

Energia Elétrica e Sustentabilidade

Jaqueline Oliveira Rezende
(Organizadora)



Atena
Editora

Ano 2018

JAQUELINE OLIVEIRA REZENDE

(Organizadora)

Energia Elétrica e Sustentabilidade

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E56	Energia elétrica e sustentabilidade [recurso eletrônico] / Organizadora Jaqueline Oliveira Rezende. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-85107-45-1 DOI 10.22533/at.ed.451180110 1. Desenvolvimento energético – Aspectos ambientais. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Energia elétrica. I. Rezende, Jaqueline Oliveira. CDD 338.4
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

O conteúdo do livro e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A sustentabilidade pode ser entendida como a capacidade de o ser humano utilizar os recursos naturais para satisfazer as suas necessidades sem comprometer esses recursos para atender as gerações futuras. Nesse contexto, a sustentabilidade está inter-relacionadas em diversos setores, sendo os principais o social, o ambiental e o econômico. Dessa forma, constitui um dos desafios da sociedade moderna o desenvolvimento sustentável que objetiva preservar o meio ambiente durante a realização de outras atividades.

A energia elétrica representa um dos principais pilares para o progresso econômico de uma nação e, conseqüentemente, para o atendimento de inúmeras necessidades da humanidade. Portanto, esse setor também tem se preocupado com a geração, a transmissão, a distribuição de energia elétrica e a construção de novos empreendimentos, como as usinas hidrelétricas, de maneira a preservar o meio ambiente. Logo, a Engenharia Elétrica tem apresentado significativas pesquisas e resultados de ações pautadas na sustentabilidade.

Neste ebook é possível notar que a relação da Engenharia Elétrica e a Sustentabilidade é de preocupação de diversos profissionais envolvidos nesse setor, sendo esses advindos da academia, das concessionárias de energia elétrica e do governo. Dessa forma, são apresentados trabalhos teóricos e resultados práticos de diferentes formas de aplicação da preservação do meio ambiente na engenharia elétrica.

Inicialmente são apresentados artigos que discorrem sobre o desenvolvimento sustentável e a sustentabilidade ambiental, custos ambientais em empreendimentos de geração de energia elétrica, recuperação ambiental, conservação da fauna, políticas administrativas e direcionamento de resíduos eletrônicos.

Em seguida, são descritos estudos sobre formas de geração de energia elétrica renováveis não convencionais, sendo apresentadas a energia eólica e a energia solar fotovoltaica. Essas formas de geração contribuem para o desenvolvimento sustentável, uma vez que geram energia elétrica utilizando recursos naturais não finitos, o vento na geração eólica e o sol na geração fotovoltaica.

Além disso, neste exemplar são expostos artigos que contemplam diversas áreas da engenharia elétrica, como redes smart grids, sistema de proteção, operação remota de usinas hidrelétricas, inteligência computacional aplicada a usina termelétrica, transformadores de potência, linhas de transmissão, tarifa horária, lâmpadas led, prevenção de acidentes em redes de média tensão e eficiência energética.

Jaqueline Oliveira Rezende

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
O PARADIGMA INTERDISCIPLINAR DO DESENVOLVIMENTO AMBIENTALMENTE SUSTENTÁVEL	
<i>Tiago Borga</i>	
<i>Rodrigo Regert</i>	
<i>Ludimar Pegoraro</i>	
CAPÍTULO 2	15
SUSTENTABILIDADE, RECICLAGEM E MEIO AMBIENTE: A RELEVÂNCIA DA LOGÍSTICA	
<i>Welleson Feitosa Gazel</i>	
<i>Wesley Gomes Feitosa</i>	
<i>Antônio Adriano Alves de Souza</i>	
<i>Jeremias Monteiro Vaillant Junior</i>	
<i>Maria de Nazaré Souza Nascimento</i>	
<i>Márcio Costa</i>	
<i>Marcos José Alves Pinto Junior</i>	
<i>Carlos Renato Montel</i>	
CAPÍTULO 3	32
A CONTRIBUIÇÃO DO SISTEMA DE CONTAS ECONÔMICAS E AMBIENTAIS PARA ESTIMAR OS CUSTOS AMBIENTAIS NOS EMPREENDIMENTOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	
<i>Adriana Maria Dassie</i>	
<i>José Eustáquio Diniz Alves</i>	
<i>David Montero Dias</i>	
CAPÍTULO 4	42
LEVANTAMENTO DOS IMPACTOS INERENTES À IMPLANTAÇÃO DE PCHS E IDENTIFICAÇÃO DO CUSTO DE OPORTUNIDADE NO RIO COXIM, MS, BRASIL	
<i>Thiago Oliveira Barbosa</i>	
<i>Poliana Ferreira da Costa</i>	
<i>Bruna Souza dos Santos</i>	
<i>Adriana Maria Güntzel</i>	
CAPÍTULO 5	57
MUDANÇAS CLIMÁTICAS E A AMPLIAÇÃO DAS SÉRIES DE DADOS DISPONÍVEIS, E AS POSSÍVEIS ALTERAÇÕES NO DIMENSIONAMENTO DE VERTEDORES	
<i>Marcos Vinicius Andriolo</i>	
CAPÍTULO 6	66
RECUPERAÇÃO SUSTENTÁVEL DO ENTORNO DE RESERVATÓRIOS DE HIDRELÉTRICAS: UM ESTUDO NA UHE CORUMBÁ IV	
<i>Jorge Santos Ribas Jr.</i>	
<i>José Roberto Ribas</i>	
<i>Tatiana Maria Soeltl</i>	
<i>André Nicolau Brylynskyi</i>	
CAPÍTULO 7	81
LT 500 KV ARA-TAU: COMO O LICENCIAMENTO AMBIENTAL PODE PROPICIAR A CONSERVAÇÃO DA ESPÉCIE AMEAÇADA <i>CALLITHRIX AURITA</i> (SAGUI-DA-SERRA-ESCURO)	
<i>Jéssica Motta Luiz Bom</i>	
CAPÍTULO 8	95
NOVAS DIMENSÕES DA GOVERNANÇA DO SETOR ENERGÉTICO BRASILEIRO	
<i>Fernando Amaral de Almeida Prado Jr.</i>	
<i>Ana Lúcia Rodrigues da Silva</i>	

CAPÍTULO 9	107
A GOVERNANÇA COMO INSTRUMENTO DE POLÍTICA PÚBLICA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL	
<i>Denise Pereira Barros</i>	
CAPÍTULO 10	120
O ACORDO DE PARIS E OS NOVOS CAMINHOS PARA A GESTÃO SOCIOAMBIENTAL: DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA AS EMPRESAS DO SETOR ELÉTRICO	
<i>Gustavo André Santana de Sá</i> <i>Pedro Magalhães Sobrinho</i>	
CAPÍTULO 11	133
OS CRITÉRIOS ENERGÉTICO-ECONÔMICOS UTILIZADOS NO PLANEJAMENTO DA EXPANSÃO DA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA: REFLEXÕES SOBRE ALGUNS MITOS E A NECESSIDADE DE UMA NOVA AGENDA	
<i>Luiz Claudio Gutierrez Duarte</i>	
CAPÍTULO 12	151
MITIGAÇÃO DO RISCO HIDROLÓGICO- LEILÃO DE COMPRA E VENDA DE ENERGIA NA MODALIDADE SWAP DA ELETRONORTE	
<i>Ivan Rezende</i> <i>Virginia Fernandes Feitosa</i> <i>João David Resende</i> <i>Dante de Castro Simplicio</i> <i>Rafael Capistrano dos Santos Stanzani</i> <i>Gervásio Nery De Albuquerque</i>	
CAPÍTULO 13	159
A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA COMO RESULTADO DO APROVEITAMENTO DO CAPITAL INTELECTUAL PROTEGIDO PELO DIREITO DA PROPIEDADE INTELECTUAL – UM VETOR DE AUMENTO DE RECEITA EM POTENCIAL	
<i>Fernando da Silva Jansen</i>	
CAPÍTULO 14	174
O CUSTO E A ESTRUTURA DE CAPITAL PARA A INDÚSTRIA DE ENERGIA ELÉTRICA BRASILEIRA: ASPECTOS METODOLÓGICOS E APLICAÇÕES	
<i>Luiz Claudio Gutierrez Duarte</i> <i>Washington Blanco</i>	
CAPÍTULO 15	188
GESTÃO DE CUSTOS EMPRESARIAIS NO NEGÓCIO TRANSMISSÃO	
<i>Ana Rita Xavier Haj Mussi</i> <i>Marcos Paulo Boaventura Severino Rezende</i>	
CAPÍTULO 16	202
GESTÃO E GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS PROVENIENTES DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS EM GARANHUNS-PE	
<i>Rosalva Raimundo da Silva</i> <i>José Romenik de Almeida</i> <i>Marcela Caroline S F Azevedo</i> <i>Maria Claudjane J. L. Alves</i>	
CAPÍTULO 17	213
METODOLOGIA PARA O PLANEJAMENTO DA EXPANSÃO CONSIDERANDO A INSERÇÃO DE GERAÇÃO EÓLICA EM LARGA ESCALA NA MATRIZ ELÉTRICA NACIONAL	
<i>Sérgio Pinheiro dos Santos</i> <i>Fernando Rodrigues Alves</i>	

*Antônio Roseval Ferreira Freire
Ronaldo Ribeiro Barbosa de Aquino
Otoni Nóbrega Neto
Pedro Alves de Melo*

CAPÍTULO 18 225

GRUPO GPT, GRUPO DE ESTUDO DE PRODUÇÃO TÉRMICA E FONTES NÃO CONVENCIONAIS
COMPARAÇÃO DE CÁLCULO DE PRODUÇÃO EÓLICA UTILIZANDO WASP, OPENWIND E WINDSIM EM
TERRENO COMPLEXO NA BAHIA, BRASIL

*Daniel Agnese Ramos
Vanessa Gonçalves Guedes
Angelo Alberto Mustto Cabrera
Sérgio Roberto Ferreira Cordeiro de Melo
Wady Abrahamo Cury Netto
Tulio Anselmo dos Santos Valentim*

CAPÍTULO 19 235

A INFLUÊNCIA, SOB O ASPECTO DE CURTO-CIRCUITO, DE GERADORES EÓLICOS NO SISTEMA
ELÉTRICO DE POTÊNCIA.

*Eloi Rufato Junior
Lucas Marino Bianchessi Sganzeta
William Da Veiga*

CAPÍTULO 20 247

PLATAFORMA DE AQUISIÇÃO E CONTROLE IOT INTEGRADO A SISTEMA DE GERAÇÃO
FOTOVOLTAICA

*Caio Castro Rodrigues
Joice Machado Martins
Layse Pereira do Nascimento
João Vitor Natal Silva Quincó Maciel
Otavio Andre Chase
José Felipe Souza de Almeida*

CAPÍTULO 21 258

DETERMINAÇÃO DE PROCESSOS PARA LEVANTAMENTO PRÁTICO DAS CURVAS
CARACTERÍSTICAS DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS

*Jaqueline Oliveira Rezende
Sebastião Camargo Guimarães Júnior*

CAPÍTULO 22 272

ANÁLISE DO PAYBACK DE UM GERADOR FOTOVOLTAICO EM UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR
NO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

*Samara Iasmim Schardong
Andréia Balz
Fábio Augusto Henkes Huppés
Mauro Fonseca Rodrigues*

SOBRE A ORGANIZADORA 283

O ACORDO DE PARIS E OS NOVOS CAMINHOS PARA A GESTÃO SOCIOAMBIENTAL: DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA AS EMPRESAS DO SETOR ELÉTRICO

Gustavo André Santana de Sá

UNESP, Departamento de Energia, Campus de Guaratinguetá
Guaratinguetá – SP

Pedro Magalhães Sobrinho

UNESP, Departamento de Energia, Campus de Guaratinguetá
Guaratinguetá – SP

RESUMO: No contexto da migração à economia de baixo carbono, as políticas socioambientais das empresas do setor elétrico vislumbram desafios na busca por investimentos para atingir as metas da NDC Brasil. Para enfrentar tais desafios as empresas contam com novas oportunidades de mercado e incentivos fiscais, como a captação de recursos via Green Bonds, o acesso aos fundos nacionais e internacionais como o Fundo Clima e o Green Climate Fund e o aporte de recursos via legislação de renúncia fiscal. Este IT apresenta dados da pesquisa de Mestrado em Engenharia de Energia realizada pelo autor através de um estudo de caso.

PALAVRAS-CHAVE: Mudanças Climáticas, Setor Elétrico Brasileiro, Gestão Socioambiental, Sociedade Civil, Economia de Baixo Carbono

ABSTRACT: In the context of migration to the low-carbon economy, the socio-environmental policies of companies in the electricity sector

face challenges in the search for investments to achieve the goals of NDC Brazil. In order to face these challenges, companies are faced with new market opportunities and tax incentives, such as fundraising via Green Bonds, access to national and international funds such as the Climate Fund and the Green Climate Fund, and the provision of resources through renunciation legislation Supervisor. This IT presents data from the Master's research in Energy Engineering carried out by the author through a case study.

KEYWORDS: Climate Change, Brazilian Electricity Sector, Socio-environmental Management, Civil Society, Low Carbon Economy

1 | INTRODUÇÃO

De acordo com a Norma Brasileira ABNT NBR ISO 26000:2010 – Diretrizes para Responsabilidade Social (ABNT, 2010), as emissões de gases de efeito estufa – GEE provenientes de atividades antrópicas, como o dióxido de carbono - CO₂, o metano- CH₄ e óxido nitroso - N₂O são, muito provavelmente, uma das causas das mudanças climáticas globais cujos impactos significativos vêm sendo observados nos ambientes natural e humano. Frente aos impactos mencionados, diversas nações do mundo vêm somando esforços para

diagnosticar, compreender, debater e propor ações de adaptação e mitigação às mudanças climáticas.

Como exemplo de iniciativa global, a 21ª Conferência das Partes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (em inglês UNFCCC) reuniu em dezembro de 2015, em Paris na França, governos de diversos países para buscar um acordo de impacto sobre as mudanças climáticas. Nesta conferência os países integrantes da UNFCCC, citados como **Partes**, elaboraram um documento formal que popularmente ficou conhecido como **Acordo de Paris** (MMA, 2016).

A respeito dos compromissos debatidos e estabelecidos pelo Acordo, cada um dos países foi instado a apresentar uma proposta para redução de emissões domésticas de GEE, chamadas de **Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada - NDC**, objetivando limitar o aumento da temperatura no globo terrestre (EPE, 2016). Conforme compromisso assumido pelo Brasil ao apresentar sua NDC ao Secretariado da UNFCCC em 2015, o país comprometeu-se a reduzir suas emissões de GEE em 37% até o ano de 2025 - em relação aos níveis de 2005 - e como contribuição indicativa subsequente, em reduzir as emissões de GEE em 43% até o ano de 2030 (MMA, 2016).

Figurando até 2013, como o segundo maior emissor de CO₂ do cenário Brasileiro (IEMA, 2015), o setor energético possui metas ambiciosas e desafiadoras na contribuição para o desenvolvimento sustentável e de combate às mudanças climáticas, principalmente relativas à produção e o uso da energia, conforme afirma o documento da Empresa de Pesquisa Energética - EPE intitulado de **O Compromisso do Brasil no Combate às Mudanças Climáticas: Produção e Uso de Energia**, publicado em Junho de 2016. Seguindo os moldes de países como a Finlândia, os maiores desafios do setor elétrico brasileiro para a sustentabilidade encontram-se no cumprimento das metas de redução das emissões de GEE, aumentar a fração de energia renovável na matriz energética e melhorar a eficiência dos sistemas interligados (SALVIA *et al*, 2016).

Segundo a EPE (2016), as soluções para alcançar as metas da NDC brasileira são possíveis e devem ir ao encontro com o que preconiza a Política Nacional de Mudança do Clima - PNMC, instituída pela Lei Federal 12.187/2009, (BRASIL, 2009) para o quesito econômico e tributário, citando que

para estimular a redução das emissões e remoção de GEE deverão incluir-se as alíquotas diferenciadas, as isenções, compensações e incentivos, a serem estabelecidos em lei específica.

Como resultado e frente aos desafios e incertezas que permeiam o tema, as soluções para o combate às mudanças climáticas deverão envolver não apenas a redução dos riscos que elas trazem, mas também as oportunidades em inovação tecnológica, competitividade econômica, preservação de recursos naturais e benefícios sociais (CEBDS, 2016).

Este artigo apresenta uma síntese da pesquisa e dissertação de mestrado do autor principal, na qual consta o estudo de caso de uma empresa do setor elétrico brasileiro e apresenta como resultado um protocolo para aplicação dos recursos oriundos da legislação tributária de renúncia fiscal em projetos socioambientais, pautado no diagnóstico das ações desta empresa e da legislação aplicável.

Além de fomentar o debate sobre as mudanças do clima, os desafios e as oportunidades para as empresas do setor elétrico, o informe técnico apresenta os mecanismos de parceria com as entidades da sociedade civil, enquanto tema incipiente no Brasil e tendência internacional, focando nos benefícios econômicos e socioambientais que tal interação poderá proporcionar no enfrentamento à emissão de GEE.

2 | OS PRINCIPAIS PONTOS DO ACORDO DE PARIS

O Acordo de Paris é um documento elaborado com o objetivo de fortalecer a resposta global à ameaça das mudanças climáticas e de reforçar a capacidade dos países em lidar com os impactos decorrentes dessas mudanças (MMA, 2016). Realizada no âmbito da UNFCCC, a 21ª Conferência das Partes - COP21 ocorreu em dezembro de 2015 em Paris na França e aprovado pelos 195 países membros para reduzir emissões de GEE no contexto do desenvolvimento sustentável. Dentre outras decisões, o compromisso do Acordo de Paris concentra-se em manter o aumento da temperatura média global limitado a 2°C, acima dos níveis pré-industriais, sendo desejável um limite de 1,5°C. Segundo o Acordo de Paris (MMA, 2016), os principais pontos de atenção e foco para as ações de mitigação e adaptação para combate às mudanças climáticas são:

- a. A meta a ser atingida pelas partes (países membros da UNFCCC) quanto à redução global de emissões de GEE é manter o aumento de temperatura abaixo de 2°C, mas com esforços para que não se ultrapasse os 1,5°C;
- b. O compromisso com as metas deverá ser assumido pelas partes através de ações que impactem a economia mundial, em especial quanto ao uso de combustíveis fósseis;
- c. Embora as Pretendidas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC) apresentadas não integrem o texto do Acordo, serão computadas em forma de Registro Público;
- d. Os artigos número 2 e 3 do Acordo apresentam a diferenciação entre países “ricos e pobres”, sendo a base para a diferenciação as possibilidades de cada país de reduzir voluntariamente as emissões de GEE;
- e. Estabeleceu-se para 2018 a primeira reunião de revisão do Acordo e a próxima para 2023, sendo as demais a cada cinco anos com foco nos processos de mitigação, adaptação, perdas e danos;
- f. Os países desenvolvidos não terão obrigação legal quanto à compensação de impactos em decorrência de eventos meteorológicos extremos, tidos como responsabilidade histórica;

- g. Quanto ao mercado e precificação do carbono, o Acordo define que a precificação tem caráter social, e nos próximos cinco anos, o tema será foco de novo debate;
- h. O Mecanismo de Desenvolvimento Sustentável (MDS) será o novo mecanismo flexibilizador de mercado, nos moldes do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), onde embora não definida, o Acordo cita que a aplicação será ampliada;
- i. Como forma de financiamento, os países desenvolvidos deverão liderar o processo de fomento aos projetos e programas para uma economia de baixo carbono dos países em desenvolvimento, através de investimentos mínimos da ordem de US\$ 100 bilhões/ano a partir de 2020;
- j. Os resultados de emissões de GEE deverão ser mensurados e publicados no mínimo a cada 2 anos, como forma de transparência nos financiamentos de projetos e programas de mitigação;
- k. Deverão ser disponibilizados incentivos para a redução das emissões por desmatamento e degradação, bem como para o manejo sustentável das florestas. (MMA,2016,__p).

3 | APLICAÇÃO DO ACORDO DE PARIS NO CONTEXTO DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

De acordo com dados do Ministério do Meio Ambiente – MMA (2016), as emissões globais de GEE encontram-se em 55 Gigatoneladas de carbono equivalente - GtCO_{2eq} (Giga toneladas de dióxido de carbono equivalente), sendo que pelo Acordo de Paris deverão ser reduzidas a 40GtCO_{2eq} até o ano de 2030. Ainda segundo o mesmo Ministério, o Brasil contribuiu com emissão de 2,04 GtCO_{2eq} no ano de 2005 e hoje tal emissão gira em torno de 1,4 GtCO_{2eq}. Mas a expectativa é que até 2025 - tendo como ano base 2005 - se obtenha redução de 37% nas emissões, reduzindo esse número para 1,03 GtCO_{2eq}, e para 2030, a redução prevista é de 43% ou 1,16 GtCO_{2eq}. A tabela 1 a seguir apresenta um resumo do cenário:

LOCAÇÃO	EMISSÕES TOTAIS DE GEE (CO _{2eq})	
	Atual (2016)	Previsão (2030)
GLOBAL	55 Giga toneladas	40 Giga toneladas
BRASIL	1,4 Giga toneladas	1,03 Giga toneladas

Tabela 1 – Emissões atuais e previsão para 2030.

Fonte: MMA, 2016

O Balanço Energético Nacional – BEN (EPE, 2016) revela que no ano de 2015 o total de emissões antrópicas associadas à matriz energética brasileira atingiu 462,3 MtCO_{2eq} (Mega toneladas de dióxido de carbono equivalente), sendo a maior parte das emissões, 194 MtCO_{2eq}, foi gerada no setor de transportes. A intensidade de carbono na economia foi de 0,17 kgCO₂/US\$. O referido balanço cita ainda que, a economia brasileira permanece 26% menos intensa em carbono que a economia

européia (em média), 51% menos do que a economia americana e 73% vezes menos do que a economia chinesa. Como informação relevante ao foco deste estudo, conforme tabela 2, o BEN 2016 menciona que o setor elétrico brasileiro emitiu 139,6 kg CO₂ para produzir 1 MWh (em média), sendo um índice muito baixo quando se estabelece comparações com países da União Européia, EUA e China.

ANO BASE DE 2015	
EMISSÕES DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA	462,3 MtCO _{2eq}
EMISSÕES DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO	139,6 kgCO ₂ / MW

Tabela 2 – Emissões da matriz brasileira e resumo das emissões do setor elétrico brasileiro.

Fonte: EPE, 2016

3.1 Desafios para as Empresas do Setor

No contexto que envolve as discussões sobre as Mudanças Climáticas, na COP 21 em Paris, tanto as ações quanto os indicadores das políticas socioambientais das empresas do setor elétrico estão fortemente ligados aos desafios na busca por investimentos para cumprimento das metas da NDC, principalmente àqueles ligados ao aumento da eficiência energética dos sistemas e o incremento das energias renováveis na matriz energética brasileira.

Frente às metas da NDC brasileira (MMA, 2015) o mercado de energia elétrica deverá intensificar o atendimento aos planos nacionais de adaptação e mitigação, somando esforços para que os índices socioambientais das empresas do setor adéquem-se às tendências internacionais, como por exemplo a mudança e ampliação do termo “Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL” para “Mecanismo de Desenvolvimento Sustentável – MDS. Em fase e conforme Miranda (2012), existe a necessidade de inserção da Análise do Ciclo de Vida - ASV nos cálculos da eficiência ecológica das plantas e sistemas de Geração e Transmissão - G&T, mostrando como tal abordagem é relevante para o planejamento energético que busque mitigar as emissões de GEE no cumprimento das metas da NDC.

Outro ponto de impacto para o setor está no fato de que com a redução brasileira nas taxas de desmatamento nos últimos 10 anos, o setor de energia passará a figurar entre os maiores contribuidores no rol das emissões de GEE, passando dos 11% das emissões em 2003 para 29% em 2013 (CEBDS, 2014). A tabela 3 apresenta o cenário de ampliação da capacidade instalada de geração elétrica por fonte até 2024, conforme o Plano Decenal de Energia – PDE 2024 (EPE, 2016).

CAPACIDADE INSTALADA DE GERAÇÃO ELÉTRICA NO SIN (GW)	2014	2019	2024
HIDRÁULICA	89,8	109	117
NUCLEAR	2	3,4	3,4
TÉRMICA	19,6	23,3	29,6
PCH+EÓLICA+BIOMASSA+SO-LAR	21,5	36,1	56,4
TOTAL	132,9	171,9	206,4

Tabela 3 – Ampliação da capacidade instalada de geração de energia elétrica por fonte até 2024

Fonte: Adaptado de PDE 2024

O quadro 1 apresenta uma síntese dos principais riscos e os impactos nos negócios do setor elétrico brasileiro conforme relatório do Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável – CEBDS do ano de 2014, intitulado “Riscos Climáticos: Como o Setor Empresarial está se adaptando?”, conforme segue:

SETOR ELÉTRICO: RISCOS E IMPACTOS NOS NEGÓCIOS	
FATOR DE RISCO	IMPACTO NOS NEGÓCIOS
Alterações físicas do clima Exemplos: mudanças nos padrões de precipitação e estiagens prolongadas	Redução na geração de energia hidrelétrica e/ou interrupção das operações.
Alterações físicas do clima Exemplos: mudanças nos padrões de precipitação e estiagens prolongadas	Perda de eficiência de torres de resfriamento em usinas térmicas e nucleares e conseqüente redução na qualidade do fluido devido à escassez hídrica.
Alterações físicas do clima Exemplos: mudanças nos padrões de precipitação	Assoreamento dos reservatórios em razão do aumento na intensidade das chuvas.
Alterações físicas do clima Exemplos: ciclones tropicais e tempestades	Danos à infra-estrutura de transmissão e distribuição e interrupção do fornecimento de energia elétrica.
Alterações físicas do clima Exemplos: ciclones tropicais e tempestades	Aumento de multas e processos devido à interrupção no fornecimento de energia.
Novas Regulamentações Exemplo: precificação de carbono	Elevação dos custos de operação das usinas térmicas.

Quadro 1 – Os fatores de risco e os impactos nos negócios do setor elétrico

Fonte: Adaptado de CEBDS 2014

3.2 Oportunidades para as Empresas do Setor

A busca pelas metas da NDC brasileira coloca as empresas do setor elétrico, assim como, os demais setores da economia brasileira, em um caminho de avaliação das novas possibilidades, dispositivos e tendências de mercado, o que inclui a captação de recursos via emissão de títulos verdes (os chamados Green Bonds), via fundos

nacionais de fomento às ações de adaptação e mitigação como o Fundo Nacional de Mudanças do Clima (criado pela Lei Federal 12.114/2009) e o desenvolvimento de parcerias com entidades da sociedade civil. Tais parcerias possibilitam ainda que as empresas tenham acesso aos fundos verdes internacionais, a exemplo do Global Environment Facility – GEF, bem como possam usufruir da legislação tributária que permite aporte de recursos a título de renúncia fiscal em ações sociais e ambientais, conforme preconiza a norma ABNT NBR ISO 26000 (ABNT, 2010). Ainda quanto aos fundos internacionais e planos de trabalho vinculados a UNFCCC é possível citar o Adaptation Fund, Least Developed Countries Fund, Climate Finance Portal, Fast-start Finance, Special Climate Change Fund e o Standing Committee on Finance (UNFCCC, 2016). Segundo o Acordo de Paris (MMA, 2016), em seu item 54, na seção de finanças

a Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes do Acordo de Paris, deve definir uma nova meta quantificada coletiva de um piso de US\$ 100 bilhões por ano, tendo em conta as necessidades e prioridades dos países em desenvolvimento.(MMA, 2016, __p).

Com relação às parcerias com as entidades da sociedade civil com qualificação de Organização da Sociedade Civil de Interesse Público - OSCIP pelo Ministério da Justiça (MJ, 2016), as empresas do setor elétrico têm a oportunidade de atualizar-se com relação às possibilidades do desenvolvimento de ações socioambientais com recursos oriundos de renúncia fiscal. Tais mecanismos, a exemplo da Lei Federal 9.249/95 (BRASIL, 1995), que permite que as empresas optantes pelo regime de lucro real na tributação possam destinar recursos de até 3,5% (2+1,5) de seu lucro operacional (LO) antes da dedução do IR e da CSLL, podem ser aplicados em projetos e programas socioambientais desenvolvidos através da parceria com as entidades da sociedade civil e centros educacionais de pesquisa, o que inclui projetos de eficiência energética e ações de combate às mudanças climáticas (atividades meio). A título de aplicação do referido mecanismo tributário, apresenta-se na Figura 1 um exemplo de recursos disponíveis para uma empresa de distribuição de energia elétrica do Brasil:

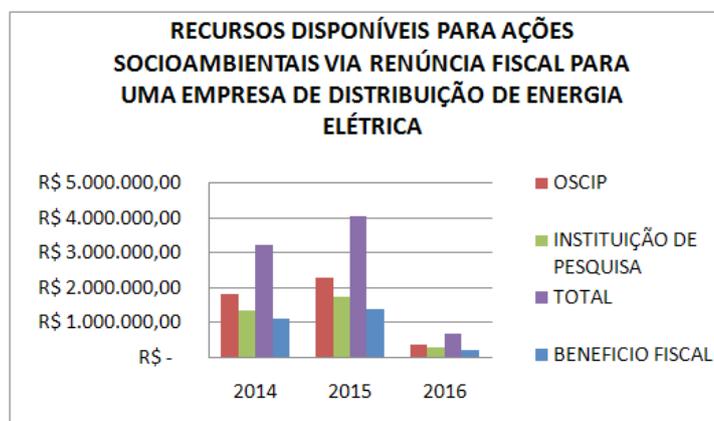


Figura 1 – Recursos disponíveis através de renúncia fiscal federal para uma empresa de distribuição de energia elétrica do Brasil

Fonte: Elaboração própria

O gráfico da Figura 1 retrata os valores disponíveis através do referido mecanismo de renúncia fiscal aplicado a uma empresa cujo lucro operacional do triênio foi de R\$ 228,581 milhões (até o 2º trimestre de 2016). O valor disponível no período a título de renúncia fiscal é de pouco mais de R\$ 8 milhões, sendo o benefício fiscal total equivalente a pouco mais de R\$ 2,8 milhões, o que representa em média 1,22% do lucro operacional total da empresa no triênio.

Quanto ao início das operações do mercado de títulos verdes no Brasil, um indicador de que o fortalecimento deste mercado e sua relação com as metas da NDC é uma realidade, encontra-se na iniciativa da Federação Brasileira de Bancos - FEBRABAN e do Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável - CEBDS em lançar o “Guia para Emissão de Títulos Verdes no Brasil” em Outubro de 2016. Nele, além do conceito, das tendências e do estágio de desenvolvimento do mercado internacional, há orientações para captação e aplicação em programas de adaptação e mitigação às mudanças do clima, tal como já fazem empresas como a BRF e a Suzano Papel e Celulose. Outra opinião de importante *player* do mercado financeiro é dada pelo Gerente Geral da Unidade de Negócios Sociais e Desenvolvimento Social do Banco do Brasil, Asclepius Ramatiz Lopes Soares (Soares, 2016). Em seu estudo, SOARES (2016) revela não somente um futuro de novos caminhos para o enfrentamento das emissões de GEE, mas também o comprometimento das maiores entidades financeiras do Brasil e do exterior ao afirmar que “o Banco do Brasil trabalho com a perspectiva de apoiar a organização do mercado nacional de Green Bonds e de parcerias com outras instituições financeiras e organismos internacionais, no sentido de desenhar estruturas que transponham os desafios e viabilizem o acesso aos capitais internacionais”.

A BRF, empresa do setor alimentício, emitiu Sênior Notes no valor total de EUR 500 milhões, com *rating* BBB e cupom de 2,75% em maio de 2015, tendo sido o primeiro Título Verde de uma empresa brasileira cujos recursos destinam-se ao financiamento de projetos com o objetivo de reduzir o consumo de água e eletricidade, diminuir emissões de GEE e reduzir a geração de resíduos (FEBRABAN, 2016). Ainda segundo a FEBRABAN (2016), a Suzano Papel e Celulose emitiu em julho de 2016 seus primeiros Títulos Verdes no valor de US\$ 500 milhões, com *rating* BB+ e cupom de 5,75%. A Suzano irá utilizar tais recursos para atividades de manejo das florestas da empresa (que possuem certificação de manejo florestal atestada), conservação, eficiência energética, tratamento de efluentes e projetos de energia renovável. Outro ponto de oportunidade consolidado é o incremento da representatividade de fontes renováveis de energia na matriz elétrica nacional, conforme apresentado pelo plano decenal de energia – PDE 2024 (EPE, 2016).

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com destaque para as questões que envolvem a regulação climática internacional e sua importância para o setor elétrico brasileiro, as respostas aos questionamentos

da metodologia proporcionam uma síntese dos principais desafios, incertezas e oportunidades do mercado de energia elétrica vinculadas ao Acordo de Paris. No que diz respeito à tal regulação o estudo apresenta os valores percentuais e brutos da NDC Brasileira, assim como uma visão do fator de risco e impacto nos negócios das empresas do setor. Tal visão insere a análise do ciclo de vida – ASV como ferramenta fundamental para os cálculos das emissões de GEE com impacto na eficiência ecológica dos sistemas de G&T das empresas, individualmente, enquanto pessoas jurídicas da relação cliente/empresa.

Além, dos desafios institucionais do setor elétrico frente à necessidade de melhoria na eficiência energética do Sistema Interligado Nacional – SIN e do incremento na participação das fontes renováveis na matriz energética nacional, outro ponto importante de atenção quanto ao Acordo de Paris é a mudança e ampliação do termo “Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL” para “Mecanismo de Desenvolvimento Sustentável – MDS”. Esta visão institucional da participação das empresas certamente irá lastrear as ações individuais de cada uma, pautadas na legislação nacional e demais decisões dos órgãos governamentais e demais atores do setor elétrico como o MME, ANEEL, EPE, OMS e CCEE.

Por outro lado, a pesquisa revela a existência de pontos positivos, no que tange a busca por recursos financeiros e “investimentos verdes” para o setor, a exemplo dos fundos internacionais para mudanças climáticas (o Adaptation Fund, o Least Developed Countries Fund, o Special Climate Change Fund e o Global Environment Facility), da captação de investimentos através da emissão de títulos verdes e da utilização de mecanismos de renúncia fiscal através de parcerias com as entidades da sociedade civil, todos relacionados aos índices econômicos e socioambientais das empresas do setor.

Na Figura 2 é possível observar os gastos provisionados para projetos e programas socioambientais e P&D da empresa de distribuição de energia elétrica citada:

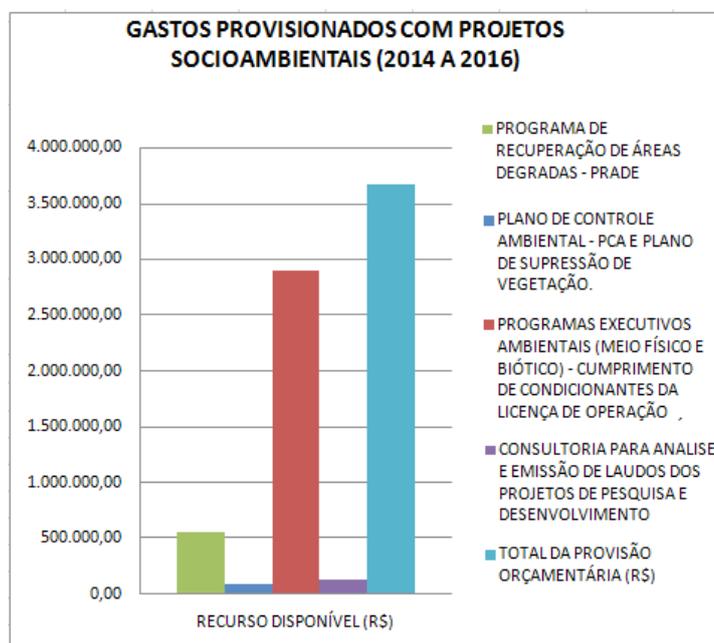


Figura 2 – Gastos provisionados pela gerencia socioambiental e P&D de uma empresa de distribuição de energia elétrica do Brasil

Fonte: Elaboração própria

O gráfico da Figura 2 indica que dos R\$ 3.673.987,28 (total da provisão orçamentária) provisionados para os projetos especificados de 2014 a 2016, a empresa aportaria R\$ 2.800.117,25 (equivalente aos 3,5% do lucro operacional no período de avaliação) através da referida legislação tributária federal de renúncia fiscal. Ao final do processo a empresa arcaria com R\$ 873.870,03 do total necessário ao desenvolvimento das ações socioambientais e P&D (*os não elencáveis pela legislação específica ligados à ANEEL, a título de complementares) o que representaria uma economia de 76% do total provisionado aos projetos especificados no triênio.

Tais desafios e oportunidades podem ser diretamente relacionados com o que consta no inciso V do § 1º do art. 225 da Constituição Federal (BRASIL, 1988) onde afirma-se que “para assegurar a efetividade do direito ao meio ambiente equilibrado, o Poder Público está incumbido à controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente”. Da mesma forma, relaciona-se como princípio 16 da Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ONU, 1992), que indica que “as autoridades nacionais devem promover a internalização dos custos ambientais e o uso de instrumentos econômicos, tendo em vista a abordagem segundo a qual o poluidor deve arcar com o custo da poluição, com a devida atenção ao interesse público e sem provocar distorções no comércio e nos investimentos internacionais”.

5 | CONCLUSÃO

Com foco no Acordo de Paris e conforme consta em um dos mais importantes documentos que relacionam as mudanças climáticas à economia global, o Relatório Stern (STERN, 2006), o desenvolvimento de tecnologias de baixo carbono no setor de energia deverá expandir cerca de 20 vezes ao longo dos próximos 40-50 anos para estabilizar as emissões, exigindo novos olhares e práticas para o desenvolvimento e a implementação de novas tecnologias.

Dessa forma e frente aos desafios e oportunidades avaliados neste estudo, pode-se concluir que o setor elétrico brasileiro deverá aprimorar os mecanismos positivos já praticados, bem como buscar por novas oportunidades que potencializem o cumprimento das metas da NDC e assim consolidem um caminho para a economia de baixo carbono. As ferramentas positivas apresentadas neste estudo, para fortalecer o enquadramento das empresas do setor, estão intimamente ligadas ao caráter da captação de recursos e fomento aos programas e projetos de mitigação e adaptação das mudanças climáticas. Contudo, é necessário que estudos futuros avaliem, também, outras ações potencializadoras quanto às propostas de melhoria nos padrões

de cálculo das emissões de GEE. Um grande exemplo seria a afirmação de que “as emissões de GEE de Pequenas centrais hidrelétricas - PCHs podem ser consideradas desprezíveis e, ainda, que a bioeletricidade possui um balanço neutro de emissões de CO₂, uma vez que o carbono resultante da queima é o mesmo absorvido no processo de fotossíntese”, notando-se que a elaboração do PDE 2024 pela Empresa de Pesquisa Energética não leva em consideração o mecanismo de análise do ciclo de vida (ASV) no cálculo das emissões de GEE.

Desta forma, este estudo também propõe como pesquisa futura uma avaliação técnica mais ampla da importância da inserção da ASV nos cálculos das emissões de GEE, tanto individualmente pelas empresas, quanto institucionalmente pelo setor, avaliação esta a ser refletida nos relatórios governamentais como os planos decenais de energia (PDEs). Outra sugestão para estudo é a avaliação da potencialidade da norma ABNT NBR ISO 26000 (ABNT, 2010) frente às demandas do Acordo de Paris, principalmente no que tange a questão do lastro da responsabilidade social na cadeia de fornecedores versus a necessidade de inserção da ASV no cálculo das emissões de GEE.

Ainda, visto que os mecanismos que regularão o fundo verde (a ser criado no âmbito do Acordo de Paris) ainda serão debatidos amplamente na COP 22 e 23 até se tornem efetivas, destaca-se a necessidade de realizar estudos abrangendo a atualização do tema até um momento adequado em que este possa ser caracterizado como parte integrante da realidade industrial. Sempre em sintonia com o tema captação de recursos, os estudos futuros deverão atualizar constantemente a situação do mercado de Green Bonds (oferta, demanda, câmbio), dos processos de fomento via Fundo Nacional de Mudanças do Clima e dos fundos internacionais que apóiam iniciativas de combate à emissão de GEE como o Adaptation Fund, o Least Developed Countries Fund, o Special Climate Change Fund e o Global Environment Facility, principais fontes de fomento no âmbito da UNFCCC.

REFERÊNCIAS

ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Norma Técnica ABNT NBR ISO 26000:2010, Diretrizes sobre Responsabilidade Social. Primeira Edição, 2010, Distribuição Gratuita. Disponível em: <http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/arquivos/%5Bfield_generico_imagens-filefield-description%5D_65.pdf>, acesso em: 11 out. 2016.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>, acesso em: 11 nov. 2016.

BRASIL. **Lei Nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009**. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm>, acesso em: 11 out. 2016.

BRASIL. **Lei Nº 12.114, de 09 de dezembro de 2009**. Cria o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, altera os arts. 6º e 5º da Lei no 9.478, de 6 de agosto de 1997, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L12114.htm>, acesso

em: 11 de out. 2016.

BRASIL. **Lei Nº 9.249, de 26 de dezembro de 1995.** Altera a legislação do imposto de renda das pessoas jurídicas, bem como da contribuição social sobre o lucro líquido, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9249.htm>, acesso em: 16 set. 2016.

CEBDS. **Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável.** Riscos Climáticos: Como o Setor Empresarial está se adaptando? Disponível em:<http://cebds.org/wp-content/uploads/2015/11/Gerenciamento-Clima-Completo_Final.pdf>, acesso em: 25 out. 2016.

EPE. **Empresa Brasileira de Pesquisa Energética.** O Compromisso do Brasil no Combate às Mudanças Climáticas: Produção e Uso de Energia – Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/NT%20COP21%20ndc.pdf>>, acesso em: 25 de out. 2016.

EPE. **Empresa Brasileira de Pesquisa Energética.** Plano Nacional de Expansão de Energia 2024 – Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/PDEE/Relat%C3%B3rio%20Final%20do%20PDE%202024.pdf>>, acesso em: 25 de out. 2016.

EPE. **Empresa Brasileira de Pesquisa Energética.** Balanço Energético Nacional – BEN 2016 – Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/>>, acesso em: 25 out. 2016.

FEBRABAN. **Federação Brasileira de Bancos.** Guia para Emissão de Títulos Verdes no Brasil. Disponível em:< https://cmsportal.febraban.org.br/Arquivos/documentos/PDF/Titulos%20Verdes%20%20Guia%20Febraban%20CBDS%20-%20vConsulta%20Publica_final.pdf>, acesso em: 25 de out. 2016.

IEMA. **Instituto de Energia e Meio Ambiente.** Evolução das emissões de gases de efeito estufa no Brasil (1970-2013): setor de energia e processos industriais. Disponível em:<https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/seeq.tracersoft.com.br/wp-content/uploads/2015/08/energia_industria_2015.pdf>, acesso em: 25 out. 2016.

MIRANDA, M.M. de. **Fator de emissão de gases de efeito estufa da geração de energia elétrica do Brasil: implicações da aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida.** 162 f. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. 2012.

MMA. **Ministério do Meio Ambiente.** Acordo de Paris. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris>>, acesso em: 11 out. 2016.

MMA. **Ministério do Meio Ambiente.** Plano Nacional de Adaptação à Mudança Do Clima. Vol I, Estratégia Geral. Disponível em:< http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80182/PNA_Volume%20I.pdf>, acesso em 25 out. 2016.

MMA. **Ministério do Meio Ambiente.** NDC Brasileira: versão em português. Disponível em:<http://www.mma.gov.br/images/arquivos/clima/convencao/ndc/BRASIL_ndc_portugues.pdf. 2015>, acesso em: 25 out. 2016.

MJ. **Ministério da Justiça.** Qualificação de Entidades como Organizações da Sociedade Civil de Interesse Público – OSCIP. Disponível em:< <http://www.justica.gov.br/central-de-atendimento/entidades/oscip>>, acesso em: 15 set. 2016.

ONU. **Organização das Nações Unidas.** Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Disponível em:< <http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/rio92.pdf>>, acesso em: 15 out. 2016.

SALVIA, A. L. et al. **Desafios na aplicação da sustentabilidade no setor elétrico brasileiro.** IX EGEPE - Encontro de Estudos Sobre Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas. Passo Fundo, RS, 16 a 18 de Março de 2016.

SOARES, A. R. L. **Green Bonds: mercado do futuro**. Disponível em: <[http://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/imprensa/n/53641/Estudo:%20Green%20Bonds:%20mercado%20do%20futuro#/>, acesso em: 05 nov. 2016.](http://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/imprensa/n/53641/Estudo:%20Green%20Bonds:%20mercado%20do%20futuro#/)

STERN, N. **The Economics of Climate Change. 2006**. Disponível em: <http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/destaques/sternreview_report_compl_ete.pdf>. Acesso em: 10 out. 2016.

UNFCCC. **United Nation Framework Convention on Climate Change**. Conferência, “Conferência das Partes, Vigésima Primeira Sessão, Adoção do Acordo de Paris”. Paris, França, 30 nov. a 11 dez. 2015.

SOBRE A ORGANIZADORA

Jaqueline Oliveira Rezende Possui graduação em Engenharia Elétrica, com certificado de estudos em Engenharia de Sistemas de Energia Elétrica e mestrado em Engenharia Elétrica, ambos pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Atualmente é aluna de doutorado em Engenharia Elétrica, no Núcleo de Dinâmica de Sistemas Elétricos, pela Universidade Federal de Uberlândia. Atuou como professora nos cursos de Engenharia Elétrica e Engenharia de Controle e Automação. Tem realizado pesquisas em Sistemas de Energia Elétrica, dedicando-se principalmente às seguintes áreas: Energia Solar Fotovoltaica; Curvas Características de Painéis Fotovoltaicos; Dinâmica de Sistemas Elétricos; Geração Distribuída; Simulação Computacional; Algoritmo Genético.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-85107-45-1

