotróficas, produz metano a partir de ácido acético ou metanol, e o outro é composto pelas metanogênicas hidrogenotróficas, que produz metano, a partir de hidrogênio e dióxido de carbono. Se o substrato possuir sulfatos ou compostos de

<http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/probiogas/probiogas-tecnologias-biogas.pdf>. Acesso em: 25 de nov. 2019.

¹⁸²BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. **Papel da biomassa na expansão da energia elétrica: estudos de longo prazo**. Dezembro, 2018. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-457/Biomassa%20e%20Expans%C3%A3o%20de%20Energia.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2020.

¹⁸³GOLDEMBERG, José; LUCON, Osvaldo. **Energia, meio ambiente & desenvolvimento**. 3ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2011, p. 234.

¹⁸⁴KUNZ, Airtón; STEINMETZ, Ricardo Luis Radis; AMARAL, André Cestonaro de. **Fundamentos da digestão anaeróbia, purificação do biogás, uso e tratamento do digestato**. Concórdia-SC: Sbera: Embrapa Suínos e Aves, 2019 (e-book), p.14. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1108617/fundamentos-da-digestao-anaerobia-purificacao-do-biogas-uso-e-tratamento-do-digestato>. Acesso em: 25 nov. 2019.

¹⁸⁵MACHADO, Gleysson B. **Biodigestão Anaeróbia**. Virapuru Training Center, 2017 (e-book), p. 18-22.

enxofre ocorrerá a sulfatogênese. Durante este processo, sulfato, sulfito e outros compostos sulfurados são reduzidos a sulfeto, por meio de bactérias sulforredutoras. O gás sulfídrico pode causar corrosão na queima do biogás, e reduz a vida útil dos equipamentos¹⁸⁶. Todo o processo pode se realizar em um único reator ou em dois (processo bifásico)¹⁸⁷.

Alguns fatores influenciam na produção do biogás, como temperatura, acidez, homogeneidade do substrato e concentração de oxigênio. Durante o processo, os microrganismos trabalham em temperaturas diferentes, cada grupo de bactérias possui uma temperatura ideal para atingir sua melhor eficiência. Em relação à acidez, cada grupo de bactérias também tem seu ponto ideal para atingir a máxima eficiência. A qualidade da geração de biogás também tem relação com a mistura do substrato e a disposição das bactérias, que são interdependentes. E a presença ou não de oxigênio também influencia na geração do biogás, por exemplo na fase metanogênese, deve ter completa ausência de oxigênio¹⁸⁸.

A umidade é outro fator importante para o digestor anaeróbico. Quanto maior a umidade, mais rápidas serão as reações biológicas, e conseqüentemente maior será a produção de biogás. Por outro lado, quanto maior a umidade em resíduos orgânicos, maior será a necessidade de desaguamento do material digerido ao final do processo¹⁸⁹. Qualquer concentração de oxigênio será prejudicial aos microrganismos e valor baixo de acidez inibe sua atividade¹⁹⁰.

A origem dos substratos é importante para a digestão anaeróbica. Os mono-substratos são substratos de mesma origem, porém tem também co-substratos, que

¹⁸⁶SILVA, Katia Cristina da Cruz; CONTRERA, Ronan Cleber. Biometanização (Digestão Anaeróbica da Matéria Orgânica). In: SCHALCH, Valdir *et al* (orgs). **Resíduos Sólidos: conceitos, gestão e gerenciamento**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019, p. 44.

¹⁸⁷BRASIL. Ministério das Cidades. Probiogás. **Tecnologias de digestão anaeróbica com relevância para o Brasil: substratos, digestores e uso de biogás**. 1ª ed, 2015. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/probiogas/probiogas-tecnologias-biogas.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2019.

¹⁸⁸MACHADO, Gleysson B. **Biodigestão Anaeróbica**. Virapur Training Center, 2017 (e-book), p. 11-15.

¹⁸⁹SILVA, Katia Cristina da Cruz; CONTRERA, Ronan Cleber. Biometanização (Digestão Anaeróbica da Matéria Orgânica). In: SCHALCH, Valdir *et al* (orgs). **Resíduos Sólidos: conceitos, gestão e gerenciamento**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019, p.48.

¹⁹⁰BRASIL. Ministério das Cidades. Probiogás. **Tecnologias de digestão anaeróbica com relevância para o Brasil: substratos, digestores e uso de biogás**. 1ª ed, 2015. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/probiogas/probiogas-tecnologias-biogas.pdf>. Acesso em: 25 de nov. 2019.

são substratos de diferentes origens. Esta mistura dos substratos passa pela co-digestão, o que viabiliza maior estabilidade ao processo biológico¹⁹¹.

Katia Cristina da Cruz Silva e Ronan Cleber Contrera afirmam que a produção de biogás está interligada diretamente ao tipo de substrato, mas também as condições operacionais do meio de biodigestão, assim como de seu poder calorífico, e presença de gás metano. O ensaio BMP (Biochemical Methane Potencial) mede o potencial de produção do biogás ou metano de um resíduo orgânico específico. Pode medir a produção diária ou a produção acumulada de biogás a partir da biodegradação do resíduo orgânico¹⁹².

Segundo a Empresa de Pesquisa Energética, a produção de energia a partir do gás produzido em aterro, já existentes, é uma alternativa que pode ser aplicada a curto e médio prazos, porém convive com a incerteza quanto à disponibilidade do combustível, em função das emissões fugitivas de gases, provenientes dos resíduos, concentrados em uma grande área de difícil vedação total, o que implica na eficiência do resultado¹⁹³.

O Quinto Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas indica que os aterros sanitários podem capturar gases de efeito estufa, e o fazem, em 50%, na melhor das hipóteses¹⁹⁴. A implantação de um aterro sanitário com captação de gás possui um investimento 30% inferior a uma usina de recuperação energética, porém esta última possui maior capacidade de geração de energia elétrica e possui vida útil

¹⁹¹BRASIL. Ministério das Cidades. Probiogás. **Tecnologias de digestão anaeróbia com relevância para o Brasil**: substratos, digestores e uso de biogás. 1ª ed, 2015. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/probiogas/probiogas-tecnologias-biogas.pdf>. Acesso em: 25 de nov. 2019.

¹⁹² SILVA, Katia Cristina da Cruz; CONTRERA, Ronan Cleber. Biometanização (Digestão Anaeróbia da Matéria Orgânica). In: SCHALCH, Valdir *et al* (orgs). **Resíduos Sólidos**: conceitos, gestão e gerenciamento. 1ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019, p.52-53.

¹⁹³BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. **Nota Técnica DEA 18/14**. Inventário Energético dos Resíduos Sólidos Urbanos. Rio de Janeiro, out. 2014. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-251/topico-311/DEA%2018%20-%20%20Invent%C3%A1rio%20Energ%C3%A9tico%20de%20Res%C3%ADduos%20S%C3%B3lidos%20Urbanos%5B1%5D.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2020.

¹⁹⁴FISCHEDICK, M. *et al*, Industry (chapter 10). In: EDENHOFER, O. *et al*. (eds). **Climate change 2014**: mitigation of climate change. Contribution of working group III to the fifth assessment report of the intergovernmental panel of climate change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, United States. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_chapter10.pdf. Acesso em: 28 jan. 2020.

mais longa¹⁹⁵. Neste sentido, a recuperação energética de resíduos em usinas seria mais eficiente, tendo em vista tecnologia própria, como será visto no item subsequente.

2.2.2 Tecnologias para tratamento térmico de resíduos para produzir energia

A recuperação energética de resíduos sólidos urbanos é uma destinação ambientalmente adequada, e de acordo com o art. 9º, § 1º, da Lei nº 12.305/2010, e art. 37, do Decreto nº 7.404/2010, regulamentador da lei, precisa ser prevista de forma específica, em ato conjunto dos Ministros do Meio Ambiente, de Minas e Energia e das Cidades. O ato conjunto somente foi publicado nove anos depois da lei, pela Portaria Interministerial nº 274/2019, que expressamente define recuperação energética de resíduos como forma de destinação ambientalmente correta e indica critérios a serem atendidos e planos a serem adotados¹⁹⁶.

Para a produção de biogás, portanto, há tratamento térmico de resíduos sólidos urbanos, que corresponde a uma sequência de transformações para a produção de energia elétrica. O tratamento térmico de resíduos sólidos utiliza o calor, para produzir energia térmica, elétrica, ou mecânica a partir de resíduos sólidos, além de recuperar, separar, ou reduzir o potencial poluidor de substâncias ou microorganismos presentes, reduzir massa ou volume. Há processos de combustão: incineração, gaseificação, coprocessamento, e há processos sem combustão: pirólise, autoclavagem e aquecimento dielétrico (micro-ondas)¹⁹⁷. O tratamento térmico é definido como processo cuja operação se realiza acima da temperatura mínima de 800º C, conforme art. 2º, inc. III, da Resolução CONAMA nº 316/2002¹⁹⁸.

¹⁹⁵THEMELIS, Nickolas J. e ULLOA, Priscila A. Methane generation in landfills. **Renewable Energy**, New York (USA), vol. 32, iss. 7, p. 1243-1257, june. 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148106001091>. Acesso em: 28 jan. 2020.

¹⁹⁶BRASIL. **Portaria interministerial nº 274, de 30 de abril de 2019**. Disponível em: <http://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-interministerial-n%C2%BA-274-de-30-de-abril-de-2019-86235505>. Acesso em: 15 fev. 2020.

¹⁹⁷PISANI JÚNIOR, Reinaldo. Tratamento Térmico de Resíduos Sólidos. In: SCHALCH, Valdir *et al* (orgs.). **Resíduos Sólidos: conceitos, gestão e gerenciamento**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019, p.77.

¹⁹⁸BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, **Resolução CONAMA nº 316, de 29 de outubro de 2002**. Publicada em 20 de novembro de 2002. Alterada pela Resolução CONAMA nº 386, de 27 de dezembro de 2006. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=338>. Acesso em: 20 dez. 2019.

Alguns fatores devem ser considerados para escolher a tecnologia de conversão, como poder calorífico, composição do gás, e algumas propriedades como presença de umidade, pressão, contaminantes, gases inertes e gases ácidos, causadores de corrosão dos equipamentos e emissão de poluentes¹⁹⁹.

Atualmente, as tecnologias de geração termelétrica são classificadas termodinamicamente por ciclos de potência, que correspondem ao processo termodinâmico de cada tecnologia. Os principais e com tecnologia disponível em território nacional são: Ciclo Brayton, Ciclo Rankine, Ciclo Otto, Ciclo Diesel e Ciclos Combinados (a junção do Ciclo Brayton com Rankine)²⁰⁰. Cabe definir potência como “um fluxo de energia por unidade de tempo ou a taxa que se executa trabalho”²⁰¹. Está sendo instalada a Usina de Recuperação Energética de Barueri, que terá a tecnologia da incineração pelo ciclo Rankine. Ainda está em processo de licenciamento ambiental, como será explicado no capítulo 3 da dissertação.

A pesquisa abrangeu as tecnologias de incineração, gaseificação e pirólise, que são as mais utilizadas. O processo da incineração com aproveitamento energético é a mais utilizada mundialmente, para tratar grandes quantidades de resíduos, por combustão e grelhas móveis, com 2.000 plantas em operação em mais de 45 nações²⁰², e em território nacional ainda é muito custosa, e implica necessário investimento e incentivo. O Plano Decenal de Energia Elétrica, documento de planejamento para o horizonte de dez anos, elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética, constata que as usinas térmicas à biomassa agregam uma série de benefícios com o aproveitamento energético de resíduos urbanos, agrícolas e florestais, flexibilidade locacional e contribui com a segurança energética²⁰³.

¹⁹⁹BRASIL. Ministério das Cidades. Probiogás. **Tecnologias de digestão anaeróbia com relevância para o Brasil**: substratos, digestores e uso de biogás. 1ª ed, 2015. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/probiogas/probiogas-tecnologias-biogas.pdf>. Acesso em: 25 de nov. 2019.

²⁰⁰BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. **Papel da biomassa na expansão da energia elétrica: estudos de longo prazo**. Dezembro, 2018. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-457/Biomassa%20e%20Expans%C3%A3o%20de%20Energia.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2020.

²⁰¹GOLDEMBERG, José; LUCON, Osvaldo. **Energia, meio ambiente & desenvolvimento**. 3ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2011, p. 234.

²⁰²KALOGIROU, Efstratious N. **Waste-to-energy technologies and global applications**. CRC Press: New York, 2018, p.9.

²⁰³BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. **Plano decenal de expansão de energia 2029**. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/PDE%202029.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2020.

A tecnologia de incineração com aproveitamento energético é cada vez mais difundida na União Européia, por usinas *waste to energy*, e o seu funcionamento ocorre em conjunto com a reciclagem²⁰⁴. Segundo Sérgio Vieira Guerreiro Ribeiro e Yuri Schmitke Almeida Belchior Tisi, as usinas de recuperação energética, principalmente para grandes conglomerados urbanos, deveriam ser adotadas para proceder a destinação ambientalmente adequada, e substituir os aterros e impactos ambientais negativos, como contaminação dos mananciais aquíferos com chorume, emissão de metano na atmosfera, uso de enormes áreas urbanas e necessidade de novo aterro a cada 20 ou 30 anos²⁰⁵.

Etapas importantes para a instalação de uma usina de incineração, conforme Reinaldo Pisani Júnior são: capacidade de tratamento, localização da planta, escolha da tecnologia e suas etapas, licenciamento, entre outras²⁰⁶.

Segundo o mesmo autor, a tecnologia de incineração possui algumas vantagens, como grande redução de volume na fase sólida, pois as frações combustíveis e umidade dos resíduos são transformados em gases de combustão, sobrando como sólido, apenas as cinzas e o material não combustível; diminuição da periculosidade e patogenicidade; operação do incinerador de forma contínua; maior aproveitamento energético, em comparação aos aterros sanitários, e menor área para instalação, se comparados aos aterros sanitários²⁰⁷.

²⁰⁴COELHO, Suani Teixeira; GARCILASSO, Vanessa Pecora; ESCOBAR, Javier F.; COLUNA, Naraisa; AMARAL, Alessandra C. Geração de eletricidade a partir da biomassa no Brasil, situação atual, perspectivas e barreiras. In: MOREIRA, José Roberto Simões (organizador). **Energias renováveis, geração distribuída e eficiência energética**. 1ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018, p. 251.

²⁰⁵RIBEIRO, Sérgio Vieira Guerreiro e TISI, Yuri Schmitke Almeida Belchior. **Projeto de planta de waste-to-energy no Brasil com alta eficiência mediante consumo de pequena quantidade de gás natural ou biogás**. Informe Técnico apresentado no XXIV Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica (SNPTEE). Curitiba, 2017. Disponível em: <http://abren.abren.org.br/docs/Informe%20Te%CC%81cnico%20Waste-to-energy%20-%20Yuri%20e%20Sergio-rev.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2020.

²⁰⁶“Definição da capacidade de tratamento. Localização da planta. Escolha da tecnologia e definição das etapas envolvidas, como necessidade de pré-tratamento e de homogeneização das cargas de resíduos, seleção do tipo de incinerador (grelha fixa, grelha móvel, leito fluidizado ou tambor rotativo), opção por pós-queimador térmico ou catalítico, existência de sistema de recuperação de energia, indicação do tipo de processo de tratamento dos gases de combustão e destinação adequada dos rejeitos sólidos. Definição das condições operacionais e dimensionamento dos equipamentos. Escolha de fornecedores. Processo de licenciamento”. (PISANI JÚNIOR, Reinaldo. Tratamento Térmico de Resíduos Sólidos. In: SCHALCH, Valdir *et al* (orgs.). **Resíduos Sólidos: conceitos, gestão e gerenciamento**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019, p. 96).

²⁰⁷“Redução acentuada de volume na fase sólida, pois as frações combustíveis e de umidade que constituem os resíduos são convertidas em gases de combustão, permanecendo como sólido as cinzas e o material não combustível. Diminuição drástica da carga biológica de micro-organismos patogênicos ou não. Operação contínua que potencializa ganhos de escala. Aproveitamento energético, sobretudo quando o resíduo (como recebido) possuir poder calorífico inferior acima de 8000 KJ/Kg (1911 kcal/kg) (FEAM, 2012; THEMELIS, 2016). Triagem operacional de materiais não combustíveis na entrada ou

Como todas as fontes renováveis, o biogás também possui desvantagens, como produção de gases, assim como cinzas no final do processo. Os gases gerados no processo de combustão precisam passar por um controle ambiental, conforme art. 37, Resolução CONAMA 316/2002²⁰⁸. Ainda como subprodutos da incineração, existem os metais ferrosos e não ferrosos, retirados das cinzas²⁰⁹. O cascalho e a areia, retirados das cinzas, podem ser reciclados e utilizados para construção de estradas²¹⁰.

Por sua vez, a outra tecnologia considerada, é por meio do processo de gaseificação, que converte insumo energético em gás de síntese, que pode ser queimado em turbinas a gás ou motores de combustão, para gerar energia elétrica. São indicados, para este processo, os resíduos sólidos, e não os líquidos, como efluentes²¹¹.

Esta tecnologia possui pré-tratamento, como a pirólise, a ser comentada na sequência, para formar uma massa mais homogênea e seca. Após o pré-tratamento, a massa é submetida a tratamento térmico em alta temperatura e ambiente pobre em oxigênio. Assim como nos outros processos de aproveitamento energético de resíduos sólidos urbanos, para eliminar os gases poluentes provenientes do processo, devem seguir um controle ambiental. Os custos adicionais, com pré-tratamento e

na saída da câmara primária. Finalização das emissões de poluentes atmosféricos e da produção de rejeitos com o término da operação. Maior aproveitamento energético quando comparado com aterros sanitários com geração de energia. Requer menor área de instalação ao se comparar com aterros sanitários ou industriais. (PISANI JÚNIOR, Reinaldo. Tratamento Térmico de Resíduos Sólidos. In: SCHALCH, Valdir *et al* (orgs.). **Resíduos Sólidos: conceitos, gestão e gerenciamento**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019, p. 95-96).

²⁰⁸BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, **Resolução CONAMA nº 316, de 29 de outubro de 2002**. Publicada em 20 de novembro de 2002. Alterada pela Resolução CONAMA nº 386, de 27 de dezembro de 2006. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=338>. Acesso em: 20 dez. 2019.

²⁰⁹THEMELIS, Nikolas J.; BARRIGA, Maria Elena Diaz; ESTEVEZ, Paula; VELASCO, Maria Gaviota. **Guidebook for the application of waste to energy technologies in Latin America and The Caribbean**, Earth Engineering Center, Columbia University, New York- USA, jul. 2013. Disponível em: http://www.seas.columbia.edu/earth/wtert/pressreleases/Guidebook_WTE_v5_July25_2013.pdf. Acesso em: 18 jan. 2020.

²¹⁰CONFEDERATION OF EUROPEAN WASTE-TO-ENERGY PLANTS. **What about the ashes? Where do they go?** Disponível em: <https://www.cewep.eu/what-is-waste-to-energy/>. Acesso em: 18 jan. 2020.

²¹¹“Resíduos de madeira e de coco, e de forma limitada, bagaço, palhas (de cana, de soja e de milho), os resíduos (feijão, amendoim, mandioca, cacau e coco), as cascas (arroz e café), além de torta de filtro e RSU. Esta rota não se aplica para resíduos líquidos, como vinhaça, resíduos da agroindústria e da pecuária de confinamento, lodo de estações de tratamento de esgoto e das vinículas, que devem ser direcionados para a biodigestão”. (BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. **Papel da biomassa na expansão da energia elétrica: estudos de longo prazo**. Dezembro, 2018. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-457/Biomassa%20e%20Expans%C3%A3o%20de%20Energia.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2020).

secagem dos resíduos, diminuem a competitividade, em comparação com a incineração²¹².

No processo de gaseificação, os dois elementos químicos, carbono e hidrogênio, presentes nos resíduos sólidos urbanos, reagem parcialmente com o oxigênio, por meio da combustão, produzindo gás de síntese (gás hidrogênio e monóxido de carbono, conhecido como *syngas*), dióxido de carbono e cinzas. Este processo se inicia em um primeiro forno, mediante combustão dos gases voláteis e geração de vapor, e após, em um segundo forno, ou pela utilização do *syngas*, em um motor ou turbina, cujos processos são usados gaseificadores, que podem ser configurados de formas diferentes²¹³. Os tipos mais comuns de gaseificadores são os de leito fixo, leito fluidizado ou plasma²¹⁴.

Por fim, a última tecnologia corresponde ao processo de pirólise, que é o tratamento desenvolvido totalmente sem a presença de oxigênio. Os componentes dos resíduos sólidos urbanos são separados durante o processo em hidrocarbonetos (gasolina, querosene e diesel) ou queimados em caldeiras ou para gerar energia elétrica, ou, ainda, oxidados parcialmente para se obter gás de síntese²¹⁵. Este processo necessita de fonte externa de energia, portanto não é aconselhável para produção industrial de energia elétrica a partir de resíduos sólidos urbanos²¹⁶.

²¹²ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E PLASTIVIDA INSTITUTO SÓCIO AMBIENTAL PLÁSTICOS. **Recuperação energética:** resíduos sólidos urbanos, 2012. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-caderno/>. Acesso em: 18 jan. 2020.

²¹³ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E PLASTIVIDA INSTITUTO SÓCIO AMBIENTAL PLÁSTICOS. **Recuperação energética:** resíduos sólidos urbanos, 2012. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-caderno/>. Acesso em: 18 jan. 2020.

²¹⁴THEMELIS, Nikolas J.; BARRIGA, Maria Elena Diaz; ESTEVEZ, Paula; VELASCO, Maria Gaviota. **Guidebook for the application of waste to energy technologies in Latin America and The Caribbean**, Earth Engineering Center, Columbia University, New York- USA, jul. 2013. Disponível em: http://www.seas.columbia.edu/earth/wtert/pressreleases/Guidebook_WTE_v5_July25_2013.pdf. Acesso em: 18 jan. 2020.

²¹⁵ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E PLASTIVIDA INSTITUTO SÓCIO AMBIENTAL PLÁSTICOS. **Recuperação energética:** resíduos sólidos urbanos, 2012. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-caderno/>. Acesso em: 18 jan. 2020.

²¹⁶THEMELIS, Nikolas J.; BARRIGA, Maria Elena Diaz; ESTEVEZ, Paula; VELASCO, Maria Gaviota. **Guidebook for the application of waste to energy technologies in Latin America and The Caribbean**, Earth Engineering Center, Columbia University, New York- USA, jul. 2013. Disponível em: http://www.seas.columbia.edu/earth/wtert/pressreleases/Guidebook_WTE_v5_July25_2013.pdf. Acesso em: 18 jan. 2020.

2.3 O APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM CONFORMIDADE COM AS POLÍTICAS NACIONAIS

Um dos efeitos negativos gerado pelas ações do ser humano sobre o meio ambiente é a crescente produção de resíduos, decorrente do aumento populacional, de um intenso consumo, e, atualmente, encontram um manejo insuficiente.

Segundo Patrícia Faga Iglesias Lemos, os resíduos sempre foram vistos como desprezíveis e marginais, pela sociedade e pelo poder público. A preocupação ambiental com os resíduos e seus efeitos é recente. Na Idade Média, os resíduos eram lançados nas ruas, o que foi apontado como a causa da peste negra, e como consequência provocou a morte da metade da população em apenas quatro anos. No final do século XVIII, com a Revolução Industrial, quando se iniciou a produção em larga escala, e o consumo se tornou mais intenso, os bens, após usados, eram descartados em locais inapropriados²¹⁷.

Em meados do século XX, bens começaram a ser produzidos com vida útil reduzida, para estimular o consumo, o que implicou no aumento do descarte de resíduos, tornando sua gestão, uma questão complexa. Maria Beatriz Oliveira da Silva conceitua obsolescência programada, como uma estratégia da indústria para aumentar o consumo de bens, que tenham sua vida útil reduzida, e, conseqüentemente, substituir por novos, muitos, essenciais ao cotidiano dos seres humanos. Esta estratégia está ligada a durabilidade e funcionalidade do produto, como também a necessidade e vaidade do ser humano em ter o objeto de última geração, o que ocasiona felicidade pela compra realizada²¹⁸.

Mateus Eduardo Siqueira Nunes Bertoncini e Mariana Mendes Cardoso Oikawa ressaltam que o cidadão deve ter senso crítico para consumir apenas o necessário para satisfazer suas reais necessidades e atingir o seu bem-estar²¹⁹. Neste sentido, diminuiria o volume de resíduos.

²¹⁷LEMOS, Patrícia Faga Iglesias. **Resíduos sólidos e responsabilidade civil pós-consumo**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2011, p. 83.

²¹⁸SILVA, Maria Beatriz Oliveira da. Obsolescência programada e teoria do decrescimento versus direito ao desenvolvimento e ao consumo (sustentáveis). **Revista Veredas do Direito**, v. 9, n. 17, p. 181-196, 2012. Disponível em: <http://revista.domhelder.edu.br/index.php/veredas/article/view/252/214>. Acesso em: 28 jan. 2020.

²¹⁹BERTONCINI, Mateus Eduardo Siqueira Nunes; OIKAWA, Mariana Mendes Cardoso. O consumo consciente e a educação para o consumo como função social da empresa. **Revista Jurídica Unicritiba**, v. 4, n. 33, p. 298-319, 2013. Disponível em: <http://revista.unicritiba.edu.br/index.php/index/search/search?query=mateus+bertoncini&searchJournal=&authors=&title=&abstract=&galleyFullText=&suppFiles=&dateFromMonth=&dateFromDay=&date>

Atualmente, de acordo com o último Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, feito pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE/2019), com base em dados entre os anos de 2017 e 2018, a geração de resíduos sólidos no Brasil aumentou quase 1% e alcançou 216.629 toneladas diárias, o que corresponde aproximadamente em volume 2.000 toneladas a mais em 2018. Neste mesmo período, a população cresceu 0,40% e a geração *per capita* foi de 0,39%, o que significa que cada brasileiro gerou pouco mais de 1 quilo de resíduo por dia. Verifica-se que a geração de resíduos aumentou mais que o crescimento populacional no mesmo período²²⁰.

Com mais de 80% da população brasileira em áreas urbanas, problemas locais, relacionados à saúde, ao saneamento e à gestão adequada de resíduos surgiram. A disposição final de resíduos sólidos urbanos ainda não está adequada, de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Do volume de 72,7 milhões de toneladas coletadas no território brasileiro em 2018, 59,5% tiveram disposição final em aterros sanitários, o que corresponde a uma expansão de 2,4% em relação ao valor do ano anterior. Os lixões e aterros controlados ainda têm participação significativa, 23% da disposição dos resíduos em lixões, e 17,5%, em aterros controlados, que provocam impactos negativos ambientais e à saúde humana²²¹.

Igualmente, verifica-se que o tratamento de esgoto do país é precário e precisa ser desenvolvido para atingir um maior número de unidades e localidades. O Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, publicado em 2019, com dados coletados em 2018, apontam, que dos 4.050 municípios pesquisados, que representam 72,7% do total de municípios e 92,9% da população urbana, o índice médio para tratamento de esgoto foi de 46,3% para a estimativa de esgotos gerados, e 74,5% para os esgotos que são coletados. Houve apenas um incremento do volume do esgoto tratado de 2017 para 2018 de 2,9%²²².

FromYear=&dateToMonth=&dateToDay=&dateToYear=&dateToHour=23&dateToMinute=59&dateToSecond=59&discipline=&subject=&type=&coverage=&indexTerms=. Acesso em: 29 mar. 2020.

²²⁰ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil (2018/2019)**. 68 p. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2018-2019/>. Acesso em: 24 de nov. 2019.

²²¹ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil (2018/2019)**. 68 p. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2018-2019/>. Acesso em: 24 de nov. 2019.

²²²BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. Sistema de Nacional de Informações sobre Saneamento: **24ª Diagnóstico dos serviços de água e esgotos**.

Os resíduos sólidos urbanos, inclusive efluentes, dispostos irregularmente, causam impactos nocivos ao meio ambiente, como geração de gases de efeito estufa (GEE), contaminação de recursos hídricos, de mananciais, e podem ser transformados, com tecnologia adequada, em subprodutos, como o biogás para a geração de energia e combustíveis, e fertilizantes²²³. Patrícia Faga Iglecias Lemos entende que os resíduos sólidos pós-consumo podem ser considerados bens socioambientais, na medida em que impactam as presentes e futuras gerações, podendo gerar efeitos nocivos ao meio ambiente²²⁴.

A destinação correta dos resíduos foi discutida desde a Agenda 21, um dos principais resultados da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, em 1992, que estabeleceu a importância de cada país, se comprometer em refletir, global e localmente, sobre a forma, pela qual governos, empresas, organizações não-governamentais e todos os setores da sociedade poderiam cooperar na pesquisa de soluções para os problemas socioambientais, não somente relacionados a gestão de resíduos e sua recuperação energética, como também mudanças climáticas, e como colocar em prática²²⁵.

Assim sendo, foram criadas as Políticas Nacionais de Saneamento Básico, de Resíduos Sólidos, de Mudanças Climáticas e Energética, que determinam como deveres do Poder Público, em todas as suas esferas, por exemplo, a implementação da universalização do serviço de saneamento, destinações corretas dos resíduos, redução de gases de efeito estufa, e a diversificação de fontes de energia renovável para compor a matriz energética. São ações a favor do desenvolvimento sustentável, porém, impacta, de forma positiva, principalmente, o meio ambiente.

A lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos reúne princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes, pelos quais os agentes públicos devem pautar suas ações. O maior desafio é a implantação de

Brasília, 186 p., 2018/2019. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-agua-e-esgotos/diagnostico-dos-servicos-de-agua-e-esgotos-2018>. Acesso em: 10 jan. 2020.

²²³UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA. **Organic waste management in Latin America: challenges and advantages of the main treatment options and trends** (2017). Disponível em: <http://abrelpe.org.br/onu-meio-ambiente-ingles/>. Acesso em: 24 de nov. 2019.

²²⁴LEMONS, Patrícia Faga Iglecias. **Resíduos sólidos e responsabilidade pós-consumo**. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2011, p. 85.

²²⁵BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Capítulo 21: manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos e questões relacionadas com os esgotos**. Brasília, DF. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/item/681>. Acesso em: 03 jul. 2018.

planos e programas de resíduos sólidos, de acordo com a adoção da hierarquia estratégica da gestão integrada de resíduos, que auxilia os gestores na tomada de decisões. O art. 9º desta lei disciplina a ordem de prioridade no manejo de resíduos, como: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento de resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos²²⁶. Estes são os comportamentos corretos na gestão dos resíduos sólidos.

O Projeto de Lei nº 513/2020 traz uma nova ordem de prioridades de manejo de resíduos, mais completa, que é não geração, redução, reutilização, reciclagem, compostagem anaeróbica, compostagem aeróbica, tratamento térmico e disposição em aterros sanitários. Ainda deixa expresso que os resíduos não passíveis de reciclagem, podem ser destinados ao tratamento térmico, diante da impossibilidade técnica ou econômica²²⁷.

A não geração deve ser prioritária em relação aos demais e deveria ser a primeira meta a atingir de qualquer cidadão, ou organização pública ou privada. A partir da geração do resíduo, passa-se a adotar medidas de redução, reutilização e reciclagem, para após dar tratamento adequado, podendo ser a recuperação energética de resíduos, e dispor os rejeitos em aterros sanitários.

Grande parcela de resíduos sólidos urbanos são depositados em aterros controlados e lixões, o que impacta severamente o meio ambiente, e se agrava, quando não há sistema de captura de gases nocivos à atmosfera. A fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos é mais da metade em países em desenvolvimento, como o Brasil, e merece um gerenciamento adequado²²⁸.

Katia Cristina da Cruz Silva e Ronan Cleber Contrera afirmam que um dos problemas a serem enfrentados é a falta de segregação dos resíduos orgânicos na sua origem, que acabam sendo encaminhados para a disposição final adicionados a outros resíduos de difícil biodegradação, sem passar pela coleta seletiva, e vão diretamente para aterros. Este procedimento gera gastos aos municípios, que

²²⁶BRASIL. **Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 07 dez. 2019.

²²⁷BRASIL. **Projeto de lei nº 513/2020.** Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=F67A0A819ECF7C859129193620C33BE2.proposicoesWebExterno1?codteor=1862527&filename=PL+513/2020. Acesso em: 25 mai. 2020.

²²⁸UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA. **Organic waste management in Latin America: challenges and advantages of the main treatment options and trends (2017).** Disponível em: <http://abrelpe.org.br/onu-meio-ambiente-ingles/>. Acesso em: 24 de nov. 2019.

poderiam ser evitados, se a matéria orgânica fosse separada na fonte e encaminhada para um tratamento específico, como para recuperação energética de resíduos e compostagem²²⁹, além de reduzir a vida útil de aterro sanitário²³⁰, preparado para receber apenas rejeitos.

A eliminação dos lixões, quando há disposição de resíduos a céu aberto, sem nenhum tratamento, e aterros controlados, se constitui em outro desafio a ser implementado, de acordo com a política nacional de resíduos sólidos, pois causam consequências danosas ao meio ambiente. Os aterros sanitários devem existir paralelamente, a médio e a longo prazo, para que sejam destinados os rejeitos, de acordo com a realidade brasileira²³¹. A destinação dos rejeitos deve ser feita em aterros sanitários, conforme art. 3º, inc. VIII, da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010²³².

A Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos estabelece onze princípios para servirem de norte para a implementação do plano nacional de resíduos sólidos, planos estaduais de resíduos sólidos, planos microrregionais de resíduos, planos municipais de gestão integrada de resíduos e os planos de gerenciamento de resíduos sólidos, por exemplo, o princípio da prevenção. Paulo Affonso Leme Machado entende que o agente público deve ter o fim primordial de prevenir o dano integralmente. No caso da ocorrência do prejuízo ambiental, o agente público deve adotar medidas e um comportamento redutor ou mitigador do dano²³³. Mecanismos importantes para a aplicação do princípio da prevenção são o estudo prévio de impacto ambiental, bem como o licenciamento ambiental, pois contêm informações científicas essenciais para a construção de empreendimentos e viabilização de suas atividades, que se

²²⁹SILVA, Katia Cristina da Cruz; CONTRERA, Ronan Cleber. Biometanização (Digestão Anaeróbia da Matéria Orgânica). In: SCHALCH, Valdir *et al* (orgs). **Resíduos Sólidos: conceitos, gestão e gerenciamento**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019, p. 37.

²³⁰BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Gestão de resíduos orgânicos**. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/item/10615.html#o-que-sao-residuos-organicos>. Acesso em: 07 de dez. 2019.

²³¹SENADO FEDERAL. Resíduos sólidos: lixões persistem. **Revista Em Discussão**, ano 5, n. 22, setembro de 2014. Brasília, DF. Disponível em: https://www12.senado.leg.br/emdiscussao/edicoes/residuos-solidos/@_@images/arquivo_pdf/. Acesso em: 15 de set. 2019.

²³²BRASIL. **Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 16 fev. 2020.

²³³MACHADO, Paulo Affonso Leme. Princípios da política nacional de resíduos sólidos. **Revista do Tribunal Regional Federal da 1ª Região**, v. 24, n. 7, p. 25-33, jul. 2012. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/16037203.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2020.

demonstrem como efetiva ou potencialmente devastadoras do meio ambiente, conforme art. 225, § 1º, inc. IV²³⁴.

Afirma Paulo Affonso Leme Machado, pautado no art. 225, inc. V, da Constituição da República, que o agente público deve aplicar o melhor método, técnica, que não impliquem em risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente. Quando há incerteza científica, a prudência orienta a buscar a pesquisa, para avaliar o método e a técnica. Precisa planejar, com base no princípio da precaução, levando em consideração perigos conhecidos e os riscos desconhecidos e incertos²³⁵.

Outro princípio previsto na lei, é o da ecoeficiência, que significa a compatibilização entre o fornecimento à preços competitivos, que satisfaçam as necessidades humanas, o bem-estar da população e reduzem os impactos ambientais adversos, como os gases de efeito estufa. O § 1º do art. 9º da Lei nº 12.305/2010, determina que as tecnologias utilizadas para recuperação energética de resíduos sólidos urbanos devem ser viáveis, de forma técnica e ambiental, inclusive com implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovados pelo órgão ambiental, por meio de licenciamento ambiental.

A implementação da gestão de resíduos deve ser de forma conjunta, entre os diversos segmentos, Poder Público, organizações privadas e sociedade, orientada pelo princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto. Todos, fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, possuem atribuições individualizadas e interligadas, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental, decorrentes do ciclo de vida dos produtos, conforme art. 3º, inc. XVII da lei nº 12.305/2010.

Sidney Guerra entende que a ideia de cooperação pelo ciclo de vida dos produtos, no âmbito dos resíduos sólidos, reflete a imprescindibilidade de internalizar na consciência dos atores, integrantes, das esferas privada e pública, a percepção de

²³⁴BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF. Presidência da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 15 set. 2019.

²³⁵MACHADO, Paulo Affonso Leme. Princípios da política nacional de resíduos sólidos. **Revista do Tribunal Regional Federal da 1ª Região**, v. 24, n. 7, p. 25-33, jul. 2012. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/16037203.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2020.

sua necessária participação para criar uma política pública de gestão de resíduos eficiente para o bem-estar coletivo²³⁶.

Todos os atores, participantes do ciclo de vida do produto, são responsáveis por ações que diminuem o volume e minimizam os impactos ambientais, porém é do município, de acordo com o art. 30, inc. V, da Constituição, a competência para organizar e prestar, diretamente, ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local, como de serviços de limpeza urbana e toda a gestão e manejo de resíduos sólidos, incluindo coleta, transporte, triagem para dar a destinação ambientalmente correta e de varrição, entre outros serviços de limpeza pública urbana, conforme art. 7º, inc. I, II e III, da Lei da Política Nacional de Saneamento Básico. Portanto, o município é o responsável por implementar o plano municipal de gestão integrada de resíduos.

O aproveitamento energético do biogás, substrato de resíduos sólidos urbanos, portanto, pode ser considerado uma ação implementadora da política nacional de resíduos sólidos, mas também da política nacional energética, pois a Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, art. 1º, inc. VIII e XIV, dispõe como objetivos, utilizar fontes de energia alternativa à convencional, como também incentivar a geração de energia elétrica a partir da biomassa, em função de sua característica renovável.

De outro modo, a recuperação energética de resíduos aumenta a oferta de energia e possibilita a geração descentralizada, próxima ao local de consumo. Ainda auxilia a mitigação de gases de efeito estufa, conforme o objetivo da política nacional energética, disposto no art. 1º, inc. XVIII da lei²³⁷, que combina com os objetivos da política nacional de mudanças climáticas. Apesar do Brasil ter uma matriz energética renovável, é fortemente dependente da energia hidroelétrica, como também de energia fóssil, o que implica em prejuízo à segurança energética²³⁸.

Além de outros objetivos previstos no artigo 4º, da Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que instituiu a Política Nacional de Mudanças Climáticas, as ações a serem implementadas devem compatibilizar o desenvolvimento econômico-

²³⁶GUERRA, Sidney. **Resíduos sólidos**: comentários à Lei 12.305/2010. Rio de Janeiro: Forense, 2012, p. 109.

²³⁷BRASIL. **Lei n. 9.478, de 6 de agosto de 1997**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9478.htm. Acesso em: 04 de out. 2018.

²³⁸CERVI, Jacson Roberto; SCHMIDT, João Pedro. Intersecções entre a política nacional de meio ambiente, mudanças climáticas e energia: desafios e oportunidades. *In: Revista Direito e Justiça-Reflexões Sócio jurídicas*. Ano XVI, v. 14, n. 23, novembro 2014, p. 217-242. Disponível em: <https://doaj.org/article/2272a5f5269e4bf78502d68b386d3525?gathStatIcon=true>. Acesso em: 01 abr. 2020.

social com a proteção do sistema climático, em consonância com o desenvolvimento sustentável. Esta política visa ações que estimulem o baixo consumo de carbono, como a geração de energia elétrica, a partir de fontes renováveis, de acordo com o art. 11, parágrafo único da lei. Segundo Gabriel Wedy, para promover o desenvolvimento sustentável e combater as causas das mudanças climáticas, é essencial estimular uma economia, com base em energia renovável para atender às necessidades das gerações presentes e futuras²³⁹.

Para o fomento da recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos existem incentivos, como os mecanismos de carbono, previstos no art. 6º da Lei nº 12.187/2009. São mecanismos financeiros e econômicos, que tratam os inc. X e XI, deste artigo, relacionados à mitigação da mudança do clima e à adaptação aos efeitos da mudança do clima, existentes no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e do Protocolo de Quioto, como em âmbito nacional²⁴⁰.

²³⁹WEDY, Gabriel. Climate change and sustainable development in Brazilian Law. **Columbia Law School, Sabin Center for Climate Change Law**, 12 p., 2016. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2746195. Acesso em: 01 abr. 2020.

²⁴⁰BRASIL. **Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L12187.htm. Acesso em: 02 fev. 2020.

3 MECANISMOS DE CARBONO PARA FOMENTO DO BIOGÁS COMO FONTE DE ENERGIA RENOVÁVEL

Ao longo dos últimos dois séculos, as ações antrópicas têm influenciado os processos naturais, notadamente, pela produção de gases de efeito estufa. Diante da intensificação deste efeito, decorrente da emissão de gases nocivos à atmosfera, como o dióxido de carbono, inúmeros impactos socioambientais negativos surgiram, como aumento de temperatura e aumento do nível dos oceanos²⁴¹.

No Brasil, o maior setor emissor de gases de efeito estufa, com base no período de 1990 a 2018, foi a mudança de uso da terra e florestas, porém os setores de energia e resíduos também tiveram sua participação, conforme Sistema de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG) do Observatório do Clima²⁴².

Nota-se que ações devem ser planejadas e implementadas pelos setores público e privado para combater as causas do fenômeno climático, como ações de mitigação, assim como para preparar a nação, principalmente, a população vulnerável, para enfrentar seus inúmeros efeitos, designadas como ações de adaptação²⁴³.

Adaptação e mitigação se constituem em duas abordagens para políticas públicas mundiais e nacionais, voltadas às mudanças climáticas, segundo um estudo de longo prazo da Empresa de Pesquisa Energética. As políticas de adaptação são desenvolvidas por meio de medidas aplicadas às comunidades e aos ecossistemas para se prepararem para as mudanças climáticas e as políticas de mitigação buscam enfrentar as causas do fenômeno climático, como a redução de gases de efeito estufa²⁴⁴.

²⁴¹RODRIGUES FILHO, Saulo; LINDOSO, Diego Pereira; BURSZTYN, Marcel; NASCIMENTO, Carolina Gomes. O clima em transe: políticas de mitigação e adaptação no Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**. Ano 12, vol. 19, p. 74-90, jul/dez 2016. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/48874>. Acesso em: 02 abr. 2020.

²⁴²OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **Plataforma SEEG Brasil**. Disponível em: http://plataforma.seeg.eco.br/total_emission. Acesso em: 16 jan. 2020.

²⁴³RODRIGUES FILHO, Saulo; LINDOSO, Diego Pereira; BURSZTYN, Marcel; NASCIMENTO, Carolina Gomes. O clima em transe: políticas de mitigação e adaptação no Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**. Ano 12, vol. 19, p. 74-90, jul/dez 2016. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/48874>. Acesso em: 02 abr. 2020.

²⁴⁴BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. **Mecanismos de carbono**. Documento de apoio ao PNE 2050. 28 p., dez. 2018. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Nacional-de-Energia-2050>. Acesso em: 10 de jan. 2020.

As políticas públicas de mitigação podem ser associadas a três tipos de mecanismos: comando e controle, precificação de carbono e financiamento, e podem ser utilizadas de forma combinada. O mecanismo de comando e controle envolve a criação de leis, que tenham o intuito de reduzir as emissões, por meio de proibições, permissões, com estabelecimento de padrões, de modo a regular uma indústria, atividade ou mesmo poluente. O preço de carbono corresponde ao desincentivo de emissões, por meio de recompensa, ou por meio da penalização, como por exemplo, mercado de carbono, especificamente, mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL), e taxa de carbono. Por último, financiamento direto por meio de recursos públicos ou privados, como por exemplo, o investimento²⁴⁵, por meio dos títulos verdes²⁴⁶.

As políticas públicas podem ser compreendidas como ações que nascem em um contexto social²⁴⁷. Maria Paula Dallari Bucci define como programa de ação governamental que resulta de um processo ou conjunto de processos juridicamente regulados com o intuito de coordenar os meios à disposição do Estado e as atividades privadas, para realização de objetivos socialmente relevantes e politicamente determinados²⁴⁸.

Como instrumentos de políticas públicas de mudanças climáticas serão analisados o mecanismo de desenvolvimento limpo e os títulos verdes, que em comum, fomentam projetos sustentáveis, que buscam o desenvolvimento sustentável, assim como a redução de gases de efeito estufa. Serão analisadas as suas contribuições para o manejo dos resíduos sólidos, recuperação energética de resíduos, e a redução da emissão de gases de efeito estufa.

²⁴⁵FREITAS, Juarez. Sustentabilidade e projetos de infraestrutura: para um quadro atraente de investidores. São Paulo: **Revista dos Tribunais** (Crise Econômica e Soluções Jurídicas), nº 3, 4 p., nov. 2015.

²⁴⁶BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. **Mecanismos de carbono**. Documento de apoio ao PNE 2050. 28 p., dez. 2018. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Nacional-de-Energia-2050>. Acesso em: 10 de jan. 2020.

²⁴⁷DYE, Thomas R. **Understanding public policy**. 14ª ed. Boston: Pearson, 2014, p. 43.

²⁴⁸BUCCI, Maria Paula Dallari. Notas para uma metodologia jurídica de análise de políticas públicas. In: FORTINI, Cristiana; ESTEVES, Julio Cesar dos Santos; DIAS, Maria Tereza Fonseca (org). **Políticas públicas: possibilidades e limites**. Belo Horizonte: Fórum, 2008, p. 225-260.

3.1 MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO

Em 1992, durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, no Rio de Janeiro, foi criada a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, que definiu, como objetivo principal, a estabilização das concentrações de gases de efeito estufa num nível que impeça a interferência antrópica perigosa no sistema climático, e alertou a necessidade de se realizarem conferências frequentes sobre o clima, para serem debatidos os progressos quanto a este propósito e à revisão de metas. A Convenção prevê a necessidade de quantificação e monitoramento de emissões, as responsabilidades diferenciadas entre os países, estabelecimento de mecanismos financeiros para as ações de mitigação, transferência tecnológica, entre outros²⁴⁹, porém não determina o modo de implementar ações, deixando para os países signatários tomarem suas decisões, de acordo com seus compromissos, com base no princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas²⁵⁰.

Em 1997, na Terceira Conferência das Partes (COP3) foi criado o Protocolo de Quioto, que entrou em vigor apenas em 2005, e estabeleceu o princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas. Segundo Helena Margarido Moreira e Analúcia Bueno dos Reis Giometti foram estabelecidos compromissos distintos para cada grupo de países, tendo em vista que as condições socioeconômicas entre eles fazem com que suas respectivas capacidades de resposta ao fenômeno do aquecimento global sejam diferentes entre si, e que os países desenvolvidos, sendo os maiores responsáveis históricos pelas emissões de gases de efeito estufa na atmosfera, devem realizar as ações mais intensas para amenizar os efeitos prejudiciais ao clima²⁵¹.

Complementa Adriano Santhiago de Oliveira, ao dizer que os países do Anexo I da Convenção-Quadro sobre Mudança do Clima começaram a contribuir com maior

²⁴⁹UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Kyoto Protocol. Reference Manual.** On Accounting of Emissions and Assigned Amount. 2008. Disponível em: https://unfccc.int/sites/default/files/08_unfccc_kp_ref_manual.pdf. Acesso em: 15 jan. 2020.

²⁵⁰ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **A ONU e a mudança climática.** Disponível em: <https://nacoesunidas.org/acao/mudanca-climatica/>. Acesso em: 29 jan. 2020.

²⁵¹MOREIRA, Helena Margarido; GIOMETTI, Analúcia Bueno dos Reis. **Protocolo de Quioto e as possibilidades de inserção do Brasil no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo por meio de projetos em energia limpa.** v. 30, n. 1, p. 9-47, jan./abr. 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-85292008000100001. Acesso em: 19 fev. 2020.

concentração de gases de efeito estufa desde a Revolução Industrial, enquanto os países em desenvolvimento iniciaram de forma significativa apenas a partir de 1940, quando a industrialização, destes últimos, passou a ter mais vigor. Atualmente os países desenvolvidos continuam a emitir maior porção de gases de efeito estufa²⁵².

O art. 3º do Protocolo de Quioto contém compromissos impostos aos países do Anexo I da Convenção, para que reduzam suas emissões de gases de efeito estufa, individual ou conjuntamente, para no mínimo 5,0% dos níveis de 1990, no período de 2008 a 2012. O Anexo B do Protocolo de Quioto relaciona os compromissos quantificados de limitação ou redução de emissões de gases de efeito estufa de cada país do Anexo I. As limitações e reduções de emissões de gases de efeito estufa foram estabelecidos de forma diferenciada entre os países, que varia entre uma redução de 8% a um aumento de 10%. Os países do Anexo I são: Áustria, Bélgica, Bulgária, República Tcheca, Dinamarca, Estônia, Comunidade Europeia, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Irlanda, Itália, Letônia, Liechtenstein, Lituânia, Luxemburgo, Mônaco, Holanda, Portugal, Romênia, Eslováquia, Eslovênia, Espanha, Suécia, Suíça, Reino Unido da Grã-Bretanha, Irlanda do Norte, Estados Unidos da América, Canadá, Hungria, Japão, Federação Russa, Ucrânia, Noruega, Austrália e Islândia. São nações desenvolvidas, e contribuíram com maior parte das emissões, devido ao seu desenvolvimento industrial²⁵³. Os Estados Unidos da América assinaram o Protocolo de Quioto, porém não ratificaram²⁵⁴. Os países em desenvolvimento signatários do Protocolo, não listados no Anexo I, não possuem compromissos de redução, mas devem fazer os inventários nacionais de emissões de carbono²⁵⁵. O Brasil é considerado país em desenvolvimento, portanto deve elaborar os inventários nacionais de emissão de carbono.

Para auxiliar os países do Anexo I a cumprirem as metas estabelecidas de redução de gases de efeito estufa, foram criados três mecanismos, por meio do

²⁵²OLIVEIRA, Adriano Santhiago. Modalidades e procedimentos simplificados no mecanismo de desenvolvimento limpo. *In: Alternativas energéticas sustentáveis no Brasil*. TOLMASQUIM, Mauricio Tiommo (coord.). Rio de Janeiro: Relume Dumará: COPPE: CENERGIA, 2004, p. 377.

²⁵³UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Kyoto Protocol. Reference Manual**. On Accounting of Emissions and Assigned Amount. 2008. Disponível em: https://unfccc.int/sites/default/files/08_unfccc_kp_ref_manual.pdf. Acesso em: 15 jan. 2020.

²⁵⁴VIOLA, Eduardo; FRANCHINI, Matias; RIBEIRO, Thais Lemos. **Sistema internacional de hegemonia conservadora: governança global e democracia na era da crise climática**. São Paulo: Annablume, 2013, p. 172.

²⁵⁵UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Kyoto Protocol. Reference Manual**. On Accounting of Emissions and Assigned Amount. 2008. Disponível em: https://unfccc.int/sites/default/files/08_unfccc_kp_ref_manual.pdf. Acesso em: 15 jan. 2020.

Protocolo de Quioto, ao lado das obrigações individuais: o Comércio de Emissões (*Emissions Trading*), Implementação Conjunta (*Joint Implementation*) e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (*Clean Development Mechanism*). Esses mecanismos permitem aos países do Anexo I contabilizarem para si unidades de reduções de emissões de gases de efeito estufa, por intermédio de aquisição direta ou por intermédio de investimentos em projetos em outros países²⁵⁶.

O comércio de emissões, de acordo com o art. 17 do Protocolo de Quioto, possibilita os países listados no Anexo B, que emitirem gases de efeito estufa em menor quantidade que a máxima permitida, vender o excedente para outro país desenvolvido relacionado também no Anexo B. A unidade excedente denomina-se Unidade de Quantidade Atribuída (*Assigned Amount Unit*), que corresponde uma tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente. Por sua vez, a Implementação Conjunta, conforme art. 6º do Protocolo, é um mecanismo que permite aos países listados no Anexo B do Protocolo de Quioto, a cumprirem suas metas de redução de emissões, a partir de um projeto desenvolvido em outro país, também relacionado no Anexo B. A unidade de transação é Unidade de Redução de Emissão (*Emission Reduction Unit*), que é igual a uma tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente. Por fim, previsto no art. 12, o mecanismo de desenvolvimento limpo permite os países signatários do Protocolo de Quioto, com metas de redução no Anexo B, adquirirem unidades de Reduções Certificadas de Emissões de projetos desenvolvidos em países também signatários, mas sem metas no Anexo B. A Unidade de Reduções Certificadas de Emissões (*Certified Emission Reduction-CERs*) corresponde a uma tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente²⁵⁷.

Em relação ao mecanismo de desenvolvimento limpo, os países não incluídos no Anexo I, receberiam benefícios pelos projetos implementados, pela *CERs*, e os países componentes do Anexo I utilizariam as *CERs* para alcançar seus compromissos de redução.

Segundo Guido Fernando Silva Soares, os mecanismos de flexibilização são considerados financeiros, uma vez que há investimento monetário, com o objetivo

²⁵⁶PEREIRA, André S.; MAY, Peter H. Economia do aquecimento global. In: MAY, Peter H.; LUSTOSA, Maria Cecília; VINHA, Valéria da (orgs.). **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003, p. 228.

²⁵⁷UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Kyoto Protocol. Reference Manual**. On Accounting of Emissions and Assigned Amount. 2008. Disponível em: https://unfccc.int/sites/default/files/08_unfccc_kp_ref_manual.pdf. Acesso em: 15 jan. 2020.

principal de reduzir gases de efeito estufa. Por meio do mecanismo de desenvolvimento limpo, por exemplo, é possível desenvolver projetos em países em desenvolvimento, com o auxílio financeiro dos países desenvolvidos, como os projetos para fomento de energias renováveis, possibilitando estes últimos cumprirem sua meta de redução de gases de efeito estufa²⁵⁸.

Dentre os mecanismos, somente o mecanismo de desenvolvimento limpo beneficia o Brasil, país em desenvolvimento, e conforme o art. 12 do Protocolo foi criado, para que as Partes do Anexo I estabilizassem a emissão de gases de efeito estufa, e em contrapartida, auxiliassem os países em desenvolvimento, a alcançarem o desenvolvimento sustentável²⁵⁹. O mecanismo de desenvolvimento limpo foi o resultado da proposta da delegação brasileira durante a Terceira Conferência das Partes (COP 3), que também apresentou a intenção de criação de um Fundo de Desenvolvimento Limpo, que deveria ser constituído por contribuições financeiras dos países que não alcançassem seus compromissos de redução de emissão, e destinariam à implementação de projetos em países em desenvolvimento. Entretanto, os países desenvolvidos não aceitaram, porque interpretaram como sanção²⁶⁰.

Em outubro de 2001, a Sétima Conferência das Partes (COP 7) foi realizada em Marrocos, e estabeleceram o Acordo de *Marrakesh*, com regras procedimentais, quanto aos mecanismos de flexibilização, “como votação e funções do Conselho Executivo, credenciamento das entidades operacionais, definição do documento de concepção do projeto e a definição dos critérios de elegibilidade dos programas de MDL”, porém deixa claro em seu art. 7º, que o investimento em mecanismo de desenvolvimento limpo, pelos países do Anexo I, deve ser complementar as ações domésticas de redução de gases de efeito estufa²⁶¹.

²⁵⁸SOARES, Guido Fernando Silva. **A proteção internacional do meio ambiente**. São Paulo: Manole, 2003. P. 152-153.

²⁵⁹UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Kyoto Protocol. Reference Manual**. On Accounting of Emissions and Assigned Amount. 2008. Disponível em: https://unfccc.int/sites/default/files/08_unfccc_kp_ref_manual.pdf. Acesso em: 15 jan. 2020.

²⁶⁰SILVA, Solange Teles da. Protocolo de Quioto e o mercado mundial de carbono. In: **O direito ambiental na atualidade: estudos em homenagem a Guilherme José Purvin de Figueiredo**. DANTAS, Marcelo Buzaglo; SÉGUIN, Elida; AHMED, Flávio. (coords.), Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2010, p. 453-469.

²⁶¹MOREIRA, Helena Margarido; GIOMETTI, Analúcia Bueno dos Reis. **Protocolo de Quioto e as possibilidades de inserção do Brasil no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo por meio de projetos em energia limpa**. v. 30, n. 1, p. 9-47, jan./abr. 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-85292008000100001. Acesso em: 19 fev. 2020.

3.1.1 Desenvolvimento dos projetos por meio do mecanismo de desenvolvimento limpo

Os projetos subsidiados pelo mecanismo de desenvolvimento limpo são desenvolvidos nos países em desenvolvimento, signatários do Protocolo de Quioto, e podem abranger dezesseis escopos, como por exemplo, Indústria Energética, Distribuição de Energia, Demanda de Energia, Disposição e Manejo de Resíduos, Florestamento/Reflorestamento, Agricultura²⁶². O ciclo do projeto abrange algumas fases: (1) Elaboração do documento de concepção do projeto, (2) Aprovação, (3) Validação, (4) Registro, (5) Monitoramento, (6) Verificação/certificação e (7) Emissão de Reduções Certificadas de Emissões (*Certified Emission Reduction-CERs*)²⁶³.

O proponente desenvolverá o documento de concepção do projeto, contendo informações sobre: a descrição das atividades, aplicação de metodologia, duração do projeto e período de crédito, impactos ambientais, e consulta às partes interessadas²⁶⁴.

Na descrição das atividades do projeto devem estar inseridas as seguintes informações: participantes envolvidos, responsável pelo projeto, apresentação do propósito, localização, detalhamento das tecnologias e informações sobre financiamento público do projeto, se houver²⁶⁵.

A aprovação do projeto será feita pela Entidade Nacional Designada, que de forma escrita, indicará a voluntariedade e adicionalidade do projeto, assim como confirmará a contribuição para o desenvolvimento sustentável do país hospedeiro, conforme artigo 12 do Protocolo de Quioto. A voluntariedade significa a participação voluntária, diretamente do proponente, ou suas entidades públicas e privadas autorizadas, em um projeto de MDL²⁶⁶. Por seu turno, a adicionalidade é detectada quando a redução de gases de efeito estufa está diretamente ligada às atividades dos

²⁶²UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Clean development mechanism: CDM methodology booklet.** ninth edition, 2017. Disponível em: https://cdm.unfccc.int/methodologies/documentation/1803/CDM-Methodology-Booklet_fullversion_04.pdf. Acesso em: 25 jan. 2020.

²⁶³UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Project Cycle.** Disponível em: <https://cdm.unfccc.int/Projects/diagram.html>. Acesso em: 01 fev. 2020.

²⁶⁴UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Forms.** Disponível em: https://cdm.unfccc.int/Reference/PDDs_Forms/index.html#reg. Acesso em: 01 fev. 2020.

²⁶⁵UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Forms.** Disponível em: https://cdm.unfccc.int/Reference/PDDs_Forms/index.html#reg. Acesso em: 01 fev. 2020.

²⁶⁶FRANGETTO, Flávia Witkowski; GAZANI, Flavio Rufino. **Viabilização jurídica do mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) no Brasil: o Protocolo de Kyoto e a cooperação internacional.** São Paulo: Peirópolis, 2002, p. 38.

projetos de MDL. A redução deve ser comprovada por critérios de referência, ligados à metodologia escolhida, que considera os cenários, anterior à instalação do projeto, o cenário atual, e após o projeto, para serem constatadas quais emissões de gases de efeito estufa teriam sido feitas sem ele²⁶⁷.

Com a aprovação, passa-se a fase de validação, pela Entidade Operacional Designada, autorizada pelo Conselho Executivo, terceira parte independente, que atesta as informações do projeto, com visita de campo, e análise de todos os documentos de apoio²⁶⁸.

A fase de registro do projeto corresponde a aceitação formal pelo Conselho Executivo, que tem como base para a sua decisão, o relatório de validação da Entidade Operacional Designada, o qual não possui correções a serem feitas pelo proponente²⁶⁹. O Conselho Executivo é o órgão máximo, vinculado à Convenção-Quadro sobre Mudança Climática, que possui a função de orientar e supervisionar o funcionamento do mecanismo de desenvolvimento limpo²⁷⁰.

O monitoramento das atividades deve ser feito, com base no documento de concepção do projeto, e da metodologia escolhida, elaborado pelo proponente, devidamente registrado²⁷¹. A metodologia deve ser uma das aprovadas pelo Conselho Executivo, que demonstre a adicionalidade, as fontes e gases de efeito estufa incluídos e excluídos, o cálculo em tonelada de carbono equivalente e demonstração de reduções de emissões e defina um plano de monitoramento²⁷².

A título de exemplificação, uma metodologia utilizada em um estudo sobre o potencial de geração de energia a partir de resíduos de saneamento (lixo e esgoto), elaborado em conjunto pelo Ministério do Meio Ambiente e pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), em 2010, aplicada em um projeto

²⁶⁷ROCHA, Marcelo Theoto, Mudanças climáticas e mercado de carbono. In: SANQUETTA, Carlos Roberto; ZILIOOTTO, Marcos A.; CORTE, Ana Paula Dalla (eds). **Carbono: desenvolvimento tecnológico, aplicação e mercado global**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná/Instituto Ecoplan, 2006, p. 25.

²⁶⁸OLIVEIRA, Adriano Santhiago. Modalidades e procedimentos simplificados no mecanismo de desenvolvimento limpo. *In: Alternativas energéticas sustentáveis no Brasil*. TOLMASQUIM, Mauricio Tiommo (coord.). Rio de Janeiro: Relume Dumará: COPPE: CENERGIA, 2004, p. 389-390.

²⁶⁹UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Forms**. Disponível em: https://cdm.unfccc.int/Reference/PDDs_Forms/index.html#reg. Acesso em: 01 fev. 2020.

²⁷⁰UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Governance**. Disponível em: <https://cdm.unfccc.int/EB/governance.html>. Acesso em: 01 fev. 2020.

²⁷¹UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Forms**. Disponível em: https://cdm.unfccc.int/Reference/PDDs_Forms/index.html#reg. Acesso em: 01 fev. 2020.

²⁷²UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Forms**. Disponível em: https://cdm.unfccc.int/Reference/PDDs_Forms/index.html#reg. Acesso em: 01 fev. 2020.

envolvendo mecanismo de desenvolvimento limpo, foi a ACM0001, nomeada "Consolidated Baseline Methodology for Landfill Gas Project Activities"²⁷³.

Após a fase de monitoramento, a Entidade Operacional Designada verificará se as reduções de emissão de gases de efeito estufa ocorreram como resultado da atividade do projeto, e após certificará por escrito que a atividade reduziu a emissão declarada para o período previsto no projeto. A certificação garante que a redução de emissões de gases de efeito estufa é adicional a atividade do projeto²⁷⁴.

A partir dos relatórios de certificação elaborado pela Entidade Operacional Designada, o Conselho Executivo determina a expedição de Reduções Certificadas de Emissões (*Certified Emission Reduction-CERs*) ou também nominadas, como créditos de carbono, e os disponibiliza para a transação no mercado de carbono²⁷⁵. Os créditos de carbono correspondem ao resultado da quantidade de absorção dos gases de efeito estufa emitidos na atmosfera²⁷⁶.

3.1.2 Projetos voltados à recuperação energética de resíduos sólidos urbanos

O primeiro período de comprometimento do Protocolo de Quioto foi de 2008 a 2012, sendo o segundo período iniciado em 2013 e finalizará em 2020. Alguns países não aderiram ao segundo período, porém os países que ratificaram continuaram a cumprir metas de redução. Segundo a Organização das Nações Unidas, até 8 de maio de 2019, computaram-se 128 Partes, das 144 Partes necessárias para aprovar a Emenda que foi proposta na Décima Oitava Conferência das Partes (COP18) em Doha (Catar) para estabelecer a meta de 18% de reduções de emissões para as

²⁷³BRASIL. Ministério do Meio Ambiente; Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Estudo sobre o potencial de geração de energia a partir de resíduos de saneamento (lixo, esgoto), visando incrementar o uso de biogás como fonte alternativa de energia renovável**, São Paulo, 56 p., nov. 2010. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/164/_publicacao/164_publicacao10012011033201.pdf. Acesso em: 30 jan. 2020.

²⁷⁴UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Forms**. Disponível em: https://cdm.unfccc.int/Reference/PDDs_Forms/index.html#reg. Acesso em: 01 fev. 2020.

²⁷⁵UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Forms**. Disponível em: https://cdm.unfccc.int/Reference/PDDs_Forms/index.html#reg. Acesso em: 01 fev. 2020.

²⁷⁶SILVA, Solange Teles da. Protocolo de Quioto e o mercado mundial de carbono. In: **O direito ambiental na atualidade: estudos em homenagem a Guilherme José Purvin de Figueiredo**. DANTAS, Marcelo Buzaglo; SÉGUIN, Elida; AHMED, Flávio. (coords.), Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2010, p. 453-469.

Partes do Anexo I²⁷⁷. O segundo período finalizará em 2020, porém projetos de MDL em execução continuarão após este prazo, respeitando o período de duração do projeto, informado no documento inicial e homologado pelo Conselho Executivo.

Registra-se a importância do mecanismo de desenvolvimento limpo para o Brasil, mediante pesquisa realizada por meio da Plataforma do Conselho Executivo. O refinamento da pesquisa foi feito, partindo-se de ‘pesquisa avançada’, e foram selecionados três escopos setoriais: ‘indústria renovável e não renovável’, ‘distribuição de energia’ e ‘demanda de energia’. Após, no item ‘escala do projeto’ foi selecionada ‘todas’. Em relação ao critério metodologia, foi selecionado ‘todas’. Na opção ‘país hospedeiro’ foi escolhido ‘Brasil’. Na opção ‘Partes do Anexo I’, não foi selecionado nenhum país, portanto foram buscados projetos subsidiados por todos as Partes que compõe o Anexo I. Na sequência, foram selecionados somente os projetos ‘registrados’ em ‘posição do projeto’. Na ‘data de registro’ foi colocado o período entre 01/01/2006 a 31/12/2019. No item ‘ordenar por’ foi selecionado ‘país hospedeiro’. E por último, no item ‘entidade operacional designada- (DOE)’, não foi selecionado nenhum item, portanto foram pesquisadas todas. Ao total foram 218 projetos, com base nos três escopos setoriais selecionados, cuja a quantidade de redução de emissões de gases de efeito estufa estava registrada em cada projeto. Após, foram analisados os 218 projetos, e foram verificados que 43 eram relacionados à geração de eletricidade a partir da biomassa, respondendo por 21% dos projetos pesquisados²⁷⁸.

Foram selecionados dois projetos de MDL, dentre os 43 relacionados à geração de eletricidade a partir da biomassa, para serem detalhados e, assim, auxiliar a compreensão. O Projeto Nova Gerar foi escolhido, pois é o primeiro projeto de MDL do Brasil, com validação pelo Conselho Executivo da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima²⁷⁹. O segundo escolhido foi o Projeto da unidade de recuperação energética de Barueri, por ser considerada uma unidade de grande porte,

²⁷⁷UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Latest developments in carbon markets and policy.** Disponível em: https://cdm.unfccc.int/filestorage/e/x/t/extfile-20190613103535054-1.1_Carbon_market_update.pdf/1.1_Carbon%20market%20update?t=M3N8cTUyMXpyfDD_xS9tSO4WByb5g6FeMIFH. Acesso em: 01 fev. 2020.

²⁷⁸UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Project Search.** Disponível em: <https://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html>. Acesso em: 02 fev. 2020.

²⁷⁹UNITED NATIONS ORGANIZATION. CDM. **Brasil NovaGerar landfill gas to energy project.** Disponível em: https://cdm.unfccc.int/filestorage/X/3/9/X3960UPMFR24SKIQ7C1ABLG8JYZWO/0008%203%20Revised%20PDD.pdf?t=Wm98cTU1NW13fDAQHIQrH17-_r_2UVmjNi3f. Acesso em: 03 fev. 2020.

planejada para tratar mais de 800 toneladas/dia de resíduos sólidos urbanos, com potência instalada de 20MW²⁸⁰, e será operada por uma parceria público-privada com o Município de Barueri²⁸¹.

3.1.2.1 Projeto Nova Gerar

O primeiro registro de projeto de MDL e validação pelo Conselho Executivo da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, no Brasil, foi o Projeto Nova Gerar, desenvolvido na cidade de Nova Iguaçu, no Rio de Janeiro. O projeto prevê a redução de emissões de gases de efeito estufa em 210.812 toneladas de dióxido de carbono (CO₂) equivalente por ano, e foi planejado para se desenvolver em duas fases. A primeira fase corresponde a instalação do *flare* para queima de gases nocivos, principalmente gás metano, e redução de sua quantidade, e a segunda fase, o desenvolvimento de geração de eletricidade a partir do biogás, reduzindo as emissões de gases. Para a segunda fase é utilizado um sistema de pré-tratamento, para retirar a umidade dos resíduos²⁸².

A Prefeitura de Nova Iguaçu, em 2001, realizou licitação, na modalidade concorrência, para a concessão da operação, tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos, e a recuperação ambiental do lixão da Marambaia. O gerenciamento de resíduos foi concedido por um prazo de 20 anos, e então, a vencedora da concorrência foi a A.S.A. Paulista, empresa brasileira, que desenvolveu e passou a gerir o Centro de Tratamento de Resíduos (CTR) de Nova Iguaçu. Na sequência, realizou uma parceria estratégica com a empresa Ecosecurities, para que fosse elaborado o projeto de MDL para mitigação de gases de efeito estufa. Futuramente, será desenvolvida no CTR uma usina com capacidade de gerar energia elétrica a partir de resíduos, com potencial estimado de 12 MW, após alguns anos em

²⁸⁰UNITED NATIONS ORGANIZATION. CDM. **Barueri energy CDM project activity**. Disponível em: <https://cdm.unfccc.int/Projects/DB/PJR%20CDM1352444247.47/view>. Acesso em: 03 fev. 2020.

²⁸¹ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS CONSUMIDORES DE ENERGIA (ANACE). **Governo abre caminho para a geração de energia com queima do lixo**. São Paulo, 23 dez. 2019. Disponível em: <http://www.anacebrasil.org.br/noticias/governo-abre-caminho-para-geracao-de-energia-com-queima-do-lixo/>. Acesso em 30 jan. 2020.

²⁸²UNITED NATIONS ORGANIZATION. CDM. **Brasil NovaGerar landfill gas to energy project**. Disponível em: https://cdm.unfccc.int/filestorage/X/3/9/X3960UPMFRT24SKIQ7C1ABLG8JYZWO/0008%203%20Revised%20PDD.pdf?t=Wm98cTU1NW13fDAQHIQRh17-_r_2UVmjNi3f. Acesso em: 03 fev. 2020.

operação, e redução de 14 milhões de toneladas de CO₂, durante os próximos 21 anos²⁸³.

Foram emitidas reduções certificadas de carbono em favor do proponente do projeto, e também já gerou créditos de carbono em favor do governo holandês²⁸⁴.

O lixão da Marambaia operou entre 1987 a 2003, quando foi encerrado e remediado²⁸⁵, e com o funcionamento do CTR, foram ocasionados impactos ambientais e sociais positivos para a localidade, como redução da poluição do solo e do ar, redução do incômodo com o mau odor e de vetores propagadores de doença e redução de problemas sociais dos catadores. No lixão da Marambaia trabalhavam de maneira informal muitos catadores para obter renda para subsistência própria e de sua família. No entanto, o lugar era insalubre, apresentava mal odor e presença de animais peçonhentos²⁸⁶.

Segundo Renata de Assis Calsing, os problemas sociais com os catadores que sobreviviam com o lixão da Marambaia foram remediados com uma ação conjunta entre a empresa concessionária e o SEBRAE e conseguiram recolocar os catadores em outras funções, como pedreiros, pintores, eletricitas, jardineiros, gerando mais de 80 empregos formais²⁸⁷.

O Projeto Nova Gerar é um exemplo de projeto de MDL em aterro sanitário, que conseguiu promover o desenvolvimento econômico, ambiental e social da região. Atualmente, o CTR possui capacidade para receber 5.000 toneladas de resíduos, inclusive de outras cidades da Baixada Fluminense, como Belford Roxo, Nilópolis, Queimados e São João de Meriti. Sua usina geradora de eletricidade a partir do biogás foi inaugurada em agosto de 2019, possui capacidade de geração em torno de 16,5

²⁸³SOUZA, Gleici Donini de; RIBEIRO, Wagner Costa. Nova Gerar: experiência pioneira no Brasil no MDL. **Revista Cronos**. Natal-RN, v. 10, n.2, p. 15-34, jul/dez. 2009.

²⁸⁴UNITED NATIONS ORGANIZATION. CDM. **Brasil NovaGerar landfill gas to energy project**. Disponível em: https://cdm.unfccc.int/filestorage/X/3/9/X3960UPMFRT24SKIQ7C1ABLG8JYZWO/0008%203%20Revised%20PDD.pdf?t=Wm98cTU1NW13fDAQHIQRh17-_r_2UVmjNi3f. Acesso em: 03 fev. 2020.

²⁸⁴SOUZA, Gleici Donini de; RIBEIRO, Wagner Costa. Nova Gerar: experiência pioneira no Brasil no MDL. **Revista Cronos**. Natal-RN, v. 10, n.2, p. 15-34, jul/dez. 2009.

²⁸⁵ELK, Ana Ghislane Pereira Van; CORRÊA, Leandro Rangel; RITTER, Elisabeth. Análise de recalques em longo prazo no vazadouro de Marambaia, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro. **Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES)**, Rio de Janeiro, v. 24, n.3, p. 547-557, mai/jun. 2019. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522019000300547. Acesso em: 02 fev. 2020.

²⁸⁶SEGRETI, João Bosco; BITO, Nelson Satio. Crédito de carbono: um estudo de caso da empresa NovaGerar. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**. São Paulo, v. 8, n. 21, p. 82-91, maio/ago. 2006. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/947/94782109.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2020.

²⁸⁷CALSING, Renata de Assis. **O Protocolo de Quioto e o direito do desenvolvimento sustentável**. Porto Alegre: S.A. Fabris, 2005, p. 131.

MW e comercializará energia no ambiente de contratação livre, e no ambiente de contratação regulado, por meio de leilões de energia elétrica²⁸⁸.

3.1.2.2 Projeto da unidade de recuperação energética de Barueri

O Projeto de MDL de Barueri foi registrado em 19 de novembro de 2012 no Conselho Executivo da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e elaborado pela Foxx Soluções LTDA. Foram emitidas as reduções certificadas de carbono (CERs) e vendidos os créditos de carbono²⁸⁹.

No documento de descrição de atividades do projeto aponta, como propósito final, o tratamento de resíduos sólidos urbanos, fração orgânica, por meio da incineração. Assim, se evitará o depósito em aterro sanitário, onde se realiza digestão anaeróbica e aproveitamento energético. O processo de incineração será por combustão, com temperatura mínima de 850° Celsius. Os resíduos serão armazenados em um poço de concreto, para que haja o processamento contínuo, mesmo nos períodos sem abastecimento de resíduos. Serão empurrados por um sistema pneumático para uma caldeira, no ciclo Rankine, que queima os resíduos sobre uma grelha. Este projeto de MDL prevê que as atividades tenham reduções de 212.343 toneladas de CO₂ equivalente por ano para a recuperação energética dos resíduos, porém para o estágio da incineração está estimada redução de 115.952 (cento e quinze mil e novecentos e cinquenta e dois) toneladas de CO₂ equivalente ao ano²⁹⁰.

A unidade de recuperação energética possuirá capacidade de gerar energia elétrica em 20 MW, poderá tratar mais de 800 toneladas/dia e será operada por uma parceria público-privada com o Município de Barueri. O vencedor do certame foi o

²⁸⁸PREFEITURA DE NOVA IGUAÇU. **Nova Iguaçu inaugura usina de produção de energia do lixo.** Nova Iguaçu-RJ, 22 ago. 2019. Disponível em: <http://www.novaiaguacu.rj.gov.br/semadetur/2019/08/22/nova-iguacu-inaugura-usina-de-producao-de-energia-do-lixo-2/>. Acesso em: 02 fev. 2020.

²⁸⁹UNITED NATIONS ORGANIZATION. CDM. **Barueri energy CDM project activity.** Disponível em: <https://cdm.unfccc.int/Projects/DB/PJR%20CDM1352444247.47/view>. Acesso em: 03 fev. 2020.

²⁹⁰UNITED NATIONS ORGANIZATION. CDM. **Barueri energy CDM project activity.** Disponível em: <https://cdm.unfccc.int/Projects/DB/PJR%20CDM1352444247.47/view>. Acesso em: 03 fev. 2020.

Consórcio FOXX, formado pelas empresas Foxx e Hazetec, e poderá explorar o serviço por trinta anos^{291 292}.

Os resíduos são coletados dos municípios da região metropolitana do Estado de São Paulo: Barueri, Carapicuíba e Santana do Parnaíba. A usina tem previsão para funcionar 8.000 horas por ano e a eletricidade será comercializada no mercado livre²⁹³. O projeto de MDL ainda prevê criação de empregos, investimento em saúde e mais eficiência no manejo de resíduos. É uma alternativa sustentável para tratar os resíduos sólidos urbanos e ainda reduz os gases de efeito estufa, com tecnologia avançada, utilizada também na União Europeia, sendo o período de execução do projeto até 2024²⁹⁴.

Para a usina de Barueri ser autorizada a funcionar, precisa se submeter ao processo de licenciamento ambiental e obter as licenças prévias, de instalação e de operação. Possui licença prévia (Licença CETESB nº 2183), porém, somente com a licença de operação, começará a operar efetivamente²⁹⁵.

De acordo com a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente, art. 10, determina que para construir, instalar, ampliar e funcionar estabelecimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, efetiva e potencialmente poluidores, ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento ambiental. Cabe ao Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), com base no art. 11 desta lei, propor normas e padrões para implantação, acompanhamento e fiscalização do licenciamento²⁹⁶.

A Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997, determina que o tratamento térmico de resíduos deve passar por licenciamento ambiental. Define licenciamento

²⁹¹FOXX-HAZETEC. **Energia**. Disponível em: <http://haztec.com.br/solucoes-ambientais-completas/index.php/solucoes/unidades-de-recuperacao-energetica>. Acesso em: 30 jan. 2020.

²⁹²ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS CONSUMIDORES DE ENERGIA (ANACE). **Governo abre caminho para a geração de energia com queima do lixo**. São Paulo, 23 dez. 2019. Disponível em: <http://www.anacebrasil.org.br/noticias/governo-abre-caminho-para-geracao-de-energia-com-queima-do-lixo/>. Acesso em 30 jan. 2020.

²⁹³SOARES, Fábio Rubens; COELHO, Suani Teixeira. Brazil-WTE incineration plant. In: **Municipal solid waste energy conversion in developing countries**. COELHO, Suani Teixeira; PEREIRA, Alessandro Sanches; BOUILLE, Daniel Hugo; MANI, Shyamala K.; RECALDE, Marina Yesica; SAVINO, Atilio Armando; STAFFORD, William H.L. (eds.). Amsterdam: Elsevier, 1 ed., 2019, p. 134.

²⁹⁴UNITED NATIONS ORGANIZATION. CDM. **Barueri energy CDM project activity**. Disponível em: <https://cdm.unfccc.int/Projects/DB/PJR%20CDM1352444247.47/view>. Acesso em: 03 fev. 2020.

²⁹⁵SOARES, Fábio Rubens; COELHO, Suani Teixeira. Brazil-WTE incineration plant. In: **Municipal solid waste energy conversion in developing countries**. COELHO, Suani Teixeira; PEREIRA, Alessandro Sanches; BOUILLE, Daniel Hugo; MANI, Shyamala K.; RECALDE, Marina Yesica; SAVINO, Atilio Armando; STAFFORD, William H.L.(eds.). Amsterdam: Elsevier, 1 ed., 2019, p. 134.

²⁹⁶BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm. Acesso em: 03 fev. 2020.

ambiental como procedimento administrativo, realizado pelo órgão ambiental competente, para licenciar a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva, ou potencialmente poluidoras, ou aquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental. Por sua vez, as licenças ambientais são atos administrativos, pelas quais o órgão ambiental descreve as condições, restrições e medidas de conduta ambiental, que devem ser cumpridas pelo empreendedor, para os empreendimentos e atividades mencionadas, dentre elas, há a licença prévia, licença de instalação e licença de operação²⁹⁷.

Tratamento térmico de resíduos é considerado qualquer processo cuja operação seja realizada acima da temperatura mínima de 800° Celsius, segundo art. 2º, inciso III, da Resolução do CONAMA nº 316, de 29 de outubro de 2002²⁹⁸. Portanto, a Usina de Recuperação Energética de Barueri deve passar pelo procedimento administrativo do licenciamento, e obter as licenças prévia, de instalação e de operação.

A Unidade de recuperação energética de Barueri ainda segue as regras da Secretaria de Meio Ambiente de São Paulo, Resolução nº 79/2009, que contém os mesmos limites rigorosos das Diretivas da União Europeia, para dioxinas e furanos²⁹⁹.

Conclui-se que o mecanismo de desenvolvimento limpo foi útil, para impulsionar a recuperação energética de resíduos, como forma de destinação ambientalmente adequada, por meio das atividades dos projetos, que, igualmente, promoveram o desenvolvimento sustentável, com impactos ambientais, sociais e econômicos positivos citados, assim como reduziram gases de efeito estufa.

²⁹⁷BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. **Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997**. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>. Acesso em: 03 fev. 2020.

²⁹⁸BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, **Resolução CONAMA nº 316, de 29 de outubro de 2002**. Publicada em 20 de novembro de 2002. Alterada pela Resolução CONAMA nº 386, de 27 de dezembro de 2006. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=338>. Acesso em: 20 dez. 2019.

²⁹⁹SOARES, Fábio Rubens; COELHO, Suani Teixeira. Brazil-WTE incineration plant. In: **Municipal solid waste energy conversion in developing countries**. COELHO, Suani Teixeira; PEREIRA, Alessandro Sanches; BOUILLE, Daniel Hugo; MANI, Shyamala K.; RECALDE, Marina Yesica; SAVINO, Atilio Armando; STAFFORD, William H.L.(eds.). Amsterdam: Elsevier, 1 ed., 2019, p. 134.

3.2 INVESTIMENTOS FINANCEIROS PARA O FOMENTO DE PROJETOS SUSTENTÁVEIS

Segundo um estudo de longo prazo da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o financiamento climático, por meio dos títulos verdes, assim como o mecanismo de desenvolvimento limpo, discutido no subitem anterior, são considerados instrumentos do mercado de carbono, pois contribuem para diminuição das mudanças climáticas³⁰⁰.

Enquanto os títulos verdes são instrumentos para a implementação do Acordo de Paris, assinado na Vigésima Primeira Conferência das Partes (COP 21), e dos objetivos do desenvolvimento sustentável³⁰¹, o mecanismo de desenvolvimento limpo, como visto, é previsto no Protocolo de Quioto.

Na última Conferência das Partes, sob a égide da Convenção-Quadro sobre Mudanças Climáticas, em 2019, Vigésima Quinta Conferência das Partes (COP25), foram reafirmados os títulos verdes, como instrumentos para investimentos públicos e privados, que tenham como objetivo reduzir a emissão de gases de efeito estufa, e promover o desenvolvimento sustentável³⁰².

3.2.1 Origem dos títulos verdes

O Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), órgão da Organização das Nações Unidas, que tem por objetivos, promover o desenvolvimento sustentável, bem como auxiliar as nações, onde possui representação, em implementá-lo³⁰³, esclarece que os títulos verdes podem direcionar recursos do mercado de capitais nacional e internacional para adaptação e mitigação das

³⁰⁰BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. **Mecanismos de carbono**. Documento de apoio ao PNE 2050. 28 p., dez. 2018. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Nacional-de-Energia-2050>. Acesso em: 10 de jan. 2020.

³⁰¹VIEIRA, Ana Elisa Tissi; CARVALHO, Pedro Ninô de. Os títulos verdes-green bonds-e transição para economia de baixo carbono. In: SENHORAS, Eloi Martins (org.). **A produção do conhecimento interdisciplinar nas ciências ambientais**. Ponta Grossa/PR: Atena, 2020, cap. 12, p. 152-175, Disponível em: <https://www.finersistemas.com/atenaeditora/index.php/admin/api/artigoPDF/29839>. Acesso em: 05 abr. 2020.

³⁰²UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Climate action**, 2019. Disponível em: <https://www.un.org/en/climatechange/climate-action-areas.shtml>. Acesso em: 29 jan. 2020.

³⁰³ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento**. Disponível em: <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/our-focus.html>. Acesso em: 24 fev. 2020.

mudanças climáticas, por meio do fomento de fontes renováveis de energia, assim como outros projetos favoráveis ao meio ambiente. Ainda considera que os títulos verdes não são diferentes dos convencionais, sendo a única divergência, relacionada à destinação dos recursos em projetos com benefícios ambientais³⁰⁴. O desenvolvimento de projetos para recuperação energética de resíduos pode ser incentivado por títulos verdes.

O lançamento dos títulos verdes se deu inicialmente pelo programa Green Bonds do Banco Mundial em 2007 e pelo Climate Awareness Bonds pelo Banco Europeu de Investimento (BEI) em 2008³⁰⁵. Foram emitidos pela primeira vez pelo Banco Mundial em 2008, com o intuito de fomentar projetos e tecnologias favoráveis ao meio ambiente³⁰⁶.

Segundo Luke Trompeter, os títulos verdes podem ser especificamente atrativos para potenciais investidores, porque podem ser isentos de impostos, incentivos fiscais para combater as mudanças climáticas e desenvolver energias renováveis. Estes títulos se constituem em investimentos não somente para investidores socialmente responsáveis, que buscam investimentos com impactos ambientais positivos por longo tempo, mas também para aqueles que desejam investir em um meio seguro³⁰⁷.

O Laboratório de Inovação Financeira (LAB), composto pela Associação Brasileira de Desenvolvimento (ABDE), pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e pela Comissão de Valores Imobiliários (CVM), indicam em seu relatório, que para os emissores brasileiros de títulos verdes cria-se a oportunidade ao acesso de capital de investidores estrangeiros, comprometidos com os objetivos do desenvolvimento sustentável, pois possuem maior familiaridade com estes títulos, do que os investidores brasileiros. Para os investidores de títulos verdes, a promoção do desenvolvimento sustentável deve ser analisada igualmente com os

³⁰⁴UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Green bonds.** Disponível em: <https://www.sdfinance.undp.org/content/sdfinance/en/home/solutions/green-bonds.html>. Acesso em: 24 fev. 2020.

³⁰⁵CLIMATE BONDS INITIATIVE, **History.** Disponível em: <https://www.climatebonds.net/standard/about/history>. Acesso em: 26 jan. 2020.

³⁰⁶UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Green bonds a low carbon economy driver after COP21.** Disponível em: <https://unfccc.int/news/green-bonds-a-low-carbon-economy-driver-after-cop21>. Acesso em: 26 jan. 2020.

³⁰⁷TROMPETER, Luke. **Green greed is good: how green bonds cultivated into Wall Street's environmental paradox.** Washington-USA, Sustainable development law and policy brief, vol. XVII, n. 2, 12 p., mai./2017, Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2992926. Acesso em: 17 fev. 2020.

rendimentos financeiros, risco e retorno dos títulos emitidos³⁰⁸. Em relação à questão monetária, um emissor de títulos aumentará uma quantia fixa de capital, reembolsando o capital (principal) e os juros acumulados, por um período determinado, após gerar fluxos de caixa suficientes poderá pagar juros e capital para os investidores³⁰⁹.

No âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas (UNFCCC), o Brasil é signatário do Acordo de Paris, que corresponde ao acordo celebrado entre 195 países na Vigésima Primeira Conferência das Partes (COP 21), para enfrentar as mudanças climáticas. Os governos dos países, signatários do acordo, estabeleceram as Contribuições Nacionalmente Determinadas (*Nationally Determined Contribution-NDC*), apontando cada nação, sua contribuição para reduzir a emissão dos gases de efeito estufa, tendo como base o seu cenário social e econômico local³¹⁰.

O Brasil se comprometeu em reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 37% abaixo dos níveis de 2005, em 2025, e 43% abaixo dos níveis de 2005, em 2030. Para atingir este objetivo, o Governo Brasileiro se comprometeu em aumentar a utilização de bioenergia sustentável para compor a matriz energética para 18% até 2030, restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas, e aumentar a participação estimada de 45% de energias renováveis na matriz energética, inclusive outras fontes renováveis, que não seja a hídrica. O processo de ratificação do Acordo de Paris no Brasil, pelo Congresso Nacional, foi concluído em 12 de setembro de 2016 e foi entregue às Nações Unidas em 21 de setembro do mesmo ano, passando a serem compromissos oficiais³¹¹.

Portanto, a contribuição brasileira ao Acordo de Paris, após consulta a sociedade civil, deverá atender ao desenvolvimento sustentável, com o equilíbrio entre

³⁰⁸LABORATÓRIO DE INOVAÇÃO FINANCEIRA. **Títulos ODS:** comprometimento com o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro, p. 16, out./2019. Disponível em: <http://www.labinovacaofinanceira.com/wp-content/themes/enfold-child/pdf/LAB-GT-Impacto-Titulos-ODS-Comprometimento-com-o-Desenvolvimento-Sustentavel.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2020.

³⁰⁹UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Green bonds.** Disponível em: <https://www.sdfinance.undp.org/content/sdfinance/en/home/solutions/green-bonds.html>. Acesso em: 24 fev. 2020.

³¹⁰REI, Fernando Cardozo Fernandes; GONÇALVES, Alcindo Fernandes; SOUZA, Luciano Pereira de. Acordo de Paris: reflexões e desafios para o regime internacional de mudanças climáticas. **Revista Veredas do Direito**. Belo Horizonte, v. 14, n. 29, p. 81-99- mai./ago. de 2017. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/f9ca/5a0328525ba38b6c2a19c250983db17ba8d9.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2020.

³¹¹BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Acordo de Paris.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris>. Acesso em: 27 jul. 2018.

suas dimensões sociais, ambientais e econômicas, com base no princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas, e suas respectivas capacidades³¹².

O Governo Federal, por meio do Ministério do Meio Ambiente, elaborou um documento base com estratégias de implementação e financiamento de ações, para atingir as metas, formadas com contribuições de governos estaduais, municipais, e mais, aproximadamente trinta instituições, de vários setores da sociedade, como também o Banco Interamericano de Desenvolvimento, chamado de 'Documento-Base para Subsidiar os Diálogos Estruturados sobre a Elaboração de uma Estratégia de Implementação e Financiamento da Contribuição Nacionalmente Determinada do Brasil ao Acordo de Paris'. Este documento para o setor elétrico se direcionou a implementar ações para melhorar a eficiência energética, desenvolvendo energias renováveis, e ainda destaca a necessidade de desenhar novas formas de captação de capitais, como os títulos verdes³¹³.

A emissão de títulos verdes era da incumbência do Banco Mundial e dos bancos multilaterais, como o Banco Interamericano de Desenvolvimento até 2012, e após as emissões também foram feitas por bancos públicos e privados, fundos de pensão, seguradoras, empresas privadas dos setores de energia, utilidade, bens de consumo e imóveis e também pelos bancos nacionais de desenvolvimento³¹⁴, como o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES)³¹⁵. Nesta época, aumentou muito o número de emissões. No tocante as instituições financeiras podem atuar como emissores, coordenadores das emissões das empresas ou atuar como investidores³¹⁶.

³¹²BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Participação da sociedade civil no processo de preparação da contribuição nacionalmente determinada do Brasil ao novo acordo sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Relatório Final. Disponível em: http://www.mma.gov.br/images/arquivos/clima/convencao/indc/Relatorio_MRE.pdf. Acesso em: 27 jul. 2018.

³¹³BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Estratégia nacional de implementação da NDC do Brasil**. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/component/k2/item/15137-discuss%C3%B5es-para-implementa%C3%A7%C3%A3o-da-ndc-do-brasil.html>. Acesso em: 26 jan. 2020.

³¹⁴UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Green bonds a low carbon economy driver after COP21**. Disponível em: <https://unfccc.int/news/green-bonds-a-low-carbon-economy-driver-after-cop21>. Acesso em: 26 jan. 2020.

³¹⁵BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, **Green Bond Relatório Anual 2018**. 20p., 2018. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/14762/1/Relatorio%20Green%20Bond_portugues_P_BD.pdf. Acesso em: 27 jan. 2020.

³¹⁶FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE BANCOS. **Guia para emissão de títulos verdes no Brasil**. São Paulo, 52p., 2016. Disponível em: https://cmsportal.febraban.org.br/Arquivos/documentos/PDF/Guia_emissa%CC%83o_ti%CC%81tulos_verdes_PORT.pdf. Acesso em: 26 jan. 2020.

3.2.2 Estrutura e formação dos títulos verdes

A partir de 2012, quando mais instituições privadas de várias nações passaram a emitir títulos verdes, alguns óbices surgiram, como a falta de consenso sobre elegibilidade de projetos sustentáveis e a pouca transparência dos relatórios dos emissores. Não tinham critérios claros para se eleger um projeto, tampouco a transparência de dados, como em emissões dos títulos, ou informações sobre a eficiência dos projetos. Anteriormente, eram emitidos apenas de acordo com os critérios socioambientais do Banco Mundial³¹⁷.

Como meio de solução, em 2014, a Associação Internacional de Mercado de Capitais (*International Capital Market Association*) criou diretrizes, por meio do Climate Bonds Initiative, que é uma organização internacional sem fins lucrativos, com o fim de mobilização do mercado de títulos. A Climate Bonds Initiative possui dois documentos importantes, que se constituem em princípios e diretrizes. O primeiro é Princípios dos Títulos Verdes (*Green Bond Principles*), que corresponde a um guia com recomendações de transparência e integridade no desenvolvimento do mercado, e o Padrões de Obrigações Climáticas (*Climate Bond Standard*), que se constitui em critérios para a certificação de projetos e títulos climáticos³¹⁸.

O Green Bond Principles possui quatro componentes principais: Uso de recursos, Processo para Avaliação e Seleção de Projetos, Gestão de Recursos e Relatórios³¹⁹.

O componente 'Uso de Recursos' é essencial para um título verde, porque aconselha que todas as aplicações dos recursos devam estar escritas no título, como despesas com a infraestrutura, mas também com pesquisa, assim como informar claramente quais são os benefícios ambientais relacionados. Há ainda categorias de elegibilidade de projetos em áreas, como mudanças climáticas, degradação de

³¹⁷TROMPTER, Luke. **Green greed is good: how green bonds cultivated into Wall Street's environmental paradox.** Washington-USA, Sustainable development law and policy brief, vol. XVII, n. 2, 12 p., mai./2017, Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2992926. Acesso em: 17 fev. 2020.

³¹⁸INTERNACIONAL CAPITAL MARKET ASSOCIATION. **Green Bonds Principles.** Disponível em: <https://www.icmagroup.org/green-social-and-sustainability-bonds/green-bond-principles-gbp/#translations>. Acesso em: 26 jan. 2020.

³¹⁹INTERNACIONAL CAPITAL MARKET ASSOCIATION. **Princípios para títulos verdes 2017: diretrizes de processo voluntário para emissão de títulos verdes.** Tradução de: Clifford Chance. 8p., jun. 2017. Disponível em: <https://www.icmagroup.org/green-social-and-sustainability-bonds/green-bond-principles-gbp/>. Acesso em: 26 jan. 2020.

recursos naturais, perda de biodiversidade e poluição do ar, da água, ou do solo, energia renovável, eficiência energética, prevenção e controle de poluição, entre outras³²⁰.

Por sua vez, o componente 'Processo para Avaliação e Seleção de Projetos' indica que o emissor pode comunicar claramente aos investidores, sobre os objetivos da sustentabilidade ambiental, sobre o enquadramento do projeto selecionado com alguma categoria, e sobre os critérios de elegibilidade utilizados para a seleção do projeto, como algum risco ambiental ou social potencial. Aconselha-se para este componente uma revisão por órgão externo³²¹.

No tocante ao componente 'Gestão dos Recursos' significa que os recursos líquidos, provenientes do título verde, deveriam ser rastreados pelo emissor, a ponto de verificar se foram aplicados, de forma correta, para o projeto escolhido, podendo-se, igualmente, utilizar uma revisão externa³²².

O último componente, denominado 'Relatórios', implica na disponibilização, pelo emissor, de informações sobre o título verde, renovadas anualmente, até a alocação total dos recursos. Os emissores podem listar os projetos beneficiados com os recursos dos títulos verdes, bem como descrever brevemente sobre os projetos, valores alocados, impactos esperados, com indicadores qualitativos de desempenho, interligados à uma metodologia de aferição³²³. A capacidade de geração de energia renovável atingida com o projeto, emissões de gases de efeito estufa reduzidas ou evitadas, número de pessoas com acesso à energia renovável são exemplos de indicadores qualitativos de desempenho³²⁴

³²⁰INTERNACIONAL CAPITAL MARKET ASSOCIATION. **Princípios para títulos verdes 2017:** diretrizes de processo voluntário para emissão de títulos verdes. Tradução de: Clifford Chance. 8p., jun. 2017. Disponível em: <https://www.icmagroup.org/green-social-and-sustainability-bonds/green-bond-principles-gbp/>. Acesso em: 26 jan. 2020.

³²¹INTERNACIONAL CAPITAL MARKET ASSOCIATION. **Princípios para títulos verdes 2017:** diretrizes de processo voluntário para emissão de títulos verdes. Tradução de: Clifford Chance. 8p., jun. 2017. Disponível em: <https://www.icmagroup.org/green-social-and-sustainability-bonds/green-bond-principles-gbp/>. Acesso em: 26 jan. 2020.

³²²INTERNACIONAL CAPITAL MARKET ASSOCIATION. **Princípios para títulos verdes 2017:** diretrizes de processo voluntário para emissão de títulos verdes. Tradução de: Clifford Chance. 8p., jun. 2017. Disponível em: <https://www.icmagroup.org/green-social-and-sustainability-bonds/green-bond-principles-gbp/>. Acesso em: 26 jan. 2020.

³²³INTERNACIONAL CAPITAL MARKET ASSOCIATION. **Princípios para títulos verdes 2017:** diretrizes de processo voluntário para emissão de títulos verdes. Tradução de: Clifford Chance. 8p., jun. 2017. Disponível em: <https://www.icmagroup.org/green-social-and-sustainability-bonds/green-bond-principles-gbp/>. Acesso em: 26 jan. 2020.

³²⁴FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE BANCOS. **Guia para emissão de títulos verdes no Brasil.** São Paulo, 52p., 2016. Disponível em: https://cmsportal.febraban.org.br/Arquivos/documentos/PDF/Guia_emissa%CC%83o_ti%CC%81tulos_verdes_PORT.pdf. Acesso em: 26 jan. 2020.

A revisão externa para alinhamento no processo dos títulos verdes pode ser feita por um consultor, ou por um auditor, uma certificadora, ou ainda por agência de rating³²⁵, que analisam os dados e informações, para deixá-los acessíveis aos investidores. Cristina M. Banahan aconselha que deve ser feita de forma ética, com processos necessários para melhorar a confiabilidade destas ofertas financeiras, inclusive devem apontar os riscos, probabilidade de inadimplência de um título e comprovar a integridade ambiental da oferta. O público confia nesta avaliação externa para decidir sobre investir ou não no título³²⁶.

O processo de emissão de títulos verdes segue três etapas: pré-emissão, emissão e pós-emissão.

Na etapa de pré-emissão do título se analisa o mercado, como, título financeiro mais adequado, possíveis investidores, prazo de financiamento, riscos e oportunidades. Nesta etapa são escolhidos os princípios que regem o processo de emissão, que podem ser Green Bonds Principles, como, também, podem ser utilizadas as diretrizes dos bancos multilaterais, como Banco Mundial ou Banco Interamericano de Desenvolvimento. Neste preparo deve conter identificação dos critérios de elegibilidade dos projetos financiados, gestão dos recursos e monitoramento e reportar os resultados por meio de relatórios. O Planejamento de Avaliação Externa realizado pelo emissor é feito para que se tenha um parecer independente sobre o processo de avaliação e seleção dos projetos verdes e sobre seu monitoramento, com base em documentos, como as licenças ambientais e os estudos de impacto ambiental dos projetos³²⁷.

A etapa da emissão de um título verde é semelhante a um título convencional, e se diferencia apenas pela finalidade ambiental, com foco na redução de gases de efeito estufa. O emissor também pode escolher a instituição financeira que atuará

³²⁵ INTERNACIONAL CAPITAL MARKET ASSOCIATION. **Princípios para títulos verdes 2017:** diretrizes de processo voluntário para emissão de títulos verdes. Tradução de: Clifford Chance. 8p., jun. 2017. Disponível em: <https://www.icmagroup.org/green-social-and-sustainability-bonds/green-bond-principles-gbp/>. Acesso em: 26 jan. 2020.

³²⁶BANAHAN, Cristina M. **The bond villains of green investment: why an unregulated securities market needs government to lay down the law.** Vermont Law Review, 2019, vol. 43, iss. 4, p. 841-869. Disponível em: <https://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=0&sid=8cfa99d3-ff16-4f71-a457-3e7490657e2b%40pdc-v-sessmgr05&bdata=JnNpdGU9ZWRzLWxpdmU%3d#AN=137155724&db=a9h>. Acesso em: 24 fev. 2020.

³²⁷FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE BANCOS. **Guia para emissão de títulos verdes no Brasil.** São Paulo, 52p., 2016. Disponível em: https://cmsportal.febraban.org.br/Arquivos/documentos/PDF/Guia_emissa%CC%83o_ti%CC%81tulos_verdes_PORT.pdf. Acesso em: 26 jan. 2020.

como Coordenador e que estruturará a oferta, e indicará o instrumento financeiro, prazo, moeda e garantias³²⁸.

Na etapa de pós-emissão do título verde, o emissor deve monitorar e reportar os resultados em relatórios, no mínimo anuais, sobre recursos aplicados aos projetos, e seus desempenhos, voltados a sustentabilidade ambiental, garantindo a credibilidade do processo. No relatório de monitoramento é importante colocar os dados de desempenho do projeto, com dados quantitativos ou qualitativos³²⁹.

Quando a formação de um título verde segue recomendações de transparência para a sua emissão, e fomenta projetos com impactos ambientais positivos, não somente o investidor lucra, mas a sociedade e o meio ambiente são beneficiados.

3.2.3 Regulamentação dos títulos verdes no Brasil

O setor elétrico brasileiro foi desenvolvido em grande parte com recursos públicos, pois o Estado tinha o monopólio para exploração do serviço. Com o estabelecimento do Estado regulador, houve a quebra de monopólios, a realização de concessão e de permissão de serviços públicos, passando a iniciativa privada a exercer uma série de atividades, que antes ficavam adstritas ao monopólio pelo Estado, como os serviços públicos de energia elétrica. O Estado passa a fazer o papel de coordenador, fiscalizador e fomentador da iniciativa privada³³⁰, portanto os recursos de financiamentos públicos diminuiram. Após a reforma do setor elétrico, novos componentes surgiram, como o concessionário, o produtor independente de energia e o autoprodutor, que precisam de financiamento, inclusive, privado³³¹, como os títulos verdes.

³²⁸FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE BANCOS. **Guia para emissão de títulos verdes no Brasil**. São Paulo, 52p., 2016. Disponível em: https://cmsportal.febraban.org.br/Arquivos/documentos/PDF/Guia_emissa%CC%83o_ti%CC%81tulos_verdes_PORT.pdf. Acesso em: 26 jan. 2020.

³²⁹FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE BANCOS. **Guia para emissão de títulos verdes no Brasil**. São Paulo, 52p., 2016. Disponível em: https://cmsportal.febraban.org.br/Arquivos/documentos/PDF/Guia_emissa%CC%83o_ti%CC%81tulos_verdes_PORT.pdf. Acesso em: 26 jan. 2020.

³³⁰DI PIETRO, Maria Sylvia. Regulação e legalidade. In: DI PIETRO, Maria Sylvia (coord.). **Direito regulatório: temas polêmicos**. 2ª ed. Belo Horizonte: Fórum, 2004, p. 35.

³³¹TOLMASQUIM, Maurício Tiommo. **Novo modelo do setor elétrico brasileiro**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Synergia, 2015, p. 52-55.

No Brasil, não há uma regulamentação específica sobre títulos verdes para prever os processos de pré-emissão, emissão e pós-emissão, como a finalidade vinculativa de investimento a um projeto sustentável. Não há Projeto de Lei em tramitação no Congresso Nacional para a criação de uma lei que discipline títulos verdes.

Os títulos convencionais, eventualmente, podem ser destinados a projetos que tenham impactos positivos ao meio ambiente e essa destinação deve constar na escritura de emissão. Segundo Júlia Alves e Souza e *al*, a escritura de emissão pode ser considerada um contrato, entre investidores e emissores, onde constam cláusulas e condições que devem ser cumpridas³³², sob fiscalização da Comissão de Valores Mobiliários. A Comissão de Valores Mobiliários (CVM) é uma autarquia vinculada ao Ministério da Economia do Brasil, instituída pela Lei nº 6.385, de 7 de dezembro de 1976, que disciplina o funcionamento do mercado de valores imobiliários, incluindo a atuação dos participantes, por exemplo, emissores de títulos, investidores, instituições financeiras, entre outros. A Comissão de Valores Mobiliários possui poderes para disciplinar, normalizar e fiscalizar a atuação dos diversos integrantes do mercado mobiliário³³³.

O Laboratório de Inovação Financeira (LAB), composto pela Associação Brasileira de Desenvolvimento (ABDE), pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e pela Comissão de Valores Imobiliários (CVM) apontam em seu relatório, que os títulos verdes serão, no Brasil, os instrumentos financeiros já utilizados no mercado de capitais, como debêntures, debêntures de infraestrutura, certificado de recebíveis do agronegócio, certificados de recebíveis imobiliários, ou notas promissórias comerciais. Os títulos verdes combinam com as necessidades de desenvolvimento de médio e de longo prazo do país, conforme os objetivos do desenvolvimento sustentável, sem os investidores abdicarem de retornos financeiros. Entendem que os títulos verdes possuem maior transparência na alocação de recursos, processos de avaliação e seleção de projetos, gestão de recursos e

³³²SOUZA, Julia Alves e; NACIF, Carolina de Castro; MENDONÇA, Douglas José; SOUZA, Jaíne Alves e; SILVA, Susy Naiara Alves da. Cláusulas do “modelo de escritura” brasileiro de emissão de debêntures: uma análise sob a ótica da teoria da agência. **Revista Observatório de la Economía Latinoamericana**, Brasil, 2016. Disponível em: <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/br/16/escritura.html>. Acesso em 06 abr. 2020.

³³³BRASIL. **Lei nº 6.385, de 7 de dezembro de 1976**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6385compilada.htm. Acesso em: 05 abr. 2020.

confeção de relatórios, sem afetar os retornos financeiros dos investidores³³⁴. Nenhum destes valores mobiliários citados, em sua lei regulamentadora, registram, expressamente, que os recursos dos títulos serão alocados para projetos sustentáveis específicos, como é o propósito dos títulos verdes, por isso esta finalidade precisa contar na escritura de emissão.

Há incentivos tributários para quem emite debêntures de infraestrutura e certificados de recebíveis imobiliários, como a não incidência de imposto sobre a renda, ou sua redução, conforme art. 2º, *caput* e incisos I e II da Lei nº 12.431, de 24 de junho de 2011. A concessionária, permissionária, autorizatória e a arrendatária, constituídas sobre a forma de sociedade por ações, que emitirem debêntures de infraestrutura, com distribuição pública, para implementar projetos de investimento, na área de infraestrutura ou de produção econômica intensiva em pesquisa, desenvolvimento e inovação, considerados prioritários, também possui o direito ao incentivo mencionado, dentro dos parâmetros do § 1º do mesmo art. 2º. Esta lei prevê, no art. 2º, § 5º, multa de 20% sobre o valor auferido, quando não alocado para o projeto de investimento, a ser aplicada pelo Secretária da Receita Federal do Brasil do Ministério da Fazenda³³⁵.

Os projetos de investimento prioritários visam à implantação, ampliação, manutenção, recuperação, adequação ou modernização de empreendimentos de infraestrutura, entre outros, nos setores de logística e transporte, mobilidade urbana, energia, telecomunicações, radiodifusão, saneamento básico e irrigação. Estes projetos são objetos de concessão, permissão, arrendamento, autorização, ou parceria público-privada, incluídos no Programa de Parceria de Investimentos, ou aprovados pelo Ministério setorial responsável, desde que realizado com concessionária, permissionária, autorizatória, arrendatária e sociedade de propósito específico, conforme art. 2º, inc. I e II, e § 1º do Decreto nº 8.874, de 11 de outubro de 2016³³⁶. A lei nº 19.500, de 21 de maio de 2018, que criou a Política Estadual do Biogás e Biometano do Estado do Paraná, art. 7º, enquadra projetos e

³³⁴LABORATÓRIO DE INOVAÇÃO FINANCEIRA. **Títulos ODS**: comprometimento com o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro, p. 16, out./2019. Disponível em: <http://www.labinovacaofinanceira.com/wp-content/themes/enfold-child/pdf/LAB-GT-Impacto-Titulos-ODS-Comprometimento-com-o-Desenvolvimento-Sustentavel.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2020.

³³⁵BRASIL. **Lei nº 12.431, de 24 de junho de 2011**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2011/Lei/L12431.htm. Acesso em: 25 mai. 2020.

³³⁶BRASIL. **Decreto nº 8.874, de 11 de outubro de 2016**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Decreto/D8874.htm. Acesso em: 25 mai. 2020.

empreendimentos, desenvolvidos por consórcio, condomínio, cooperativa, e parceria público-privada, como de inovação tecnológica, e assim podem ser beneficiados com incentivos financeiros³³⁷.

O Programa de Parcerias de Investimento foi criado pela Lei nº 13.334, de 13 de setembro de 2016, que tem por objetivo o fortalecimento da interação do Estado e da iniciativa privada, por meio da celebração de contratos de parceria para a viabilização de empreendimentos públicos de infraestrutura e outras medidas de desestatização, que precisam, igualmente, obter todas as licenças, provenientes do licenciamento ambiental³³⁸.

Na área de resíduos, a empresa Raizen Energia S.A., empresa brasileira, produtora de cana de açúcar, etanol, que no final de 2020, gerará energia a partir de resíduos da cana de açúcar, com capacidade para 21 MW em até três anos³³⁹, emitiu certificado de recebíveis do agronegócio³⁴⁰ com destinação de recursos para integralizar direito creditórios originários, com base nas debêntures, emitidas para terceiros, que serviram às suas atividades vinculadas ao agronegócio, com capacidade de produtora rural, englobando operações, investimentos e necessidades de financiamento, relacionadas com a produção, comercialização, beneficiamento ou industrialização de produtos ou insumos agropecuários ou de máquinas e implementos utilizados na atividade agropecuária, especialmente, com relação à produção e comercialização de açúcar e etanol, com base no objeto social da Raizen S.A.³⁴¹ e no curso ordinário de seus negócios, conforme previsto no orçamento. Verifica-se que as emissões do certificado de recebíveis do agronegócio, estão vinculadas a um fim sustentável, que promove a eficiência energética.

³³⁷BRASIL. **Lei estadual nº 19.500, de 21 de maio de 2018**. Paraná. Disponível em: http://portal.assembleia.pr.leg.br/modules/mod_legislativo_arquivo/mod_legislativo_arquivo.php?leiCod=51410&tplei=0&tipo=L. Acesso em: 25 mai. 2020.

³³⁸BRASIL. **Lei nº 13.334, de 13 de setembro de 2016**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/L13334.htm. Acesso em: 25 mai. 2020.

³³⁹RAIZEN. **Relatório Anual 2018/2019**. São Paulo, 110p., jun. 2019. Disponível em: <https://www.raizen.com.br/relatorioanual/1819/pdf/raizen-RA20182019-pt.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2020.

³⁴⁰BRASIL. **Lei 11.076, de 30 de dezembro de 2004**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Lei/L11076.htm. Acesso em: 05 fev. 2020.

³⁴¹RAIZEN. **Prospecto Preliminar de Distribuição Pública da 1ª (PRIMEIRA) e da 2ª (SEGUNDA) Séries da 2ª SEGUNDA) Emissão de Certificados de Recebíveis do Agronegócio da RB Capital**. São Paulo, 772p. Disponível em: http://www.b3.com.br/data/files/29/E7/38/CF/01B2D6100C22BFC6AC094EA8/RB_RAIZEN_PRELIMINAR.pdf. Acesso em: 05 fev. 2020.

Os projetos de recuperação energética de resíduos sólidos urbanos ainda são pouco desenvolvidos no Brasil, e, as usinas de incineração de maior porte ainda não estão em operação. Um dos meios para fomento da recuperação energética por meio de usinas seriam os títulos verdes, somados aos títulos nacionais. A *Climate Bonds Initiative* é uma certificadora de títulos verdes, que em dezembro de 2019, publicou critérios para a certificação de instalações voltadas à recuperação energética de resíduos sólidos urbanos³⁴².

3.2.4 Desafios das emissões de títulos verdes

Após a constituição dos Green Bonds Principles, continuaram a ser detectadas irregularidades com transparência, durante o ciclo de emissão do título nos Estados Unidos. Segundo Luke Trompter, estes princípios são úteis, porém são voluntários, não têm caráter obrigatório, e, para aqueles que não os seguem, acabam destinando os recursos para projetos não sustentáveis, e recebem incentivos fiscais irregularmente. Portanto, indica como solução uma regulamentação governamental, para que sejam previstos requisitos únicos para elegibilidade de projeto sustentável, assim como o estabelecimento de critérios para configuração da responsabilidade e aplicação de sanções aos infratores³⁴³. Além disso, o *Climate Bonds Standards* enumera categorias, para a certificação, como, por exemplo, para energia renovável, eficiência energética, ou seja, para projetos sustentáveis, porém não aponta requisitos que impliquem em um resultado necessário relacionado a sustentabilidade do projeto³⁴⁴.

No Brasil, não há uma regulamentação específica para títulos verdes, com critérios de elegibilidade de projetos, assim como punições para os infratores, mas o Conselho Monetário Nacional, Banco Central do Brasil e Comissão de Valores

³⁴²CLIMATE BONDS INITIATIVE. **Waste management criteria:** the climate bonds standard & certification scheme's waste management criteria, 17p., dez. 2019. Disponível em: <https://www.climatebonds.net/files/files/Waste%20Management%20Criteria.pdf>. Acesso em 06 abr. 2020.

³⁴³TROMPTER, Luke. **Green greed is good:** how green bonds cultivated into Wall Street's environmental paradox. Washington-USA, Sustainable development law and policy brief, vol. XVII, n. 2, 12 p., mai./2017, Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2992926. Acesso em: 17 fev. 2020.

³⁴⁴CLIMATE BONDS INITIATIVE. **Green bond principles & climate bonds standard.** Disponível em: <https://www.climatebonds.net/market/best-practice-guidelines>. Acesso em: 22 fev. 2020.

Mobiliários são os órgãos competentes para implantar a política econômica e financeira. O Conselho Monetário Nacional é o órgão decisório da política econômica e financeira, orienta as instituições financeiras públicas e privadas a promover condições favoráveis ao desenvolvimento sustentável. Por sua vez, o Banco Central do Brasil implementa as diretrizes do Conselho Monetário Nacional e exerce a fiscalização das instituições financeiras, assim como aplica penalidades. Como bem observa Paulo Affonso Leme Machado, as atividades financiadas podem provocar efeitos benéficos ou nocivos ao meio ambiente³⁴⁵.

Destaca-se o art. 12 da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que os financiamentos e incentivos governamentais devem ser aprovados para os projetos habilitados pelo licenciamento ambiental e cumpridores dos critérios e padrões expedidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente³⁴⁶. Para reforçar, o art. 23 do Decreto nº 99.274, de 06 de junho de 1990, as instituições governamentais de financiamento ou gestores de incentivos só concederão benefícios fiscais, se o projeto comprovar a autorização dada pelo procedimento de licenciamento ambiental³⁴⁷, porém não apresenta sanção expressa para as instituições que concederem irregularmente.

Igualmente a Resolução nº 4.327, de 25 de abril de 2014, do Banco Central do Brasil, não aponta sanções às instituições financeiras infratoras, apenas constam diretrizes sobre a responsabilidade ambiental de instituições financeiras e demais instituições autorizadas a funcionar pelo Banco Central do Brasil, em relação às suas atividades, serviços e produtos financeiros. A resolução determina a adoção de critérios e mecanismos para avaliação de risco quando ocorrerem operações relacionadas às atividades econômicas com maior potencial de causar danos socioambientais. O risco socioambiental é definido como sendo a possibilidade de ocorrência de perdas das instituições financeiras e demais instituições autorizadas a funcionar pelo Banco Central, decorrentes de danos ambientais³⁴⁸.

³⁴⁵MACHADO, Paulo Affonso Leme. Direito ambiental brasileiro. 15ª ed. São Paulo: Malheiros, 2007, p. 332-334.

³⁴⁶BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htmAcesso em: 25 mai. 2020.

³⁴⁷BRASIL. **Decreto nº 99.274, de 06 de junho de 1990**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/Antigos/D99274.htmAcesso em: 25 mai. 2020.

³⁴⁸BRASIL. Banco Central do Brasil. **Resolução nº 4.327, de 25 de abril de 2014**. Disponível em: https://www.bcb.gov.br/pre/normativos/res/2014/pdf/res_4327_v1_O.pdf. Acesso em 08 abr. 2020.

Sem normas obrigatórias e sanções, sem uma definição padrão sobre projetos sustentáveis, deixando a critério do emissor, a lavagem verde ocorrerá facilmente, conforme o entendimento de Kevin M. Talbot, que se baseia na experiência dos Estados Unidos. Lavagem verde significa, neste contexto, a emissão de títulos para um projeto que não é sustentável³⁴⁹.

Outro óbice ao pleno desenvolvimento dos títulos verdes está relacionado à avaliação externa, além de não ser obrigatória, pois se baseia nos princípios voluntários, é totalmente influenciada, segundo Luke Trompter. O avaliador é escolhido pelo próprio emissor, para confeccionar sua opinião, a qual certamente será favorável, uma vez que o avaliador não desejará perder seu cliente para seus concorrentes³⁵⁰.

No relatório de 2017 da United States Securities and Exchange Commission (SEC), que é a Comissão de Títulos e Câmbio dos Estados Unidos, uma agência federal, responsável pela aplicação das leis de títulos federais, e pela regulação do setor de valores mobiliários, foi registrado que o relatório, referente à avaliação externa, pago pelo próprio emissor dos títulos, está sujeito a um potencial conflito. A avaliação externa de um título financeiro, como os títulos verdes, pode ser influenciada, para demonstrar classificações mais favoráveis, e desse modo, manter os emissores como clientes, o que pode prejudicar os investidores³⁵¹.

Segundo Cristina M. Benahan, a legitimidade da revisão externa dos títulos verdes é essencial, pois a lavagem verde pode ser detectada. Se a revisão não for feita de forma legítima, a prática ilícita pode-se perpetuar em outros títulos verdes³⁵². A Southern Power, empresa americana geradora de eletricidade, subsidiária da

³⁴⁹TALBOT, Kevin M. **What does “green” really mean:** how increased transparency and standardization can grow the green bond market. vol. 28., iss. 1., Art. 5., Villanova University Charles Widger School of Law Digital Repository, 2017.

³⁵⁰TROMPTER, Luke. **Green greed is good:** how green bonds cultivated into Wall Street’s environmental paradox. Washington-USA, Sustainable development law and policy brief, vol. XVII, n. 2, 12 p., mai./2017, Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2992926. Acesso em: 17 fev. 2020.

³⁵¹UNITED STATES SECURITIES AND EXCHANGE COMMISSION. **Annual report of nationally recognized statistical rating organizations**, 34p., dez. 2017. Disponível em: <https://www.sec.gov/ocr/reportspubs/annual-reports/2017-annual-report-on-nrsros.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2020.

³⁵²BANAHAN, Cristina M. **The bond villains of green investment:** why an unregulated securities market needs government to lay down the law. Vermont Law Review, 2019, vol. 43, iss. 4, p. 841-869. Disponível em: <https://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=0&sid=8cfa99d3-ff16-4f71-a457-3e7490657e2b%40pdc-v-sessmgr05&bdata=JnNpdGU9ZWRzLWxpdmU%3d#AN=137155724&db=a9h>. Acesso em: 24 fev. 2020.

Southern Company, emitiu títulos verdes, mas não obteve uma avaliação externa sobre credenciais ecológicas dos projetos de energia renovável, que envolvia milhões de dólares. Este procedimento põe em risco benefícios de investidores, e não oferece garantia de que os recursos estão sendo aplicados em projetos sustentáveis³⁵³.

A regulação de títulos verdes ao redor do mundo depende muito dos instrumentos financeiros criados por bancos multilaterais de desenvolvimento de cada país, que podem enfatizar três pilares em suas estruturas regulatórias, como a transparência, a prestação de informações, por meio dos relatórios, e a verificação, conforme o entendimento de Cristina M. Benahan. Regulamentações específicas sobre títulos verdes ainda são escassas³⁵⁴.

Ressalta-se a importância da vinculação entre a emissão do título verde e a destinação dos recursos à projeto sustentável, com impactos favoráveis ao meio ambiente, principalmente, redução de gases de efeito estufa. Para melhor transparência, e confiança dos investidores, os resultados ambientais a serem atingidos podem constar em relatório, na fase de pré-emissão dos títulos, assim como em relatório na fase de pós-emissão, especificamente, em relação à alocação dos recursos para os projetos selecionados, e à sua eficiência ambiental³⁵⁵.

Durante a Vigésima Quinta Conferência das Partes (COP25) no âmbito da Conferência-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima que ocorreu em 2019, em Madri, foi anunciado pelo Banco Mundial que haverá o lançamento de uma plataforma, para que o mercado de títulos verdes tenha mais transparência, pois reunirá informações sobre os títulos e seus relatórios, contendo informações como, por exemplo, impactos ambientais, recursos, metodologias utilizadas³⁵⁶.

³⁵³ENVIRONMENTAL FINANCE. **US power company issues second benchmark-sized green bond.** Disponível em: <https://www.environmental-finance.com/content/news/us-power-company-issues-second-benchmark-sized-green-bond.html>. Acesso em: 24 fev. 2020.

³⁵⁴BANAHAN, Cristina M. **The bond villains of green investment: why an unregulated securities market needs government to lay down the law.** Vermont Law Review, 2019, vol. 43, iss. 4, p. 841-869. Disponível em: <https://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=0&sid=8cfa99d3-ff16-4f71-a457-3e7490657e2b%40pdc-v-sessmgr05&bdata=JnNpdGU9ZWRzLWxpdmU%3d#AN=137155724&db=a9h>. Acesso em: 24 fev. 2020.

³⁵⁵UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Green finance: green bond directions.** Disponível em: https://unfccc.int/files/cooperation_and_support/financial_mechanism/application/pdf/sean_kidney.pdf. Acesso em: 24 fev. 2020.

³⁵⁶GUIMARÃES, Gabriela. SITAWI. Finanças do Bem. Rio de Janeiro (12/12/2019), **Plataforma trará maior transparência para o mercado de títulos verdes na América Latina e Caribe.** Disponível em: <https://www.sitawi.net/noticias/plataforma-trara-maior-transparencia-para-o-mercado-de-titulos-verdes-na-america-latina-e-caribe/>. Acesso em: 27 jan. 2020.

O primeiro título emitido pelo Brasil foi por meio do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), em 2017, no valor de 1 bilhão de dólares no mercado internacional, na Bolsa Verde de Luxemburgo. Os recursos, provenientes dos títulos, foram destinados a oito projetos, para o desenvolvimento de geração de energia eólica, que totalizaram 1.323 MW de capacidade instalada, o que corresponde uma projeção de 421.608 toneladas de CO₂ equivalentes evitadas ao ano, porém, o relatório de 2018 não aponta critérios claros de elegibilidade dos projetos. Com uma abordagem generalista, registram que as diretrizes do BNDES determinam, que toda concessão de apoio financeiro seja submetida a uma avaliação de impactos ambientais, sociais e financeiros, em conformidade com a legislação brasileira, especificamente ao licenciamento ambiental. Complementam que a lista de projetos verdes elegíveis foi aprovada pela Diretoria do BNDES, e havendo a necessidade de substituição de um projeto, deve-se obter a aprovação dos superintendentes das áreas de Energia; Gestão Pública e Socioambiental; e Financeira e Internacional³⁵⁷.

Informações sobre os critérios utilizados para escolha dos projetos, a metodologia, dados técnicos das áreas, principalmente, de energia, gestão pública e socioambiental, seriam essenciais para todos os envolvidos, inclusive para a sociedade. Todos serão beneficiados com os impactos de um projeto sustentável.

Verifica-se também neste relatório, que o viés econômico do título se sobressai aos vieses ambiental e social, quando diz: “[...] O pagamento de capital e juros sobre os títulos será feito com recursos gerais e não relacionado com o desempenho dos projetos verdes elegíveis”. O desempenho dos projetos deve ser sustentável, e refletir impactos ambientais, sociais e econômicos favoráveis a toda sociedade, e, particularmente, ao investidor que aplicou seus recursos³⁵⁸, e seguir os critérios e obrigações impostos pelo licenciamento ambiental.

³⁵⁷BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, **Green Bond Relatório Anual 2018**. 20p., 2018. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/14762/1/Relatorio%20Green%20Bond_portugues_P_BD.pdf. Acesso em: 27 jan. 2020.

³⁵⁸BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, **Green Bond Relatório Anual 2018**. 20p., 2018. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/14762/1/Relatorio%20Green%20Bond_portugues_P_BD.pdf. Acesso em: 27 jan. 2020.

Apesar do necessário aprimoramento quanto à transparência do relatório, houve desenvolvimento regional, em uma área carente de recursos, como a nordeste³⁵⁹, além da redução de gases de efeito estufa.

Importante destacar, que o relatório do BNDES³⁶⁰, assim como todos os outros relatórios de emissores de títulos verdes, se baseia em regras voluntárias de emissão, como os Green Bonds Principles, reconhecidas globalmente, como também em diretrizes dos bancos multilaterais, como Banco Mundial ou Banco Interamericano de Desenvolvimento. São diretrizes para aconselhar os procedimentos do mercado de título verde e como seus critérios e etapas podem ser desenvolvidas e registradas em relatórios. Não são obrigatórias e cada emissor pode seguir regras internas da instituição, o que dificulta a transparência quanto aos dados informados.

O desenvolvimento, implantado pelos títulos verdes, não pode se afastar da sustentabilidade, dando uma atenção maior para o aspecto econômico. Gerd Winter destaca que o conceito de sustentabilidade “deve ser focado na troca entre os seres humanos e a natureza e deveria representar o significado literal de *sustentabilidade*, isto é, uma humanidade suportada pela biosfera”³⁶¹. Se o projeto é viável economicamente e socialmente, pode não ser suportado pela natureza, portanto não deve ser selecionado, porque não é sustentável.

Segundo Ignacy Sachs, os projetos de desenvolvimento precisam ser bem concebidos, planejados e implementados, com base em conhecimentos especializados, como os de um ecólogo, que estuda as inter-relações entre os organismos e seus ambientes. As advertências dos especialistas sobre os prováveis efeitos nocivos de projetos sobre o meio ambiente, com frequência, não são seguidas pelos empreendedores, principalmente, quando envolve altos custos. Igualmente, os

³⁵⁹SIMAS, Moana; PACCA, Sergio. Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. São Paulo: **Estudos Avançados**, vol. 27, n. 77, p. 99-116, 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142013000100008&script=sci_arttext. Acesso em: 08 abr. 2020.

³⁶⁰BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Green Bond Relatório Anual 2018**. 20p., 2018. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/14762/1/Relatorio%20Green%20Bond_portugues_P_BD.pdf. Acesso em: 27 jan. 2020.

³⁶¹WINTER, Gerd. **Desenvolvimento sustentável, OGM e responsabilidade civil na União Europeia**. MACHADO, Paulo Affonso Leme; KISHI, Sandra Akemi Shimada (orgs.). Tradução: Carol Manzoli Palma. Campinas: Millennium Editora, 2009, p. 22.

impactos sociais de um projeto também são importantes pois podem afetar modos de vida de pessoas residentes no local³⁶².

Reconhece-se que os títulos verdes possuem limitações por serem um instrumento de eminente função econômica, porém por meio da seleção correta dos projetos e seu monitoramento, podem contribuir com o desenvolvimento sustentável, fomentar o biogás como fonte de energia renovável e reduzir os gases de efeito estufa.

³⁶²SACHS, Ignacy. **Rumo à ecossocioeconomia**: teoria e prática do desenvolvimento. VIEIRA, Paulo Freire (org.). Revisão: Maria de Lourdes de Almeida. São Paulo: Cortez, 2007, p. 44-45.

CONCLUSÃO

O desenvolvimento, tal como conduzido pelo ser humano, causou problemas sociais e ambientais graves, a ponto de despertar a atenção mundial e a necessidade da cooperação entre os países.

Garantir o bem-estar das gerações humanas, assim como de todos os seres vivos, deve ser considerado um objetivo a ser atingido pelos Estados, orientados pelo princípio da sustentabilidade. O progresso econômico e o social devem respeitar a integridade ecológica, para manter o meio ambiente sadio.

Um desenvolvimento sustentável, que está sendo buscado desde, marcadamente, 1972, quando se realizou a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano em Estocolmo, continua distante, diante dos desastres ambientais, do desequilíbrio ecológico, como mudanças climáticas.

O ser humano é espectador e ator da transformação do ambiente natural, na medida que se beneficia, mas também se prejudica, pela exploração sem limites, e, por consequência, polui o ambiente, extingue ecossistemas e destrói a camada de ozônio.

O Relatório Brundtland, elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, demonstrou um diagnóstico dos problemas globais ambientais e uma proposta de cooperação internacional para implantar políticas e ações, assim como foi estabelecido o conceito de desenvolvimento sustentável, como aquele, que satisfaz as necessidades das presentes gerações, sem comprometer a capacidade das gerações futuras em satisfazer suas próprias necessidades. Alguns problemas indicados neste Relatório foram a poluição ambiental, aquecimento global, crescimento urbano acelerado, mau uso de energia e serviços de manejo de resíduos e serviços sanitários deficientes. Estes problemas existem até hoje.

A importância, do não esgotamento dos recursos naturais renováveis e a necessária manutenção e a melhoria da capacidade da terra em produzir e regenerar recursos renováveis, foi destacado nos princípios 3 e 5 do Relatório Brundtland. O Relatório ressaltou a necessidade de diminuir o consumo de energia pela sociedade, como também o desenvolvimento de fontes renováveis de energia.

Destaca-se, entre as Conferências e documentos oficiais analisados, a Agenda 21, assinada no âmbito da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e

Desenvolvimento, que incentiva os países a internalizar políticas e ações sustentáveis, como o fomento de fontes de energia renovável e menos poluentes, se comparadas aos combustíveis fósseis. A destinação correta dos resíduos também foi discutida pela Agenda 21, que destacou a necessidade de uma gestão de resíduos, sua recuperação energética e diminuição das mudanças climáticas.

A Convenção-Quadro sobre Mudança do Clima, em 1992, também foi igualmente importante, pois enfatiza a necessidade da diminuição dos efeitos do aquecimento global, com a redução de gases de efeito estufa, para a promoção do desenvolvimento sustentável. Foram criados mecanismos de implementação, estabelecidos no Protocolo de Quioto, durante a Terceira Conferência das Partes, com destaque para o mecanismo de desenvolvimento limpo.

Na Conferência da Organização das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, em Nova York, em 2015, foi assinada a Agenda 2030, composta pelos objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS). Esses objetivos devem ser atingidos pelas nações até 2030, de acordo com suas capacidades. São exemplos das 169 metas contidas na Agenda 2030: aumento da participação das fontes renováveis de energia, aprimoramento da gestão de resíduos, diminuição do aquecimento global e parcerias globais e nacionais para implantar os objetivos do desenvolvimento sustentável. Neste mesmo ano, foi assinado o Acordo de Paris, na Vigésima Primeira Conferência das Partes, por meio do qual as nações se comprometeram a reduzir a emissão de gases de efeito estufa para diminuir os efeitos do aquecimento global.

Verifica-se que a busca de um desenvolvimento sustentável norteia as Conferências e seus documentos vinculativos, mas como analisa Klaus Bosselmann, o princípio da sustentabilidade conduz ao entendimento que toda a exploração de recursos naturais deve respeitar a integridade ecológica, pois a sociedade e a economia não sobrevivem sem a biosfera. Quando o ser humano não respeita a regeneração natural dos recursos, ou, por seus hábitos de produção e consumo, provoca impactos nocivos ao meio ambiente, pode ocasionar crises energéticas.

O biogás é uma fonte renovável de energia, que pode auxiliar a segurança energética do país, ao lado de outras fontes renováveis, diversificando a matriz energética brasileira. Aumenta a oferta de energia renovável para uma população crescente, que migrou fortemente para a zona urbana, no período da industrialização do país, e que possui hábitos de consumo insustentáveis na sociedade moderna.

De outro modo, o biogás é uma fonte de energia produzida a partir de resíduos e efluentes, que são potenciais poluentes, portanto é um produto que pode incentivar o correto tratamento e disposição desses resíduos, sendo considerado um vetor de melhoria ambiental das cidades. Dessa forma, o desenvolvimento do biogás, como fonte de energia sustentável, é tão importante para o setor de saneamento, como para o setor elétrico.

Os setores elétrico e de saneamento são desenvolvidos por meio dos serviços públicos, direcionados por um Estado Regulador. São realizadas concessão, permissão, e autorização, com a participação do setor privado, com a fiscalização estatal, através das agências reguladoras.

O Brasil tem um potencial grande para a produção de energia a partir do biogás, a partir de resíduos sólidos urbanos, uma vez que a maior parte da população se concentra em áreas urbanas e a fração orgânica dos resíduos é alta. A implementação da recuperação energética de resíduos favorece as Políticas Nacionais de Resíduos Sólidos, de Saneamento Básico, Mudanças Climáticas e Energética.

A recuperação energética de resíduos sólidos é considerada uma destinação ambientalmente adequada, pela Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos, uma vez que contribui para redução da poluição decorrente de resíduos e efluentes e reduz a emissão de gases de efeito estufa.

Para o fomento do biogás, como fonte energética renovável, existem os mecanismos de carbono, que são mecanismos financeiros e econômicos, previstos na Lei da política nacional de mudanças climáticas, relacionados à mitigação e à adaptação aos efeitos da mudança do clima, existentes no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e do Protocolo de Quioto, com base no desenvolvimento econômico-social com a proteção do sistema climático, em consonância com o desenvolvimento sustentável. Um exemplo é o mecanismo de desenvolvimento limpo.

As reduções certificadas de carbono provenientes do mecanismo de desenvolvimento limpo, criado pelo Protocolo de Quioto, sob a égide da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, efetivamente contribuíram para o desenvolvimento sustentável. Os projetos de MDL reduziram as emissões de gases de efeito estufa e, concomitantemente, reduziram a quantidade de resíduos, assim como utilizaram o substrato para a geração de eletricidade.

No tocante aos títulos verdes, são instrumentos do mercado de carbono igualmente, que podem auxiliar a implementação do Acordo de Paris e os objetivos do desenvolvimento sustentável contidos na Agenda 2030. Podem combater as mudanças climáticas, por meio do financiamento de investidores privados à projetos, desde que os recursos sejam destinados a ponto de garantir um futuro sustentável.

No Brasil, não há uma regulamentação específica sobre títulos verdes para prever os processos de pré-emissão, emissão e pós-emissão, como a finalidade vinculativa de investimento a um projeto sustentável.

Os títulos convencionais, eventualmente, podem ser destinados a projetos que tenham impactos positivos ao meio ambiente, o que deve constar na escritura de emissão. Os projetos de recuperação energética de resíduos podem ser financiados por títulos verdes.

As emissões dos títulos convencionais, como debêntures de infraestrutura e certificados de recebíveis imobiliários, que servem para implementar projetos de investimento prioritários, na área de infraestrutura ou de produção econômica intensiva em pesquisa, desenvolvimento e inovação, podem receber benefícios fiscais, desde que aprovados pelo procedimento de licenciamento ambiental, de acordo com a Lei da Política Nacional do Meio Ambiente. Esta lei não determina sanções às instituições financeiras que concedem benefícios irregularmente.

Igualmente a Resolução nº 4.327, de 25 de abril de 2014, do Banco Central do Brasil, não aponta sanções às instituições financeiras infratoras, apenas constam diretrizes sobre a responsabilidade ambiental de instituições financeiras e demais instituições autorizadas a funcionar pelo Banco Central do Brasil, em relação às suas atividades, serviços e produtos financeiros. A resolução determina a adoção de critérios e mecanismos para avaliação de risco quando ocorrerem operações relacionadas às atividades econômicas com maior potencial de causar danos socioambientais. O risco socioambiental é definido como sendo a possibilidade de ocorrência de perdas das instituições financeiras e demais instituições autorizadas a funcionar pelo Banco Central, decorrentes de danos ambientais.

Como forma de avançar e dar eficiência aos títulos verdes, a criação de uma regulamentação específica, com requisitos para emissões de títulos, critérios claros de elegibilidade de projetos sustentáveis e de seu monitoramento até a fase final, sanções para evitar conduta irregular de emissores, assim como de instituições

financeiras, que não favoreçam o meio ambiente, nem tampouco a redução de gases de efeito estufa, seria adequado.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma Técnica NBR 8419. 1992.** Disponível em: <http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-8.419-NB-843-Apresentac%C3%A3o-de-Projetos-de-Aterros-Sanitarios-RSU.pdf>. Acesso em: 24 de nov. 2019. ABNT. **NBR 10.004. 2004.** Disponível em: <https://analiticaqmcresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-residuos-Solidos.pdf>. Acesso em: 23 de nov. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E PLASTIVIDA INSTITUTO SÓCIO AMBIENTAL PLÁSTICOS. **Recuperação energética:** resíduos sólidos urbanos, 2012. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-caderno/>. Acesso em: 18 jan. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil (2018/2019).** 68 p. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2018-2019/>. Acesso em: 24 de nov. 2019.

ÁLVARES, Walter Tolentino. **Curso de direito da energia.** 1ª ed. Rio de Janeiro: Forense, 1978.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS CONSUMIDORES DE ENERGIA (ANACE). **Governo abre caminho para a geração de energia com queima do lixo.** São Paulo, 23 dez. 2019. Disponível em: <http://www.anacebrasil.org.br/noticias/governo-abre-caminho-para-geracao-de-energia-com-queima-do-lixo/>. Acesso em 30 jan. 2020.

BANAHAN, Cristina M. **The bond villains of green investment:** why an unregulated securities market needs government to lay down the law. Vermont Law Review, 2019, vol. 43, iss. 4, p. 841-869. Disponível em: <https://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=0&sid=8cfa99d3-ff16-4f71-a457-3e7490657e2b%40pdc-v-sessmgr05&bdata=JnNpdGU9ZWRzLWxpdmU%3d#AN=137155724&db=a9h>. Acesso em: 24 fev. 2020.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, **Green Bond Relatório Anual 2018.** 20p., 2018. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/14762/1/Relatorio%20Green%20Bond_portugues_P_BD.pdf. Acesso em: 27 jan. 2020.

BECHIOR, Germana Parente Neiva. **Fundamentos epistemológicos do direito ambiental.** 1ª ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2017.

BERTONCINI, Mateus Eduardo Siqueira Nunes; OIKAWA, Mariana Mendes Cardoso. O consumo consciente e a educação para o consumo como função social da empresa. **Revista Jurídica Unicuriitba**, v. 4, n. 33, p. 298-319, 2013. Disponível em: <http://revista.unicuriitba.edu.br/index.php/index/search/search?query=mateus+bertoncini&searchJournal=&authors=&title=&abstract=&galleyFullText=&suppFiles=&dateFromMonth=&dateFromDay=&dateFromYear=&dateToMonth=&dateToDay=&dateToYear=&dateToHour=23&dateToMinute=59&dateToSecond=59&discipline=&subject=&type=&coverage=&indexTerms=>. Acesso em: 29 mar. 2020.

BLANCHET, Luiz Alberto. Infraestrutura nacional e desenvolvimento sustentável. In: **Anais do I seminário ítalo-brasileiro em inovações regulatórias em direitos fundamentais, desenvolvimento e sustentabilidade e VI evento de iniciação científica UniBrasil**. DOTTA, Alexandre Godoy; HACHEM, Daniel Wunder; REIS, Luciano Elias (orgs.), Curitiba: Negócios Públicos, p. 26-41, 2011.

BLANCHET, Luiz Alberto. O serviço público de energia elétrica e o desenvolvimento: a sustentabilidade energética. In: **Direito econômico & socioambiental: por interconexões entre o desenvolvimento e sustentabilidade-Anais do Seminário de Integração do Programa de Pós-Graduação em Direito da Pontifícia Universidade Católica do Paraná**. GONÇALVES, Oksandro; FOLLONI, André; SANTANO, Ana Claudia (coords). Curitiba: Ithala, 2016.

BLANCHET, Luiz Alberto; SANTANO, Ana Claudia. O pré-sal e a formulação de políticas públicas com os recursos do petróleo: o dilema do desenvolvimento das instituições face à tentação da corrupção. **A&C-Revista de Direito Administrativo & Constitucional**. Belo Horizonte, v. 14, n. 58, p. 137-154, out./dez., 2014. Disponível em: <http://www.revistaaec.com/index.php/revistaaec/article/view/76/337> Acesso em: 10 abr. 2020.

BLEY JÚNIOR, Cícero. **Biogás: A energia invisível**. Curitiba: CIBiogás, 2ª ed., 2015 (e-book). Disponível em: <https://biblioteca.cibiogas.org/biblioteca/#!/publicacoes/detalhe/35>. Acesso em: 18 jan. 2020.

BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: o que é- o que não é**. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2012.

BOFF, Leonardo. A busca de um ethos planetário. **Perspectiva Teológica**, Belo Horizonte, vol. 40, n. 111, p. 165-179, mai./ago.2008. Disponível em: <http://faje.edu.br/periodicos/index.php/perspectiva/article/view/142>. Acesso em: 10 abr. 2020.

BOSELNANN, Klaus. **O princípio da sustentabilidade: transformando direito e governança**. Tradução: Phillip Gil França. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2015.

BRASIL. Banco Central do Brasil. **Resolução nº 4.327, de 25 de abril de 2014**. Disponível em: https://www.bcb.gov.br/pre/normativos/res/2014/pdf/res_4327_v1_O.pdf. Acesso em 08 abr. 2020.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 15 set. 2019.

BRASIL. **Decreto nº 99.274, de 06 de junho de 1990**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/Antigos/D99274.htm Acesso em: 25 mai. 2020.

BRASIL, Senado Federal. **Decreto Legislativo nº 01, de 03 de fevereiro de 1994**. Disponível em: <http://legis.senado.leg.br/norma/535014>. Acesso em: 24 mai. 2020

BRASIL. **Decreto nº 2.003, de 10 de setembro de 1996.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2003.htm. Acesso em: 15 fev. 2020.

BRASIL. **Decreto nº 2.652, de 01 de julho de 1998.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2652.htm Acesso em: 24 mai. 2020

BRASIL, **Decreto Legislativo nº 143, de 21 de junho de 2002.** Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decleg/2002/decretolegislativo-143-20-junho-2002-458771-convencao-1-pl.html>. Acesso em: 24 mai. 2020.

BRASIL. Senado Federal. **Decreto Legislativo nº 144, de 2002.** Disponível em: <http://legis.senado.leg.br/norma/570177>. Acesso em: 24 mai. 2020.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Decreto Presidencial, de 03 de fevereiro de 2004.** Disponível em: <https://www.mma.gov.br/ acessibilidade/item/576-decreto-presidencial-de-03-de-fevereiro-de-2004>. Acesso em: 24 mai. 2020.

BRASIL. **Decreto nº 5.051, de 19 e abril de 2004.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5051.htm. Acesso em: 24 mai. 2020.

BRASIL. **Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5163.htm. Acesso em: 15 fev. 2020.

BRASIL. **Decreto nº 5.445, de 12 de maio de 2005.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5445.htm Acesso em: 24 mai. 2020.

BRASIL. **Decreto-Legislativo nº 140, de 16 de agosto de 2016.** Disponível em: <http://legis.senado.leg.br/norma/588274>. Acesso em: 24 mai. 2020.

BRASIL. **Decreto nº 8.874, de 11 de outubro de 2016.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Decreto/D8874.htm. Acesso em: 25 mai. 2020.

BRASIL. **Decreto nº 8.892, de 27 de outubro de 2016.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/decreto/D8892.htm. Acesso em: 24 mai. 2020.

BRASIL. **Decreto nº 9.073, de 05 de junho de 2017.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/D9073.htm. Acesso em: 24 mai. 2020.

BRASIL. **Decreto nº 10.088, de 05 de novembro de 2019.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D10088.htm#art5. Acesso em: 24 mai. 2020.

BRASIL. **Decreto nº 10.179, de 18 de dezembro de 2019.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D10179.htmAcesso em: 24 mai. 2020.

BRASIL. **Lei nº 6.385, de 7 de dezembro de 1976.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6385compilada.htm. Acesso em: 05 abr. 2020.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm. Acesso em: 03 fev. 2020.

BRASIL. **Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8987cons.htm. Acesso em: 10 fev. 2020.

BRASIL. **Lei n. 9.074, de 07 de julho de 1995.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9074cons.htm. Acesso em: 04 de out. 2018.

BRASIL. **Lei n. 9.427, de 26 de dezembro de 1996.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9427cons.htm. Acesso em: 31 ago. 2019.

BRASIL. **Lei n. 9.478, de 6 de agosto de 1997.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9478.htm. Acesso em: 04 de out. 2018.

BRASIL. **Lei n. 9.986, de 18 de julho de 2000.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9986.htm. Acesso em: 04 de out. 2018.

BRASIL. **Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Lei/L10.848.htm. Acesso em: 15 fev. 2020.

BRASIL. **Lei nº 11.076, de 30 de dezembro de 2004.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Lei/L11076.htm. Acesso em: 05 fev. 2020.

BRASIL. **Lei nº 11.488, de 15 de junho de 2007.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11488.htm. Acesso em: 15 fev. 2020.

BRASIL. **Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L12187.htm. Acesso em: 02 fev. 2020.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 07 dez. 2019.

BRASIL. **Lei nº 12.431, de 24 de junho de 2011.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2011/Lei/L12431.htm. Acesso em: 25 mai. 2020.

BRASIL. **Lei nº 13.334, de 13 de setembro de 2016.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/L13334.htm. Acesso em: 25 mai. 2020.

BRASIL. **Lei estadual nº 19.500, de 21 de maio de 2018**. Paraná. Disponível em: http://portal.assembleia.pr.leg.br/modules/mod_legislativo_arquivo/mod_legislativo_arquivo.php?leiCod=51410&tplei=0&tipo=L. Acesso em: 25 mai. 2020.

BRASIL. **Portaria interministerial nº 274, de 30 de abril de 2019**. Disponível em: <http://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-interministerial-n%C2%BA-274-de-30-de-abril-de-2019-86235505>. Acesso em: 15 fev. 2020.

BRASIL. **Projeto de lei nº 513/2020**. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=F67A0A819ECF7C859129193620C33BE2.proposicoesWebExterno1?codteor=1862527&filename=PL+513/2020. Acesso em: 25 mai. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. **Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997**. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>. Acesso em: 03 fev. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, **Resolução CONAMA nº 316, de 29 de outubro de 2002**. Publicada em 20 de novembro de 2002. Alterada pela Resolução CONAMA nº 386, de 27 de dezembro de 2006. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=338>. Acesso em: 20 dez. 2019.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. Sistema de Nacional de Informações sobre Saneamento: **24ª Diagnóstico dos serviços de água e esgotos**. Brasília, 186 p., 2018/2019. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-agua-e-esgotos/diagnostico-dos-servicos-de-agua-e-esgotos-2018>. Acesso em: 10 jan. 2020.

BRASIL. Ministério da Economia. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD)**, 2015. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html>. Acesso em: 23 jan. 2020.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de energia elétrica do Brasil**, 2008. Disponível em: https://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876406/2008_AtlasEnergiaEletricaBrasil3ed/297ceb2e-16b7-514d-5f19-16cef60679fb. Acesso em: 24 de nov. 2019.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. **Balanco energético nacional 2019**: ano base 2018, Rio de Janeiro: EPE, 2019, p.15-16. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-377/topico-494/BEN%202019%20Completo%20WEB.pdf>. Acesso em: 30 de nov. 2019.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. **Informe Técnico 007, de 27 de dezembro de 2019**-Potencial Energético dos Resíduos Urbanos, Série SI Energia, p.10. Disponível em: <http://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-372/topico->

492/Informe%20T%C3%A9cnico%20EPE-DEA-007-19.pdf. Acesso em: 30 de nov. 2019.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. **Mecanismos de carbono**. Documento de apoio ao PNE 2050. 28 p., dez. 2018. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Nacional-de-Energia-2050>. Acesso em: 10 de jan. 2020.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. **Nota Técnica DEA 18/14**. Inventário Energético dos Resíduos Sólidos Urbanos. Rio de Janeiro, out. 2014. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-251/topico-311/DEA%2018%20-%20%20Invent%C3%A1rio%20Energ%C3%A9tico%20de%20Res%C3%ADduos%20S%C3%B3lidos%20Urbanos%5B1%5D.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2020.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. **Papel da biomassa na expansão da energia elétrica: estudos de longo prazo**. Dezembro, 2018. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-457/Biomassa%20e%20Expans%C3%A3o%20de%20Energia.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2020.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. **Plano decenal de expansão de energia 2029**. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/PDE%202029.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2020.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Estratégia nacional de implementação da NDC do Brasil**. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/component/k2/item/15137-discuss%C3%B5es-para-implementa%C3%A7%C3%A3o-da-ndc-do-brasil.html>. Acesso em: 26 jan. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente; Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Estudo sobre o potencial de geração de energia a partir de resíduos de saneamento (lixo, esgoto), visando incrementar o uso de biogás como fonte alternativa de energia renovável**, São Paulo, 56 p., nov. 2010. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/164/_publicacao/164_publicacao10012011033201.pdf. Acesso em: 30 jan. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21 Global**. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global>. Acesso em: 02 mar. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Acordo de Paris**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris>. Acesso em: 27 jul. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Participação da sociedade civil no processo de preparação da contribuição nacionalmente determinada do Brasil ao novo**

acordo sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Relatório Final. Disponível em: http://www.mma.gov.br/images/arquivos/clima/convencao/indc/Relatorio_MRE.pdf. Acesso em: 27 jul. 2018.

BRASIL. Ministério das Cidades. Probiogás. **Tecnologias de digestão anaeróbia com relevância para o Brasil:** substratos, digestores e uso de biogás. 1ª ed, 2015. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/probiogas/probiogas-tecnologias-biogas.pdf>. Acesso em: 25 de nov. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Declaração Final da Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio + 20):** o futuro que queremos. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/processos/61AA3835/O-Futuro-que-queremos1.pdf>. Acesso em: 15 set. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Capítulo 21:** manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos e questões relacionadas com os esgotos. Brasília, DF. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/item/681>. Acesso em: 03 jul. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Gestão de resíduos orgânicos.** Disponível em: <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/item/10615.html#o-que-sao-residuos-organicos>. Acesso em: 07 de dez. 2019.

BRASIL. **Os objetivos de desenvolvimento do milênio.** Disponível em: <http://www.odmbrasil.gov.br/os-objetivos-de-desenvolvimento-do-milenio>. Acesso em: 15 set. 2019.

BRUNDTLAND, Gro Harlem. **Nosso Futuro Comum.** Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. 2 ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.

BUCCI, Maria Paula Dallari. Notas para uma metodologia jurídica de análise de políticas públicas. In: FORTINI, Cristiana; ESTEVES, Julio Cesar dos Santos; DIAS, Maria Tereza Fonseca (org). **Políticas públicas:** possibilidades e limites. Belo Horizonte: Fórum, 2008.

BUTZKE, Arlindo. Os fundamentos ecológicos das questões ambientais na Constituição brasileira de 1988. **Revista Trabalho e Ambiente.** Caxias do Sul: EDUCS, v. 1, n. 1, p. 112, 2002.

CALSING, Renata de Assis. **O Protocolo de Quioto e o direito do desenvolvimento sustentável.** Porto Alegre: S.A. Fabris, 2005.

CAMARGO, Ana Luiza de Brasil. **Desenvolvimento sustentável:** dimensões e desafios. 2. ed. Campinas: Papyrus, 2005.

CERVI, Jacson Roberto; SCHMIDT, João Pedro. Intersecções entre a política nacional de meio ambiente, mudanças climáticas e energia: desafios e oportunidades. In: **Revista Direito e Justiça-Reflexões Sócio jurídicas.** Ano XVI, v. 14, n. 23, novembro 2014, p. 217-242. Disponível em:

<https://doaj.org/article/2272a5f5269e4bf78502d68b386d3525?gathStatIcon=true>. Acesso em: 01 abr. 2020.

CLIMATE BONDS INITIATIVE, **History**. Disponível em: <https://www.climatebonds.net/standard/about/history>. Acesso em: 26 jan. 2020.

CLIMATE BONDS INITIATIVE. **Green bond principles & climate bonds standard**. Disponível em: <https://www.climatebonds.net/market/best-practice-guidelines>. Acesso em: 22 fev. 2020.

CLIMATE BONDS INITIATIVE. **Waste management criteria: the climate bonds standard & certification scheme's waste management criteria**, 17p., dez. 2019. Disponível em: <https://www.climatebonds.net/files/files/Waste%20Management%20Criteria.pdf>. Acesso em 06 abr. 2020.

COELHO, Suani Teixeira; GARCILASSO, Vanessa Pecora; ESCOBAR, Javier F.; COLUNA, Naraisa; AMARAL, Alessandra C. Geração de eletricidade a partir da biomassa no Brasil, situação atual, perspectivas e barreiras. In: MOREIRA, José Roberto Simões (organizador). **Energias renováveis, geração distribuída e eficiência energética**. 1ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

CONFEDERATION OF EUROPEAN WASTE-TO-ENERGY PLANTS. **What about the ashes? Where do they go?** Disponível em: <https://www.cewep.eu/what-is-waste-to-energy/>. Acesso em: 18 jan. 2020.

CÓRDOBA, Rodrigo Eduardo. **Estudo do potencial de contaminação de lixiviados gerados em aterros de resíduos da construção civil por meio de simulações em colunas de lixiviação**. Tese de Doutorado apresentada no Programa de Pós-Graduação e Área de Concentração em Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2014. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-26052015-162328/publico/TESE_RODRIGO_E_CORDOBA.pdf. Acesso em: 07 de dez. 2019.

COSTA, Ricardo Cunha da; PRATES, Claudia Pimentel T. **O papel das fontes renováveis de energia no desenvolvimento do setor energético e barreiras à sua penetração no mercado**. Rio de Janeiro: BNDES Setorial, n.21, p. 5-30, fev. 2005. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2436/2/BS%2021%20O%20papel%20das%20fontes%20renov%C3%A1veis_P.pdf. Acesso em: 04 de out. 2018.

COSTALDELLO, Ângela Cássia. A propriedade privada, o urbanismo e as parcerias público-privadas: transformações e perspectivas. In: GUIMARÃES, Edgar (coord). **Cenários do direito administrativo: estudos em homenagem ao Professor Romeu Felipe Bacellar Filho**. Belo Horizonte: Fórum, 2004.

Declaração de Estocolmo sobre o ambiente humano. **Comissão de Direitos Humanos da USP**. Disponível em <<http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/Meio-Ambiente/declaracao-de-estocolmo-sobre-o-ambiente-humano.html>> Acesso em: 9 jan. 2020.

Declaração do Rio de Janeiro. **Estudos Avançados**, São Paulo, vol. 06, n. 15, p. 153-159, mai./ago.1992. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v6n15/v6n15a13.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2020.

DERANI, Cristiane. **Direito ambiental econômico**. 3ª ed. São Paulo: Saraiva, 2008.

DI PIETRO, Maria Sylvia. Regulação e legalidade. In: DI PIETRO, Maria Sylvia (coord.). **Direito regulatório: temas polêmicos**. 2ª ed. Belo Horizonte: Fórum, 2004.

DOWBOR, Ladislau. Alternativas inteligentes de uso de energia. In: **Energias renováveis no Brasil: desafios e oportunidades**. Santos, SP: Editora Brasileira de Arte e Cultura, 2011.

DYE, Thomas R. **Understanding public policy**. 14ª ed. Boston: Pearson, 2014.

ECKHART, Michael *et al.* **Renewables 2019 global status report**, Paris, 2019, p.17. Disponível em: https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr_2019_full_report_en.pdf. Acesso em: 30 de nov. 2019.

ELK, Ana Ghislane Pereira Van; CORRÊA, Leandro Rangel; RITTER, Elisabeth. Análise de recalques em longo prazo no vazadouro de Marambaia, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro. **Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES)**, Rio de Janeiro, v. 24, n.3, p. 547-557, mai/jun. 2019. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522019000300547. Acesso em: 02 fev. 2020.

ENVIRONMENTAL FINANCE. **US power company issues second benchmark-sized green bond**. Disponível em: <https://www.environmental-finance.com/content/news/us-power-company-issues-second-benchmark-sized-green-bond.html>. Acesso em: 24 fev. 2020.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE BANCOS. **Guia para emissão de títulos verdes no Brasil**. São Paulo, 52p., 2016. Disponível em: https://cmsportal.febraban.org.br/Arquivos/documentos/PDF/Guia_emissa%CC%83o_ti%CC%81tulos_verdes_PORT.pdf. Acesso em: 26 jan. 2020.

FENSTERSEIFER, Tiago. **Direitos fundamentais e proteção do ambiente: a dimensão ecológica da dignidade humana no marco jurídico-constitucional do Estado Socioambiental de Direito**. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2008.

FIORILLO, Celso Antônio Pacheco; FERREIRA, Renata Marques. **Curso de direito da energia**. 2ª ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

FISCHEDICK, M. *et al*, Industry (chapter 10). In: EDENHOFER, O. *et al.* (eds). **Climate change 2014: mitigation of climate change**. Contribution of working group III to the fifth assessment report of the intergovernmental panel of climate change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, United States. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_chapter10.pdf. Acesso em: 28 jan. 2020.

FOXX-HAZETEC. **Energia**. Disponível em: <http://haztec.com.br/solucoes-ambientais-completas/index.php/solucoes/unidades-de-recuperacao-energetica>. Acesso em: 30 jan. 2020.

FRANGETTO, Flávia Witkowski; GAZANI, Flavio Rufino. **Viabilização jurídica do mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) no Brasil: o Protocolo de Kyoto e a cooperação internacional**. São Paulo: Peirópolis, 2002.

FREITAS, Juarez. **Sustentabilidade: direito ao futuro**. Belo Horizonte: Fórum, 2019.

FREITAS, Juarez. Sustentabilidade e projetos de infraestrutura: para um quadro atraente de investidores. São Paulo: **Revista dos Tribunais** (Crise Econômica e Soluções Jurídicas), nº 3, 4 p., nov. 2015.

GABARDO, Emerson. **Interesse público e subsidiariedade**. Belo Horizonte: Fórum, 2004.

GELLER, Howard S. **Revolução energética: políticas para um futuro sustentável**. Tradução: Maria Vidal Barbosa. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2003.

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. Crise financeira, energia e sustentabilidade no Brasil. **Estudos Avançados**, v. 23 n. 65, p. 121-130, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v23n65/a09v2365.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2020.

GOLDEMBERG, José; COELHO, Suani Teixeira; PECORA, Vanessa. Perspectivas da utilização de biogás como fonte de energia. *In*: Org: BARROS FILHO, Omar L. de; BOJUNGA, Sylvia. **Potência Brasil: gás natural, energia limpa para um futuro sustentável**, 2008.

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. **Energia, meio ambiente & desenvolvimento**. 3ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2011.

GOVERNO DO BRASIL. **Brasil busca recursos para financiar preservação ambiental**. Brasília, 03 dez. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/meio-ambiente-e-clima/2019/12/cop-25-brasil-busca-recursos-para-financiar-preservacao-ambiental> Acesso em: 24 mai. 2020.

GRAU, Eros Roberto. **A ordem econômica na Constituição de 1988**. 15ª ed., São Paulo: Malheiros, 2012.

GUERRA, Sidney. Desenvolvimento sustentável nas três grandes conferências internacionais de ambiente da ONU: o grande desafio no plano internacional. *In*: GOMES, Eduardo Biacchi *et al* (orgs.). **Sustentabilidade, desenvolvimento e democracia**. Ijuí: Unijuí, 2010.

GUERRA, Sidney. **Resíduos sólidos: comentários à Lei 12.305/2010**. Rio de Janeiro: Forense, 2012.

GUIMARÃES, Gabriela. SITAWI. Finanças do Bem. Rio de Janeiro (12/12/2019), **Plataforma trará maior transparência para o mercado de títulos verdes na América Latina e Caribe**. Disponível em: <https://www.sitawi.net/noticias/plataforma->

trara-maior-transparencia-para-o-mercado-de-titulos-verdes-na-america-latina-e-caribe/. Acesso em: 27 jan. 2020.

INTERNACIONAL CAPITAL MARKET ASSOCIATION. **Green Bonds Principles**. Disponível em: <https://www.icmagroup.org/green-social-and-sustainability-bonds/green-bond-principles-gbp/#translations>. Acesso em: 26 jan. 2020.

INTERNACIONAL CAPITAL MARKET ASSOCIATION. **Princípios para títulos verdes 2017**: diretrizes de processo voluntário para emissão de títulos verdes. Tradução de: Clifford Chance. 8p., jun. 2017. Disponível em: <https://www.icmagroup.org/green-social-and-sustainability-bonds/green-bond-principles-gbp/>. Acesso em: 26 jan. 2020.

JUSTEN FILHO, Marçal. **O direito das agências reguladoras independentes**. São Paulo: Dialética, 2002.

KALOGIROU, Efstratios N. **Waste-to-energy technologies and global applications**. CRC Press: New York, 2018.

KUNZ, Ailton; STEINMETZ, Ricardo Luis Radis; AMARAL, André Cestonaro de. **Fundamentos da digestão anaeróbia, purificação do biogás, uso e tratamento do digestato**. Concórdia-SC: Sbera: Embrapa Suínos e Aves, 2019 (e-book). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1108617/fundamentos-da-digestao-anaerobia-purificacao-do-biogas-uso-e-tratamento-do-digestato>. Acesso em: 25 nov. 2019.

LABORATÓRIO DE INOVAÇÃO FINANCEIRA. **Títulos ODS**: comprometimento com o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro, p. 16, out./2019. Disponível em: <http://www.labinovacaofinanceira.com/wp-content/themes/enfold-child/pdf/LAB-GT-Impacto-Titulos-ODS-Comprometimento-com-o-Desenvolvimento-Sustentavel.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2020.

LACERDA, Jan Marcel de Almeida Freitas; VASCONCELOS, Sarah Delma Almeida; LUDWIG, Fernando Jose. O caso Belo Monte e a proteção interamericana dos direitos humanos: a reação do Estado Brasileiro. **Revista de Estudos Internacionais**. Paraíba, v. 10, n. 2, p. 128-152, 2019. Disponível em: <http://www.revistadeestudosinternacionais.com/uepb/index.php/rei/article/view/472> Acesso em: 24 mai. 2020.

LEITE, José Rubens Morato. **Dano ambiental**: do indivíduo ao coletivo extrapatrimonial. 4. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2011.

LEMOS, Patrícia Faga Iglesias. **Resíduos sólidos e responsabilidade civil pós-consumo**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2011.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito ambiental brasileiro**. 15ª ed. São Paulo: Malheiros, 2007.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. Princípios da política nacional de resíduos sólidos. **Revista do Tribunal Regional Federal da 1ª Região**, v. 24, n. 7, p. 25-33, jul. 2012. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/16037203.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2020.

MACHADO, Gleysson B. **Biodigestão Anaeróbia**. Virapura Training Center, 2017 (e-book).

MEDAUAR, Odete. **O direito administrativo em evolução**. 2ª ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2003.

MEDEIROS, Fernanda Luiza Fontoura de. **Meio ambiente: direito e dever fundamental**. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2004.

MELLO, Celso Antônio Bandeira de. **Curso de direito administrativo**. 33ª ed. São Paulo: Malheiros, 2016.

MILARÉ, Édis. **Direito do Ambiente: a gestão ambiental em foco: doutrina, jurisprudência, glossário**. 7ª ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2011.

MONTIBELLER FILHO, Gilberto. Ecodesenvolvimento e desenvolvimento sustentável: conceitos e princípios. **Revista Textos de Economia**. Florianópolis, v. 4, n. 1, p. 131-142, 1993. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/economia/article/view/6645>. Acesso em: 26 mar. 2020.

MORAES, Kamila Guimarães de *et al.* In: LEITE, José Rubens Morato (coord.). **Manual de direito ambiental**. São Paulo: Editora Saraiva, 2015.

MORAIS, José Mauro de. **Petróleo em águas profundas: uma história tecnológica da Petrobrás na exploração e produção offshore**. Brasília: IPEA: Petrobrás, 2013.

MORAIS, Josmaria Lopes de; SIRTORI, Carla; PERALTA-ZAMORRA, Patrício G. Tratamento de chorume de aterro sanitário por fotocatalise heterogênea integrada a processo biológico convencional. **Revista Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 20-23, jan./fev. 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422006000100005&script=sci_arttext&lng=pt. Acesso em: 16 fev. 2020.

MOREIRA, Helena Margarido; GIOMETTI, Analúcia Bueno dos Reis. **Protocolo de Quioto e as possibilidades de inserção do Brasil no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo por meio de projetos em energia limpa**. v. 30, n. 1, p. 9-47, jan./abr. 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-85292008000100001. Acesso em: 19 fev. 2020.

MOREIRA, José Roberto Simões; GRIMONI, José Aquiles Baesso; ROCHA, Marcelo da Silva. Energia e panorama energético. In: MOREIRA, José Roberto Simões (organizador). **Energias renováveis, geração distribuída e eficiência energética**. 1ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

NASCIMENTO NETO, José Osório do. **Políticas públicas e regulação socioambiental: governança, estratégias e escolhas públicas: energia e desenvolvimento em pauta**. Curitiba: Editora Íthala, 2017.

ODEBRECHT, CAMARGO CORRÊA; ANDRADE GUTIERREZ. **Relatório de impacto ambiental (RIMA): aproveitamento hidrelétrico Belo Monte**. 100 p. Mai.

2009. Disponível em: http://restrito.nortenergiasa.com.br/site/wp-content/uploads/2011/04/NE.Rima_.pdf. Acesso em: 24 mai. 2020.

OLIVEIRA, Adriano Santhiago. Modalidades e procedimentos simplificados no mecanismo de desenvolvimento limpo. *In: Alternativas energéticas sustentáveis no Brasil*. TOLMASQUIM, Mauricio Tiommo (coord.). Rio de Janeiro: Relume Dumará: COPPE: CENERGIA, 2004.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **A ONU e o meio ambiente**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>. Acesso em: 02 mar. 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **A ONU e a mudança climática**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/acao/mudanca-climatica/>. Acesso em: 29 jan. 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Agenda 2030**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 09 fev. 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Objetivo 6**: assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos e todas. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/ods6/>. Acesso em: 09 fev. 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Objetivo 7**: assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos e todas. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/ods7/>. Acesso em: 15 set. 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Objetivo 13**: tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/ods13/>. Acesso em: 09 fev. 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Objetivo 17**: fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/ods17/>. Acesso em: 09 fev. 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/agencia/onumeioambiente/>. Acesso em: 11 jan. 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento**. Disponível em: <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/our-focus.html>. Acesso em: 24 fev. 2020.

PAIVA, Iure; CASTRO, Nivalde de; LIMA, Antonio Pedro. **Aspectos teóricos e analíticos da segurança energética e os desafios do setor elétrico brasileiro**. Rio de Janeiro, n. 71, mai./2017. Disponível em: http://plone.ufpb.br/gesene/contents/documentos/publicacoes/26_tdse_71.pdf. Acesso em: 09 fev. 2020.

PALZ, Wolfgang. **Energia solar e fontes alternativas**. Curitiba-PR: Hemus, 2002.

PEREIRA, André S.; MAY, Peter H. Economia do aquecimento global. In: MAY, Peter H.; LUSTOSA, Maria Cecília; VINHA, Valéria da (orgs.). **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

PIMENTA, Mayana Flávia Ferreira; NARDELLI, Aurea Maria Brandi. **Desenvolvimento sustentável: os avanços na discussão sobre os temas ambientais lançados pela conferência das Nações Unidas sobre o desenvolvimento sustentável, Rio+20 e os desafios para os próximos 20 anos. Perspectiva**. Florianópolis, v. 33, n. 3p. 1257-1277, set./dez. 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/perspectiva/article/viewFile/28157/pdfa>. Acesso em: 02 mar. 2020.

PISANI JÚNIOR, Reinaldo. Tratamento Térmico de Resíduos Sólidos. In: SCHALCH, Valdir *et al* (orgs.). **Resíduos Sólidos: conceitos, gestão e gerenciamento**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019.

PREFEITURA DE NOVA IGUAÇU. **Nova Iguaçu inaugura usina de produção de energia do lixo**. Nova Iguaçu-RJ, 22 ago. 2019. Disponível em: <http://www.novaiguacu.rj.gov.br/semadetur/2019/08/22/nova-iguacu-inaugura-usina-de-producao-de-energia-do-lixo-2/>. Acesso em: 02 fev. 2020.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **Plataforma SEEG Brasil**. Disponível em: http://plataforma.seeg.eco.br/total_emission. Acesso em: 16 jan. 2020.

RAIZEN. **Relatório Anual 2018/2019**. São Paulo, 110p., jun. 2019. Disponível em: <https://www.raizen.com.br/relatorioanual/1819/pdf/raizen-RA20182019-pt.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2020.

RAIZEN. **Prospecto Preliminar de Distribuição Pública da 1ª (PRIMEIRA) e da 2ª (SEGUNDA) Séries da 2ª SEGUNDA) Emissão de Certificados de Recebíveis do Agronegócio da RB Capital**. São Paulo, 772p. Disponível em: http://www.b3.com.br/data/files/29/E7/38/CF/01B2D6100C22BFC6AC094EA8/RB_RAIZEN_PRELIMINAR.pdf. Acesso em: 05 fev. 2020.

REI, Fernando Cardozo Fernandes; GONÇALVES, Alcindo Fernandes; SOUZA, Luciano Pereira de. Acordo de Paris: reflexões e desafios para o regime internacional de mudanças climáticas. **Revista Veredas do Direito**. Belo Horizonte, v. 14, n. 29, p. 81-99- mai./ago. de 2017. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/f9ca/5a0328525ba38b6c2a19c250983db17ba8d9.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2020.

REIS, Lineu Belico dos; FADIGAS, Eliane A. F. Amaral; CARVALHO, Cláudio Elias. **Energia, recursos e a prática do desenvolvimento sustentável**. PHILIPPI JÚNIOR, Arlindo (coord.) 2ª ed. Barueri, SP: Manole, 2012.

RIBEIRO, Sérgio Vieira Guerreiro e TISI, Yuri Schmitke Almeida Belchior. **Projeto de planta de waste-to-energy no Brasil com alta eficiência mediante consumo de pequena quantidade de gás natural ou biogás**. Informe Técnico apresentado no XXIV Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica (SNPTEE). Curitiba, 2017. Disponível em:

<http://abren.abren.org.br/docs/Informe%20Te%CC%81cnico%20Waste-to-energy%20-%20Yuri%20e%20Sergio-rev.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2020.

ROCHA, Marcelo Theoto, Mudanças climáticas e mercado de carbono. In: SANQUETTA, Carlos Roberto; ZILIO, Marcos A.; CORTE, Ana Paula Dalla (eds). **Carbono: desenvolvimento tecnológico, aplicação e mercado global**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná/Instituto EcoPlan, 2006.

RODRIGUES FILHO, Saulo; LINDOSO, Diego Pereira; BURSZTYN, Marcel; NASCIMENTO, Carolina Gomes. O clima em transe: políticas de mitigação e adaptação no Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**. Ano 12, vol. 19, p. 74-90, jul/dez 2016. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/48874>. Acesso em: 02 abr. 2020.

ROSA, Luiz Pinguelli. Política energética, mudança do clima e crise econômica. In: **Energias renováveis no Brasil: desafios e oportunidades**. Santos, SP: Editora Brasileira de Arte e Cultura, 2011.

ROVERE, Emílio Lèbre La. Alternativas energéticas no Brasil: uma herança favorável. In: **Energias renováveis no Brasil: desafios e oportunidades**. Santos, SP: Editora Brasileira de Arte e Cultura, 2011.

SACHS, Ignacy. **Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir**. Tradução: Eneida Araújo. São Paulo: Vértice, 1986.

SACHS, Ignacy. **Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente**. Tradução: Magda Lopes. São Paulo: Studio Nobel: Fundação do Desenvolvimento Administrativo, 1993.

SACHS, Ignacy. Rumo a uma Moderna Civilização da Biomassa. In: **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. STROH, Paula Yone (org.). Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

SACHS, Ignacy. Pensando sobre o desenvolvimento na era do meio ambiente. In: **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. STROH, Paula Yone (org.). Tradução: José Lins Albuquerque Filho. Rio de Janeiro: Garamond, 2009, p. 47-61.

SACHS, Ignacy. A revolução energética do século XXI. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 21-38, jan./abr. 2007. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10204/11798>. Acesso em 17 jan. 2020.

SACHS, Ignacy. **Rumo à ecossocioeconomia: teoria e prática do desenvolvimento**. VIEIRA, Paulo Freire (org.). Revisão: Maria de Lourdes de Almeida. São Paulo: Cortez, 2007.

SANCHES, Luiz Antonio Mano Ugeda. A inclusão social e os desafios contemporâneos do setor elétrico brasileiro. In: **Regulação Jurídica do Setor Elétrico**. Org. Elena Landau. Lúmen Juris: 2006, p. 273.

SANCHES, Luiz Antonio Ugeda. **Curso de direito da energia: da história**, tomo I. São Paulo: Instituto Geodireito Editora, 2011.

SEGRETI, João Bosco; BITO, Nelson Satio. Crédito de carbono: um estudo de caso da empresa NovaGerar. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**. São Paulo, v. 8, n. 21, p. 82-91, maio/ago. 2006. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/947/94782109.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2020.

SENADO FEDERAL. Conferência Rio-92 sobre o meio ambiente do planeta: desenvolvimento sustentável dos países. **Jornal do Senado**. Disponível em: <http://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/rio20/a-rio20/conferencia-rio-92-sobre-o-meio-ambiente-do-planeta-desenvolvimento-sustentavel-dos-paises.aspx>. Acesso em: 15 dez. 2018.

SENADO FEDERAL. Resíduos sólidos: lixões persistem. **Revista Em Discussão**, ano 5, n. 22, p. 1-35, setembro de 2014. Brasília, DF. Disponível em: https://www12.senado.leg.br/emdiscussao/edicoes/residuos-solidos/@@images/arquivo_pdf/. Acesso em: 15 de set. 2019.

SHIHATA, Ibrahim F. I.; SHERBINY, Naiem A. Exame dos esforços de ajuda da OPEP: vinte e cinco anos de ajuda bilateral e multilateral dos membros da organização dos países exportadores de petróleo. **Finanças e Desenvolvimento (FGV)**, v. 6, n. 1, p. 17-20, mar. 1986. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/fdesenvolvimento/article/viewFile/62847/60960>. Acesso em: 17 jan. 2020.

SILVA, José Afonso. **Direito ambiental constitucional**. São Paulo: Malheiros Editores, 2007.

SILVA, Katia Cristina da Cruz; CONTRERA, Ronan Cleber. Biometanização (Digestão Anaeróbia da Matéria Orgânica). In: SCHALCH, Valdir *et al* (orgs). **Resíduos Sólidos: conceitos, gestão e gerenciamento**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019.

SILVA, Maria Beatriz Oliveira da. Obsolescência programada e teoria do decrescimento versus direito ao desenvolvimento e ao consumo (sustentáveis). **Revista Veredas do Direito**, v. 9, n. 17, p. 181-196, 2012. Disponível em: <http://revista.domhelder.edu.br/index.php/veredas/article/view/252/214>. Acesso em: 28 jan. 2020.

SILVA, Solange Teles da. Protocolo de Quioto e o mercado mundial de carbono. In: **O direito ambiental na atualidade: estudos em homenagem a Guilherme José Purvin de Figueiredo**. DANTAS, Marcelo Buzaglo; SÉGUIN, Elida; AHMED, Flávio. (coords.), Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2010.

SIMAS, Moana; PACCA, Sergio. Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. São Paulo: **Estudos Avançados**, vol. 27, n. 77, p. 99-116, 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142013000100008&script=sci_arttext. Acesso em: 08 abr. 2020.

SOARES, Fábio Rubens; COELHO, Suani Teixeira. Brazil-WTE incineration plant. In: **Municipal solid waste energy conversion in developing countries**. COELHO, Suani Teixeira; PEREIRA, Alessandro Sanches; BOUILLE, Daniel Hugo; MANI, Shyamala K.; RECALDE, Marina Yesica; SAVINO, Atilio Armando; STAFFORD, William H.L.(eds.). Amsterdam: Elsevier, 1 ed., 2019.

SOARES, Guido Fernando Silva. **A proteção internacional do meio ambiente**. São Paulo: Manole, 2003.

SOUZA, Gleici Donini de; RIBEIRO, Wagner Costa. Nova Gerar: experiência pioneira no Brasil no MDL. **Revista Cronos**. Natal-RN, v. 10, n.2, p. 15-34, jul/dez. 2009.

SOUZA, Julia Alves e; NACIF, Carolina de Castro; MENDONÇA, Douglas José; SOUZA, Jaíne Alves e; SILVA, Susy Naiara Alves da. Cláusulas do “modelo de escritura” brasileiro de emissão de debêntures: uma análise sob a ótica da teoria da agência. **Revista Observatório de la Economia Latinoamericana**, Brasil, 2016. Disponível em: <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/br/16/escritura.html>. Acesso em 06 abr. 2020.

TALBOT, Kevin M. **What does “green” really mean**: how increased transparency and standardization can grow the green bond market. vol. 28., iss. 1., Art. 5., Villanova University Charles Widger School of Law Digital Repository, 2017.

THEMELIS, Nikolas J.; BARRIGA, Maria Elena Diaz; ESTEVEZ, Paula; VELASCO, Maria Gaviota. **Guidebook for the application of waste to energy technologies in Latin America and The Caribbean**, Earth Engineering Center, Columbia University, New York- USA, jul. 2013. Disponível em: http://www.seas.columbia.edu/earth/wtert/pressreleases/Guidebook_WTE_v5_July25_2013.pdf. Acesso em: 18 jan. 2020.

THEMELIS, Nickolas J. e ULLOA, Priscila A. Methane generation in landfills. **Renewable Energy**, New York (USA), vol. 32, iss. 7, p. 1243-1257, june. 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148106001091>. Acesso em: 28 jan. 2020.

Tisi, Yuri Schmitke Almeida Belchior. **Waste-to-energy**: recuperação energética como forma ambientalmente adequada de destinação de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro: Synergia, 2019.

TOLMASQUIM, Maurício Tiommo. **Geração de energia elétrica no Brasil**. Rio de Janeiro: Interciência, 2005.

TOLMASQUIM, Maurício Tiommo. **Novo modelo do setor elétrico brasileiro**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Synergia, 2015.

TONANI, Paula. **Responsabilidade decorrente da poluição por resíduos sólidos**: de acordo com a Lei 12.305/2010-Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. 2ª ed. Rio de Janeiro: Forense. São Paulo: Método, 2011.

TROMPTER, Luke. **Green greed is good**: how green bonds cultivated into Wall Street’s environmental paradox. Washington-USA, Sustainable development law and policy brief, vol. XVII, n. 2, 12 p., mai./2017, Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2992926. Acesso em: 17 fev. 2020.

UNITED NATIONS ORGANIZATION. CDM. **Barueri energy CDM project activity.** Disponível em: <https://cdm.unfccc.int/Projects/DB/PJR%20CDM1352444247.47/view>. Acesso em: 03 fev. 2020.

UNITED NATIONS ORGANIZATION. CDM. **Brasil NovaGerar landfill gas to energy project.** Disponível em: https://cdm.unfccc.int/filestorage/X/3/9/X3960UPMFRT24SKIQ7C1ABLG8JYZWO/0008%203%20Revised%20PDD.pdf?t=Wm98cTU1NW13fDAQHIQrH17-_r_2UVmjNi3f. Acesso em: 03 fev. 2020.

UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Clean development mechanism: CDM methodology booklet.** ninth edition, 2017. Disponível em: https://cdm.unfccc.int/methodologies/documentation/1803/CDM-Methodology-Booklet_fullversion_04.pdf. Acesso em: 25 jan. 2020.

UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Climate action**, 2019. Disponível em: <https://www.un.org/en/climatechange/climate-action-areas.shtml>. Acesso em: 29 jan. 2020.

UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Forms.** Disponível em: https://cdm.unfccc.int/Reference/PDDs_Forms/index.html#reg. Acesso em: 01 fev. 2020.

UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Governance.** Disponível em: <https://cdm.unfccc.int/EB/governance.html>. Acesso em: 01 fev. 2020.

UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Green bonds.** Disponível em: <https://www.sdfinance.undp.org/content/sdfinance/en/home/solutions/green-bonds.html>. Acesso em: 24 fev. 2020.

UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Green bonds a low carbon economy driver after COP21.** Disponível em: <https://unfccc.int/news/green-bonds-a-low-carbon-economy-driver-after-cop21>. Acesso em: 26 jan. 2020.

UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Green finance: green bond directions.** Disponível em: https://unfccc.int/files/cooperation_and_support/financial_mechanism/application/pdf/sean_kidney.pdf. Acesso em: 24 fev. 2020.

UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Johannerburg Declaration of Sustainable Development.** Disponível em: https://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/English/POI_PD.htm. Acesso em: 02 mar. 2020.

UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Kyoto Protocol. Reference Manual.** On Accounting of Emissions and Assigned Amount. 2008. Disponível em: https://unfccc.int/sites/default/files/08_unfccc_kp_ref_manual.pdf. Acesso em: 15 jan. 2020.

UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Latest developments in carbon markets and policy.** Disponível em: <https://cdm.unfccc.int/filestorage/e/x/t/extfile-20190613103535054->

1.1_Carbon_market_update.pdf/1.1_Carbon%20market%20update?t=M3N8cTUyMXpyfDD_xS9tSO4WByb5g6FeMIFH. Acesso em: 01 fev. 2020.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA. **Organic waste management in Latin America: challenges and advantages of the main treatment options and trends** (2017). Disponível em: <http://abrelpe.org.br/onu-meio-ambiente-ingles/>. Acesso em: 24 de nov. 2019.

UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Project Cycle**. Disponível em: <https://cdm.unfccc.int/Projects/diagram.html>. Acesso em: 01 fev. 2020.

UNITED NATIONS ORGANIZATION. **Project Search**. Disponível em: <https://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html>. Acesso em: 02 fev. 2020.

UNITED NATIONS ORGANIZATION. Knowledge Platform. **Report of the world summit on sustainable development (WSSD)**. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/milestones/wssd>. Acesso em: 19 jan. 2020.

UNITED STATES SECURITIES AND EXCHANGE COMMISSION. **Annual report of nationally recognized statistical rating organizations**, 34p., dez. 2017. Disponível em: <https://www.sec.gov/ocr/reportspubs/annual-reports/2017-annual-report-on-nrsros.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2020.

VALLEJO, Luiz Renato. Ecodesenvolvimento e o mito do progresso. **Revista Terra Livre**, São Paulo, n. 4, p. 77-87, 1988. Disponível em: <http://www.agb.org.br/publicacoes/index.php/terralivre/article/viewFile/61/62>. Acesso em: 26 mar. 2020.

VEIGA, José Eli da. **A emergência socioambiental**. 2ª ed. São Paulo: Cortez, 2002.

VEIGA, José Eli da; ZATZ, Lia. **Desenvolvimento sustentável, que bicho é esse?** Campinas, SP: Autores Associados, 2008.

VIEIRA, Ana Elisa Tissi; CARVALHO, Pedro Ninô de. Os títulos verdes-green bonds e transição para economia de baixo carbono. In: SENHORAS, Eloi Martins (org.). **A produção do conhecimento interdisciplinar nas ciências ambientais**. Ponta Grossa/PR: Atena, 2020, cap. 12, p. 152-175. Disponível em: <https://www.finersistemas.com/atenaeditora/index.php/admin/api/artigoPDF/29839>. Acesso em: 05 abr. 2020.

VIOLA, Eduardo; FRANCHINI, Matias; RIBEIRO, Thais Lemos. **Sistema internacional de hegemonia conservadora: governança global e democracia na era da crise climática**. São Paulo: Annablume, 2013.

WEDY, Gabriel. Climate change and sustainable development in Brazilian Law. **Columbia Law School, Sabin Center for Climate Change Law**, 12 p., 2016. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2746195. Acesso em: 01 abr. 2020.

WIKIPÉDIA. **Saída dos Estados Unidos do Acordo de Paris**. Editada em 05 mar. 2020. Disponível em:

https://pt.wikipedia.org/wiki/Sa%C3%ADda_dos_Estados_Unidos_do_Acordo_de_ParisAcesso em: 24 mai. 2020.

WINTER, Gerd. **Desenvolvimento sustentável, OGM e responsabilidade civil na União Europeia**. MACHADO, Paulo Affonso Leme; KISHI, Sandra Akemi Shimada (orgs.). Tradução: Carol Manzoli Palma. Campinas: Millennium Editora, 2009.