



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE
E BIOTECNOLOGIA DA REDE BIONORTE**



**A FORMAÇÃO DE QUADROS PROFISSIONAIS PARA O
DESENVOLVIMENTO DE CT&I:
A EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO PERSPECTIVA**

CRISTIANE ROQUE DE ALMEIDA

**Palmas - TO
2022**

CRISTIANE ROQUE DE ALMEIDA

**A FORMAÇÃO DE QUADROS PROFISSIONAIS PARA O
DESENVOLVIMENTO DE CT&I:
A EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO PERSPECTIVA**

Tese de doutorado apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede BIONORTE, na Universidade Federal do Tocantins, como requisito parcial para a obtenção do Título de Doutora em Biodiversidade e Biotecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Emerson Adriano Guarda
Co-orientadora: Profa. Dra. Suyene Monteiro da Rocha

**Palmas-TO
Fevereiro/2022**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

- A447f Almeida, Cristiane Roque de.
A formação de quadros profissionais para o desenvolvimento de CT&I : a Educação Ambiental como perspectiva . / Cristiane Roque de Almeida. – Palmas, TO, 2022.
212 f.
- Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Pós-Graduação (Doutorado) em Biodiversidade e Biotecnologia, 2022.
Orientador: Emerson Adriano Guarda
Coorientadora : Suyene Monteiro da Rocha
1. Educação Ambiental. 2. CT&I. 3. Meio ambiente. 4. Desenvolvimento. I. Título

CDD 660.6

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

CRISTIANE ROQUE DE ALMEIDA

**A FORMAÇÃO DE QUADROS PROFISSIONAIS PARA O
DESENVOLVIMENTO DE CT&I:
A EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO PERSPECTIVA**

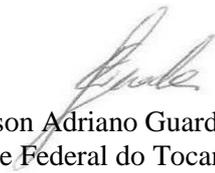
Tese de doutorado apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede BIONORTE, na Universidade Federal do Tocantins, como requisito parcial para a obtenção do Título de Doutora em Biodiversidade e Biotecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Emerson Adriano Guarda

Co-orientadora: Profa. Dra. Suyene Monteiro da Rocha

Aprovada em: 25/02/2022

Banca examinadora



Prof. Dr. Emerson Adriano Guarda (Orientador)
Universidade Federal do Tocantins - UFT
Presidente



Profa. Dra. Suyene Monteiro da Rocha (Co-orientadora)
Universidade Federal do Tocantins - UFT



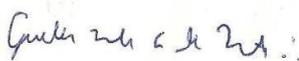
Profa. Dra. Helaine Cristine Gonçalves Pires
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA|
Examinadora



Profa. Dra. Luciana Cordeiro de Souza Fernandes
Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP
Examinadora



Profa. Dra. Maria do Perpétuo Socorro Rodrigues Chaves
Universidade Federal do Amazonas – UFAM
Examinadora



Prof. Dr. Guilherme Nobre L. do Nascimento
Universidade Federal do Tocantins - UFT
Examinador

Em memória de meu pai, *José Alves de Almeida*,
por todo apreço que nutria pela natureza.
Para *Neuza Alves*, minha sogra (*in memoriam*),
que me acolheu como filha e
me ensinou sobre o valor da vida e da família.

AGRADECIMENTOS

Uma tese é uma produção solitária. Produto da dedicação a uma ideia que surge, muitas vezes confusa, e vai sendo remodelada até atingir sua forma “final”. Um final que pode também, por outro olhar, significar um (re)começo, uma nova guinada, fruto do amadurecimento pessoal e intelectual que proporciona.

Metade do meu percurso foi em plena pandemia. Nesse caminhar, algumas pessoas atuaram, de perto ou longe, como aquele apoio tão necessário nos dias de maior cansaço e angústia, em que a parada era obrigatória. A todas devo enorme gratidão!

Incomensurável talvez seja a palavra que mais se aproxime do apoio que recebi da professora Dra. Suyene Monteiro da Rocha, ao longo de todo o caminho, como co-orientadora incansável desse esforço interpretativo. Devo ressaltar os desafios que nos foram impostos na pandemia pela intersecção de nossos papéis de mulheres, pesquisadoras, mães, donas-de-casa... Estamos cansadas, mas, quero crer, mais fortes!

Ao meu orientador, professor Dr. Emerson Adriano Guarda, devo gratidão por todo o apoio e zelo, por acreditar em mim e me dar um voto de confiança para a realização dessa tarefa. Em sua pessoa, agradeço a todos os demais profissionais, docentes e técnicos do PPG Bionorte e da Universidade Federal do Tocantins-UFT. Extensivamente, um agradecimento especial para meus colegas da turma de 2018, pelos bons momentos vividos juntos e pelas aprendizagens compartilhadas.

Aos meus companheiros de trabalho, professores e técnicos do Curso de Direito da UFT/Palmas, muita gratidão pelo encorajamento para que eu vencesse essa importante etapa da carreira acadêmica. Sintam-se abraçados por este trabalho que, espero, se reverta em bons frutos para minha atuação docente daqui por diante.

Ainda do ponto de vista institucional, agradeço à Secretaria da Educação, juventude e esportes do Estado do Tocantins – SEDUC/TO, que, por meio da Unidade Técnica de Meio Ambiente e Saúde – UTEMAS, possibilitou acesso aos dados necessários e que enriqueceram a pesquisa.

Entre os encontros que a vida me proporcionou ao longo do percurso de readequações do projeto de tese, devo destacar a importância de uma audiência com a professora Dr^a Berenice Feitosa da Costa Aires (*in memoriam*), quando era Secretária Executiva da Educação Municipal em Palmas-TO e me acolheu, ouviu minhas ideias e me apresentou novas possibilidades de

leituras do meu objeto de investigação, dentre elas sua própria tese de doutoramento, que me ampliou sobremaneira o olhar. Sinto por sua partida precoce e por não poder apresentar-lhe os resultados influenciados por aqueles poucos minutos tão ricos de conversa. Igualmente sinto pelo passamento da amiga Juscéia Aparecida Veiga Garbelini (*in memoriam*), colega da UFT e Secretária da Educação Municipal de Palmas à época, e que nos proporcionou esse encontro, a partir do qual as ideias fluíram em outro rumo. Que Deus, em sua infinita bondade, permita que minha gratidão as alcance em pensamento.

Aos amigos, ah... O que dizer? Não existem palavras capazes de expressar minha gratidão. Também existe o risco de tentar nomeá-los todos em tão curto espaço e “deixar alguém para trás”. Por isso, de forma representativa, destacarei aqui, pela presença constante em minha vida, minhas amigas-irmãs do Norte, Rayssa Carneiro e Elaine Cleto, às quais agradeço pela companhia, pela motivação constante, pelo carinho com que me auxiliaram em cada momento de esgotamento. Vocês e suas famílias são vida em minha vida! Ao amigo Rogério Marquezan, agradeço pela partilha sempre lúcida nos momentos de maior tensão, mas também pela leveza da companhia que, mesmo no distanciamento pandêmico, reavivou o valor das amizades para além da luta laboriosa pela vida.

À minha mãe Abelita Roque, minhas irmãs Luziane Aparecida Roque e Joelma Roque, minhas sobrinhas Janaína e Larissa, meu cunhado Jaime e aos meus sobrinhos, André Luiz e Antônio José, agradeço pelas trocas a distância, que se tornaram momentos de refúgio na saudade. Passando a tese e refreando a pandemia, brindaremos à vida juntos novamente!

Por último, mas não menos importante, agradeço imensamente ao meu marido Jeziel Alves e aos meus filhos Natanael Paulo, Ana Beatriz e Raul Carlos, por serem o porto seguro, o apoio mais direto em mais esta longa jornada de minha vida profissional. Especialmente ao meu primogênito, Natanael, que em 2020, no curso de seus 18 anos de vida, debateu comigo a reelaboração do projeto de tese. Sua percepção de jovem me disse muito sobre a educação e a escola e me fez acreditar ainda mais na importância da equidade no acesso às oportunidades de desenvolvimento do senso crítico. Agradeço-o por lançar luz no meu olhar limitado sobre o mundo.

Que os momentos furtados do convívio familiar e fraterno sejam ressignificados tanto pelo esforço da elaboração da tese quanto pelo enfrentamento dos desafios postos pela pandemia, que aqui se imbricaram mostrando que o que importa é viver. Que sejamos mais vida uns para os outros no porvir.

ALMEIDA, Cristiane Roque de. **A formação de quadros profissionais para o desenvolvimento de CT&I: a educação ambiental como perspectiva**. 2022. 212f. Tese (Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia) - Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2022.

RESUMO

Esta pesquisa foi desenvolvida a partir do entendimento da relação dialética entre natureza e sociedade. Meio ambiente, CT&I, desenvolvimento e educação foram imbricados na abordagem dos fundamentos das políticas públicas como instrumentos de promoção de direitos por meio da ação dos governos, ao se analisar a importância da Educação Ambiental escolar como um *ativo* para a formação científica na Educação Básica. Inserida na educação formal, a Educação Ambiental é considerada um espaço formativo ímpar para o desenvolvimento do senso crítico, da criatividade, da reflexividade e da integração de saberes necessários ao diálogo do conhecimento científico com outras formas de “ler” o mundo. Nesse sentido, questionou-se acerca da existência (ou não) de pontos de interseção entre as Políticas Públicas de Educação Ambiental, Educação Básica e de CT&I no Brasil, e em específico no Estado do Tocantins, que possibilitem a Educação Ambiental, enquanto estratégia governamental, ser uma perspectiva à composição futura de quadros para o SNCTI. Trata-se de um estudo de caso, em que a política de Educação Ambiental é delimitada como “unidade-caso” de forma intencional no contexto de uma pesquisa indutiva, aplicada quanto à sua finalidade e de natureza quali-quantitativa quanto aos dados levantados, que articula diferentes metodologias em torno de uma investigação que envolve dois desafios contemporâneos: o desenvolvimento da CT&I e a conservação ambiental. Os resultados encontrados permitem demonstrar que a Educação Ambiental pode vir a ser uma perspectiva para a formação de futuros profissionais para atuação no setor de ciência e tecnologia, desde que, considerando-se seus princípios e objetivos, sejam envidados esforços em um conjunto de políticas públicas que atuem sincronicamente para elevar o conjunto capacitário da população como um todo, com reflexos para a apreciação, valorização e reconhecimento da ciência e da tecnologia como um fator de desenvolvimento sustentável. Assim, promover a interface entre as políticas públicas relacionadas à educação e educação ambiental no contexto da revisão das estratégias de CT&I para a efetivação do SNCTI deverá ser meta para um país que se quer próspero. A formação de recursos humanos para áreas estratégicas de inovação não pode ficar à mercê de incertezas, tendo-se em vista a complexidade das dinâmicas sociais, políticas e econômicas que desafiam a criação de soluções para os problemas socioambientais contemporâneos, o que requer direcionamento das políticas com vistas a dimensionar o peso de uma agenda efetiva e robusta de formação que permita ao país se posicionar melhor no futuro.

Palavras-chave: Educação Ambiental; Formação científica; Pesquisa e Desenvolvimento; Políticas públicas; Sustentabilidade.

ALMEIDA, Cristiane Roque de. The formation of professional staff for the development of ST&I: environmental education as a perspective. 2022. 212f. Thesis (PhD in Biodiversity and Biotechnology) - Federal University of Tocantins, Palmas, TO-Brazil, 2022.

ABSTRACT

This research was developed from the understanding of the dialectical relationship between nature and society. Environment, ST&I, development, and education were imbricating on approach to the fundamentals of public policies as an instrument of promotion of rights through the action of governments, by analyzing the importance of school environmental education as an asset for scientific training in Basic Education. Inserted in formal education, Environmental Education is considered a unique formative space for the development of critical sense, creativity, reflexivity, and the integration of knowledge necessary for the dialogue of scientific knowledge with other ways of "reading" the world. In this sense, it is either about the existence (or not) of points of intersection between the Public Policies of Environmental Education, Basic Education and ST&I in Brazil, and in the State of Tocantins, which enable Environmental Education, as a governmental strategy, if ra perspective to the future composition of frameworks for the SNCTI. This is a case study, in which the policy of Environmental Education is delimited as a "unit-case" intentionally in the context of an inductive research, applied in relation to its purpose and of a qualitative-quantitative nature as to the data collected, which articulates different methodologies around an investigation that involves two contemporary challenges: the development of ST&I and environmental conservation. The results found allow us to demonstrate that the Environmental Education may become a perspective for the formation of future professionals to work in the science and technology sector, provided that, considering its principles and objectives, efforts are made in a set of public policies that act synchronously to raise the capacitating set of the population as an all, with reflections for the appreciation, appreciation and recognition of science and technology as a factor of sustainable development. Thus, promoting the interface between public policies related to education and environmental education in the context of the review of ST&I strategies for the implementation of the SNCTI should be a goal for a country that wants to be prosperous. Human resources training for strategic areas of innovation cannot be at the mercy of uncertainty, in view of the complexity of social, political and economic dynamics that challenge the creation of solutions to contemporary socio-environmental problems, which requires the direction of the policy with a view to sizing the weight of an effective and robust training agenda that allows the country to position itself better in the future.

Keywords: Environmental Education; Scientific training; Research and Development; Public policies; Sustainability.

LISTA DE FIGURAS, GRÁFICOS, QUADROS E TABELAS

Introdução	
Esquema 1 - Estrutura de análise da tese: Políticas públicas e perspectivas à formação científica na EB a partir da EA	26
Capítulo 1	
Quadro 1 - Principais eventos da ONU sobre o Meio Ambiente Humano e Desenvolvimento – de 1972 a 2015	32
Figura 1 - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável - ODS	40
Mapa 1 - Espécies ameaçadas e espécies ameaçadas endêmicas de cada bioma	43
Capítulo 2	
Esquema 2 - A prática bioprospectiva	61
Figura 2 - Planta do Laboratório Criativo Cupuaçu-Cacau, unidade móvel que levará inteligência artificial, sensores digitais, impressoras 3D e drones a comunidades ribeirinhas do Pará.	73
Figura 3 - Biofábrica da cadeia do cacau e do cupuaçu	74
Capítulo 3	
Figura 4 - Articulação da Política de CT&I com as principais políticas e a integração entre os atores	84
Figura 5 - Principais atores do SNCTI	85
Quadro 2 - Dispendio nacional em ciência e tecnologia (C&T), pesquisa e desenvolvimento (P&D) e atividades científicas e técnicas correlatas (ACTC) (em bilhões, valores de 2017) por atividade, 2000-2017	87
Quadro 3 - Distribuição percentual dos dispêndios dos governos estaduais por região, 2017, em milhões	88
Tabela 1 - Alunos matriculados e titulados de mestrado e doutorado, 2010-2018	90
Gráfico 1 - CNPq - Total de bolsas-ano (1) concedidas no país e no exterior, 2000-2017	91
Gráfico 2 - CAPES - Bolsistas de pós-graduação no exterior por grandes áreas, 2000-2018	92
Esquema 3 - O SNCTI como eixo estruturante da Política de CT&I	102
Capítulo 4	
Tabela 2 - Jovens de 15 a 17 anos de idade na escola em 2018, 2019 e 2020	110
Tabela 3 - Jovens de 15 a 17 anos de idade matriculados e fora da escola no Brasil - 2019 e 2020	111
Tabela 4 - TOCANTINS, REGIÃO NORTE E BRASIL: Porcentagem de estudantes com aprendizagem adequada no Saeb (Rede total) 2019	113
Tabela 5 - Ideb - metas e resultados gerais	113
Gráfico 3 - Comportamento esperado para a trajetória do Ideb ao longo dos anos	114
Quadro 4 - Ideb – Resultados e metas	115
Figura 6 - Porcentagem de alunos acima do nível considerado adequado pelo Movimento Todos pela Educação – Regiões e unidades federativas – 2017	116
Infográfico 1 - Projeções de jovens na Universidade	118
Tabela 6 - Pessoas ocupadas em trabalhos informais (por regiões) e taxa de desocupação	119
Tabela 7 - Posição do Brasil no PISA em 2018 entre os 79 países participantes	121

Quadro 5 - Situação do Brasil no PISA no contexto da América do Sul	122
--	------------

Capítulo 5

Esquema 4 - Formas de abordagem dos temas contemporâneos	141
Figura 7 - Temas contemporâneos transversais na BNCC	142
Tabela 8 - Resultado da busca pelas categorias analíticas estabelecidas para a análise	146

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABC	Academia Brasileira de Ciências
ABMES	Associação Brasileira de Mantenedoras de Ensino Superior
ABS	<i>Access and Benefit-Sharing</i>
ANA	Avaliação Nacional de Alfabetização
BNC	Base Nacional Comum de formação de professores
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
BPBES	Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos
C&T	Ciência e Tecnologia
Capes	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBPF	Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas
CDB	Convenção sobre Diversidade Biológica
CF/88	Constituição Federal Brasileira de 1988
CGEE	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
CIEA	Comissão Interinstitucional de Educação Ambiental
CNE	Conselho Nacional de Educação
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
COEMA	Conselho Estadual de Meio Ambiente
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONFAP	Conselho Nacional das Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa
CT&I	Ciência, Tecnologia e Inovação
CTA	Centro Técnico de Aeronáutica
DCNEA	Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental
DEPDI	Departamento de Popularização e Difusão da Ciência e Tecnologia
DETER	Sistema de detecção de desmatamento em tempo real
DGP	Diretório de Grupos de Pesquisa
DOE	Diários Oficiais do Estado
EA	Educação Ambiental
EB	Educação Básica
EDS	Educação para o Desenvolvimento Sustentável
ENCTI	Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação
EVC	Enciclopédia Virtual do Cerrado
FAPs	Fundações de Amparo à Pesquisa
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FNDCT	Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
INAF	Indicador de Analfabetismo Funcional
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPBES	Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos
ISPN	Instituto Sociedade, População e Natureza
ITA	Instituto Tecnológico de Aeronáutica
LBD	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
LCA	Laboratórios Criativos da Amazônia
MapBiomass	Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

MMA	Ministério do Meio Ambiente
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ODM	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PACTI	Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação
PACTI Bioeconomia	Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Bioeconomia
PBDCT	Plano Básico para o Desenvolvimento de Ciência e Tecnologia
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCTI/Amazônia	Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento da Amazônia Legal
PDBiotec	Política de Desenvolvimento da Biotecnologia
PEE	Plano Estadual de Educação
PIEA	Programa Internacional de Educação Ambiental
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Estudantes
PNB	Política Nacional de Biodiversidade
PNE	Plano Nacional de Educação
PNEA	Política Nacional de Educação Ambiental
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PPG	Programa de Pós-graduação
PPG Bionorte	Programa de Pós-graduação integrante da Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal
PRODES	Projeto de mapeamento anual do desmatamento
SAD	Sistema de Alerta de Desmatamento
SAEB	Sistema Nacional da Educação Básica
SBPC	Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência
SEDUC-TO	Secretaria de Estado da Educação, Juventude e Esportes do Estado do Tocantins
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente
SNCTI	Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação
SNDT	Sistema Nacional para o Desenvolvimento Tecnológico
TCTs	Temas Contemporâneos Transversais
UAC	Universidade Aberta do Cerrado
UC	Unidades de Conservação
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UTEMAS	Unidade Técnica Executiva de Meio Ambiente e Saúde
WWF	<i>World Wildlife Fund</i>

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	v
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE FIGURAS, GRÁFICOS, QUADROS E TABELAS	ix
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xi
SUMÁRIO	xiii
INTRODUÇÃO	15
Capítulo 1 – A BIODIVERSIDADE BRASILEIRA E SUA TUTELA NORMATIVA ..	28
1.1 Biodiversidade: da diversidade biológica à compreensão do meio ambiente humano	29
1.1.1 A Convenção sobre Diversidade Biológica - CDB	36
1.1.2 Da Rio-92 aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS	38
1.2 O Brasil megabiodiverso e a riqueza sociobiológica da Amazônia	42
1.2 A riqueza biológica do Cerrado e o seu potencial para estudos pesquisas	49
Capítulo 2 - BIOPROSPECÇÃO, BIOTECNOLOGIA E BIOECONOMIA	57
2.1 Bioprospecção: a biodiversidade em interface com a biotecnologia	58
2.2 Biotecnologia: um fenômeno socioeconômico e cultural	62
2.3 A bioeconomia como estratégia para outro desenvolvimento possível	68
Capítulo 3 - A POLÍTICA DE CT&I NO BRASIL: POSSIBILIDADES E DESAFIOS À FRONTEIRA DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO	76
3.1 Política pública e política de CT&I: caminhos e descaminhos da P&D no Brasil	77
3.1.1 A política de CT&I no Brasil em uma perspectiva histórica	79
3.1.2 Infraestrutura de C&T e P&D no Brasil e a persistência das desigualdades regionais	86
3.2 A Estratégia Nacional de CT&I e as diretrizes para o desenvolvimento econômico e social	94
Capítulo 4 – A EDUCAÇÃO BÁSICA NO BRASIL E O DESENVOLVIMENTO DA CONSCIÊNCIA CIENTÍFICA	107
4.1 Marco situacional da educação no Brasil, na Região Norte e no Estado do Tocantins	110
4.1.1 A educação brasileira no cenário internacional	120

4.2 A importância da educação para a popularização científica e a percepção pública da C&T no Brasil.....	124
4.3 O desenvolvimento da consciência científica: a formação como uma oportunidade na sociedade do conhecimento.....	128
Capítulo 5 - INTERFACES ENTRE AS POLÍTICAS PÚBLICAS DE EDUCAÇÃO BÁSICA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO BRASIL E NO ESTADO DO TOCANTINS	134
5.1 A Política de Educação Ambiental no Brasil	136
5.1.1 Interfaces entre PNEA, DCNEA e PNE	145
5.1.2 Digressão do PNE em relação aos pressupostos da PNEA e das DCNEA.....	152
5.2 A Política de Educação Ambiental no Estado do Tocantins e sua interface com a Política Estadual de Educação Básica	154
Capítulo 6 - FORMAÇÃO CIENTÍFICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: A EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO PERSPECTIVA À FORMAÇÃO DE QUADROS PROFISSIONAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DE CT&I	163
6.1 A EA, o desenvolvimento do senso crítico e a política de formação de professores .	165
6.2 A vulnerabilidade como reverso da sustentabilidade.....	172
CONCLUSÃO.....	183
REFERÊNCIAS	187
ANEXO.....	212

INTRODUÇÃO

Nesta pesquisa, partimos do fundamento das políticas públicas como instrumento de promoção de direitos por meio da ação dos governos (BUCCI, 1997), para, a partir de ênfase na educação formal, abordar a importância da Educação Ambiental - EA como uma estratégia governamental para a formação científica na Educação Básica - EB¹. Consideramos a EA como condição *sine qua non* à composição futura de quadros profissionais para o desenvolvimento de Ciência, Tecnologia e Inovação - CT&I com consciência ambiental, pela sua capacidade de contribuir para a formação de sujeitos críticos e reflexivos e, em consequência disso, a consideramos como uma perspectiva ao fortalecimento do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação - SNCTI.

As políticas públicas são, na sociedade democrática, mecanismos para a implementação, execução e avaliação de ações governamentais integradas para fazer valer os direitos dos cidadãos, por meio de transformações que atinjam a coletividade e potencializem as capacidades humanas. No contexto atual, extremamente desafiador quanto às modificações ambientais, é necessário retomar as políticas públicas como políticas universais e democratizantes, como estabelece a Constituição Brasileira de 1988 (NEPOMUCENO; ARAUJO, 2019). Nesse sentido, questionamos acerca da existência (ou não) de pontos de interseção entre as Políticas Públicas de Educação Ambiental, Educação Básica e de CT&I no Brasil, e em específico no Estado do Tocantins, que possibilitem a EA, enquanto estratégia governamental, a se constituir em uma perspectiva à composição futura de quadros para o SNCTI.

A pesquisa teve como motivação o interesse pelos pontos de interseção e/ou desarticulação entre as políticas públicas destacadas para a análise e, de modo exemplificativo, fizemos um recorte espacial para o Estado do Tocantins, visando ilustrar como tais relações entre as políticas públicas desses setores ocorrem nesse ente federado situado na Região Norte do país, integrante da Amazônia Legal.

Ressaltamos, nesse contexto, a espacialidade do Programa de Pós-graduação integrante da Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal – PPG Bionorte que atua, entre outros resultados esperados, visando a consolidação do desenvolvimento regional pautado no uso da biodiversidade e ao aperfeiçoamento humano para a geração de empregos e renda na

¹ Segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB (Lei n. 9.394/1996), a Educação Básica vai dos 4 (quatro) aos 17 (dezessete) anos de idade, organizada da seguinte forma: a) Educação Infantil, para crianças de até 5 anos de idade, inclui a pré-escola de oferta obrigatória para crianças de 4 a 5 anos; b) Ensino Fundamental I, de 1º ao 5º ano e Ensino Fundamental II, do 6º ao 9º ano (6 a 14 anos de idade); e c) Ensino Médio, da 1ª a 3ª série (15 aos 17 anos de idade).

área de biotecnologia². Trata-se nesse sentido, da intenção de gerarmos novos conhecimentos inter e transdisciplinares, buscando contribuir com o papel do Programa na Região.

Nos orientamos por um olhar voltado àqueles que, em futuro próximo, deverão ser os condutores dos processos de desenvolvimento tecnológico e industrial, orientados por uma perspectiva de uso, mas principalmente de conservação dos biomas da Região Norte e garantia da preservação da sua biodiversidade. Tendo-se em vista que a finalidade do PPG Bionorte é a formação de doutores, a presente pesquisa visa a uma reflexão sobre a formação dos “futuros doutores” de nosso país, na busca de compreender o panorama político-institucional que está sendo traçado, bem como suas consequências para a formação de mão de obra qualificada para CT&I.

Assim, consideramos que pensar as interfaces entre as políticas de educação ambiental e educação básica e suas convergências com o Sistema de CT&I, focando sua atuação nos mais variados campos da biodiversidade e biotecnologia, é sobremaneira pertinente e relevante para esse programa de doutoramento. Acreditamos que o conhecimento sobre as políticas públicas em tela pode descortinar possibilidades futuras de atuação integrada e intersetorial em prol da formação dos quadros para CT&I, alavancando, por decorrência, o setor de Pesquisa e Desenvolvimento - P&D no Estado e contribuindo para os rumos do país.

A partir disso, o objetivo geral norteador do trabalho foi: analisar as interfaces entre as políticas públicas de EA e EB, e convergências delas com a política de CT&I, no Brasil, e no Estado do Tocantins, que viabilizem a formação científica por meio da educação ambiental como uma perspectiva à formação de quadros para o setor de CT&I.

De forma mais específica, objetivamos: a) estudar as interfaces entre biodiversidade, bioprospecção e biotecnologia com ênfase no potencial de P&D para a conservação da megabiodiversidade brasileira, em especial dos biomas da Região Norte; b) compreender a trajetória relativa à consolidação do SNCTI, à inclusão do desenvolvimento sustentável como um dos desafios nacionais, bem como à eficiência da infraestrutura de Ciência e Tecnologia - C&T e P&D no Brasil; c) inferir, a partir de dados indicadores atuais, acerca de perspectivas futuras de formação de profissionais para o setor de CT&I no Brasil, frente ao marco situacional da EB e da EA; d) demonstrar a atual configuração da política de EA no Estado do Tocantins, e se possui interface com o Plano Estadual de Educação – PEE/TO e convergência com a política científica e tecnológica desse ente federado; e) identificar, por meio de documentos institucionais, a existência/execução de programas, projetos e ações governamentais

² Conforme o sítio do PPG Bionorte na internet: <https://www.bionorte.org.br/bionorte/rede-bionorte.html>. Acesso em jun. 2020.

intersectoriais com finalidade de desenvolvimento da capacidade científica dos escolares por meio da EA no período de 2015 a 2019.

A hipótese considerada para o trabalho foi a de que, se houvesse interface entre as políticas públicas de EA e EB, com o estabelecimento de metas e estratégias claramente definidas, integração por meio de planejamentos intersectoriais, incentivos e fomento para o desenvolvimento de iniciação a P&D para o desenvolvimento do senso crítico e da criatividade nas escolas, bem como parâmetros curriculares mínimos, que possam ser atualizados em função de ciclos avaliativos, poderia haver convergência institucional que possibilitasse à EA se constituir em um ativo no processo de formação científica na EB.

Os resultados encontrados permitiram a elaboração de conhecimentos sobre a necessidade da interface entre as políticas públicas de EB e EA e de convergência de ambas com a política de CT&I para que, se considerando a importância da educação científica de base, a EA possa se constituir em uma perspectiva real de formação para a sustentabilidade. A formação científica por meio da EA pode contribuir sobremaneira para formar massa crítica em relação às questões ambientais, com potencial para o desenvolvimento das capacidades inerentes à continuidade dos estudos subsequentes, na Educação Superior, sobretudo nas áreas de fronteira do conhecimento científico e tecnológico, contribuindo para a composição futura de quadros para o SNCTI.

Para o desenvolvimento do trabalho, o detalhamento das opções teóricas e metodológicas mais específicas selecionadas para a condução da investigação tiveram importância fundamental. Inicialmente abordaremos, de forma sumária, as principais teorias que nos permitiram esse olhar multideterminado à dimensão humana e social inerente ao universo da CT&I, que nos permitiu destacar o potencial da EA como um ‘ativo’ no processo de formação científica na EB - com ênfase para a sustentabilidade -, em função de estar prevista como prática educativa integrada e transversal em todos os níveis e modalidades do ensino formal (BRASIL, 1999).

A mobilização de ativos, como conjuntos de ‘recursos controlados’, materiais ou imateriais, permite melhorar a situação de bem-estar e evitar a deterioração das condições de vida, diminuindo a vulnerabilidade (KAZTMAN, 2000). Trata-se de um conceito intimamente relacionado ao conceito de ‘estruturas de oportunidades’, referido às possibilidades (oferecidas pelo Estado, pelo mercado e pela sociedade) de acesso a bens, serviços ou atividades com potencial para influenciar o estado de bem-estar (FILGUEIRA; KAZTMAN, 1999; KAZTMAN, 2011, 2001, 2000³). Nesse sentido, consideramos a EA, como uma estratégia

³ Pesquisadores da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe - CEPAL, estudiosos da vulnerabilidade social na América Latina. Os textos utilizados estão publicados em espanhol e foi feita tradução livre.

governamental, um ativo fundamental a uma formação científica com consciência socioambiental, e em consequência disso pode ser considerada uma perspectiva⁴ ao desenvolvimento da CT&I para o desenvolvimento sustentável no Brasil.

A compreensão da crise ambiental como uma crise civilizatória leva ao entendimento da existência de uma problemática socioambiental que coloca em evidência a questão climática, a dimensão internacional de acordos multilaterais, a regulamentação de recursos para práticas produtivas bem como a percepção do potencial produtivo da natureza, a formação de recursos humanos para áreas estratégicas e a infraestrutura necessária para P&D, entre outros fatores relacionados já postos em um cenário conflitivo, em que as dinâmicas sociais dão lugar a tensões e disputas sobre o controle da natureza e o futuro da vida na biosfera.

No entanto, no início do ano de 2020 a pandemia de covid-19, provocada pelo então “novo coronavírus” (Sars-CoV-2), colocou sob maior tensão a crise civilizatória deixando mais visíveis as questões socioambientais e a dialética da natureza, que escancararam a desigualdade, revelando os desafios por ela impostos ao mundo global⁵ (SANTOS, 2020). Inevitavelmente as interpretações e tentativas de elaboração de saídas para o atual quadro de agravamento da questão socioambiental têm como pano de fundo os modelos de desenvolvimento e as contradições da relação humana com a natureza.

As preocupantes proporções das ações antrópicas vêm exigindo mudança de postura política, econômica, social e cultural desde a década de 1960. As confluências entre as normativas e as práticas educativas, pautadas pelos movimentos e acordos em nível internacional têm influenciado os países desde a publicação de *Primavera Silenciosa* por Rachel Carson, em 1962 nos EUA, quando foi trazida à tona a crise ambiental (SACHS, 2002, 1996). Contudo, o mundo ainda possui importantes desafios a serem vencidos em relação a dois processos fundamentais postos pela contemporaneidade - a inovação tecnológica e a sustentabilidade - que impõem a necessidade de melhoria dos níveis qualitativos da educação formal, no contexto de uma formação orientada para a cidadania em sentido amplo (MCTIC, 2016; ASTOLFI FILHO; SILVA; BIGI, 2014; RAUPP; NADER, 2011).

No Brasil contemporâneo não é diferente. A partir do processo histórico de composição de uma ‘questão ambiental’ global, a conservação da biodiversidade vai se constituindo como

⁴ “[Do Latim, perspectiva] S. f., [...] 3 POR EXT Visão que se estende ao longe, até onde os olhos podem alcançar; prospectiva; [...] 5 Aparência, visão ou aspecto sob o qual algo se representa; 6 Sentimento de esperança e expectativa.” (MICHAELIS, 2020, s/p).

⁵ De um ponto de vista global, salienta Chomsky (2020, s/p), “Haverá recuperação da crise do [sic] COVID-19, a um custo grave e possivelmente horrendo, principalmente para os pobres e mais vulneráveis. Mas não haverá recuperação do derretimento das camadas de gelo polares e de outras consequências devastadoras do aquecimento global.”

um dos importantes desafios às pesquisas, sobretudo em função dos grandes projetos mobilizadores nacionais como, por exemplo, energia e bioenergia, exploração da Amazônia, produção de fármacos e alimentos (VAL, 2019; FREIRE, 2014; CRUZ, 2010). Nesse sentido, é imperativa a necessidade de ampliação dos níveis qualitativos da educação formal, inserida no contexto de uma formação mais ampla e orientada para a responsabilidade social, a cidadania e o respeito à natureza, em uma perspectiva ética.

No contexto deste trabalho, o resgate histórico-conceitual da noção de desenvolvimento sustentável é orientada pela teoria de Ignacy Sachs em sua vasta obra sobre o assunto, desenvolvida a partir de sua participação direta na sistematização dos resultados da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente Humano, realizada em junho de 1972, em Estocolmo, na Suécia. Para Sachs, o dever de defender o meio ambiente e preservá-lo para as presentes e futuras gerações, representa a necessidade de conjugação dos ideais de crescimento econômico com desenvolvimento sustentável, tomando a conservação ambiental em perspectiva solidária, sincrônica e diacrônica. Em suas análises interdisciplinares se relacionam questões sociais, culturais, ambientais, territoriais, políticas e econômicas para a composição das várias dimensões do conceito de desenvolvimento (SACHS, 2005, 2004, 2002, 2000, 1996, 1993).

Sachs se autodefine como ecossocioeconomista e sua perspectiva de análise é histórica, realista e sempre voltada à *práxis*, sem perder de vista os aspectos éticos do desenvolvimento, que ele considera como universalização efetiva do conjunto dos direitos humanos (TV CULTURA, 1998 [entrevista]), pois “[...] defende um desenvolvimento incluyente que envolva o crescimento econômico, a diminuição das desigualdades e a proteção do ambiente.” (BRESSER-PEREIRA, 2013, p. 362).

Com a criação do termo ecodesenvolvimento, nos corredores da Conferência de Estocolmo (pronunciado por Maurice Strong), Sachs uniu as problemáticas ‘meio ambiente e desenvolvimento’ em uma rica perspectiva de análise que integra conhecimentos interdisciplinares na abordagem do que posteriormente foi denominado ‘desenvolvimento sustentável’ (OLIVEIRA; MONTEIRO, 2015; TV CULTURA, 1998; SACHS, 1996). Para Sachs, ecodesenvolvimento é um conceito rico, mas o teórico teria deixado de discuti-lo ao ser substituído por ‘desenvolvimento sustentável’, um conceito confuso e que o desagradaria; porém, para ele, o debate entre os dois conceitos fugiria da questão substantiva (a harmonização de objetivos sociais, ambientais e econômicos). Então, apontou o autor que se usasse ‘desenvolvimento sustentável’ desde que se esclarecessem o seu significado⁶ (SACHS, 2012, 2002).

⁶ Entrevista publicada no dia 28 de fevereiro de 2012, no caderno "Razão Social", encartado no jornal "O Globo", por ocasião da presença do teórico na Conferência Rio+20.

Nesse caminho, a sustentabilidade corresponderia à expressão ‘desenvolvimento sustentável’, propondo a noção de um desenvolvimento que consiga satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras para satisfazerem as suas próprias necessidades, ou seja, é um tipo de desenvolvimento que “[...] requer que as sociedades atendam às necessidades humanas tanto pelo aumento do potencial produtivo como pela garantia de oportunidades iguais para todos.” (WCED, 1987, s/p citado por ONU BRASIL, s/d, s/p).

A partir da epistemologia de Leff, compreendemos a sustentabilidade como um vir-a-ser, uma vez que “A encruzilhada pela sustentabilidade é uma disputa pela natureza e uma controvérsia pelos sentidos alternativos do desenvolvimento sustentável.” (LEFF, 2011, p. 330). A sustentabilidade é apresentada pelo autor como uma condição que não será alcançada por uma reintegração interdisciplinar nos moldes tradicionais das ciências, da gestão científica do desenvolvimento ou da “economização” e mercantilização da natureza (LEFF, 2011).

Inicialmente inscrita no discurso do ecodesenvolvimento, a teoria de Leff deu origem à sua epistemologia ambiental, com o desenvolvimento de conceitos como saber ambiental e racionalidade ambiental (BIONDO, 2019), como uma tentativa de avanço rumo à compreensão das causas profundas da crise ambiental que, para o autor, é uma crise da razão: “A crise ambiental é uma crise da razão, do pensamento, do conhecimento.” (LEFF, 2009, p. 18).

O saber ambiental remete ao questionamento da racionalidade que gera a crise e aponta à construção de uma nova racionalidade ambiental, que “[...] chama à construção de um saber fundado em uma constelação de diversidades arraigadas na cultura e na identidade.” (LEFF, 2011, p. 331).

O saber ambiental não nega nem minimiza a importância das abordagens interdisciplinares para pensar e diagnosticar problemas ambientais complexos. Mas afirma que as causas profundas da crise ambiental – e suas manifestações nas diferentes “problemáticas ambientais” – remetem a um questionamento da racionalidade que as gera e à construção de uma nova racionalidade (LEFF, 2011, p. 322).

Ao refletir sobre o ambiente como uma externalidade econômica, Leff (2011) avança para uma concepção de EA pautada na crítica da interdisciplinaridade entre as ciências naturais e sociais, defendendo a noção de complexidade ambiental, mobilizada por um saber ambiental inscrito em relações de poder pela apropriação social da natureza e da cultura. Para o autor, a construção de uma racionalidade ambiental abarca a interdisciplinaridade não apenas como método integrador, mas “[...] como uma perspectiva de transformação dos paradigmas atuais

do conhecimento, da abertura à hibridização das ciências, das tecnologias e dos saberes populares.” (LEFF, 2011, p. 322). A partir de suas considerações críticas, Leff aponta para

a necessidade de voltar a uma reflexão crítica sobre os marcos conceituais e as bases epistemológicas que podem impulsionar uma prática da interdisciplinaridade mais aprofundada e mais bem fundamentada em seus princípios teóricos e metodológicos, orientada ao manejo, gestão e apropriação dos recursos ambientais (2011, p. 312).

As críticas feitas por Leff (2015, 2011) à interdisciplinaridade, nas conformações de uma racionalidade científica que também tem com frequência “externalizado” o ambiente por desconhecimento do saber ambiental, nos levaram a orientar metodologicamente esta tese pela perspectiva interdisciplinar e intersetorial, com a intenção de colaborar com uma visão crítica dos princípios normativos e metodológicos que orientam a inserção da EA na EB. Bem como por investigar, a partir de uma visão que integra os âmbitos político, estratégico e operacional, tensões e relações de interdependência entre atores institucionais e interfaces entre as políticas públicas analisadas que concorram tanto para a oferta quanto para a demanda de pessoal qualificado no Brasil, visando a composição de quadros do SNCTI com ênfase na sustentabilidade ambiental (TRIGUEIRO, 2010; ROCHA NETO, 2010).

Em Leff emergem possibilidades para a elaboração de ‘estratégias de conhecimento’ que possam “[...] orientar uma transformação produtiva fundamentada nos princípios de uma racionalidade ambiental para o manejo sustentável dos recursos.” (2011, p. 318). Seus pressupostos teóricos nos permitem defender as potencialidades da EA para a contribuição com uma formação científica, criativa e cidadã – inserida no contexto de uma educação para a sustentabilidade (LEFF, 2015[1998]⁷; GADOTTI, 2008). Essa formação, para além de um processo de absorção e construção de conhecimentos valiosos para o desenvolvimento econômico, tem potencial para propiciar uma nova forma de desenvolvimento humano, tendo-se em vista que “Um novo modelo de desenvolvimento precisa de uma nova sustentação ética.” (GADOTTI, 2008, p. 13).

Nos apoiamos também na perspectiva teórica de Michelangelo Trigueiro (2011, 2009, 2008), sobre o conteúdo social da tecnologia (como um fenômeno cultural e histórico) e sua necessidade de legitimação. Entendemos, a partir de Trigueiro (2009), que as formas aparentes da tecnologia são configuradas em uma base sócio-material que condiciona as alternativas de escolhas humanas rumo a futuras mudanças tecnológicas. Para o autor, as formas concretas da

⁷ A obra *Saber Ambiental: Sustentabilidade, Racionalidade, Complexidade, Poder* foi publicada por Leff originalmente em 1998. Fazemos o destaque da data de publicação em função da importância que atribuímos neste trabalho à variável ‘tempo’, de modo a demarcar o contexto histórico em que foi produzida, apesar de ser ainda muito atual e necessária à compreensão do nosso objeto de estudo. Usamos neste trabalho a 11ª Edição, de 2015 (2ª reimpressão, 2018).

tecnologia possuem suas especificidades no que concernem aos impactos sociais, sejam eles de melhorias ou ameaças à qualidade da vida das pessoas, em função das “[...] possibilidades de valorização ou de limitação da dignidade humana” (TRIGUEIRO, 2009, p. 11).

Aponta o autor que os novos acontecimentos, trazidos pelo próprio desenvolvimento científico - tecnológico - nas novas biotecnologias, novos materiais, tecnologias de informação e comunicação, mostram a que ponto podemos chegar no desejo de controlar a natureza, os indivíduos e os grupos sociais. Mas, por outro lado propiciam, pelo teor dos impactos que provocam, novos e relevantes questionamentos, pois a ciência é levada a rever seus pressupostos iniciais e suas metodologias, e a buscar, além de sua ética da convicção, outra ética - a de responsabilidade - voltada a um maior comprometimento com o futuro e o bem-estar das sociedades humanas. Esse movimento significaria estreitar os laços da ciência com a política (TRIGUEIRO, 2013, 2009). Sua reflexão, em termos teóricos, “[...] procura evidenciar a importância de se repensar antigos padrões dicotômicos de tratamento das questões ambientais, que enfatizam a separação entre sociedade e cultura.” (TRIGUEIRO, 2011, p. 1).

Assim, o desafio de pensar o potencial da EA para a formação científica⁸ na EB se fundamenta na necessidade de maior integração das ciências sociais e humanas nas políticas de CT&I, em prol de uma formação que seja ao mesmo tempo crítica, criativa, reflexiva e verdadeiramente cidadã, em todos os níveis de ensino (MCTIC, 2016; SACHS, 2002, 2000; TRIGUEIRO, 2013, 2011, 2010, 2009, 2008). Mas, por outro lado, que se considere também que a sustentabilidade traz em si uma condição que não se pode evitar: a necessidade de “[...] participação dos atores locais, de sociedades rurais e comunidades indígenas, a partir de culturas, seus saberes e suas identidades.” (LEFF, 2011, p. 330).

Com o fim de concretizar os objetivos elencados, a abordagem do trabalho é apresentada em dois níveis de análise, sendo um nível macro e um nível intermediário. No nível macro, consideramos a possibilidade de interrelações entre as políticas públicas em análise, em nível nacional para, a partir do panorama mais amplo, investigar as correlações e especificidades do Estado do Tocantins, que consideramos um nível intermediário por se tratar de um exercício ilustrativo e comparativo, com potencial de “[...] revelar planos estruturais que também podem ser encontrados em outros casos.” (ALMEIDA, 2016, p. 60).

Ainda assim, consideramos o trabalho como um estudo de caso, por se tratar de um estudo abrangente que “Investiga fenômenos contemporâneos em um contexto complexo específico, concreto e complexo.” (ALMEIDA, 2016, p. 64). O estudo de caso não é um

⁸ Importante destacar que, como se verá no decorrer do trabalho, nossa pesquisa se situa em um debate mais amplo do que o de uma EA e uma formação científica limitadas à disciplina de ciências, voltadas à observação e compreensão do meio ambiente natural, mesmo que integradora da relação do homem com a natureza.

procedimento metodológico específico, mas uma estratégia de pesquisa que dispõe de um conjunto de ferramentas de investigação usadas de forma logicamente integradas em torno de um problema bem definido, bem delimitado (ALMEIDA, 2016).

Por visar a entender a dinâmica intrínseca da EA como um ativo para a formação científica e, por extensão, como seu uso está estabelecido em um dado contexto sócio-histórico consideramos, a partir do que aponta Alonso (2016) e Almeida (2016) que o estudo de caso está aqui tomado como estratégia e devido à diversidade das técnicas, os resultados dependem da capacidade de integração do investigador, partindo do pressuposto que a diversidade e a complexidade são inerentes ao real e a articulação metodológica serve para tornar torná-lo mais compreensível sob determinado ponto de vista, de modo que “A articulação de dados heteróclitos oferecerá, ao caso, inteligibilidade.” (ALMEIDA, 2016, p. 63).

O estudo de caso compreende descrição e análise de situações complexas e pressupõe interdisciplinaridade (ALMEIDA, 2016). Nesse caso, a política de EA é delimitada como “unidade-caso” de forma intencional, em função do problema e de um ponto de vista prático, por poder, em interface com a política de EB abrir possibilidades para uma formação científica contínua e transversal como perspectiva à formação de futuros profissionais em CT&I com compreensão dos desafios postos ao desenvolvimento do país em matéria socioambiental. Desse modo, consideramos que:

O importante é a unidade de análise articular um conjunto de interações relacionadas entre si configurando um caso passível de investigação científica. Em outras palavras, o caso implica uma variedade de dimensões que demanda estratégias de investigação plurais (ALMEIDA, 2016, p. 62).

Trata-se de uma pesquisa indutiva, aplicada quanto à sua finalidade e de natureza qualitativa quanto aos dados levantados, que articula diferentes metodologias em torno de uma investigação que envolve dois desafios contemporâneos: o desenvolvimento da CT&I e a conservação ambiental. Possui uma dimensão exploratória relacionada à abordagem quantitativa por meio de fontes e secundárias necessárias para circunscrever o caso concreto, situação para a qual a combinação com as abordagens qualitativas faz-se essencial (ALONSO, 2016).

Ao longo da pesquisa, diferentes foram as técnicas de coleta e análise de dados. O estudo foi realizado partindo inicialmente da análise da Estratégia Nacional de CT&I - ENCTI (2016), que contém as diretrizes para a política pública desse setor; e, no contexto das fontes consultadas, foram essenciais artigos e teses atuais, legislações, relatórios e dados oficiais de instituições públicas, privadas e/ou não-governamentais, jornais, informes de mídia e sítios da internet. Os dados quantitativos dos Indicadores nacionais de CT&I foram submetidos a

tratamento analítico a partir dos conceitos centrais que orientam a pesquisa e interpretados dentro do contexto teórico, normativo e social conjuntural.

A análise de políticas públicas que propusemos se assentou na seguinte ideia:

As técnicas de reconstrução de processos operam [...] na intersecção entre o conjuntural – no qual vivem os atores – e o estrutural. E supõem que o tempo é uma variável tão ou mais importante que o espaço na análise dos fenômenos sociais. A assunção básica é que a sequência na qual os fenômenos sociais acontecem tem impacto sobre os seus resultados e, por isso, reconstruí-la é crucial para a sua compreensão. Entra aqui o postulado da *path dependence* ou “dependência da trajetória”, isto é, a ideia de que a ação que vem antes condiciona a que vem depois, no sentido de que limita as possibilidades de mudança de seu curso, e pode, mesmo, lhe dar certa direção, que não se altera por simples vontade dos atores (ALONSO, 2016, p. 17).

Nesse sentido, um esforço, analítico-descritivo foi empenhado a partir de intensa pesquisa bibliográfica, de forte densidade teórica e histórica, para a sustentação da análise documental, justificada em razão da riqueza de informações resgatadas dos documentos estudados, permitindo acrescentar a dimensão “tempo” à compreensão do objeto investigado (SÁ-SILVA; ALMEIDA; GUINDANI, 2009).

O estudo detalhado, a coleta e o tratamento das informações extraídas dos documentos foram feitos a partir da técnica de análise de conteúdo que, conforme Bardin (1977, p. 37) trata-se de um conjunto de técnicas usadas para análises das comunicações “[...] que visa obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção destas mensagens.”

Seguindo Bardin (1977), desenvolvemos três fases de abordagem dos materiais analisados: 1) a pré-análise, por meio da uma leitura mais panorâmica e buscando as características principais dos documentos; 2) a exploração do material, destacando trechos relacionados ao tema em estudo; e, 3) o tratamento dos dados e a análise, por meio das inferências, interpretação e atribuição de significados às características desveladas.

Realizamos análise categorial por meio do desmembramento dos textos em unidades de codificação - nesse caso palavras, expressões ou trechos - que, fragmentadas e novamente reagrupadas no contexto original permitiram a classificação das mensagens dos documentos em relação ao conteúdo considerado pano de fundo do trabalho, qual seja, a EA como estratégia governamental e uma perspectiva à formação de futuros quadros para o desenvolvimento de CT&I na fronteira do conhecimento.

Entre os documentos analisados, além da ENCTI (2016), destacamos, em nível nacional, o Marco Legal de CT&I (Lei n. 13.243/2016, regulamentada pelo Decreto n. 9.283/2018); a

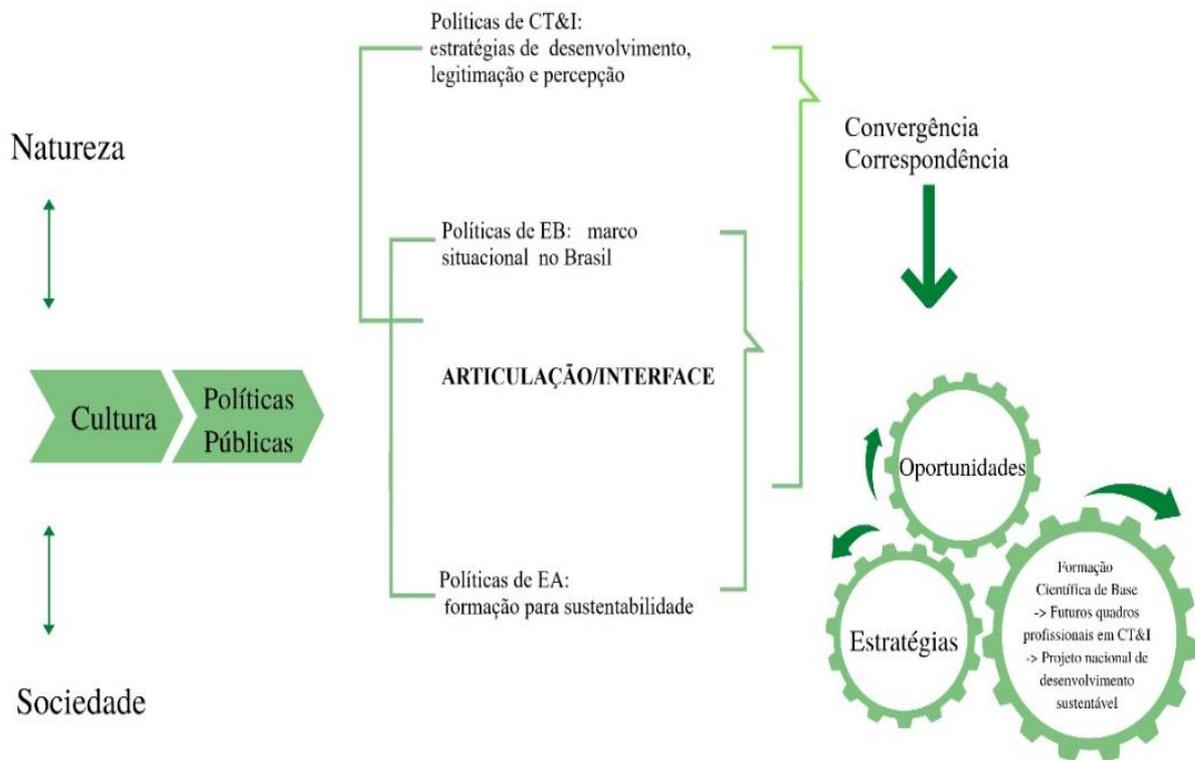
Política Nacional de Biotecnologia (Decreto n. 6.041/2007); a Política Nacional de Inovação (Decreto n. 10.534/2020); a Política Nacional de Educação Ambiental - PNEA (Lei n. 9.795/1999); as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental – DCNEA (Resolução n. 2/2012, do Conselho Nacional de Educação-CNE); o Plano Nacional de Educação – PNE 2014-2024 (Lei n.13.005/2014); entre outras bases normativas, documentos institucionais de políticas públicas, bem como outros tipos de documentos que nos possibilitem entender a institucionalização da EA no Brasil e sua transversalidade na educação e na ciência brasileira de um modo geral.

No caso específico do Estado do Tocantins, os principais documentos selecionados para a análise são a Política de Ciência, Tecnologia e Inovação (Lei n. 2.458/2011); a Política Estadual de Educação Ambiental do Estado do Tocantins (Lei estadual n. 1.374/2003); o Plano Estadual de Educação – PEE/TO (2015-2025) (Lei estadual n. 2.977/2015). Interessou-nos, de modo complementar, atas de reuniões da Comissão Interinstitucional de Educação Ambiental – CIEA, publicações do Diário Oficial do Estado, notícias em sites oficiais e na mídia comercial, e documentos internos remetidos pela Unidade Técnica Executiva de Meio Ambiente e Saúde da Secretaria de Estado da Educação, Juventude e Esportes – UTEMAS/SEDUC-TO. A pesquisa teve parecer favorável emitido pela Gerência de Formação e Apoio à Pesquisa e manifestação de permissão por intermédio do Despacho n. 244/2021/GABSEC de 25 de fevereiro de 2021 (Anexo 1).

A estrutura analítica desenvolvida pode ser observada no Esquema 1, que parte da relação entre sociedade e natureza, mediada pela cultura, culminando em políticas públicas como possibilidade de promoção de direitos por meio de ações governamentais integradas.

Nesse caso específico, entendemos que os rumos da política de CT&I que capacitará o Brasil a um projeto estratégico de desenvolvimento sustentável - com vistas ao estabelecimento futuro de uma sociedade sustentável - estão intrinsecamente ligados aos das políticas de EA e EB. De modo articulado e estrategicamente orientado, as políticas públicas podem convergir para a composição de uma estrutura de oportunidades da qual pode se originar um ciclo virtuoso de promoção das capacidades humanas, em cuja base está a formação científica como resultado do percurso de escolarização de qualidade e com equidade para todos.

Esquema 1 - Estrutura de análise da tese
Políticas públicas e perspectivas à formação científica na EB a partir da EA



Fonte: Elaboração própria

A partir dessa estrutura de análise, o texto foi organizado em 6 capítulos. No Capítulo 1 trazemos uma abordagem da biodiversidade brasileira e sua tutela normativa. Partimos da compreensão da diversidade biológica para a reconstrução do processo histórico que levou à compreensão do meio ambiente humano, para destacar a importância da riqueza sociobiológica da Amazônia e do Cerrado, bem como seu potencial para estudos e pesquisas.

No Capítulo 2 discutimos a prática bioprospectiva como um processo de transformação que coloca em interação os recursos biológicos disponíveis em uma reserva de biodiversidade com o estoque de conhecimentos científicos e tecnológicos, as demandas sociais e os conhecimentos tradicionais. Nesse ínterim, abordamos a biotecnologia como um fenômeno socioeconômico e cultural e a bioeconomia como uma estratégia fundamental para outro desenvolvimento possível.

No Capítulo 3 partimos do conceito de política pública para abordar, em perspectiva histórica, a constituição da política de CT&I no Brasil. Por meio dos dados indicadores da infraestrutura do Sistema de C&T e de P&D, demonstramos os (des)caminhos da ciência, da pesquisa, do desenvolvimento e da inovação no país e a persistência das desigualdades regionais. Nesse capítulo, analisamos a Estratégia Nacional de CT&I – 2016-2022 e

apresentamos a configuração atual do Sistema Nacional de CT&I, suas potencialidades e fragilidades, sobretudo no que concerne à necessidade de ocupar, de fato, uma posição de sistematização, articulação e integração, consolidando-se na gestão dessa política pública, e possibilitando, em diálogo com outras políticas, que a qualidade da educação brasileira, em especial a científica, possa estar entre os pilares de uma política nacional de CT&I, como um objetivo-chave para o país.

O Capítulo 4 traz dados e reflexões em torno do marco situacional da educação básica brasileira, com um recorte para a Região Norte e para o Estado do Tocantins. Analisamos dados indicadores nacionais e internacionais, e discutimos a importância da educação escolar para o desenvolvimento da consciência científica como uma oportunidade na sociedade do conhecimento, essencial à popularização científica e à melhoria da percepção pública de CT&I.

Por meio de resgate normativo e histórico, as interfaces entre as políticas públicas de Educação Ambiental e Educação Básica no Brasil e no Estado do Tocantins são abordadas no Capítulo 5, no qual apontamos também as convergências delas com as políticas de CT&I em nível nacional e estadual.

Por fim, no Capítulo 6, ao reafirmar a importância da formação científica na Educação Básica, apontamos as possibilidades que se abrem para que a Educação Ambiental como uma estratégia governamental, possa ser uma perspectiva à formação de quadros profissionais futuros em CT&I, comprometidos com os ideais de sustentabilidade. Relacionamos a Educação Ambiental com a qualidade da Educação Básica e a política de formação inicial e continuada dos professores, como elementos essenciais ao desenvolvimento do senso crítico, uma condição necessária para a manutenção do espírito questionador dos escolares, na mediação entre suas existências e o meio socioambiental.

Capítulo 1 – A BIODIVERSIDADE BRASILEIRA E SUA TUTELA NORMATIVA

O surgimento e o significado do conceito de biodiversidade são recentes do ponto de vista histórico, remontando há pouco mais de 40 anos, apesar de que a percepção da variabilidade de formas de vida e a dificuldade de sua mensuração sejam misturadas com a própria autoconsciência da espécie humana (FRANCO, 2013; MARTINS; SANTOS, 1999). A literatura possibilita compreender que no cenário internacional, entre os anos 1960 e 1980, e no Brasil, principalmente a partir de 1990, o debate sobre a crise ambiental ganhou popularidade, ultrapassando os limites acadêmicos (BPBES, 2019).

O termo “biodiversidade” se popularizou a partir de 1990, sobretudo em função dos trabalhos realizados por Edward O. Wilson, que trazia a público as discussões realizadas por meio do *Fórum Nacional sobre BioDiversidade*, realizado em Washington, capital norte-americana, no período de 21 a 24 de setembro de 1986 (ROCHA, 2016; FRANCO, 2013; BOSQUÊ, 2012; MAGALHÃES, 2011). O momento era de interesse pelo conhecimento da diversidade da vida e as preocupações com sua conservação tomavam impulso tanto entre cientistas como entre outras parcelas da sociedade, sobretudo em função da destruição de *habitats* e extinção acelerada de espécies.

Aponta Franco (2013, p. 23) que “O termo diversidade biológica apareceu precocemente, em 1968, no livro *A Different Kind of Country*, de autoria do cientista e conservacionista Raymond F. Dasmann.” Porém, o conceito *BioDiversity* foi idealizado em 1985 por Walter G. Rosen, do National Research Council/National Academy of Sciences (NRC/NAS), enquanto planejava a realização do referido fórum (FRANCO, 2013, p. 23).⁹

Biodiversidade é a forma contraída de diversidade biológica e apareceu pela primeira vez em uma publicação em 1988, justamente no livro organizado pelo prestigiado biólogo Edward O. Wilson que trazia os resultados do National Forum on BioDiversity. A coletânea, com o título de *Biodiversity (Biodiversidade)*¹⁰, é composta de artigos de autoria de 60 das maiores autoridades internacionais no assunto, presentes no fórum [...] (FRANCO, 2013, p. 24, grifo no original).

A publicação, além de alertar sobre a quantidade e variabilidade de formas de vida, trazia ainda um aviso urgente sobre as alterações e a destruição dos ambientes que criaram a

⁹ Apesar do reconhecimento da variedade de espécies ter sido objeto de variados estudos durante os séculos XIX e XX, o termo teria sido resgatado para a comunidade científica, em 1980, pelo biólogo Thomas Lovejoy, no prefácio à coletânea organizada por Soulé e Wilcox, *Conservation Biology: an evolutionary-ecological perspective* (BPBES, 2019; FRANCO, 2013).

¹⁰ “O livro *Biodiversity*, organizado por Edward O. Wilson, foi publicado em 1988 pela *National Academy Press, Washington*. Neste texto, uso a tradução da editora Nova Fronteira, de 1997.” (Nota no original)

diversidade de formas de vida ao longo da história (FRANCO, 2013). O material reunido trouxe “[...] fundamentação teórica sobre biodiversidade e os desafios à sua preservação, a dependência humana da biodiversidade, valores, bem como ecologia de restauração, alternativas à destruição, políticas para proteger a diversidade [...]” (BPBES, 2019, p. 10). Assim, entendemos que, a partir da referida obra, ampliou-se a ideia de que a biodiversidade vai muito além das definições em âmbito puramente biológico, abrindo possibilidades de reflexão sobre uma melhor qualificação dos esforços de conservação da natureza.

Os estudos de Franco (2013) demonstram que os termos intercambiáveis “diversidade biológica e biodiversidade” se popularizaram e se tornaram de amplo uso na literatura científica¹¹ e entre os ativistas da conservação, como esforço conjunto “[...] para dar conta de questões relacionadas com os temas fundamentais da ecologia e da biologia evolutiva, relacionados com a diversidade de espécies e com os ambientes que lhe servem de suporte [...]” (FRANCO, 2013, p. 25).

O *National Forum on BioDiversity* e o livro *Biodiversity* foram [...] um ponto de convergência para a reflexão sobre o conhecimento acumulado durante anos de pesquisas a respeito da diversidade biológica e de práticas voltadas para a conservação dela. O conceito de biodiversidade e o consenso entre cientistas e ativistas sobre a urgência em evitar que a biodiversidade continuasse a ser destruída pelos excessos da espécie humana conduziram a um deslocamento na maneira de enfocar a questão da conservação da natureza (FRANCO, 2013, p. 24).

Em face desse movimento descrito por Franco (2013 cf. NASH, 2005 e LEWIS, 2007), no próximo tópico reconstruímos, em linhas gerais, o percurso histórico que vai do entendimento da diversidade biológica à compreensão do ‘meio ambiente humano’, expressando a transição de uma preocupação centrada na preservação da natureza selvagem, intocada (*wilderness*), a uma noção de conservação da biodiversidade; deslocamento este que não foi repentino, uma vez que já se encontrava em processo desde, pelo menos, os anos 1930 e 1940.

1.1 Biodiversidade: da diversidade biológica à compreensão do meio ambiente humano

De um ponto de vista biológico a um ponto de vista político, podemos dizer que em meados dos anos 1970 dominava no pensamento mundial a ideia de que o meio ambiente era

¹¹ Em 1988, a palavra biodiversidade não aparece como palavra-chave nos *abstracts* de revistas da área de biologia; e ‘diversidade biológica’ aparece apenas uma vez. Em 1993, foram 72 aparições para biodiversidade e 19 para diversidade biológica. Além disso, no período de 1991 a 1993 quatro revistas surgem com o termo biodiversidade no seu título: *Canadian Biodiversity*, em 1991; *Tropical Biodiversity*, em 1992; e *Biodiversity Letters* e *Global Biodiversity*, em 1993 (FRANCO, 2013 cf. SAKAR, 2002).

uma fonte inesgotável de recursos para o desenvolvimento das sociedades humanas; entretanto, os fenômenos naturais extremos - como secas que afetaram lagos e rios, a chuva ácida e a inversão térmica - levaram ao questionamento dessa visão ambiental, pautada por estudos científicos que já associavam esses eventos à poluição atmosférica (SENADO FEDERAL, 2012). Nesse contexto, o desenvolvimento era identificado com progresso material, como sinônimo de crescimento econômico. Existiam, naquele momento, duas posições extremas a respeito das relações entre meio ambiente e desenvolvimento: por um lado, os partidários do crescimento a qualquer custo; e, por outro, aqueles que defendiam o meio ambiente em detrimento do crescimento zero - demográfico e material - partidários do estacionamento do crescimento (OLIVEIRA; MONTEIRO, 2015; KRUEL, 2010; VEIGA, 2005; SACHS, 2002).

Diante desses conflitos, Ignacy Sachs, a partir de sua concepção teórica de desenvolvimento que conjuga crescimento econômico com equidade, bem-estar social e conservação ambiental, defendia que não se podia parar o crescimento enquanto existissem pessoas pobres no mundo; mas, devido às imensas desigualdades sociais, seria necessário outro crescimento para outro desenvolvimento. Sua obra é voltada para distintos aspectos da tensão entre esses dois fenômenos sociais¹² (OLIVEIRA; MONTEIRO, 2015; SACHS, 1998, 1996).

Como estruturalista¹³, a tônica que orienta suas elaborações é a de que é preciso enfrentar as abismais desigualdades tanto entre as nações quanto dentro delas, de modo a não comprometer ainda mais o futuro humano em função das irreversíveis e danosas alterações climáticas. No contexto da crise socioambiental, apontou Sachs (1996), geramos padrões de crescimento que se traduzem pela incorporação predatória do capital natural no fluxo da renda, ou seja, descapitalizamos a natureza, o que ele chamou de crescimento perverso ou mau desenvolvimento.

Em sua perspectiva, a conservação da biodiversidade não poderia ser equacionada com a opção do não-uso dos recursos naturais, por isso ele defende o ‘desenvolvimento sustentável’, que se desdobra em socialmente incluyente, ambientalmente sustentável e economicamente equilibrado (SACHS, 2005, 2004, 2002, 2000, 1996, 1993). Esse tripé da sustentabilidade é a forma mais divulgada e harmoniza os três critérios a partir da introdução da condicionalidade ecológica, interpretada em termos éticos como a solidariedade (sincrônica e diacrônica) com as presentes e futuras gerações. Entretanto, em sua crítica Sachs agrega, posteriormente, outros

¹² Tema que também motivou estudos de Celso Furtado (2004, 1974) e Bresser-Pereira (2017, 2014, 2008), que podem ser consultados para mais aprofundamento.

¹³ Aponta Bresser-Pereira (2013), que Sachs faz parte da segunda geração dos economistas da teoria clássica ou estruturalista do desenvolvimento, juntamente com Celso Furtado, Albert Hirschman, Hollis Chenery. A primeira foi a de Rosenstein-Rodan, Hans Singer, Gunnar Myrdal, Michael Kalecki (seu mestre) e Raul Prebisch.

dois critérios considerados por ele essenciais à compreensão da crise socioambiental: o cultural e o territorial ou espacial (KRUEL, 2010; SACHS, 1996, 1993).

[...] cultural, ou seja, a impossibilidade de forçar padrões, paradigmas de desenvolvimento que não correspondem à cultura de um dado grupo ou povo e o critério de sustentabilidade espacial - territorial, porque o problema da distribuição - eu diria da má distribuição - dos homens e das atividades humanas neste planeta é certamente um dos elementos essenciais da crise sócio-ambiental (SACHS, 1996, p. 11).

Em nível internacional, a defesa da sustentabilidade vem assumindo importância nas agendas mundiais e dos Estados-Nação desde a década de 1970. Em 1972, o impacto do relatório do Clube de Roma, *Os Limites do Crescimento (Limits to Growth)*, e das movimentações sociais sobretudo do final da década de 1960 foi um marco na reflexão acerca dos limites das contribuições da natureza para a satisfação das subjetividades humanas (SILVA, 2018), “os limites que a natureza impõe à racionalidade econômica” (LEFF, 2011, p. 310), configurando-se objeto das discussões da Conferência de Estocolmo naquele ano. No entanto, o uso moderno da palavra sustentabilidade teria sua origem formal a partir do Relatório Nosso Futuro Comum¹⁴, de 1987.

Apesar do reconhecimento das origens do conceito no lapso histórico assinalado, sua popularização teria ocorrido a partir da ideia de ecodesenvolvimento que Sachs ajudou a elaborar no início de sua vasta obra sobre a condicionalidade ambiental no processo de desenvolvimento (SILVA, 2018). O conceito de ecodesenvolvimento surgiu como uma ‘terceira via’ nos debates sobre a correlação frequentemente enganadora entre crescimento econômico e desenvolvimento social (OLIVEIRA; MONTEIRO, 2015; SACHS, 1998, 1996). Para Bresser-Pereira, Sachs é o principal economista mundial do ecodesenvolvimento:

É o economista que, conjuntamente com Maurice Strong e Marc Nerfin, ajudou a redigir a declaração final da Conferência das Nações Unidas de Estocolmo, de 1972, a partir da qual a proteção do ambiente se transformou em um problema e um objetivo mundial. Antes disso, porém, ele é um dos pioneiros da teoria econômica estruturalista do desenvolvimento (*development economics*) - uma teoria econômica desenvolvimentista que teve seu auge nos anos 1950, entrou em crise a partir de meados dos anos 1970 - quando a teoria econômica dominante se torna neoclássica e neoliberal [...] (BRESSER-PEREIRA, 2013, p. 361).

¹⁴ Também conhecido como Relatório Brundtland. A Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento ficou conhecida pelo nome da então primeira-ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland, indicada pela ONU em 1983 para chefiá-la, apresentando o referido relatório quatro anos depois, em 1987. (SENADO FEDERAL, 2012). De acordo com Palma e Palma (2012, p. 22, grifos no original), “A proteção da biodiversidade tornou-se um debate mundial sobre equidade, revestido de questões envolvendo o crescimento econômico e a pobreza global, em especial após a publicação do Relatório da Comissão Brundtland (‘Nosso futuro comum’), em 1987, ocasião em que o termo ‘desenvolvimento sustentável’ foi concebido.”

A partir desse esforço inicial de estabelecimento de um conceito norteador, desde a década de 1970 a Organização das Nações Unidas – ONU segue se empenhando em promover encontros e debates internacionais com o intuito de promoção de acordos entre os países em prol da vida no planeta. A ONU mantém uma plataforma *online* com um guia para as principais conferências já ocorridas sobre meio ambiente e desenvolvimento, contendo dados gerais, documentos históricos que precederam ou sejam resultantes dos eventos, e relatórios¹⁵. Para favorecer maior compreensão em relação a este trabalho, o Quadro 1 apresenta, em linearidade histórica, as de maior destaque:

Quadro 1 – Principais eventos da ONU sobre o Meio Ambiente Humano e Desenvolvimento – de 1972 a 2015

Ano	Evento
1972	Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano Estocolmo, Suécia, de 16 de junho de 1972
1987	Publicação do Relatório Nosso Futuro Comum (Relatório Brundtland) Relatório da Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento , criada pela Assembleia Geral da ONU, em sua Resolução 38/161, de 19 de dezembro de 1983
1992	Rio 92 (Eco 92) Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento Rio de Janeiro, Brasil, de 03 a 14 de junho de 1992
2002	Rio+10 Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável Joanesburgo, África do Sul, de 26 de agosto a 4 de setembro de 2002
2012	Rio+20 Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável Rio de Janeiro, Brasil, de 20 a 22 de junho de 2012
2015	Cúpula das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável 2015 Nova York, EUA, de 25 a 27 de setembro de 2015

Fonte: Elaboração própria (2020), a partir de Knowlegde platform/ONU.

A Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente Humano, realizada em junho de 1972, deu origem à Declaração sobre o Ambiente Humano ou Declaração de Estocolmo que, quebrando paradigmas, se estabelece como um manifesto ambiental a partir de “[...] princípios para questões ambientais internacionais, incluindo direitos humanos, gestão de recursos naturais, prevenção da poluição e relação entre ambiente e desenvolvimento [...]” (SENADO FEDERAL, 2012, p.14).

A referida conferência levou à elaboração do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA, que deu continuidade aos esforços iniciados como a principal autoridade ambiental global na matéria. O Programa foi criado em 1972, em Nairóbi, no Quênia, durante a Assembleia Geral das Nações Unidas, com a finalidade de coordenar ações internacionais de

¹⁵ ONU. Knowlegde platform. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/conferences>. Acesso em: 20 mar. 2020.

proteção da natureza e promoção do desenvolvimento sustentável, ou seja, orienta a agenda internacional, agindo como defensor global do meio ambiente (ONU MEIO AMBIENTE, s/d, s/p; SENADO FEDERAL, 2012).

Nesse ‘jogo’ de harmonização do social, do ecológico e do econômico, o ‘estilo de vida’ é uma variável crucial para Sachs pelo fato de determinar o padrão de demanda (SACHS, 2005, 2000). A tecnologia é outra variável fundamental, como uma forma de relacionar o meio com os objetos colocados pela sociedade a nível de produção. O autor crê que há um campo extremamente vasto para o uso de tecnologias que permitam aproveitar melhor o potencial dos recursos em base ecologicamente sustentável. No Brasil, todo o problema seria, para ele, de aproveitamento do extraordinário potencial de recursos renováveis em uma base sustentável (SACHS, 2000). A outra variável é de localização, a questão de ordenação territorial como parte integral da estratégia de desenvolvimento. A geração de novas tecnologias precisa estar relacionada a um projeto nacional, envolta em um conjunto de políticas de acesso aos recursos, ao mercado, a conhecimentos, o que “[...] requer uma política científica, uma política educacional, uma política de créditos, uma política de acesso ao mercado e uma política de acesso à terra.” (SACHS, 2000, p. 13).

Nesse sentido, a sustentabilidade não pode ser reduzida ao viés econômico, pois “[...] atravessa sistemas globais diversos que atuam sobre as sociedades regendo-as e sendo regidos por elas através de uma complexa rede de interações” (SILVA, 2018, p. 351). Tais interações são condicionadas por padrões de pensamento e ação, por instituições, por estruturas globais como as de ciência e tecnologia, política, educação e, dentre outras, a economia (SILVA, 2018).

A interdisciplinaridade é um elemento-chave nos caminhos que se abrem para o enfrentamento dos desafios originados por essas novas formas de relacionamento, para o trabalho conjunto ao redor de problemas metodologicamente definidos a partir de uma visão holística da realidade (RAEDER; MENEZES, 2019; SACHS, 2002, 2000).

A questão ambiental, com a sua complexidade, e a interdisciplinaridade emergem no último terço do século XX (finais dos anos 60 e começo da década de 70) como problemáticas contemporâneas, compartilhando o sintoma de uma crise de civilização, de uma crise que se manifesta pelo fracionamento do conhecimento e pela degradação do ambiente, marcados pelo logocentrismo da ciência moderna e pelo transbordamento da economização do mundo guiado pela racionalidade tecnológica e pelo livre mercado (LEFF, 2011, p. 309).

A centralidade do argumento baseia-se no entendimento de que o desenvolvimento é o processo histórico de apropriação pelos povos da totalidade dos Direitos Humanos individuais e coletivos, “[...] significando três gerações de direitos: políticos, cívicos e civis; sociais, econômicos e culturais; e os direitos coletivos ao desenvolvimento, ao meio ambiente e a cidade

[...].” (SACHS, 2002, p. 65-66). Essa apropriação de direitos passa pela perspectiva da ampliação da liberdade, da cidadania e da participação social, sendo que a expansão das forças produtivas com o objetivo de alcançar os direitos de cidadania constitui um cenário em que o crescimento econômico não pode ser uma procura cega do crescimento “em si mesmo”. Dessa forma,

O desenvolvimento sustentável nos faz pensar em como organizar processos singulares, no estado-da-arte do conhecimento e da tecnologia, devotados à apropriação dos frutos da natureza, com a garantia da sobrevivência das espécies, e evitar a degradação do meio ambiente, para assegurar as condições de reprodução da vida no planeta (CGEE, 2019a, p. 5).

Um esforço interdisciplinar e intersetorial move as atividades da ONU para promover, em escala planetária, outro padrão de desenvolvimento para o século XXI. Como resultado da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (também conhecida como Rio-92 ou Eco-92) surgiu a Agenda 21 Global como uma agenda de ação, a primeira carta de intenções a estabelecer uma abordagem equilibrada e integrada de questões relativas ao meio ambiente e ao desenvolvimento, assinada por governantes de mais 170 países participantes da Conferência Oficial. Elaborada a partir de uma série de encontros de planejamento ocorridos desde o final da década de 1980, a Rio-92 foi um grande encontro mundial que desde o período preparatório reuniu os chamados ‘novos movimentos sociais’ e ambientalistas, dando origem em nível internacional ao *Fórum Internacional de ONGs e Movimentos Sociais* e no Brasil foi criado o *Fórum Brasileiro de ONGs e Movimentos Sociais* (CZAPSKI, 1998).

Durante a Rio-92 foram debatidas as mudanças climáticas e a importância da Biodiversidade, contando ainda com a elaboração da *Carta da Terra*, declaração sem força de lei nem previsão de medidas concretas – que já constam na Agenda 21 – mas que foi assinada pelas nações se comprometendo que adotariam os princípios elencados para a defesa do meio ambiente e a promoção de um desenvolvimento sustentável, por meio da ampliação da participação da população e de maior amplitude na divulgação das informações sobre o assunto.

A Agenda 21 Global foi assim nomeada em função da proximidade com o século XXI, trazendo propostas de medidas concretas envolvendo as dimensões social, política, econômica, cultural e ambiental por meio de recomendações para a implementação dos princípios da *Carta da Terra*, dentre os quais estavam elencados a vida saudável em harmonia com a natureza e o encorajamento à participação social nos processos decisórios (CZAPSKI, 1998).

No Capítulo 15 da Agenda 21 Global, que aborda a conservação da diversidade biológica, ficou estabelecido dentre os objetivos elencados que, em virtude da crescente perda de biodiversidade, os governos, em cooperação com as Nações Unidas e demais organizações

regionais, intergovernamentais e não-governamentais competentes, em conjunto com o setor privado e instituições financeiras, deveriam pressionar para a imediata pronta entrada em vigor da Convenção sobre Diversidade Biológica - CDB, com a mais ampla participação possível, levando em consideração populações indígenas, suas comunidades, bem como fatores sociais e econômicos (AGENDA 21, 1992).

Assim, no contexto da Rio-92, as discussões sobre biodiversidade foram alçadas a outro patamar com o surgimento da CDB, que é “[...] um tratado da Organização das Nações Unidas e um dos mais importantes instrumentos internacionais relacionados ao meio ambiente (MMA, s/d(a), s/p). A CDB entrou em vigor em 29 de dezembro de 1993 reconhecendo a diversidade biológica como uma realidade para além das plantas, dos animais, dos microorganismos e seus ecossistemas; “[...] é sobre pessoas e nossa necessidade de segurança alimentar, medicamentos, ar fresco e água, abrigo e um ambiente limpo e saudável para se viver.”¹⁶ (ONU, s/d, s/p, tradução livre).

É a questão ambiental que toma corpo a partir de uma ampliação do conceito de ambiente que incorpora aspectos sociais, culturais e econômicos em perspectiva planetária. Esse movimento de ampliação conceitual é ao mesmo tempo histórico e epistemológico dentro do campo, produzindo efeitos sobre as transformações metodológicas e as estratégias de abordagens da problemática ambiental. Para Leff,

O ambiente não é portanto [sic] um objeto perdido no processo de diferenciação e especificação das ciências, nem um espaço reintegrável pelo intercâmbio disciplinar dos saberes existentes. O ambiente é aquela falta insaciável de conhecimento onde se aninha o desejo de saber que gera uma tendência interminável para a produção de conhecimentos, a fim de fundamentar uma nova racionalidade social sobre princípios de sustentabilidade, justiça e democracia. (LEFF, 2015, p. 225).

Por meio do conceito de ambiente em Leff, destacamos que a utilização neste texto dos termos ‘meio ambiente’ e ‘ambiente’ não é feita sem um espaço de diferenciações, que insere o primeiro no contexto dos processos históricos e normativos que impulsionaram a questão ambiental ao longo do tempo; e o segundo é inserido nos ideais de sustentabilidade utópica que serão utilizados no decorrer do trabalho, pois “O saber ambiental faz renascer o pensamento utópico e a vontade de liberdade em uma nova racionalidade na qual se fundem o rigor da razão e os excessos do desejo, a ética e o conhecimento, o pensamento racional e a sensualidade da vida.” (LEFF, 2009, p. 18).

¹⁶ “[...] it is about people and our need for food security, medicines, fresh air and water, shelter, and a clean and healthy environment in which to live.”

1.1.1 A Convenção sobre Diversidade Biológica - CDB

No Brasil, o texto da CBD, assinado durante a Rio-92, foi aprovado pelo Decreto Legislativo n. 2 de 1994 e posteriormente promulgado pelo presidente da República, Fernando Henrique Cardoso, por meio do Decreto n. 2.519 de 1998. De acordo com Franco (2013, p. 26, grifo nosso), por meio da Convenção “[...] se chegou a uma definição bastante ampla e funcional de diversidade biológica ou biodiversidade, abrangendo-se três níveis: *diversidade de espécies, diversidade genética e diversidade de ecossistemas.*” O conceito estabelecido e popularizado a partir da CDB para a diversidade biológica compreende:

[...] a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas. (1992, Art. 2º).

Muitos autores se debruçaram ao estudo do tema e de suas implicações para a compreensão tanto das conexões entre os seres vivos quanto da necessidade de manutenção do equilíbrio na biosfera, a exemplo dos trabalhos de Bosquê (2012), Saccaro Junior (2013, 2011), Magalhães (2011), Borém e Giúdice (2008). Entretanto, apesar dessa base conceitual oriunda da CDB, ao resgatar as distintas elaborações conceituais, Rocha (2016) demonstra que a amplitude de definições existentes não chega a configurar pontos de vistas conflitantes, mas sim, o quanto a definição é global, permitindo várias interpretações a partir de sua maleabilidade.

Por meio da CDB, em seu preâmbulo, a diversidade biológica bem como seus componentes passam a ser reconhecidos por seus “valores ecológico, genético, social, econômico, científico, educacional, cultural, recreativo e estético” a partir da consideração da importância dos mesmos à evolução e manutenção dos sistemas necessários à vida da biosfera, sentido pelo qual passa a ser a conservação uma preocupação comum à humanidade (ROCHA, 2016, CDB, 1992). O Brasil, como signatário da CDB, com a intenção de ater-se aos compromissos assumidos, editou a Política Nacional de Biodiversidade - PNB, anexa ao Decreto n. 4.339 de 22 de agosto de 2002, tendo como objetivo geral

[...] a promoção, de forma integrada, da conservação da biodiversidade e da utilização sustentável de seus componentes, com a repartição justa e equitativa dos benefícios derivados da utilização dos recursos genéticos, de componentes do patrimônio genético e dos conhecimentos tradicionais associados a esses recursos (BRASIL, 2002, s/p).

A regulamentação do acesso aos recursos genéticos brasileiros, cujo conjunto é reconhecido como o patrimônio genético nacional, decorre de longo processo de debates e discussões desde a CDB, em 1992, culminando no atual Marco Legal da Biodiversidade, Lei n. 13.123/2015¹⁷, regulamentada pelo Decreto n. 8.772/2016¹⁸. A repartição justa e equitativa dos benefícios, monetários e não monetários, da exploração de processos e produtos comerciais derivados dos recursos genéticos provenientes da biodiversidade e dos conhecimentos tradicionais a eles associados foi uma das metas resultantes da 10ª Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica¹⁹ (COP10), realizada em 2010, na cidade de Nagoya, província de Aichi, Japão. As 20 Metas de Aichi compõem, como objetivos de médio prazo, o Plano Estratégico de Biodiversidade para o período 2011 a 2020, que tentou estabelecer metas para ações concretas que evitassem a perda de biodiversidade (O ECO, 2014; SECRETARIADO DA CONVENÇÃO SOBRE DIVERSIDADE BIOLÓGICA, 2012).

Nessa Conferência, foi finalizado o *Protocolo de Nagoya sobre Acesso a Recursos Genéticos e Repartição de Benefícios* decorrentes da sua utilização (*Access and Benefit-Sharing - ABS*). A intenção do acordo multilateral suplementar à CDB é possibilitar maior segurança jurídica e transparência nas relações referidas ao acesso de recursos genéticos, respeitando a soberania das nações e garantindo a repartição dos seus benefícios com quem os forneceu, criando, assim, incentivos à conservação da biodiversidade (BPBES, 2019; O ECO, 2014; SECRETARIADO DA CONVENÇÃO SOBRE DIVERSIDADE BIOLÓGICA, 2012).

Como previsto nas Metas de Aichi, a vigência do Protocolo teve início em 2014, sendo oficializada durante a COP12 em Pyeongchang, na Coreia do Sul, após o quinquagésimo instrumento de ratificação, como estabelecido inicialmente. O Brasil, entretanto, embora signatário do acordo em 2010, se manteve fora das negociações durante 10 anos por não ratificar o documento, por pressões do agronegócio brasileiro (ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS, 2021). Por ser um tratado internacional, a entrada em vigor no Brasil dependia de aprovação do Congresso Nacional, ocorrida somente no mês de agosto de 2020.

A carta de ratificação assinada pelo presidente Jair Bolsonaro somente foi entregue à ONU em 4 de março de 2021 (ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS, 2021; ALBUQUERQUE et al., 2021), pondo fim ao processo de debates em torno do tema que se

¹⁷ Dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade, entre outras providências.

¹⁸ Foge ao escopo deste trabalho a abordagem do processo histórico anterior ao Marco Legal, bem como seus resultados normativos, o que pode ser aprofundado em Feres, Cuco e Moreira (2018), Saccaro Júnior (2013), Rocha (2016), e Rocha, Rocha e Almeida (2020).

¹⁹ A Conferência das Partes (COP) é o órgão supremo decisório no âmbito da Convenção sobre Diversidade Biológica – CDB, que se reúne desde 1994, sendo que as três primeiras reuniões foram realizadas anualmente e a partir da quarta, a COP passou a se reunir de dois em dois anos (BRASIL, Conferência das partes, s/d).

estendia há anos entre governo, área ambiental e o setor do agronegócio, demonstrando os desafios que o país enfrenta quando o assunto é conservação da sua biodiversidade, mesmo já contando com legislação que regule a matéria (AGÊNCIA SENADO, 2020). Inclusive, o atraso na ratificação do Protocolo seria uma implicação da falta de uma lei nacional que disciplinasse a matéria, permitindo pressões da Frente Parlamentar da Agropecuária, de modo que o Marco Legal da Biodiversidade veio contribuir para solucionar os impasses que impediam a ratificação (ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS, 2021). Nesse rumo,

[...] é importante destacar que essa é uma oportunidade para o Brasil de expansão da 'bioeconomia' de modo responsável e de desenvolvimento da ciência e tecnologia nacionais, por meio da conversão da riqueza nacional em geração de renda. O Protocolo, ao estabelecer uma rede comercial global para investimento, pesquisa e desenvolvimento, pode significar um avanço nesses aspectos para o país (ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS, 2021, s/p, grifo no original).

A ratificação do Protocolo de Nagoya permitirá ao país participar ativamente das próximas negociações internacionais sobre o tema, garantindo o estabelecido pela CDB, o que é fundamental tendo-se em vista a megabiodiversidade brasileira e o interesse que desperta tanto no que diz respeito ao acesso para pesquisas quanto para exploração comercial de seus recursos naturais.

Percebemos que, para se colocar em prática as atitudes necessárias à soberania do país em matéria ambiental é imprescindível o apoio ao desenvolvimento e ao financiamento de uma ciência que seja capaz de transformar toda essa riqueza natural em produtos e processos voltados à geração de renda, objetivando repartição e participação social, inclusão e redução das desigualdades sociais e regionais, ao mesmo tempo em que conserva a biodiversidade.

Essa multidimensionalidade da questão do acesso aos recursos genéticos brasileiros deve ser compreendida no conjunto das discussões globais que culminaram na elaboração dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS, que abordamos a seguir, com o fim de ilustrar o imbricamento das dimensões sociais, culturais, políticas e econômicas com a dimensão ambiental.

1.1.2 Da Rio-92 aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS

O estabelecimento dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável - ODS tem origem no movimento pujante ocorrido em nível internacional a partir da década de 1970, culminando com os resultados dos trabalhos de cúpulas multilaterais realizadas a partir dos anos 1990, como reflexos dos debates desenvolvidos “na” e “a partir da” Rio-92. Como expressão global desse

processo foi elaborada a Declaração do Milênio e os 8 Objetivos de Desenvolvimento do Milênio - ODM²⁰, adotados pelos Estados-membros da ONU em 2000, com metas a serem alcançadas até 2015 impulsionando os países a enfrentarem os principais desafios sociais no início do século XXI (ONU, 2015).

No ano de 2002, na Rio+10 realizada em Joanesburgo, África do Sul, no período de 26 de agosto a 4 de setembro, a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável reuniu chefes de Estado e de Governo, delegações nacionais e centenas de organizações não governamentais (ONGs) e do setor privado para avaliar o progresso obtido desde os acordos estabelecidos na Rio-92 por meio da Agenda 21 Global. Conforme a Declaração de Joanesburgo, o foco na renovação dos compromissos girava em torno do conceito de desenvolvimento sustentável e chamava atenção para os desafios futuros da conservação dos recursos naturais e da melhoria da qualidade da vida das populações mundiais, com ênfase em água, saneamento, segurança alimentar, energia, saúde e proteção da biodiversidade (ONU, 2002).

Na declaração política de encerramento da Cúpula, os Chefes de Estado e de Governo reconheceram “[...] que o desenvolvimento sustentável requer uma perspectiva de longo prazo e ampla participação na formulação de políticas e a tomada de decisões e execução em todos os níveis.” (ONU, 2002, s/p). A análise do referido documento revela, entre as declarações finais, críticas de participantes à falta de proposições práticas e estabelecimento de prazos, bem como uma sensação de falta de direcionamento para as ações na área ambiental.

Em junho de 2012, na Rio+20, governos e representantes da sociedade civil, voltaram à cidade do Rio de Janeiro para renovar o compromisso global, por meio da avaliação do progresso obtido até aquele momento e das lacunas remanescentes na implementação dos resultados das cúpulas anteriores, abordando novos desafios. A declaração final do evento foi o documento *O futuro que queremos*, no qual se reconhecia que a formulação de metas, para um período determinado de tempo, poderia ser um instrumento útil ao lançamento de uma ação global focada no desenvolvimento sustentável.

A partir de então foi dado início ao processo de consulta global que levou à elaboração de um conjunto de objetivos universais de desenvolvimento sustentável para além de 2015²¹, constituindo-se em uma agenda ambiciosa “para não deixar ninguém para trás”, em que os países se comprometeram a tomar medidas transformadoras até 2030, partindo do reconhecimento de

²⁰ São eles: 1) erradicar a extrema pobreza; 2) atingir o ensino básico universal; 3) promover a igualdade de gênero e a autonomia das mulheres; 4) reduzir a mortalidade infantil; 5) melhorar a saúde materna; 6) combater o HIV/AIDS, a malária e outras doenças; 7) garantir a sustentabilidade ambiental; e, 8) estabelecer uma parceria mundial para o desenvolvimento.

²¹ Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável - ODS, estabelecidos na Cúpula do Desenvolvimento Sustentável, em 2015, são parte de uma nova agenda de desenvolvimento para continuar o trabalho dos Objetivos do Desenvolvimento do Milênio - ODM. Os detalhes podem ser consultados em: <https://nacoesunidas.org/pos2015>

“[...] que a erradicação da pobreza em todas as suas formas e dimensões, incluindo a pobreza extrema, é o maior desafio global e um requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável.”²² (ONU, 2015, s/p). O lema da Agenda 2030, de não deixar ninguém para trás, relaciona-se às pessoas em situação mais vulnerável, denotando que devem ter prioridade na implementação das políticas públicas (RAEDER; MENEZES, 2019).

Construída coletivamente, a Agenda 2030 é um plano de ação adotado pelos 193 países membros da ONU em 25 de setembro de 2015, indicando 17 (dezessete) Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS e 169 metas para erradicar a pobreza e promover vida digna para todos, em todos os lugares do planeta, no presente e no futuro. Para o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD (2016, p. 23), “[...] é a primeira agenda de desenvolvimento universal, holística e multidimensional. Ela requer um salto na capacidade de acelerar ações implementadas na esfera das políticas públicas.”

Os ODS são objetivos transversais, integrados e indivisíveis, combinam os processos iniciados na Agenda 21 Global, e continuados pelos ODM e pela Rio+20. Eles são o núcleo da Agenda 2030, um plano para se pensar globalmente e agir localmente. Em função dessas peculiaridades, a interdisciplinaridade e a visão sistêmica e intersetorial são essenciais à elaboração das políticas públicas relacionadas ao seu alcance (RAEDER; MENEZES, 2019). Por meio da Figura 1, demonstramos como os ODS são apresentados imageticamente:

Figura 1 - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável - ODS



Fonte: ONU (2015).

²² “A definição de pobreza remete a privação do bem-estar, que pode ser entendida como a limitação da capacidade que os indivíduos possuem de participar na sociedade, o que envolve fatores diversos como, por exemplo, se sentir seguro, ter acesso a oportunidades, ter uma alimentação adequada e ter bons relacionamentos sociais [...]” (IBGE 2019, p. 57).

Percebemos que os desafios humanistas dispostos por Sachs na virada do milênio, a partir de Estocolmo (1972), são recepcionados pelos ODS. Sua perspectiva de um desenvolvimento a partir de dentro impõe a necessidade de repensar o estado desenvolvimentista liberal, por meio de mudanças culturais que permitam preparar os homens para novas formas de vida, pautando o crescimento econômico pela melhoria das condições de bem-estar. Para Sachs (2004, 2002, 1998), nenhum outro país do mundo, como o Brasil, reúne condições igualmente favoráveis à criação gradual de uma nova civilização sustentável dos trópicos, baseada na exploração sistemática do trinômio biodiversidade-biomassas-biotecnologias. Nesse aspecto é, para o autor, relevada a importância das ciências de ponta, com destaque para as biotecnologias, capazes de aumentar tanto a produção das biomassas quanto a expansão dos produtos delas derivados.

Por outro lado, pensar na transversalidade dos ODS nos remete para um conceito de ambiente ampliado, entendido a partir de um campo de interrelações que demanda a construção de uma nova racionalidade ambiental na qual “A interdisciplinaridade é uma chamada para a complexidade” (LEFF, 2011, p. 319), é entendida como um meio que demanda “[...] a transformação dos paradigmas estabelecidos do conhecimento para internalizar um saber ambiental [...]” (LEFF, 2011, p. 318). Saber esse que se abre a

uma perspectiva de análise da produção e de aplicação de conhecimentos como um processo que compreende condições epistemológicas para as possíveis articulações entre ciências e os processos de internalização do saber ambiental emergente nos árduos núcleos da racionalidade científica, e a hibridização das ciências com o campo dos saberes “tradicionais”, populares e locais (LEFF, 2011, p. 317, grifo no original).

Sem essa abertura é impossível alcançar a meta principal de “não deixar ninguém para trás”. As características e peculiaridades dos ODS impõem a integração entre conhecimento teórico e prático que possibilite a conjugação de interesses e necessidades globais, regionais e locais. Trata-se de um esforço para além do planejado, um esforço voltado para o vivido e que precisa considerar as muitas possibilidades de vida, para que possa alinhar intenções de fato voltadas à sustentabilidade como meta geral desse plano de ação, como a possibilidade de manutenção e permanência da vida, uma vida que valha a pena ser vivida.

A partir dessas reflexões, no próximo tópico apontamos para a riqueza sociobiológica do bioma amazônico no contexto da megabiodiversidade brasileira e de uma conjuntura política que menospreza o valor da floresta em pé, permitindo que impere a degradação e o desmatamento e nos levando a uma crise ambiental que exige que problematizemos os paradigmas estabelecidos do conhecimento, em prol de um processo de reconstrução do saber

e de (re)legitimação do conhecimento científico no âmbito do saber ambiental (BIONDO, 2019).

1.2 O Brasil megabiodiverso e a riqueza sociobiológica da Amazônia

A importância da diversidade biológica no território brasileiro pode ser mais bem compreendida a partir dos aspectos de sua megabiodiversidade, que o coloca nesse quesito em liderança no cenário internacional. O Brasil possui dimensões continentais, com 8.515.767 km², com população estimada de mais de 213 milhões de pessoas em 2021 (IBGE, 2021). Conta, em seu território, com seis biomas terrestres (Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Pantanal) além da variedade de *habitats* aquáticos, hospedando mais de 13% da diversidade biológica do mundo (ICMBio, 2018).

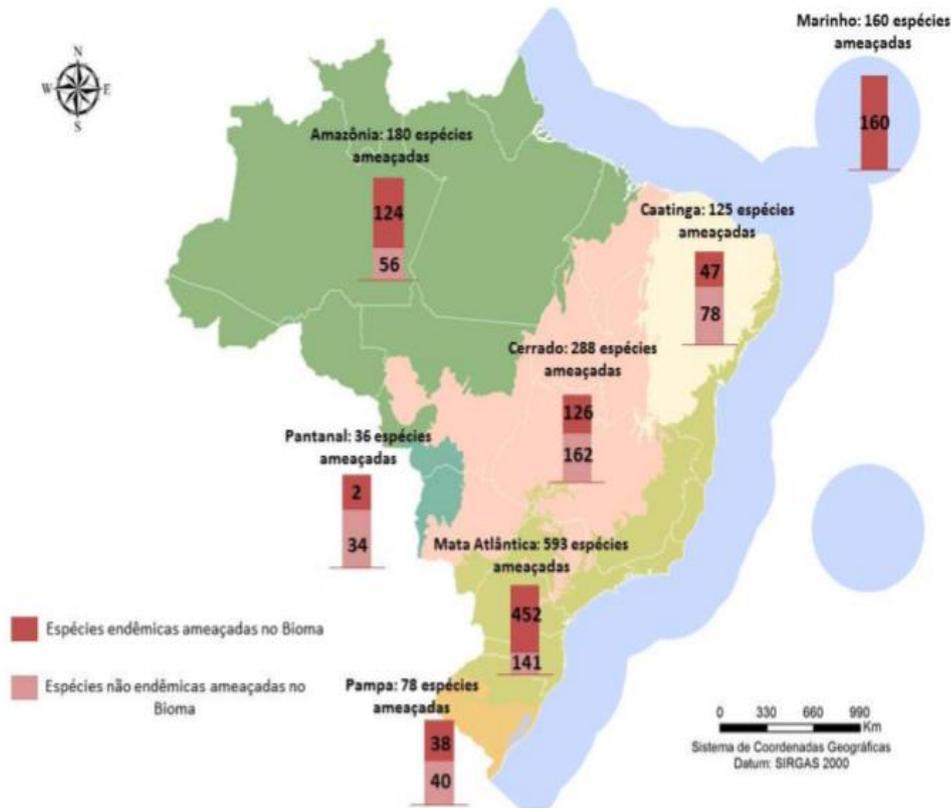
Somente 17 (dezesete) países (10% da superfície mundial) - entre as quase duzentas nações do mundo - possuem cerca de 70% da biodiversidade do planeta. O continente americano é o mais rico, devido à Amazônia, sendo o grupo composto por Brasil, Colômbia, México, Venezuela, Equador, Peru e Estados Unidos; os demais são África do Sul, Madagascar, República Democrática do Congo, Indonésia, China, Papua Nova Guiné, Índia, Malásia, Filipinas e Austrália (WORLDATELAS, 2021).

Estima-se no Brasil 42 mil espécies de vegetais e 148 mil espécies de fauna, sendo pelo menos 129.840 mil espécies de invertebrados, aproximadamente 9 mil vertebrados, sendo sua maior concentração na Amazônia (BPBES, 2019, p.179 cf. ICMBio, 2016; ICMBio, 2018), que ocupa 49,5% do território nacional brasileiro e 61% se consideramos a Amazônia Legal²³ (MAPBIOMAS, 2020; BPBES, 2019).

De acordo com os dados disponíveis no 1º diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade & Serviços Ecossistêmicos, publicado em 2019 pela Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos - BPBES (cf. ICMBio, 2014 e LOYOLA et al, 2014), a região amazônica apresenta 183 espécies de animais ameaçadas de extinção, sendo 122 endêmicas e 86 espécies de plantas ameaçadas. No entanto, dados contidos no Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (ICMBio, 2018), apontam como sendo 180 as espécies ameaçadas da fauna amazônica brasileira, sendo 124 endêmicas ao bioma, e 56 não endêmicas, como podemos observar no Mapa 1, abaixo:

²³ Extensão de terras com influência direta do bioma amazônico, que abrange três territórios político-geográficos, composta pelos estados Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins, na Região Norte; Mato Grosso, na Região Centro-Oeste; e parte do estado do Maranhão, na Região Nordeste, possuindo superfície aproximada de 5.217.423 km² (ASTOLFI FILHO; SILVA; BIGI, 2014; IBGE, 2014).

Mapa 1 - Espécies ameaçadas e espécies ameaçadas endêmicas de cada bioma



Fonte: ICMBio (2018, p. 67).

Os biomas Amazônia, Mata Atlântica e Cerrado são *hotspots*, áreas de grande riqueza e endemismos, considerados prioritários para a conservação em nível global; mas, como ilustrado no mapa acima, são os que apresentam o maior número de espécies ameaçadas. (ICMBio, 2018).

Localizado na Região Norte do Brasil, o bioma amazônico ocupa uma área de 4,2 milhões de Km², cerca de 1/3 da área total do país e tem a maior e mais rica biodiversidade e potencialidade hídrica do mundo. É conhecido mundialmente em função da Floresta Amazônica e sua incomensurável biodiversidade, de importância para todo o planeta, principalmente por sua atuação na regulação climática (LOPES, 2020; VAL, 2019; BPBES, 2019; ASTOLFI FILHO; SILVA; BIGI, 2014). Além disso, a Amazônia “[...] apresenta variadas paisagens naturais e arranjos sociais, culturais e econômicos, em consequência de diferentes formas de ocupação no processo histórico” (LOPES, 2020, p. 138), sendo, dessa forma, portadora de inestimável riqueza sociobiológica, base da vida dos povos que dependem diretamente dela como os indígenas, quilombolas e ribeirinhos.

Esse bioma não está presente apenas no Brasil. A Amazônia sul-americana, Grande Amazônia ou ainda chamada Pan-Amazônica, ocupa cerca de 7.800.000 km², distribuídos pelo

Brasil, Bolívia, Peru, Equador, Colômbia, Venezuela, Guiana, Suriname e Guiana Francesa. É a maior floresta tropical do planeta, com recursos minerais, da fauna e da flora que despertam interesses diversos, e por suas características é alvo de atividades exploratórias e predatórias as mais variadas (LOPES, 2020; BPBES, 2019).

São treze mil quilômetros de fronteiras com os demais países amazônicos, que guardam um conjunto surpreendente de similaridades ambientais e desafios estruturais, entre eles, comunicação, distribuição de energia, malha viária, saúde, ciência e tecnologia, sistemas de produção e de proteção contra o desflorestamento (VAL, 2019, p. 81).

A Amazônia é chamada de território das águas, por possuir a maior bacia hidrográfica do mundo, com mais de 7 milhões de Km² e 1.100 afluentes, sendo o principal rio o Amazonas, que despeja cerca de 250.000 metros cúbicos de água por segundo no oceano, o equivalente a cerca de 20% da água doce que deságua nos oceanos de todo o planeta (LOPES, 2020; VAL, 2019; ASTOLFI FILHO; SILVA; BIGI, 2014).

Para Val (2019) a conservação da biodiversidade é fundamental para a habilitação regional dos ODS, como desafios a serem alcançados pelas nações até 2030. Ao destacar a importância da ciência para a conservação da Amazônia, ressalta o autor que apesar de muitas ações relativas aos ODS já se apoiarem em fontes seguras disponíveis, “[...] outras tantas precisam de informações para ganhar vida; informações essas que só a ciência pode proporcionar. Não se trata de fé cega na ciência, mas do único caminho possível neste caso.” (VAL, 2019, p. 87). Para a proteção da biodiversidade é preciso conhecê-la para melhor manejá-la, impedindo o desequilíbrio nas interações ao longo do tempo. Nesse sentido, complementa o autor:

[...] é preciso destacar que a instabilidade política e a pouca efetividade da governança, que sobressaem de maneira significativa no caso dos países amazônicos se refletem sobre a educação, a ciência e a tecnologia. A produção de informações robustas acerca da biodiversidade para o desenvolvimento sustentável depende de investimentos em C&T e a situação atual precisa ser rapidamente revista e os investimentos retomados, já que o hiato em nossa compreensão da relação entre os organismos da Amazônia, incluindo o homem, e seu meio ambiente é muito expressivo. O desconhecido excede, em muito, o que conhecemos (VAL, 2019, p. 87).

Observamos pela literatura que os dados evidenciam o enorme potencial para pesquisas relacionadas ao bioma amazônico que, além da regulação climática, influencia diretamente o regime de chuvas no continente, regula o ar em função da retenção de carbono atmosférico, diminuindo a quantidade de dióxido de carbono que é lançado na atmosfera devido às inúmeras atividades humanas. Como destaca Val (2019, p. 83), estamos “[...] muito longe de conhecer o

que vai escondido no DNA das muitas espécies que compõem a diversidade biológica encontrada na Amazônia em geral”.

A Floresta Amazônica deve ser compreendida como um grande sistema climático com implicações tanto na saúde quanto nas economias não somente do Brasil (LOPES, 2020 cf. FEARNSSIDE, 2009, 2008). Por suas características, funciona como uma bomba d'água, sugando a umidade evaporada pelo oceano Atlântico e depois devolvendo-a em forma de vapor de água. Daí surgiu a expressão metafórica “rios voadores”, que são cursos de água atmosféricos, formados por massas de ar carregadas de vapor de água, compondo correntes invisíveis de ar, frutos da evapotranspiração das árvores, que levam umidade da floresta para o Centro-Oeste, Sudeste e Sul do país (NATIONAL GEOGRAPHIC BRASIL, 2021; O ECO, 2020).

Além dos dados já destacados, a Amazônia brasileira abriga uma população de 27 milhões de pessoas - 13,5% da população nacional - em uma rica sociodiversidade na qual se incluem, total ou parcialmente dentro de seus limites, aproximadamente 190 povos indígenas, dos 305 existentes no país. Essa diversidade social e cultural é composta ainda por 442 comunidades quilombolas, 42% das reconhecidas no Brasil, e cerca de 2 milhões de pessoas considerando somente os estados Amazonas e Pará (BPBES, 2019).

A percepção da condição de vulnerabilidade da floresta deve considerar os impactos e adaptações necessárias nas relações entre os homens e suas ações no ambiente natural; sobretudo, porque as questões que envolvem tanto o ambiente natural do bioma quanto as sociabilidades a ele associadas, enquanto sociobiodiversidade, são extremamente complexas e precisam ser alvos, na perspectiva de corresponsabilidade, de políticas públicas de Estado, democráticas e participativas. Do mesmo modo, é preciso aglutinar em torno da questão ambiental também as instituições privadas, a comunidade acadêmica e a sociedade civil organizada, em prol da mitigação dos graves eventos climáticos que têm acometido o país e o mundo.

A situação atual da Amazônia é de ocupação agressiva e irregular, com substituição da vegetação nativa para atividades agropastoris que, juntamente com as queimadas para aberturas de clareiras para a mineração, alteram o ciclo das chuvas no país, contribuem para a elevação do clima mundial e potencializam o risco de extinção para muitas espécies animais e vegetais já ameaçadas. Dados obtidos por sensoriamento remoto e mapeamento de vegetação obtidos por meio de iniciativas governamentais e não governamentais têm se mostrado importantíssimos para o avanço do monitoramento ambiental com a finalidade de se observar o desmatamento e a degradação florestal, em face à observância das legislações ambientais e do cumprimento dos acordos multilaterais, de modo a subsidiar políticas de fiscalização e

controle dos biomas (BPBES, 2019; MASCARENHAS, FERREIRA, FERREIRA, 2009). De acordo com o Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia – IMAZON, “O desmatamento consiste na conversão total da floresta para outra cobertura e uso do solo, enquanto a degradação é um distúrbio parcial na floresta causado pela extração de madeira e/ou por queimadas florestais.” (IMAZON, 2021a, s/p).

Os principais vetores de modificação do ambiente apontam que o desenvolvimento econômico e a expansão urbana provocam cada vez mais a necessidade de alimentação e energia, levando ao avanço da agricultura mecanizada e das hidrelétricas, que se somam a atividades exploratórias de caça e captura, a retirada de madeira, o descarte inadequado de esgotos e medicamentos, a poluição química sobretudo pela mineração, as queimadas e o desmatamento para formação de pastagens, que também impactam sobremaneira o bioma (VAL, 2019; BPBES, 2019; ICMBio, 2018).

O Sistema de Alerta de Desmatamento – SAD, desenvolvido pelo Imazon e o Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil - MapBiomas são importantes ferramentas de monitoramento da floresta por imagens de satélite. O PRODES (Projeto de mapeamento anual do desmatamento) e o DETER (Sistema de detecção de desmatamento em tempo real), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, vinculados ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação - MCTI²⁴ são outras iniciativas.

O MapBiomas é um projeto criado em 2015 e produzido por uma rede colaborativa que inclui instituições não governamentais, universidades e empresas de tecnologia organizada em coordenações por biomas e temas transversais. Com especialistas nos biomas, usos da terra, sensoriamento remoto, utilizando processamento em nuvem e classificadores automatizados desenvolvidos e operados a partir da plataforma *Google Earth Engine*, o projeto gera uma série histórica de mapas anuais de cobertura e uso da terra do Brasil (MAPBIOMAS, 2019).

Os dados mais recentes estão reunidos na coleção 6, que cobre o período de 1985 – 2020, mostrando que a perda líquida de cobertura florestal na Amazônia no período foi de 44,5 Mha, ou seja, 9 (nove) vezes a área do Estado do Rio de Janeiro. Os dados apontam como a “boiada” avança pelo bioma, sendo responsável pela perda de vegetação em 57 Mha ao longo

²⁴ Em 1985 foi criado o Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), que em 2011 teve sua denominação alterada para Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Em 2016, quando Michel Temer assume a presidência do país, foi alterado para Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) por meio da Medida Provisória nº 726 de 12 de maio de 2016, convertida na Lei nº 13.341, de 29 de setembro de 2016, agregando funções do extinto Ministério das Comunicações e articulando inovação e comunicação. Com a recriação do Ministério das Comunicações, por meio da Medida Provisória n. 980, de 10 de junho de 2020, a denominação volta a ser Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI). A Medida Provisória n. 980 altera a Lei nº 13.844, de 18 de junho de 2019 (que estabelece a organização básica dos órgãos da Presidência da República e dos Ministérios, entre outras providências), para (re)criar o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações e o Ministério das Comunicações. Em função das datas de publicação dos documentos analisados no corpo do texto, estas variações de nomenclatura do Ministério estarão presentes.

do período analisado. O conjunto das atividades agropecuárias representa uma perda de 63 Mha de floresta no período de 1985 a 2020.

Conforme as medições do Deter/INPE²⁵ e do Imazon²⁶, os alertas de desmatamento da Amazônia colocam o período 2020/2021 como o momento mais crítico da série histórica. O desmatamento em ritmo acelerado fez com que, em 2021, de janeiro a outubro o acumulado chegasse a 9.742 Km², a maior área devastada em 10 anos, com um aumento de 33% em relação ao mesmo período do ano de 2020 (IMAZON, 2021b).

Os dados de desmatamento e degradação da Amazônia estão relacionados à questão fundiária. Depois de redução no período de 2005 a 2012, o “O aumento expressivo de desmatamento observado em 2019 e 2020 trouxe evidência ao tema de regularização fundiária na Amazônia. Isso porque cerca de 40% da perda de florestas ocorre em uma área sem definição de direito à terra.” (IMAZON, 2021c, s/p).

Segundo Brito et al. (2019), o atual contexto político do país tende a agravar esse quadro que envolve a relação entre desmatamento, grilagem e conflitos violentos de terra na Amazônia, que ainda tem 70 milhões de hectares não alocados, ou seja, 28,5% da Amazônia Legal não possui informações sobre destinação fundiária, e têm potencial para a criação de novas áreas protegidas e para uso social “No entanto, o foco na privatização de terras pode estimular uma nova ocupação ilegal de terras associada ao desmatamento.” (BRITO et al., 2019, p. 2).

Um levantamento feito entre 2016 e 2020 pelo Imazon, sob a coordenação de Brito et al. (2021), envolvendo a revisão da legislação fundiária dos nove estados da Amazônia Legal, evidencia fragilidade das leis vigentes na região e suas limitações para impedir as invasões, ocupações e apropriações indevidas de terra, agravando o quadro de desmatamento naquele território. O relatório aponta também a desorganização das bases de dados de órgãos fundiários pela falta de um cadastro unificado no país que permita melhorar a gestão das questões relativas ao assunto. Para Brito et al.,

Além de promover a privatização de terras públicas, o governo federal reduziu o ritmo de demarcação de terras indígenas e criação de unidades de conservação, ambos considerados importantes mecanismos para reconhecer os direitos fundiários dos povos indígenas e comunidades tradicionais, ao mesmo tempo que atuam como barreiras ao avanço do desmatamento (BRITO et al., 2019, p. 2).

Ocorrem também o sucateamento dos órgãos de controle ambiental, a precarização das estruturas institucionais e o conseqüente enfraquecimento da fiscalização, medidas que

²⁵ Dados agregados disponíveis no sítio do INPE. DETER avisos: <http://terrabrasil.dpi.inpe.br/app/dashboard/alerts/legal/amazon/aggregated/>. Acesso em: 18 out. 2021.

²⁶ Maior detalhamento pode ser conferido no sítio do Instituto na Internet: <https://imazon.org.br/>

contribuem para o aumento considerável do desflorestamento com a perda inestimável de biodiversidade.

Todos esses fatores têm potencial para estimular mais apropriações de terras e perdas florestais, uma vez que reforçam um mecanismo de preempção para aquisição de direitos fundiários que tem sido historicamente associado ao desmatamento na região amazônica.

Nesse mecanismo de preempção: (i) as partes privadas ocupam terras públicas e, em alguns casos, expulsam os povos indígenas ou comunidades tradicionais que anteriormente ocupavam essas áreas; (ii) eles desmatam a área e plantam grama para criar gado, que é uma forma relativamente barata de sinalizar o uso da terra; (iii) eles solicitam um título de terra do governo como um reconhecimento formal de sua ocupação de terra. Quando grileiros ocupam áreas públicas após o prazo legal para outorga de direitos fundiários, eles chegam a representantes no Congresso, geralmente das chamadas bancas rurais (*ruralistas*), para exigir uma revisão legal para a prorrogação de tais prazos e para exigir descontos no preço dos terrenos (BRITO et al., 2019, p. 2).

A perda de receita do governo devido à venda de terras abaixo dos preços de mercado e o risco de desmatamento futuro e emissões associadas de dióxido de carbono (CO₂) são consequências diretas desse processo (BRITO et al., 2019) que representa retrocessos na mentalidade pública brasileira em relação à conservação e a falta de senso crítico que dificulta que a população em geral possa compreender a extensão de tais perdas e suas implicações para a vida na Terra. No entanto, já despertam a atenção de líderes de outras nações, preocupados com as implicações do desmatamento para o agravamento das mudanças climáticas, em função de que, como aponta Leff (2011, p. 318), “O conflito ambiental está marcado por interesses pela apropriação da natureza como fonte de riqueza e suporte de práticas produtivas.” Para o autor,

[...] os conflitos ambientais não serão resolvidos pelo poder científico da economia ou da ecologia, senão através de sentidos existenciais, de valores culturais e de estilos de desenvolvimento diferenciados, nos quais a exploração, a conservação ou o uso sustentável dos recursos dependem dos significados sociais atribuídos à natureza (LEFF, 2011, p. 318).

Esses elementos apontados por Leff (2011) como condições à resolução dos conflitos ambientais estão também ausentes quando pensamos no Bioma Cerrado que, semelhantemente ao Bioma Amazônico, enfrenta impasses à sua conservação e chama-nos a atenção pelas agressões constantes que vem sofrendo nos últimos anos. No próximo tópico, complementando a ênfase na Região Norte do Brasil, abordamos as condições atuais desse Bioma, que igualmente vivencia o aumento populacional, mas seu principal desafio é o desmatamento pelo crescente avanço do agronegócio mecanizado, levando ao uso predatório do solo; no entanto, é impactado ao longo do tempo também com as atividades do garimpo e da mineração.

1.2 A riqueza biológica do Cerrado e o seu potencial para estudos pesquisas

O Cerrado é o segundo maior bioma da América Latina, de características únicas, com grande biodiversidade de espécies de animais e plantas associada a uma diversidade de ambientes. Ocupa uma área de mais de 2 milhões de km², correspondente a 23% do território nacional, abrangendo os estados de Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais, Tocantins, Piauí, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e parte dos estados do Paraná, Bahia, Ceará, Maranhão, Rondônia, Roraima, Amazônia, Pará e São Paulo (REDE CERRADO, 2021; MAPBIOMAS, 2019; BPBES, 2019). Sua a posição geográfica é majoritariamente no centro, “[...] no coração brasileiro metaforiza bem a importância do bioma para o território nacional e países vizinhos. Ele é a savana mais rica em biodiversidade do mundo.” (ISPN, 2020, s/p). No entanto, ainda é muito esquecido, apesar de sua grandeza (ALVARENGA; MARTINS JUNIOR; VASCONCELOS, 2015; REDE CERRADO, 2021; BARBOSA, 2014b).

De acordo com Barbosa²⁷, uma referência em pesquisas sobre o Cerrado desde os anos 1980, fisiograficamente existem no Brasil sete grandes matrizes ambientais²⁸ denominadas por Ab’Saber, em 1977, como Domínios Morfoclimáticos e Fitogeográficos:

Outros estudos as denominam Biomas, embora o conceito de bioma não seja muito apropriado, pois tende a enfatizar ou realçar um clímax vegetacional, muitas vezes não corroborado pela história evolutiva do espaço em questão. A partir de 1992, tenho sugerido a utilização do conceito biogeográfico, classificando cada grande matriz ambiental como um sistema (BARBOSA, 2017, s/p).

O conceito sistema “biogeográfico” proposto por Barbosa (2014b, 1995) ressalta a importância que o domínio dos cerrados dos chapadões centrais do Brasil exercem para a limpeza atmosférica, por se alimentarem de gás carbônico em função de seu solo oligotrófico, bem como para o equilíbrio dos demais biomas do continente porque constituem a cumeeira do Brasil e da América do Sul, “[...] o ponto de equilíbrio desses variados domínios, uma vez que se conecta, através de corredores hidrográficos, com esses e com outros domínios do continente.” (BARBOSA, 1995, p. 160). Assim, formam “intrincados sistemas ecológicos interdependentes”, a partir de um elevado potencial aquífero que favorece a biodiversidade de espécies vegetais e animais.

²⁷ Antropólogo, fundador do Memorial do Cerrado, um dos projetos do Instituto do Trópico Subúmido-ITS na Pontifícia Universidade Católica de Goiás – PUC-GO, onde atuou como docente e pesquisador.

²⁸ Podem ser agrupadas da forma seguinte: Sistema Biogeográfico Amazônico; Sistema Biogeográfico Roraimo-Guianense; Sistema Biogeográfico das Caatingas; Sistema Biogeográfico Tropical Atlântico; Sistema Biogeográfico dos Planaltos Sul-Brasileiros; Sistema Biogeográfico das Pradarias Mistas Subtropicais; e Sistema Biogeográfico do Cerrado (BARBOSA, 2017, 1995).

As águas que alimentam as grandes bacias do continente sul-americano são as mesmas que brotam do Cerrado, recarregadas com as águas das chuvas, absorvidas pela vegetação nativa que tem dois terços de sua estrutura no subsolo, compondo um sistema radicular complexo sem o qual as águas não podem mais se infiltrar na terra (BARBOSA, 2014b, 1995).

[...] na área de abrangência do **Cerrado**, encontram-se três grandes aquíferos responsáveis pela formação e alimentação dos grandes rios continentais. Um deles e o mais conhecido é o **aquífero Guarani** [...] responsável pelas águas que alimentam a bacia hidrográfica do **Paraná**, além de alguns formadores que vertem para a bacia **Amazônica**. Os outros dois são os **aquíferos Bambuí e Urucuia** [...] responsáveis pela formação e alimentação dos rios que integram a bacia do São Francisco e as sub-bacias hidrográficas do Tocantins, Araguaia, além de outras situadas na abrangência do **Cerrado** (BARBOSA, 2014a, s/p, grifos no original).

Apesar dessa riqueza, em função de seus aspectos fisionômicos, o bioma tem sido considerado ao longo do tempo como um bioma feio e sem importância, não sensibilizando atores sociais e institucionais e nem impactando o senso comum como acontece com as florestas (ALVARENGA; MARTINS JUNIOR; VASCONCELOS, 2015; MASCARENHAS; FERREIRA; FERREIRA, 2009). Percebido como um espaço a ser ocupado, incluído no plano de desenvolvimento como área de expansão da fronteira agrícola e “contemplado para não ser protegido” (ISPN, 2020; BARBOSA, 2014b), o Cerrado sofre uma excepcional perda de *habitat* que o impacta também em sua importância social.

É um território que possui características de sociobiodiversidade em função das populações que sobrevivem de seus recursos naturais, incluindo indígenas, quilombolas, geraizeiros, ribeirinhos, babaqueiras, que possuem uma história de convívio sustentável com o bioma e detém conhecimento tradicional de sua biodiversidade com imenso valor para a humanidade (REDE CERRADO, 2021; ISPN, 2020; BPBES, 2019). Com o avanço da fronteira agrícola pela ação do capital, “[...] comunidades inteiras são desestruturadas e desabrigadas, criando o fenômeno da desterritorialização.” (BARBOSA, 2017, s/p).

Por falta de observância da legislação ambiental, a conversão do uso da terra para a monocultura de grãos é o principal vetor de modificação. No entanto, a devastação do Cerrado também pelas queimadas constantes, pelas monoculturas de eucalipto e pela atividade pecuarista voltadas ao mercado externo estão provocando a seca das nascentes e a exaustão dos mananciais, colocando em risco não somente espécies da flora e da fauna, mas também a qualidade da vida humana no país (REDE CERRADO, 2021; ISPN, 2020; BARBOSA, 2017, 2014b). Os conflitos fundiários, invasões e desapropriações ilegais estão também por trás da devastação do Cerrado, uma vez que “O ambiente não é só um objeto complexo a ser controlado por meios mais eficazes, senão também um co-relato de processos significativos que mobilizam

os agentes sociais para tomar posição frente à posse e ao usufruto da natureza.” (LEFF, 2011, p. 318).

A referência em proteção e conservação ambiental no país é a Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA, disciplinada pela Lei n. 6.938/81, criada objetivando “[...] a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar no País condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana” (BRASIL, 1981, Art. 2º). É competência nacional por ela estipulada o “desenvolvimento de pesquisas e de tecnologias nacionais orientadas para o uso racional de recursos ambientais” (BRASIL, 1981, Art. 4º, IV), sendo o Poder Executivo o ente a incentivar as atividades voltadas ao meio ambiente com vistas ao desenvolvimento de pesquisas e processos tecnológicos com o fim de redução da degradação da qualidade ambiental (BRASIL, 1981, Art. 13, I).

Após a recepção da PNMA, ficou determinado na Constituição Federal de 1988, por meio do Art. 225, que “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.” Dentre as incumbências citadas no desenvolvimento do referido artigo está a proteção da fauna e da flora, impedindo práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais à crueldade.

Em complemento à PNMA, que não menciona os biomas, ficou estabelecido pela legislação pátria que a Floresta Amazônica brasileira, a Mata Atlântica, a Serra do Mar, o Pantanal Mato-Grossense e a Zona Costeira são patrimônios nacionais. Entretanto, o Cerrado não foi citado para que, na forma da lei, se estabelecessem políticas para sua utilização dentro de condições que assegurassem seu uso sustentável. Tal fato constitui descaso não somente em relação ao Cerrado, mas também à Caatinga nordestina que, igualmente, não foi contemplada com a devida proteção no referido documento (MEIRA et al., 2020; ALVARENGA; MARTINS JUNIOR; VASCONCELOS, 2015; MASCARENHAS; FERREIRA; FERREIRA, 2009).

Desde 1995 tramita no Congresso Nacional uma Proposta de Emenda à Constituição, a PEC 115/1995, visando a inclusão Cerrado no rol dos biomas considerados como patrimônios nacionais. Conforme consulta ao site da Câmara dos Deputados²⁹, a proposta, juntamente com a PEC 150/1995 voltada à inclusão tanto do Cerrado quanto da Caatinga, está apensada à PEC

²⁹ Consulta disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=14403>. Acesso em: 07 nov. 2021.

504/2010 constando como data de sua última movimentação o dia 02 de junho de 2015, ainda sem desfecho.

O tratamento diferenciado da Constituição Federal ao bioma, segundo Meira et al. (2020), precisa ser avaliado a partir da correlação de forças e interesses políticos e econômicos à época da Assembleia Nacional Constituinte. Pelo lapso temporal em que tramita a PEC 115/1995, apensada à PEC 504/2010, continua imperando o silêncio legislativo em relação à relativização no rigor quanto ao uso dos recursos naturais desse sistema biogeográfico, levando a crer que não seja possível desvincular os interesses econômicos e políticos da “[...] rentabilidade da produção agropecuária da região e sua importância na economia e crescimento nacional, da desconsideração do Cerrado como patrimônio nacional pelo texto constitucional e da proteção tardia do bioma.” (MEIRA et al., 2020).

De um ponto de vista histórico, os dados do MapBiomas (2021), oriundos de sensoriamento remoto demonstram a evolução da cobertura e uso da terra no Cerrado no período de 1985 a 2020. O bioma tem 54,4% de cobertura com vegetação nativa remanescente, ou seja, já perdeu quase metade de sua vegetação originária, alterando severamente seu cenário geográfico. A perda líquida de vegetação nativa no período analisado foi de 19,8% (MAPBIOMAS, 2021) e, à medida que ela diminui, aumentam as áreas usadas para pastagem e agricultura, aumentando o desmatamento e os espaços de descontinuidades da vegetação, cenário que piora em regiões como a Matopiba, região de cerrado da fronteira agrícola dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, com grandes extensões convertidas para a atividade agropecuária (BPBES, 2019).

A área plantada nessa região tem aumentado exponencialmente, sobretudo a produção de soja como importante produto da economia brasileira, amplamente usada na fabricação de alimentos e geração de energia, e como fonte de alimentação animal, se tornando uma das principais *commodities* agrícolas mundiais e exercendo crescente pressão sobre a biodiversidade do Cerrado, impondo significativos desafios à sua conservação (DUARTE; LEITE, 2020). Dentre os principais impactos dos novos modelos de ocupação são destaque o empobrecimento genético e dos ecossistemas; destruição da vegetação natural; propagação de ervas exóticas; extinção da fauna nativa, e dos insetos e animais polinizadores; diminuição e poluição dos mananciais hídricos; compactação e erosão dos solos; contaminação química das águas e da biota; e proliferação de doenças desconhecidas (BARBOSA, 2014b, 2009).

Com isso, o Cerrado, cujo destino estava para Barbosa (2014a, 2009) suspenso desde o início do século XXI, agora está fadado à extinção. Há anos que o autor aborda incansavelmente acerca das ameaças a essa complexa teia hídrica que se trata de um sistema biogeográfico complexo que já atingiu seu clímax evolutivo, de modo que uma vez degradado não vai mais

recuperar plenamente sua biodiversidade. Barbosa (2014b) é taxativo ao afirmar que os desequilíbrios ambientais provocados pela substituição da vegetação nativa por pasto ou monoculturas farão os rios desaparecerem, pois onde houve modificações de solo e vegetação não há como recuperar o ambiente original.

Como resultado da ocupação desenfreada do agronegócio a partir dos anos 1970, sem as raízes profundas as águas das chuvas não penetram o solo, reduzindo o nível dos aquíferos a cada ano e fazendo com que, na prática, o cerrado já esteja extinto, pois suas árvores já atingiram alto grau de complexidade e interdependência de fatores entre fauna e flora, e “[...] não tem como tentar dizer que se pode usar técnicas para revitalizar o Cerrado. Isso é impossível.” (BARBOSA, 2014b, s/p). Também Machado et al. (2004), já alertaram que, caso o atual modelo de desenvolvimento econômico fosse mantido, o avanço da degradação do bioma Cerrado levará a seu desaparecimento até o ano de 2030.

A partir da epistemologia ambiental de Enrique Leff (2002), Alvarenga, Martins Jr. e Vasconcelos (2015) afirmam que, em articulação com o viés economicista, o viés fragmentário orienta a arquitetura de saberes na contemporaneidade. Assim, a fragmentação vegetal no Cerrado, ou seja, a quebra de sua continuidade espacial e a rápida destruição de seus sistemas naturais “[...] atesta a validade das previsões científicas de que a sustentabilidade do bioma, como *continuum* ecológico, está seriamente ameaçada pelo avanço espacial das atividades humanas” (ALVARENGA; MARTINS JUNIOR; VASCONCELOS, 2015, p. 300); no entanto, apesar dos pressupostos teóricos do desenvolvimento sustentável, o problema é que as críticas à persistência histórica dos processos de degradação carecem de efetividade e produzem poucas ressonâncias na dimensão das práticas sociais (ALVARENGA; MARTINS JUNIOR; VASCONCELOS, 2015).

Mesmo sendo considerado um argumento controverso, o utilitarismo é sempre ressaltado e os aspectos socioeconômicos são resgatados pelos governos e produtores rurais na defesa de que o avanço da produção agropecuária no Cerrado está relacionado com a necessidade cada vez maior de alimentação, e contribuiria exponencialmente com o crescimento econômico da região, por meio do aumento das exportações e a geração de divisas ao país (ALHO, 2005). Ao mesmo passo que se argumenta sobre a necessidade de alimentar cada vez mais gente, há também, por outro lado, ainda certa insegurança da sociedade em relação a produtos resultados de processos biotecnológicos, sobretudo quando se trata de alimentos. O que está de certa forma ligado tanto às formas de uso da ciência e tecnologia quanto à dificuldade de parcela da sociedade para compreender o curso do desenvolvimento de

CT&I, o que pode levar tanto a uma percepção deturpada, quanto à não legitimação dos processos de P&D³⁰ como estratégias de conservação ambiental.

Como aponta Santos (2020, p. 10, grifo no original), “Os debates culturais, políticos e ideológicos do nosso tempo têm uma opacidade estranha que decorre da sua distância em relação ao cotidiano vivido pela grande maioria da população, os cidadãos comuns – «la gente de a pie», como dizem os latino-americanos.” Da mesma forma ocorre com os debates sobre os rumos da ciência e da tecnologia e sua importância para o desenvolvimento, sobretudo o sustentável, considerando-se o conjunto da população da terra, bem como a importância de conservação do planeta, “Na realidade, observa-se um grande paradoxo: apesar de a ciência e a tecnologia modernas estarem presentes em tudo, têm se tornado cada vez mais esotéricas e compreendidas por um número muito pequeno de pessoas”. (OLIVEIRA; SOUSA, 2020, p. 55).

A sustentabilidade no uso dos recursos naturais do Cerrado, precioso por seus serviços ambientais, é imprescindível para retardar os efeitos da degradação já realizada e impedir sua ampliação, para a manutenção da segurança alimentar e hídrica do país, se impondo como um dilema social e político que implica em mudanças na educação, na ciência e na tecnologia, trabalhando a interface entre ciência e política (CGEE, 2013a).

Somadas às pesquisas de décadas sobre o bioma, importantes iniciativas não governamentais, por meio de parcerias interinstitucionais, têm ao longo do tempo se somado à difusão de conhecimentos e informações sobre o bioma, para manter viva sua história e a perseverança pela manutenção de sua existência. Como exemplos, temos o Instituto Sociedade, População e Natureza - ISPN³¹, criado em 1990, onde há iniciativas nesse sentido; o Instituto Altair Sales³² criado em 2018 para, entre outros projetos e programas educativos, dar suporte administrativo à Enciclopédia Virtual do Cerrado - EVC e à Universidade Aberta do Cerrado - UAC, ambos em desenvolvimento; a Rede Cerrado, é outra organização, composta por mais de 50 entidades da sociedade civil associadas que, com o apoio do *World Wildlife Fund* - WWF-Brasil, lançaram a “Campanha Cerrados”³³ e um álbum online³⁴ sobre o bioma, visando retratar a cultura e as histórias dos povos e das comunidades tradicionais que o habitam (WWF-BRASIL, 2021).

³⁰ De acordo com Goulart (2012, p. 62), “O termo “Pesquisa e Desenvolvimento” (P & D) é utilizado para excluir do conceito de “Ciência e Tecnologia” as ações correlatas à ciência de cunho preponderantemente administrativo. Assim, a C&T é mais ampla e engloba a P&D.”

³¹ Podem ser conferidas em: <https://ispn.org.br/biomas/cerrado/>

³² <http://www.ias-uac.com.br/>

³³ <https://cerrados.org.br/>

³⁴ <https://redecerrado.org.br/historiasdocerrado/>

Todas as iniciativas são necessárias e valiosas pois o ritmo acelerado das ações antrópicas, pelas formas desordenadas de ocupação e uso dos recursos naturais, continuam provocando continuamente a perda de material genético em grande parte desconhecido do ponto de vista científico. Ou seja, no curso do processo se interpõem o jogo de saberes e conhecimentos que assumem um papel instrumental pelo desejo de potencializar a apropriação econômica da natureza e o jogo dos “saberes que forjam sentidos e que mobilizam a ação com valores não mercantis e para fins não materiais nem utilitários.” (LEFF, 2011, p. 318-319).

Duarte e Leite (2020, p. 6) apontam que “Criar alternativas para diminuir a degradação do cerrado é uma necessidade emergencial para evitar que espécies da fauna e da flora nativa deste bioma desapareçam para sempre.” O que faz do bioma um espaço de grande potencial para estudos e pesquisas tanto no que se refere a modelos de gestão e exploração de recursos, quanto em relação às sérias ameaças à sobrevivência de suas espécies animais ameaçadas de extinção e de suas plantas com potencial medicinal ou que possam ser utilizadas em técnicas de biorremediação do solo e da água, entre outros usos (ISPN, 2020).

Esse potencial para pesquisas se estende ao Estado do Tocantins³⁵ pelo fato do Cerrado ser seu bioma predominante (91%), e “O Cerrado tocantinense representa em torno de 12,44% da superfície deste bioma no Brasil [...]” (SILVA; SANTOS; SANTOS, 2017, p. 129). Em que pese estar inserido na Amazônia Legal, o Estado encontra-se na zona de transição geográfica entre os biomas Amazônia e Cerrado, resultando em grande diversidade biológica que equivale a quase 30% da biodiversidade do país (SILVA; SANTOS; SANTOS, 2017, p. 129 cf. SEPLAN, 2012).

Diante das ameaças aos biomas da Região Norte do Brasil, vale lembrar que a CDB, como o mais importante acordo internacional relacionado à conservação da biodiversidade, levou o Brasil a instituir em 2007 as Metas Nacionais de Biodiversidade para 2010, prevendo a proteção de 30% do bioma Amazônia e 10% dos outros biomas, por meio de Unidades de Conservação – UC. O alcance estabelecido não foi atingido, entretanto as metas foram ampliadas ao final de 2010³⁶ para o mínimo de 30% da Amazônia e 17% de cada um dos outros biomas brasileiros (SILVA; SANTOS; SANTOS, 2017).

No caso específico do Cerrado, apesar do reconhecimento de sua importância biológica, de todos os *hotspots* mundiais é o que possui a menor porcentagem de áreas sob proteção integral. Dados do Ministério do Meio Ambiente - MMA, apontam que somente cerca de 8,21%

³⁵ O Estado do Tocantins conta com área de 277.720.404 Km². De acordo com consulta à projeção da população no sítio do IBGE na Internet em 19 de out. 2021, sua população é estimada em 1.612.333 habitantes, sendo predominantemente urbana.

³⁶ Revisão ocorrida na 10ª Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica – COP-10 (Protocolo de Nagoya) (SILVA; SANTOS; SANTOS, 2017).

do bioma está protegido por Unidades de Conservação - UC, apenas 2,85% desse total é correspondente ao grupo das de proteção integral e 5,36% de unidades de conservação de uso sustentável, incluindo RPPNs³⁷ (0,07%). (MMA, [s/d]b³⁸; SILVA; SANTOS; SANTOS, 2017).

Quanto à proteção do bioma no Estado do Tocantins, os dados apresentados por Silva, Santos e Santos (2017) demonstram que o grupo das UC de proteção integral corresponde apenas a 5,77% do território do estado, sendo que “[...] o Cerrado representa a maior extensão protegida por esta categoria, com cerca de 15.112,36 Km², que equivalem somente 5,45% do bioma no Tocantins. Já o bioma Amazônia possui apenas 0,32% da sua área protegida pelo grupo das UC de proteção integral no Tocantins.” (SILVA; SANTOS; SANTOS, 2017, p. 130).

A colaboração do Estado para as Metas Nacionais da Biodiversidade estabelecidas é tímida (o bioma Cerrado 8,38% e a Amazônia 6,64%), sendo necessária a instituição de outras UC no território, com o fito de aumentar a conservação da biodiversidade local e melhor contribuir para o alcance das metas nacionais (SILVA; SANTOS; SANTOS, 2017).

No passado eram a falta de conhecimento e as incertezas sobre os principais fatores que causavam o desmatamento no Cerrado que prejudicavam sua conservação e manejo; contudo, hoje já sabemos quais são as principais ameaças e apesar de avanços recentes no campo científico, o impacto ainda tem sido modesto na tomada de decisões (KLINK; MACHADO, 2005; ALHO, 2005).

Diante de tais adversidades, a prática bioprospectiva, que abordaremos a seguir, tem o potencial para contribuir com a capacidade de renovação dos recursos e conseqüentemente com a conservação da biodiversidade por meio de gestão ecológica orientada por distintos processos que se entrecruzam. Aqui ‘recurso’ é uma metáfora econômica para os escassos materiais biológicos da biosfera: “O conceito de recurso é cultural e histórico. É o conhecimento, pela sociedade, do potencial do seu meio ambiente.” (SACHS, 2002, p. 70).

³⁷ Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), área protegida administrada por particulares interessados em sua conservação.

³⁸ De acordo com o sítio do Ministério do Meio Ambiente brasileiro na internet. Não foi possível precisar a data de postagem.

Capítulo 2 - BIOPROSPECÇÃO, BIOTECNOLOGIA E BIOECONOMIA

Neste capítulo relacionamos bioprospecção, biotecnologia e bioeconomia a partir das potencialidades da Floresta Amazônica para o desenvolvimento brasileiro, pois, por suas características, no contexto do Brasil megadiverso, a Amazônia tem se tornado alvo nas últimas décadas de infindáveis discussões acerca do uso de seus recursos naturais, ainda requerendo amadurecimento em relação ao fato de que, além de biologicamente diverso, o país também é sociodiverso, e essa característica tem implicações na forma de perceber as riquezas dos biomas e sobre nelas atuar (BPBES, 2019; CGEE, 2013).

Ao abordar a Amazônia como fronteira geopolítica da biodiversidade, Albagli, em 2001, já apontava para a possibilidade do aproveitamento dos recursos genéticos da região por meio das novas biotecnologias, em busca de soluções em alimentação, saúde e energia, questão emergente e ainda pouco compreendida pela população em geral nos primeiros vinte anos do século XXI, momento de nascimento de uma nova agenda para tratar das questões ambientais.

No início da década de 2010, houve por parte do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - CGEE, supervisionado pelo MCTI, um esforço para debater os desafios do desenvolvimento brasileiro, com o fim de subsidiar a elaboração e o aprimoramento de políticas públicas, tendo sido publicados vários documentos que discutem assuntos relacionados aos gargalos e às oportunidades que se apresentavam em setores como economia, política, planejamento territorial, educação e, principalmente, CT&I (CGEE, 2015, 2014, 2013a, 2013b, 2010).

No conjunto dos debates sobre um novo padrão de desenvolvimento pautado pela dinâmica tecnológica, pela inclusão, e que fosse ambientalmente sustentável, um dos documentos técnicos do CGEE publicados em 2013 foi o Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento da Amazônia Legal – PCTI/Amazônia, que traz o consenso de que um projeto de desenvolvimento para a Amazônia terá que ter como eixo central a ciência, a tecnologia e a inovação a partir do fortalecimento do Sistema Regional de CT&I que, quanto mais heterogêneo for, menor sua capacidade de induzir o desenvolvimento na região.

O PCTI/Amazônia surge entre os anseios por um novo modelo de desenvolvimento para o país, por intenção dos secretários estaduais de CT&I e dos presidentes de Fundações de Amparo à Pesquisa - FAPs da Região Norte e, como resultado de participação dos atores regionais, teve metas definidas para um horizonte de 20 anos, com dois ciclos de 5 anos (o primeiro para o período de 2014-2018), e outro de 10 anos.

Trata-se de um documento que traz a formulação de estratégias de dimensão territorial para ampliação da capacidade do conjunto de estados da região contribuir para a aceleração das transformações que a Amazônia demanda, tanto nos aspectos intrarregionais quanto aos desafios do Brasil no cenário global a partir dos resultados da exploração sustentável de sua biodiversidade. Dessa forma, o PCTI/Amazônia se tornou uma referência no que diz respeito à formação de recursos humanos para o Sistema de CT&I, como elemento integrante de seus Eixos Estratégicos de modo a proporcionar a continuidade e a qualidade do desenvolvimento científico e tecnológico do país, garantindo condições para a inovação produtiva e social.

Como resultado do processo participativo, realizado na esteira dos debates relacionados à Estratégia Nacional de CT&I – ENCTI 2012-2015, o objetivo geral do PCTI/Amazônia ficou assim definido:

Promover a CT&I como o vetor central do desenvolvimento da Amazônia, com base nos preceitos de sustentabilidade, competitividade e equidade, visando transformar, no horizonte de 20 anos, a natureza das relações de exploração extensiva e predatória dos seus recursos em direção a processos mais intensivos em conhecimento, de forma a assegurar a preservação do seu bioma e a induzir uma mudança qualitativa de sua estrutura produtiva, ao encontro do desejo de tornar a região referência mundial de um novo modelo de desenvolvimento. (CGEE, 2013c, p. 29).

De um ponto de vista conceitual esse objetivo se harmoniza com as definições trazidas por Palma e Palma (2012) ao afirmarem que a bioprospecção está para a fase de “descoberta” científica, enquanto a atividade biotecnológica está para a “invenção”, envolvendo outros processos com potencial de aplicação industrial, custos elevados e necessidade, portanto, de financiamentos específicos; mas, relacionadas, são complementares no desenvolvimento de bioprodutos, de grande relevância para a sustentabilidade da Amazônia Legal (ASTOLFI FILHO; SILVA; BIGI, 2014). Tal relação é sobremaneira interessante a este trabalho de análise, pois são procedimentos que permitem, a partir da biodiversidade amazônica, por exemplo, produzir distintos produtos comerciais como medicamentos de altíssimo valor agregado, cosméticos, novos inseticidas e defensivos agrícolas, corantes, aromatizantes e novos alimentos com maior valor nutricional e/ou energético (ASTOLFI FILHO; SILVA; BIGI, 2014).

2.1 Bioprospecção: a biodiversidade em interface com a biotecnologia

O reconhecimento econômico, com a valoração da biodiversidade por segmentos industriais tem estabelecido um interesse crescente do setor produtivo pela bioprospecção, com o surgimento “[...] de novos processos e produtos de valor social, ambiental e/ou econômico.” (ASTOLFI FILHO; SILVA; BIGI, 2014, p. 49). A bioprospecção é a busca de material biológico na natureza que, de acordo com Bosquê (2012), surge no contexto da relação entre

biotecnologia e biodiversidade. Não se trata de um processo novo na história e sua definição é plural, denotando o acesso à biodiversidade para fins comerciais³⁹ (TRIGUEIRO, 2011; PALMA; PALMA, 2012; ROCHA, 2016; SACCARO JUNIOR, 2013). Em termos amplos consiste na busca por recursos genéticos, “[...] por compostos orgânicos em microrganismos, plantas e animais que sejam úteis para a humanidade.” (ASTOLFI FILHO; SILVA; BIGI, 2014, p. 48).

Como definida por Saccaro Junior (2013, p. 42), “[...] é uma forma de associar geração de renda e conservação ambiental, à medida que agrega valor econômico à manutenção da biodiversidade.” O que configura prática articulada com a atividade biotecnológica, ou seja, a produção de novos produtos e processos a partir da utilização de componentes biológicos (TRIGUEIRO, 2011).

Ao considerar a bioprospecção como um campo investigativo rico também do ponto de vista sociológico, devido à sua natureza multidimensional, Trigueiro (2013, 2011, 2010, 2009, 2008) a coloca também como objeto de interesse de outras ciências sociais e humanas, como antropologia, ciência política, geografia, história, economia, educação, dentre outras. Entretanto, a interdisciplinaridade que conjugue ciências humanas e sociais no contexto das relações entre biotecnologias e bioprospecção ainda é um grande desafio que nos leva a refletir sobre complexidade na/da formação de pessoas para lidarem com diferentes técnicas na elaboração de bioprocessos e bioprodutos. O fato é que, no Brasil, o amadurecimento social tanto em relação aos métodos industriais bioprospectivos quanto em relação à sustentabilidade está em processo.

[...] a realização do potencial econômico brasileiro da bioprospecção é hoje propalada pela mídia nacional e internacional, principalmente no que se refere ao bioma amazônico, e poucos formuladores de políticas se arriscariam a negar sua importância. Há, porém, uma grande diferença entre teoria e prática: embora exaltados como grande riqueza nacional, os recursos genéticos brasileiros estão longe de serem aproveitados para geração de renda, menos ainda de maneira ambientalmente favorável e socialmente justa (SACCARO JUNIOR, 2011, p. 9).

O trecho acima destacado, de Saccaro Junior, permanece ainda muito atual em um momento de degradação desenfreada da Amazônia. Além do que a relação entre a atividade biotecnológica e a biodiversidade afeta a sociedade como um todo, por se referir a questões polêmicas e evidenciar interesses controversos, múltiplas possibilidades de conflitos entre

³⁹ Saccaro Junior (2013) destaca que o conhecimento tradicional associado, como um saber produzido e transmitido ao longo de gerações, por meio de observação e processos de tentativa e erro, pode ser considerado valioso guia na utilização dos recursos genéticos, sendo, muitas vezes, imprescindível à determinação de alvos de pesquisa. Apesar de sua importância, não nos aprofundaremos no assunto em função de não estar no foco de delimitação desta tese.

atores e lógicas distintos, demandando atenção dos órgãos reguladores (ROCHA, 2016; SACCARO JUNIOR, 2011; TRIGUEIRO, 2011). Nas palavras de Trigueiro:

Algumas dessas questões dizem respeito ao direito de acesso à biodiversidade, ao direito das comunidades locais e dos povos indígenas de receberem uma contrapartida em termos de benefícios monetários ou de outra natureza, pelo uso que grandes indústrias e instituições de pesquisa passam a fazer dos seus conhecimentos, ao direito de propriedade intelectual, para os pesquisadores, e de garantia do usufruto das patentes, às indústrias, pelas inovações e descobertas realizadas e lançadas no mercado, e ao direito de autodeterminação dos povos, no exercício de sua soberania, quanto ao modo como pretendem fazer uso e conservar suas biodiversidades (TRIGUEIRO, 2011, p. 12).

Conforme Trigueiro (2011, 2009), a bioprospecção relaciona-se tanto à atividade biotecnológica, quanto ao conceito e ao entendimento a respeito do acesso à biodiversidade, por ser um fenômeno de redes, necessitando integrar atividades e práticas diversas, “[...] da atividade biotecnológica a sociedades indígenas, grandes indústrias e organizações não governamentais – e explicita muitos conflitos, ainda bastante ativos” (TRIGUEIRO, 2011, p. 1), o que podemos observar mesmo após a regulamentação pela Lei n. 13.123/15.

Contudo, para além do contexto da natureza a ser explorada (dimensão biológica), dos grupos sociais envolvidos e dos agentes responsáveis pela regulação do processo (dimensão social e política), aponta Trigueiro (2011) que a questão vai além, por ser de dimensão geopolítica que envolve tensões por distintos interesses, já discutidas pela literatura⁴⁰, entre “o rico sul e o rico norte”, ou seja, “[...] o rico norte, do ponto de vista econômico e da moderna ‘tecnociência’, *versus* o rico sul, do ponto de vista da biodiversidade; realidades antípodas e complementares, na bioprospecção.” (TRIGUEIRO, 2011, p. 4, grifos no original). O hemisfério sul é detentor das reservas naturais da biodiversidade e no hemisfério norte localizam-se “os centros mais dinâmicos da atividade biotecnológica e as principais indústrias das áreas de fármacos, de cosméticos e as agroquímicas” (TRIGUEIRO, 2011, p. 4). Nesse contexto, aponta o autor:

A idéia [sic] básica para a formulação da noção de “prática bioprospectiva” – como um tipo particular de prática científico-tecnológica – é o entendimento de que a bioprospecção não se reduz a mera questão técnica, mas abrange um conjunto de várias outras dimensões – econômicas, políticas, culturais, históricas, sociais em sentido mais amplo –, que a constituem, na realidade concreta (a multidimensionalidade da bioprospecção). (TRIGUEIRO, 2011, p. 5, grifo no original).

A aplicação comercial é, fundamentalmente, o objetivo da prática biotecnológica e, para Trigueiro (2011), não é suficiente reconhecer a multidimensionalidade da bioprospecção e que

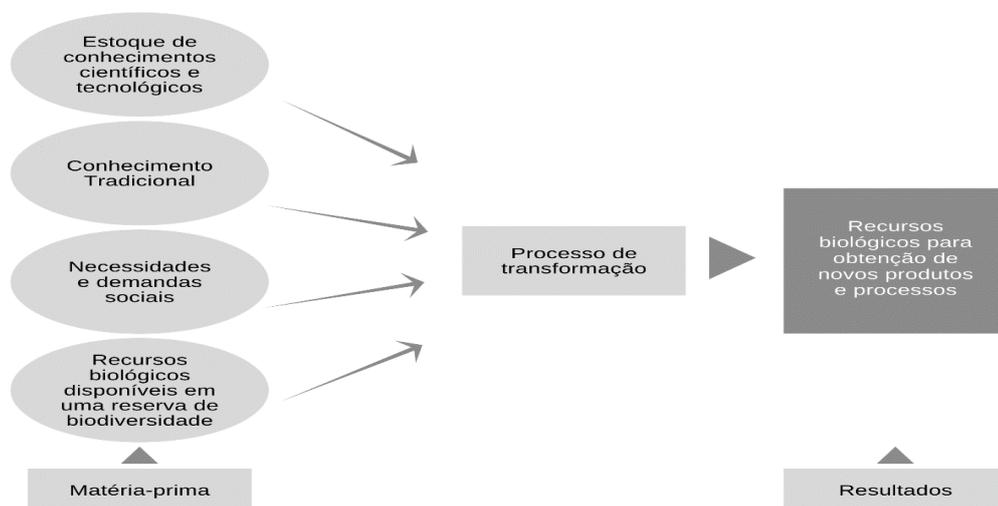
⁴⁰ Mais detalhes podem ser obtidos pela leitura de Rocha (2016), Bosquê (2012) e Magalhães (2011).

ela se constitui como atividade social - que inclui cientistas e não cientistas, políticos, industriais e outros grupos e interesses - e que relaciona questões éticas, de direito à propriedade privada de organismos vivos, ou temas referentes à autodeterminação dos povos indígenas. Para o autor, “Faz-se mister avançar nesse entendimento e na compreensão do modo como essa atividade se realiza, concretamente, como uma prática coletiva, e como ela condiciona e é condicionada por outras práticas sociais.” (TRIGUEIRO, 2011, p. 5-6). Em sua perspectiva, há relações entre as ações econômicas, a ideológicas, políticas, religiosas, entre outras, e, muito estreitamente, as biotecnológicas e tais condicionamentos dependem do arcabouço estrutural, institucional e normativo que decorre dessas interconexões, que variam de sociedade para sociedade, de contexto para contexto.

De qualquer modo, independente da forma particular que venha a assumir uma prática bioprospectiva, suas características fundamentais dependerão das regras e do funcionamento global da economia, da lógica com que a acumulação de capital se desenvolve e do arcabouço normativo internacional que dá sustentação a esse desenvolvimento. (TRIGUEIRO, 2011, p. 7).

Com a intenção de ilustrar essa dinâmica, Trigueiro elabora um organograma representativo da prática bioprospectiva, que aqui reproduzimos por meio do Esquema 2:

Esquema 2 – A prática bioprospectiva



Fonte: Trigueiro (2009, p. 122).

A impressão inicial é a de que o ponto central de sua elaboração é o processo de transformação a partir do qual tem-se origem os produtos e processos biotecnológicos. No entanto, a relação evidenciada é de complementaridade, tanto histórica quanto ambiental, pela qual se ventilam novas possibilidades em promissoras “janelas de oportunidades” que variam conforme cada sociedade, como acima destacado. Como afirmam Astolfi Filho, Silva e Bigi,

Muitas vezes na cadeia de desenvolvimento tecnológico de um bioproduto, a descoberta a partir da biodiversidade (bioprospecção) de um princípio ativo ou um biomaterial com potencial de aplicação industrial é apenas o início de um longo e dispendioso caminho para que o bioproduto atinja o mercado (2014, p. 51).

Nesse sentido, para os fins específicos deste trabalho, destacamos a importância do estoque de conhecimentos científicos e tecnológicos como uma matéria-prima, um insumo necessário à realização dessa prática que, em interrelação com os demais elementos compõem um efeito sinérgico. Nos apropriamos da referência feita por Trigueiro (2009) a um “estoque de conhecimentos científicos e tecnológicos” inerentes à prática bioprospectiva para defender a importância da formação científica a partir da EA no contexto da Educação Básica como um ativo necessário à ampliação das capacidades requeridas à manutenção do olhar questionador sobre a vida e a realidade, alargando as condições de compreensão dos indivíduos sobre o meio ambiente, com potencial para influenciar os rumos de P&D no futuro.

Como veremos a seguir, nesse processo, as questões técnicas não estão dissociadas de questões culturais, normativas, políticas, ambientais, em um sentido mais global, compondo uma dimensão mais simbólica que tem interface bastante forte com sistemas ideológicos, motivo pelo qual, aponta Trigueiro (2011), é grande a complexidade de se abordar a prática bioprospectiva contemporânea.

2.2 Biotecnologia: um fenômeno socioeconômico e cultural

O processo de desenvolvimento histórico da biotecnologia⁴¹ já foi amplamente descrito pela literatura recente no Brasil, tanto como um processo do desenvolvimento científico quanto cultural; portanto, não temos neste trabalho a intenção de traçar esse resgate histórico já tão bem abordado, e sim destacar sua importância face à biodiversidade e sua conservação.

Como a biodiversidade, a biotecnologia também foi definida na CDB, a partir da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992, como sendo “[...] qualquer aplicação tecnológica que utilize sistemas biológicos, organismos vivos, ou seus derivados, para fabricar ou modificar produtos ou processos para utilização específica.” (CDB, Art. 2º). Na tentativa de oferecer maior clareza ao tema, a literatura também traz para a terminologia uma multiplicidade de conceitos que se complementam. Em apertada síntese, pode ser compreendida como “[...] um processo

⁴¹ Maior aprofundamento conceitual pode ser obtido consultando Borém e Santos (2008); Borém e Giúdice (2008); Bosquê (2012); Lehfeld (2012); Magalhães (2011); Astolfi Filho, Silva e Bigi (2014); Freire (2014); e Rocha (2016).

tecnológico que permite a utilização de material biológico para fins científicos, tecnológicos e industriais.” (BORÉM; SANTOS, 2008, p. 327).

Para Arbix (2007), “[...] a biotecnologia não configura um setor com fronteiras claramente definidas. Diferentemente, mostra-se como um conglomerado de tecnologias que encontra aplicação em diferentes atividades produtivas.” Esta perspectiva coaduna com a elaboração de Freire (2014), para quem a biotecnologia é uma atividade econômica de alta intensidade tecnológica que se desenvolve em articulação entre setor privado, governo/agentes públicos e academia, mas não se configura um “setor”: “[...] pode ser vista como uma coleção de tecnologias que podem ser aplicadas em diferentes áreas da vida social e econômica – saúde humana e animal, agricultura, energia e variados processos industriais.” (FREIRE, 2014, p. 17).

Para este autor, a biotecnologia é um fenômeno socioeconômico, uma atividade econômica carregada de indefinições, é transversal e heterogênea, porque utiliza tecnologias e conhecimentos de distintas áreas de conhecimento, cada uma com seu campo de atuação. Em vista disso, mais adequado seria, para Freire (2014), falar em atividades biotecnológicas com aplicações em diferentes áreas da economia, e com interrelações com áreas de conhecimento. Assim, por suas características, a biotecnologia seria estampada como uma

[...] uma ciência de encruzilhada, uma vez que suas atividades mais relevantes exigem o concurso simultâneo de várias disciplinas e a colaboração de especialistas de áreas diversas. Esse processo ocorre dentro e fora dos laboratórios, nas empresas e consórcios que se dedicam aos temas relacionados à saúde, agricultura, meio ambiente e indústria. Em todas essas áreas, as empresas se pautam pela diversidade, interdisciplinaridade e por uma grande dependência das pesquisas em Ciência e Tecnologia (C&T) (ARBIX, 2007, p. 9).

Ao final da década de 1990, Rifkin (1999) apontava possibilidades e desafios do desenvolvimento biotecnológico, abordando as tensões entre distintos segmentos sociais ante às novidades que se apresentavam traduzidas na manipulação do “[...] mundo natural em seu nível mais fundamental – os componentes genéticos que ajudam a orquestrar os processos evolucionários em todas as formas de vida.” (RIFKIN, 1999, p. 70). Ao considerar os benefícios da revolução em curso no século biotecnológico, o autor apontava também para os riscos associados a novas formas de segregação, desde o determinismo biológico respaldado na engenharia genética a implicações sociais imprevisíveis à época da composição de sua obra, sobretudo no que hoje significa a exclusão de uma grande maioria das pessoas dos frutos desse processo.

O olhar temerário de Rifkin (1999), é percebido também em Bosquê (2012) e Magalhães (2011) quanto aos caminhos pelos quais percorre a revolução biotecnológica; no entanto, para Rocha (2016) os autores também analisam o universo de possibilidades positivas que se abrem,

com uma conexão direta com a economia. Rocha, não confinando suas reflexões somente aos pontos negativos imputados à prática biotecnológica, como ameaças aos ecossistemas, destaca também benefícios de sua aplicação como a criação de sementes mais resistentes a pragas, melhoramento genético de animais, geração de novos medicamentos, promoção de estratégias de biorremediação, prevenção da poluição ambiental, entre outros.

Trata-se de um percurso sem volta que requer regulamentação, controle e avaliação que possibilite a produção de conhecimentos capazes de mediar as tensões entre os aspectos positivos e negativos, em prol da melhoria da qualidade de vida e da conservação do ambiente; justamente porque, como afirma Trigueiro (2008), a seleção de tecnologias tem um componente social e consiste em permanente processo seletivo em que algumas opções são selecionadas em detrimento de outras, e essas demandas dependem das necessidades de cada contexto, da conjuntura de cada sociedade. A partir desse ponto de vista não seria uma realidade nem ameaçadora nem restritiva, variando caso a caso em função de uma ampla diversidade de fatores.

Para Trigueiro (2008) a tecnologia é um problema analítico por si só. E como uma prática social específica e uma forma de conhecimento, as biotecnologias estão intrinsecamente relacionadas à inovação, com destaque para “[...] a grande complexidade que subjaz ao fenômeno tecnológico contemporâneo, em suas múltiplas articulações com o setor produtivo, com os organismos do Estado e com inúmeros setores e movimentos da sociedade civil.” (TRIGUEIRO, 2008, p. 16).

Assim, para o autor, é evidente todo o conteúdo social intrínseco à tecnologia, de seu processo de produção até a obtenção de sua forma fenomenológica final, ou seja, a tecnologia concreta em sua manifestação aparente. Esse conteúdo social, os conhecimentos produzidos e as transformações operadas na natureza constituem sua condição ontológica (TRIGUEIRO, 2008). Tudo isso fornece à tecnologia e ao seu desenvolvimento um caráter marcadamente dinâmico e com muita imprevisibilidade, de onde emergem um sem-número de decisões, conflitos, negociações e ações racionais consequentes, porque, a tecnologia, como qualquer outra realização humana não é algo pronto, acabado ou predeterminado, por mais que existam condições estruturais objetivas que tornam tais atividades possíveis nos diversos contextos históricos e sociais.

Conforme Trigueiro (2008), a tecnologia requer aceitabilidade social, legitimação, argumento por meio do qual o autor busca sustentar que a tecnologia, como outras atividades humanas, requer necessariamente uma base de legitimidade, justamente porque há uma dimensão cultural significativa que precisa ser considerada no debate acerca dela, sobretudo no

que se refere às novas biotecnologias, áreas de conhecimento de ponta no atual contexto do desenvolvimento científico-tecnológico.

A legitimação significa, em termos gerais, um estado ou uma disposição dos indivíduos para aceitarem determinadas decisões tomadas nos vários níveis decisórios de uma dada realidade; e compreende todo um processo de interações, envolvendo indivíduos e instituições sociais, buscando a formação de consensos em torno de questões específicas. A sua natureza é dinâmica, instável, processual. Nela, atuam as normas jurídicas e sociais estabelecidas, mas, também, os “fatores contingentes”, apontados na abordagem de Luhmann (1980), a desordem, o imprevisível (TRIGUEIRO, 2011, p. 21, grifo no original).

Nesse sentido, ao mesmo tempo em que a criação e o uso de novas tecnologias podem dar origem a condições de emancipação e transformação dos sujeitos, é também fator de manutenção de estruturas sociais, de poder e dominação. Isto ocorre porque tanto a ciência como a tecnologia não são neutras, e sim, significam escolhas de possíveis caminhos que não são isentos de valores, fazem parte de arranjos políticos, sociais, relacionados a ações que são engajadas no mundo material (ALBUQUERQUE et al., 2018; TRIGUEIRO, 2008).

A condição ontológica da tecnologia é um campo aberto de possibilidades de realizações, ancorada numa estrutura física, institucional e social (a estrutura da *praxis* tecnológica⁴²), que a delimita e, ao mesmo tempo, permite novas realizações. Estas mesmas, por sua vez, tendem a reforçar essa estrutura ou mesmo modificá-la, evidenciando o caráter dinâmico desse processo (TRIGUEIRO, 2008, p. 61).

As temáticas relacionadas a CT&I ocupam lugar de destaque nas estratégias e políticas de desenvolvimento dos países e guardam hoje intrínsecas relações com as práticas biotecnológicas (ROCHA, 2016). Em todos os casos, ressaltam-se a necessidade de uma estrutura institucional que opere a partir de diretrizes claras, em um processo dinâmico de implementação, regulação e avaliação.

No Brasil, a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia - PDBiotec, está estruturada em anexo ao Decreto nº 6.041 de 8 de fevereiro de 2007⁴³, que traça as áreas setoriais priorizadas com suas respectivas vertentes para a efetiva consolidação da biotecnologia e da bioindústria brasileiras, em função das amplas possibilidades que se abrem como janelas de oportunidades promissoras para alavancar do desenvolvimento nacional baseado em conhecimento e inovação. Rocha (2016) analisa a PDBiotec em relação à Política Nacional de

⁴² Nota no original: “A *praxis* tecnológica consiste nas atividades relacionadas a produção de tecnologias. Em termos mais específicos [...] prática tecnológica.”

⁴³ Institui a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia, cria o Comitê Nacional de Biotecnologia e dá outras providências.

Ciência Tecnologia e Inovação e aponta a importância das biotecnologias na melhoria da qualidade de vida, tanto humana quanto animal.

A PDBiotec prioriza quatro áreas setoriais, sendo elas a de Saúde Humana, Agropecuária, Industrial e Ambiental. A área setorial Ambiental tem como objetivo estratégico “Estimular a sustentabilidade ambiental da produção agrícola e industrial brasileira por meio do desenvolvimento de tecnologias que visem um tratamento adequado dos resíduos e a prospecção e uso de bioativos da biodiversidade brasileira.” (BRASIL, 2007, p. 14). A partir desse objetivo estratégico, fica definida na PDBiotec, como área de fronteira da Biotecnologia⁴⁴ em matéria ambiental, a *Conservação da Biodiversidade* que, no conjunto das ações estruturantes definidas nesse documento norteador, requer a formação e capacitação de recursos humanos para o desenvolvimento de CT&I em biotecnologia. Nesse ínterim, chama a atenção o fato de que entre 22 (vinte e dois) objetivos específicos voltados à formação de recursos humanos, o primeiro deles seja “Reformular o ensino de matemática, ciências experimentais, ambientais e empreendedorismo, desde o ensino fundamental.” (BRASIL, 2007, p. 17, grifos nossos).

É exatamente essa peculiaridade da PDBiotec que nos leva a considerar que, para a formação de quadros profissionais em CT&I capazes de conjugar os ideais da sustentabilidade à sua prática, é necessária a formação científica desde a Educação Básica, por meio do contato com práticas científicas voltadas à compreensão das questões socioambientais a que todos estamos expostos como sociedade globalizada. Para tanto, entendemos que a formação científica por meio da EA se apresenta como ferramenta importante e necessária a esse processo.

A biodiversidade é destacada na PDBiotec como possibilidade para a inovação biotecnológica, sobretudo relacionada à área setorial ambiental, que visa a conservação e o aproveitamento sustentável dos recursos naturais, por meio de inclusão social e desenvolvimento de tecnologias limpas. No objetivo geral da referida política pública fica previsto

[...] o estabelecimento de ambiente adequado para o desenvolvimento de produtos e processos biotecnológicos inovadores, o estímulo à maior eficiência da estrutura produtiva nacional, o aumento da capacidade de inovação das empresas brasileiras, a absorção de tecnologias, a geração de negócios e a expansão das exportações. (BRASIL, 2007, Art. 1º).

⁴⁴ “Áreas de fronteira da biotecnologia: aquelas que se constituem em inovações tecnológicas de alto valor agregado com potencial de geração de novos mercados nacionais e internacionais, com vistas ao desenvolvimento futuro da biotecnologia e da bioindústria.” (BRASIL, 2007, Art. 1º, § 2º, III).

A estrutura da PDBiotec foi detalhadamente analisada por Rocha (2016), em um esforço que evidencia a densidade da matéria disciplinada, denotando que, apesar da imprescindibilidade da normatização, da regulamentação, faz-se mister a promoção de uma nova cultura por meio da educação para os novos problemas sociais relativos à CT&I e a necessidade de participação cidadã no processo de amadurecimento sobre o tema.

Para o alcance do objetivo traçado são necessárias implementações de ações estruturantes que envolvem recursos financeiros e humanos, infraestrutura para P&D, e marcos regulatórios específicos com ênfase nas áreas setoriais de saúde humana, agropecuária, indústria e ambiente. O diálogo intersetorial é destaque na referida política, com envolvimento de entes governamentais federais como articuladores dela em prol de seu efetivo alcance.

Entretanto, destaca Rocha (2016) que, não obstante o estímulo à pesquisa, ao desenvolvimento e à inovação ser recorrente como elementos propulsores na PDBiotec, ressalvada a própria densidade da referida política, o cenário é de resultados muito aquém dos esperados, demonstrando a desarticulação institucional, a falta de clareza nas ações e o ambiente pouco propício ao desenvolvimento sustentado e sustentável do país, apesar de todo o seu potencial natural.

A PDBiotec se alia às premissas da Política Nacional de Biodiversidade, evidenciando a importância governamental dada na primeira década desse século ao uso biotecnológico da biodiversidade no país (SACCARO JUNIOR, 2013), no entanto, aponta Favareto (2019) que nesse período ocorreu uma situação ambígua em que, apesar da redução no ritmo do desmatamento, das inovações regulatórias e dos avanços nas políticas públicas que culminaram em maior controle dos crimes ambientais, por outro lado, ao mesmo tempo se fortaleciam os setores produtivos intensivos em recursos naturais e se ampliava a agenda das grandes obras de infraestrutura, muitas delas de considerável impacto sobre populações tradicionais e ambiente.

A soma dessas ambiguidades indica claramente que, para que a ideia de transição ecológica seja aplicada em um período vindouro, será preciso ir além da reedição ou mesmo do aprofundamento de medidas tomadas anteriormente. É preciso, portanto, discutir novamente a posição desse tema nos marcos mais gerais das estratégias e prioridades do modelo de desenvolvimento brasileiro, que, para ser verdadeiramente novo, precisará superar os termos da experiência já vivida (FAVARETO, 2019, p. 52).

No contexto de uma economia especializada na exportação de bens primários, com recuo importante da industrialização (FAVARETO, 2019), cujos sinais de desgaste se unem a uma política ambiental de desmonte de instrumentos públicos de política e gestão ambiental,

que vai na contramão das potencialidades da biodiversidade brasileira (LAYRARGUES, 2020), destaca Favareto que

A transição ecológica não pode, tampouco, associar-se a uma política agrícola que continue a estimular o avanço da fronteira em direção às bordas da Amazônia ou ao que sobrou do Cerrado. Claro que esses são setores importantes para a posição atual do Brasil na ordem internacional, mas sua inserção estratégica na formação de valor, na posição relativa das trocas internacionais e na composição da fronteira tecnológica nas próximas décadas tende a ser reduzida. Apostar todas as fichas neste modelo intensivo em recursos naturais significaria reforçar a posição de subordinação no comércio internacional futuro (FAVARETO, 2019, p. 51-52).

Nesse sentido, é imperativo ao Brasil repensar seu modelo de desenvolvimento bem como as formas de sua manifestação ao longo do território nacional (FAVARETO, 2019), e a bioeconomia, a partir de sua associação com a biotecnologia, se apresenta cada vez mais como uma alternativa, como veremos a seguir.

2.3 A bioeconomia como estratégia para outro desenvolvimento possível

De um ponto de vista científico já é lugar comum que todo o potencial da biodiversidade pode impulsionar o crescimento econômico e a inclusão social, por meio de ações responsáveis de educação e investimentos em ciência e tecnologias para o uso sustentável de recursos naturais, fundamentais para as gerações presentes e futuras. Apesar da perda significativa de nossa biodiversidade nos últimos 50 anos, o Brasil possui ainda biocapacidade, uma vez que a megadiversidade do país tem enorme potencial para prospecção, identificação e aproveitamento de recursos genéticos não somente para uso medicinal, mas também alimentar, energético e hídrico (BPBES, 2019).

Não obstante a existência de literatura apontando que a utilização econômica aliada a políticas de controle e fiscalização é um dos meios mais efetivos para a conservação, a exploração adequada da biodiversidade ainda é um desafio apesar do seu potencial para “[...] se tornar uma grande vantagem na busca pelo desenvolvimento nacional, gerando renda e redução das desigualdades regionais.” (SACCARO JUNIOR, 2013, p. 35).

Na busca de um desenvolvimento com sustentabilidade, a bioeconomia surge como alternativa, pois é considerada uma economia do conhecimento da natureza, uma economia da floresta em pé e do reconhecimento do potencial dos ativos biológicos nela existentes, e são necessários conhecimentos de ciência e tecnologia intensivos para torná-la realidade, “[...] aliados a maneiras inovadoras de aproveitamento do vasto conhecimento tradicional, respeitando a justa e correta repartição de benefícios com as populações locais detentoras deste conhecimento.” (NOBRE, 2018, p. 1).

A biotecnologia, como área estratégica para o desenvolvimento nacional, tem sido considerada um instrumento para a aplicação da bioeconomia, que é tida como uma ciência transdisciplinar de abordagem recente e delineamento em curso, mas que já tem contribuído para o enriquecimento do pensamento econômico a partir de uma posição crítica em relação à abordagem econômica neoliberal, através de uma releitura da relação entre homem e ambiente (MEJIAS, 2019).

O Brasil possui um Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Bioeconomia, o PACTI Bioeconomia, publicado em 2018 pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE em parceria com a Coordenação de Bioeconomia do MCTIC como resultado de um processo de contribuições ao movimento em curso de criação de uma Estratégia de CT&I para Bioeconomia. Com vigência até 2022, o PACTI Bioeconomia foi criado a partir das orientações da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação – ENCTI (2016-2022)⁴⁵ e vislumbra a inserção estratégica da bioeconomia brasileira no cenário global. A referida Coordenação foi criada logo após a finalização da ENCTI (MCTIC, 2016) e no ano 2017 o PACTI Bioeconomia foi desenvolvido, se tornando o primeiro documento a trazer uma definição oficial da bioeconomia pelo governo brasileiro (CGEE, 2021).

Com foco no desenvolvimento sustentável e na produção de benefícios sociais, econômicos e ambientais, tem em vista os desafios que o mundo tem pela frente quanto às mudanças demográficas, com cada vez maiores pressões sobre o ambiente natural, sobretudo por aumentos nas demandas por energia, água e alimentos, com consequências climáticas (CGEE, 2018).

Assim, o PACTI Bioeconomia se constitui como um documento orientador, por meio do qual se iniciaram os debates, em nível governamental, sobre a necessidade de se estruturar uma instância coordenadora central do tema, com o fito de aglutinar ações já executadas, mas de modo desarticulado. Para dar continuidade ao processo, o CGEE, em conjunto com a Coordenação Geral de Bioeconomia do MCTI, criou o projeto *Oportunidades e Desafios da Bioeconomia* (ODBio)⁴⁶, que está subsidiando as estratégias para a implementação de políticas em CT&I para a promoção do desenvolvimento da bioeconomia nacional. Está em curso também, por meio do referido projeto, a proposta de construção de um Observatório de

⁴⁵ Trata-se de um documento orientador que é mais apropriadamente abordado no Capítulo 3 deste trabalho, porém destacamos previamente “[...] que se propõe a auxiliar na elaboração, condução e monitoramento de ações em Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) para a superação dos desafios nacionais. Com o mote “Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Econômico e Social”, a ENCTI prevê a elaboração de “Planos de Ação em CT&I” (PACTI) para os Temas Estratégicos nela apontados, dentre eles o de “Biomassas e Bioeconomia”.” (CGEE, 2018, p. 9, grifos no original).

⁴⁶ Mais detalhes podem ser conferidos em: <https://www.cgee.org.br/-/oportunidades-e-desafios-da-bioeconomia>. Acesso em: 07 nov. 2021.

Bioeconomia e de estruturação de uma instância central de governança, coordenadora da área, que será constituída como uma “[...] instância central para debater, coordenar e implementar políticas, ações, programas e projetos atinentes ao desenvolvimento da bioeconomia nacional, envolvendo atores dos setores governamentais, acadêmicos, empresariais e da sociedade civil organizada.” (CGEE, 2018, p. 33).

Para a construção do PACTI Bioeconomia, o MCTIC criou um Grupo Técnico de Trabalho, como instância consultiva, composto por especialistas em Bioeconomia (GTT Bioeconomia), “Constituído por representantes dos setores governamentais, acadêmicos e empresariais, esse GTT forneceu subsídios para a conceituação de bioeconomia a ser utilizada pelo MCTIC [...]”. (CGEE, 2018, p. 9). No documento a bioeconomia é definida como:

O conjunto de atividades econômicas baseadas na utilização sustentável e inovadora de recursos biológicos renováveis (biomassa), em substituição às matérias-primas fósseis, para a produção de alimentos, rações, materiais, produtos químicos, combustíveis e energia produzidos por meio de processos biológicos, químicos, termoquímicos ou físicos, promovendo a saúde, o desenvolvimento sustentável, o crescimento nacional e o bem-estar da população (CGEE, 2018, p. 12).

O GTT Bioeconomia atuou na definição das linhas temáticas e das metas e estratégias a elas associadas. As linhas ficaram assim definidas: 1. Biomassa. 2. Processamento e biorrefinarias. 3. Bioprodutos. 4. Observatório Brasileiro de Bioeconomia. 5. Instância Central Coordenadora da Bioeconomia. Com atuação nas iniciativas necessárias ao desenvolvimento científico e tecnológico da bioeconomia nacional, o GTT inseriu o PACTI Bioeconomia no contexto global dos ODS, apresentando ao final do desenvolvimento de cada linha proposta sua convergência com a Agenda 2030 da ONU. Da mesma forma, foi vinculado ao Acordo de Paris, pactuado em 2015, no qual o Brasil assumiu compromissos em relação à redução das emissões de gases do efeito estufa. Assim, as diretrizes gerais do PACTI são: 1 Uso sustentável de processos, de recursos biológicos renováveis e da biodiversidade nacional em substituição às matérias-primas fósseis; 2 Ações integradas para a garantia da segurança hídrica, energética e alimentar das populações; 3 Ações integradas para o desenvolvimento de bionegócios e bioprodutos; 4 Excelência científica e de negócios; e 5 Desenvolvimento sustentável e economia circular (CGEE, 2018).

Com isso, o PACTI Bioeconomia representa a sistematização de uma agenda governamental, em observância a tais compromissos, que exigem esforços para a intensificação do desenvolvimento científico e tecnológico bem como soluções inovadoras e novos modelos de negócios (CGEE, 2018). A anteriormente destacada composição do GTT Bioeconomia nos leva a resgatar, em função da complexidade da questão ambiental, que as estratégias de políticas públicas relacionadas a esse novo modelo precisam integrar os distintos setores afetos ao tema

de sua competência, a partir de diálogos intersetoriais que favoreçam, desde sua elaboração seminal, a compreensão das questões relacionadas ao ambiente como um objeto complexo.

Para o alcance dos objetivos traçados, no documento em análise está destacada a transversalidade da bioeconomia, e em função dela a relação do PACTI Bioeconomia com outros PACTI; no entanto, não revela ligação alguma com o PCTI/Amazônia, nem sequer menciona o bioma que, entre outros fatores, sofre com os desmatamentos que impactam globalmente o clima. Sem um esforço articulado para a conservação da Amazônia não será possível ao Brasil alcançar as metas de nenhum acordo internacional sobre questões climáticas, pois requerem mudanças de postura rumo à utilização otimizada dos recursos renováveis considerando os distintos aspectos das diferentes regiões do país.

Para tanto, faz-se necessário o confronto e a integração de saberes, no contexto da abertura para o diálogo que considere a racionalidade científica e sua intercambialidade com os demais saberes, conforme nos apontou Leff (2011). O saber ambiental é para Leff (2015, 2011, 2009) um saber solidário a uma política da diversidade e da diferença, no interior de uma ordem econômico-ecológica globalizada, de unidade dominadora e igualdade inequitativa. Um direito ao ser de projetar seu futuro em conexão com seu território, e recuperar “[...] o saber e a fala a fim de atribuir-se um lugar no mundo e dizer uma palavra nova, desde suas autonomias e diferenças, no discurso e nas estratégias de sustentabilidade.” (LEFF, 2009, p. 20).

A bioeconomia se apresenta valiosa sobretudo para a garantia da soberania sobre a Amazônia, por meio de um processo produtivo garantidor de direitos. A proteção da floresta tropical é responsabilidade de todos no Brasil, de modo a garantir o equilíbrio ambiental, com o apoio do resto do mundo e principalmente de parcerias com os países da Amazônia Internacional.

Nesse sentido, destacamos o *Projeto Amazônia 4.0*, idealizado pelos pesquisadores Ismael Nobre e Carlos Nobre, definido como *Terceira Via Amazônica*. O nome faz referência à utilização das tecnologias modernas da 4ª Revolução Industrial aliada ao conhecimento da biodiversidade e é fruto de debates e pesquisas realizados durante mais de três décadas, que apontam que a floresta se aproxima do seu ponto de ruptura, ou seja, de não-retorno, rumo à savanização (NOBRE, 2019a; NOBRE; NOBRE, 2019). Um detalhamento do projeto foi publicado na *Revista Futuribles em Português* (NOBRE; NOBRE, 2019), propondo um novo paradigma de desenvolvimento sustentável para a região face à crise climática e a ameaça global à biodiversidade, que exigem soluções inovadoras baseadas em ciência, tecnologia e inovação e planejamento estratégico para a construção de uma bioeconomia orientada pela “floresta em pé com os rios fluindo, valorização da biodiversidade e do trabalho sustentável das comunidades locais” (NOBRE; NOBRE, 2019, p. 11).

São os níveis alarmantes de destruição da floresta tropical que abrem a janela de oportunidades da *Terceira Via Amazônica* para se pensar em um novo paradigma de desenvolvimento sustentável, frente aos resultados insatisfatórios das outras duas vias:

De um lado, o caminho de isolar completamente grandes extensões de selva para fins de conservação (doravante referida como “primeira via”). De outro, a defesa de um modelo de desenvolvimento “supostamente sustentável” que incluiria agricultura/pecuária e mineração (doravante referida como “segunda via”) (NOBRE; NOBRE, 2019, p. 8, grifos no original).

O *Amazônia 4.0* é uma iniciativa de agrobioindustrialização, baseada em sistemas agroflorestais. Não vai contra os interesses do agronegócio, apesar de ser muito distinto do monocultivo clássico que pauta o modelo atual, primário exportador; de modo que é uma proposta para a Amazônia, mas que serve a todo o país por ser o mais biodiverso do mundo (NOBRE, 2019b). Um modelo bioeconômico que agrega valor muito superior aos produtos em comparação ao modelo econômico atual, que substitui a floresta por meio da extração de minérios e da expansão agrícola e pecuária, vendendo produtos de baixo valor agregado e de alto impacto ao ambiente, ao passo que compra manufaturados e produtos tecnológicos de alto valor, mantendo a lógica histórica da nossa colonização (NOBRE; NOBRE, 2019; NOBRE, 2019a, 2019b).

Contribuir para frear as alterações climáticas, zerar o desmatamento e as ocupações irregulares, impedir a grilagem e as práticas ilícitas de mineração, manter a sustentabilidade dos ciclos hidrológicos são algumas das motivações por trás do projeto *Amazônia 4.0*, que traz uma proposta de ocupação produtiva e sustentável para a Amazônia brasileira, baseada no estoque de conhecimentos científicos e tecnológicos, associado ao conhecimento tradicional acumulado, para viabilizar processos de transformação a partir de recursos biológicos renováveis disponíveis nas reservas de biodiversidade, conforme aponta Trigueiro em sua estrutura da prática bioprospectiva (TRIGUEIRO, 2009).

Esse novo modelo de desenvolvimento, que agrega valor às cadeias produtivas, se preocupa com o bem-estar das populações e a prosperidade da região, visa também reduzir as assimetrias em relação às outras regiões do país (NOBRE, 2019a, 2019b). Se alinha aos ideais de Sachs (2002) quando destaca que a biodiversidade e a diversidade cultural estão entrelaçadas no processo histórico de coevolução e aponta a importância da integração dos saberes para a invenção de uma moderna civilização de biomassa, representada pelo paradigma do “B ao cubo” (Biodiversidade → Biomassa ↔ Biotecnologia).

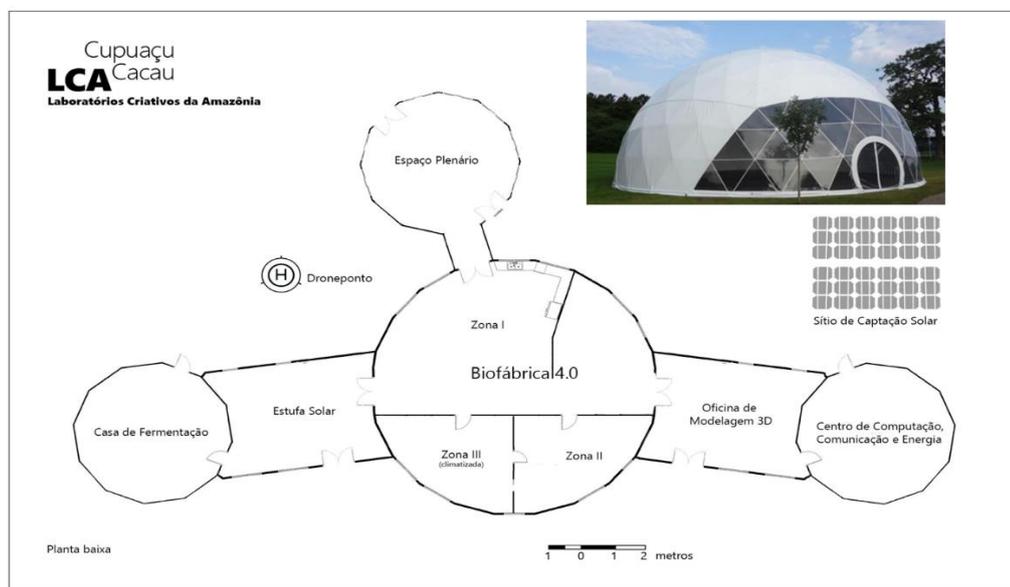
Em que pese a complexidade do projeto *Amazônia 4.0*, a intenção aqui é fundamentalmente apresentá-lo em linhas gerais, como um exemplo consistente de modelo

bioeconômico para uma reflexão das potencialidades do Brasil rumo à construção de outro modelo possível focado no desenvolvimento das capacidades necessárias à melhoria de vida para todos. O projeto conta com o conceito de Laboratórios Criativos da Amazônia - LCA idealizados para desenvolver as capacidades locais para uma transformação socioeconômica inclusiva, a partir do aproveitamento econômico dos principais insumos da biodiversidade regional como o cacau, o cupuaçu, o açaí e a castanha-do-Brasil (NOBRE; NOBRE, 2019).

Montados em tendas ou plataformas flutuantes, esses laboratórios de campo poderiam realizar pesquisas e propor soluções por meio da fusão interativa de conhecimentos tradicionais, científicos e tecnológicos. Membros das comunidades locais e estudantes seriam capacitados para trabalhar em parceria com professores, pesquisadores, empreendedores ligados a startups e especialistas em fomento e apoio a pequenos negócios e negócios sustentáveis, como o SEBRAE, além de organizações de capacitação profissional, como o SENAI. Esse grupo variado de pessoas reunido em um ambiente de capacitação, criação e prototipagem impulsionará o surgimento de uma bioindústria que aproveite ao máximo o potencial da biodiversidade amazônica (NOBRE; NOBRE, 2019, p. 18).

Para ilustrar melhor a proposta dos LCA, na Figura 2 temos a representação do conceito, por meio da planta do LC da cadeia cacau-cupuaçu:

Figura 2 - Planta do Laboratório Criativo Cupuaçu-Cacau, unidade móvel que levará inteligência artificial, sensores digitais, impressoras 3D e drones a comunidades ribeirinhas do Pará.



Fonte: Mongabay (2020). Imagem: Projeto Amazônia 4.0.

Notícias recentes revelam que a Indústria 4.0 chegou à Amazônia, pois as biofábricas idealizadas pelo projeto estão saindo do papel (RESET, 2021; MONGABAY, 2020)⁴⁷. Há previsão de que o LC da cadeia de cacau e cupuaçu comece a circular em fevereiro de 2022, “[...] entre as quatro primeiras comunidades produtoras escolhidas, todas no Estado do Pará e com perfis diferentes, uma de mulheres trabalhadoras rurais, uma de quilombolas, uma de ribeirinhos e outra numa reserva extrativista.” (RESET, 2021, s/p). Abaixo, na Figura 3 temos a fotografia da Biofábrica da cadeia do cacau e do cupuaçu, em processo de implantação.

Figura 3 - Biofábrica da cadeia do cacau e do cupuaçu



Fonte: Reset (2021).

É um projeto de grande envergadura, resumido pelos pesquisadores Nobre e Nobre (2019, p. 19-20) em sete fundamentos do conceito *Amazônia 4.0*:

- 1 Conhecimento acumulado representado pela biodiversidade Amazônica.
- 2 Habilidade de compreender o conhecimento intrínseco da floresta.
- 3 Aplicação desse conhecimento acumulado para melhorar a vida humana.
- 4 Produção de bens e serviços a partir da biodiversidade.
- 5 Construção de uma bioeconomia ao mesmo tempo local e global.
- 6 Distribuição equitativa dos benefícios socioeconômicos.
- 7 Valorização intrínseca do bioma Amazônico.

⁴⁷ Indústria 4.0 chega à Amazônia: projeto quer salvar a floresta levando tecnologia de ponta. 13 fev. 2020. Disponível em: <https://brasil.mongabay.com/2020/02/industria-4-0-chega-a-amazonia-projeto-quer-salvar-a-floresta-levando-tecnologia-de-ponta/>. Acesso em: 08 nov. 2021.

Amazônia 4.0: as biofábricas de Carlos Nobre começam a sair do papel. 16 jul. 2021. Disponível em: <https://www.capitalreset.com/amazonia-4-0-as-biofabricas-de-carlos-nobre-comecam-a-sair-do-papel/>. Acesso em: 08 nov. 2021.

Para sua viabilidade, além do enorme empenho pela mudança nos rumos da Amazônia brasileira já demonstrado pela equipe, são necessários apoio institucional intersetorial, financiamentos, reconhecimento do valor da biodiversidade brasileira e da ciência no tratamento das questões ambientais, entre outros fatores. Nesse passo, destacamos que não encontramos relações institucionais evidenciadas no material estudado entre o PACTI Bioeconomia e Projeto Amazônia 4.0.

Para que ocorra uma grande transição rumo a outro desenvolvimento possível, será preciso a materialização de uma agenda e um pacto das principais forças sociais em torno dela (FAVARETO, 2019), nesse sentido, no próximo capítulo abordamos a política de CT&I no Brasil e as potencialidades e desafios à fronteira do conhecimento. Partimos do conceito de políticas públicas para destacar, por meio de dados indicadores oficiais, os caminhos e descaminhos da C&T e da P&D no Brasil.

Capítulo 3 - A POLÍTICA DE CT&I NO BRASIL: POSSIBILIDADES E DESAFIOS À FRONTEIRA DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

Na atualidade, grande parte das atividades humanas estão mediadas pelo uso da tecnologia ou pautadas em conhecimento de conteúdos tecnológicos que influenciam a adaptação do capital humano aos novos fluxos e à dinâmica das transformações produtivas, com implicações em todas as esferas da vida coletiva.

No Brasil, os esforços das últimas décadas em prol da estruturação de uma política para CT&I culminaram em um conjunto de direcionamentos nacionais para o setor, que estão dispostos de forma integrada a partir da Lei nº. 13.243 de 11 de janeiro de 2016, regulamentada pelo Decreto nº. 9.283, de 7 de fevereiro de 2018. Tais esforços estão inseridos no debate intelectual e político contemporâneo sobre a importância das atividades de CT&I para o desenvolvimento econômico e social, em que fortalecer os meios disponíveis de incentivo aos processos de produção do conhecimento e de inovação se alinha às estratégias para a promoção do desenvolvimento sustentável (RIBEIRO, 2017).

O detalhamento de diretrizes dessa política pública está expresso no documento *Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação - ENCTI 2016-2022* (MCTIC, 2016), do qual destacamos para esta análise o intuito de compreender como a formação de competências científicas aparecem no contexto das diretrizes atuais de CT&I para o desenvolvimento econômico e social do Brasil. A exigência de alto nível de recursos humanos é inerente à composição do SNCTI. Na ENCTI 2016-2022 a promoção da pesquisa está arrolada entre os pilares fundamentais da “Estratégia” governamental, denotando a importância da popularização da ciência e da tecnologia para o melhor posicionamento do país entre aqueles com maior desenvolvimento no setor. A partir disso, os resultados da análise são aqui apresentados com foco no papel da CT&I frente ao desafio de posicionar melhor o país no cenário global.

Percebemos que, apesar do avanço regulatório que o Brasil vivenciou nos últimos anos, na prática, os indicadores demonstram a desagregação ocorrida, resultado da dificuldade do país em amparar e fortalecer a economia interna, paradoxalmente, relacionada ao desenvolvimento da capacidade em P&D. Esse processo constitui um ciclo vicioso que impõe ao SNCTI, apesar de suas potencialidades, a necessidade de ocupar, de fato, uma posição de articulação e de integração, consolidando-se na gestão dessa política pública, para viabilizar - em diálogo com outras políticas - que a qualidade da educação brasileira, em especial a

científica, possa estar entre os pilares de uma política nacional de CT&I, como um objetivo-chave para o país.

Nesse sentido, no tópico seguinte partimos do conceito de política pública para abordar, em perspectiva histórica, a constituição da política de CT&I no Brasil. Os dados indicadores da eficiência do Sistema de C&T e da infraestrutura de P&D são utilizados para demonstrar os caminhos e descaminhos da ciência, da pesquisa, do desenvolvimento e da inovação no país e a persistência das desigualdades regionais.

3.1 Política pública e política de CT&I: caminhos e descaminhos da P&D no Brasil

Como já delineado, as origens históricas dos usos da biodiversidade aludem a tempos remotos, e os estudos, à medida em que as resgatam, apontam também às evidências das ameaças impostas pelos usos indiscriminados de seus recursos, sobretudo pelos padrões de consumo típicos do modelo econômico capitalista de produção, com suas alargadas e já conhecidas consequências (CHOMSKY, 2020; BOSQUÊ, 2012; MAGALHÃES, 2011; SACHS, 2000). O crescimento econômico pode impactar positivamente a partir de investimentos ambientais e sociais, mas existem políticas públicas estruturantes que reforçam os elos entre crescimento e bem-estar pois não se trata de uma relação automática, e sim, estimulada por considerar a pressão adicional aos recursos naturais (BPBES, 2019).

Nesse sentido, a questão chave da conservação recai sobre o tema político e social, no qual o cientista precisa ter maior capilaridade no sentido difícil de persuadir os políticos de “[...] que o combate à pobreza, à miséria, e também o desejo de desenvolvimento econômico e social, pressupõem a necessidade de conservação da natureza.” (ALHO, 2005, p. 370). Ou seja, apontam à necessidade de políticas públicas para incentivo, investimento, controle e fiscalização.

O conceito de políticas públicas é polissêmico; no entanto, podemos compreendê-lo como a expressão das ações e omissões inerentes aos interesses governamentais e que possuem um ciclo com pelo menos quatro etapas, a saber: tomadas de decisão/formulação, implementação, identificação da satisfação das demandas pelas partes interessadas e, por fim, avaliação, que vise aperfeiçoamento ou descontinuidade (SOUZA, 2006; BUCCI, 2016, 1997).

A política pública consiste em um programa de ação governamental, como um processo político de escolha de prioridades para o governo, podendo assumir uma multiplicidade de formas. Os “planos e programas” seriam as formas mais comuns que podem assumir as políticas públicas enquanto instrumentos de fixação de diretrizes, objetivos, metas e estratégias (BUCCI, 2016, 1997).

Apesar de certa proximidade entre as noções de política pública e plano, aquela não se resume a este. De uma perspectiva institucional, as políticas públicas constituem os programas de ação governamentais que visam à realização de determinados objetivos em específicos lapsos temporais; entretanto, “A política é mais ampla que o plano e se define como o processo de escolha dos meios para a realização dos objetivos do governo com a participação dos agentes públicos e privados.” (BUCCI, 1997, p. 95).

Além de apontar que uma política pública transcende os instrumentos normativos do plano ou do programa, Bucci (1997) também destaca que a origem normativa das políticas públicas é o Poder Legislativo, mesmo que resultem de iniciativas legislativas dos governos, ou seja, do Executivo. Em outro estudo, Bucci (2006) distingue, em função do caráter de continuidade, políticas públicas de estado e políticas públicas de governo. Aquelas de longo prazo e com caráter de continuidade, seriam de Estado, referindo-se à implementação de certas formas de agir que miram resultados de interesse público e que não podem estar à mercê das alternâncias no poder ou mesmo dos interesses particulares dos governantes, necessitando, para isso, de uma base sólida de fundamentação que lhes deem sustentação e suportes jurídicos para sua legitimidade. Já os programas pontuais, de curto e médio prazos, e sem o caráter de continuidade, seriam políticas de governo.

Os diferentes aspectos relativos às políticas públicas nos permitem qualificar esse assunto como complexo, sobretudo no quadro de incertezas do futuro imediato pós-pandemia de covid-19 (PONT VIDAL, 2020; OLIVEIRA; SOUSA, 2020). Em uma perspectiva de complexidade, sobressai a ideia de que somente a política pública não resolve, é preciso que esteja vinculada a novas demandas relacionadas à percepção pública e à integração de saberes, ao apoio e à aprovação social e aceitabilidade cultural, compreendida como uma dimensão social dos produtos e processos científicos e tecnológicos, também relacionada aos estoques de conhecimentos de mesmo tipo (LEFF, 2015, 2011; TRIGUEIRO, 2010, 2011). E de um ponto de vista operacional, depende de implementação, fiscalização e avaliação: “[...] mecanismos regulatórios e de toda uma base de legitimação para garantir a sua sustentabilidade no mundo globalizado.” (TRIGUEIRO, 2011, p. 1).

A partir disso, faz-se *mister* compreender o processo histórico de consolidação de uma política pública de C&T no Brasil, com o intuito de abordar sua configuração atual, fruto de avanços e descontinuidades que marcam o processo de P&D até os dias atuais, impondo desafios constantes ao avanço científico e tecnológico necessário a um projeto de desenvolvimento nacional pautado pelo bem-estar do povo brasileiro.

3.1.1 A política de CT&I no Brasil em uma perspectiva histórica

O Brasil, ao longo das últimas décadas, tem, gradativamente, ampliado seus esforços pelo avanço de uma política pública para o desenvolvimento científico e tecnológico, e inovativo. A política de CT&I reúne o conjunto de ações nacionais para o setor de forma integrada a partir da Lei n. 13.243, de 11 de janeiro de 2016, regulamentada pelo Decreto n. 9.283, de 7 de fevereiro de 2018.

Data do período pós-segunda guerra o esforço da comunidade científica em prol de um processo de institucionalização que almejava colocar as atividades de pesquisa a serviço do desenvolvimento de C&T no Brasil (MOURÃO, 2017; DIAS, 2011; AUCÉLIO; SANT’ANA, 2006, TRIGUEIRO, 2001)⁴⁸. Destacamos, nesse período, a criação das seguintes instituições:

- 1948 - Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência - SBPC;
- 1949 - Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas - CBPF;
- 1950 - Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA;
- 1954 - Centro Técnico de Aeronáutica – CTA;
- 1951 - Conselho Nacional de Pesquisa (renomeado Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em 1978) – CNPq;
- 1951 - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes;

Até os anos 1950 não se podia afirmar sobre a existência de apoio institucional à C&T no Brasil. Somente na década de 1960 o desenvolvimento científico se tornou um objetivo específico no país, vez que o período entre 1950 e 1970 foi marcado pela criação dos organismos que se incumbiram da formulação das políticas públicas e o início da organização das atividades de C&T (MOURÃO, 2017; AUCÉLIO; SANT’ANA, 2006).

A partir da leitura de Lemos e Cário (2013), identificamos que a criação das referidas instituições marca o período conhecido como de surgimento dos “antecedentes históricos”, seguido por um segundo período, entendido como de evolução e consolidação das políticas de C&T (1964-1990), e, por conseguinte, de um terceiro período, com a incorporação da inovação no pós-1990, dando origem ao trinômio CT&I.

De um ponto de vista histórico, as políticas públicas para CT&I no Brasil, com abrangência para a autonomia tecnológica como dimensão estratégica para o desenvolvimento do país, remontam ao período militar pós-64, mais especificamente o início da década de 1970. Entretanto, fica evidenciado que tal processo de institucionalização é marcado por descontinuidades. Dentre as principais instabilidades, podemos relacionar a frequência na

⁴⁸ Um resgate histórico detalhado do desenvolvimento da ciência e da tecnologia, desde o Brasil colônia até a década de 1990 pode ser encontrado em Vargas (2001). Já a abordagem histórica de Schwartzman (1993), percorre o período do final da década de 1960 até o início dos anos 1990.

literatura de aspectos como oscilação e redução de recursos, problemas de percepção pública e legitimação, recusa da importância do papel da ciência e da pesquisa no país (MOURÃO, 2017; SCHWARTZMAN, 1993).

O fortalecimento das relações entre militares e ciência faz com que, a partir da década de 1960, o CNPq assumia um papel planejador da C&T, orientadas por um sistema centralizado de planejamento econômico (MOURÃO, 2017; VELOSO FILHO; NOGUEIRA, 2006). Aponta Trigueiro (2001) que, nesse período, a expansão do sistema de C&T exemplificava a realização de interesses de uma comunidade científica que se organizava para usar as armas políticas disponíveis no momento. O argumento do autor é o de que

[...] na realidade brasileira, as relações entre o Estado e as comunidades científicas são as relações fundamentais para compreender os caminhos e descaminhos do nosso desenvolvimento científico-tecnológico. Aqui as universidades se constituem em atores secundários nesse desenvolvimento (TRIGUEIRO, 2001, p. 35-36).

Trigueiro (2001) se refere ao peso e à atividade eminentemente política dessas comunidades junto ao Estado em ambiente de disputas por recursos materiais e simbólicos que influenciariam inclusive na criação da Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP, em 1969, e do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FNDCT, em 1971, por aquela gerido. Também nesse contexto, “A implantação generalizada da pós-graduação, a partir do final dos anos 60, só foi possível pela colaboração entre governo e comunidade científica.” (TRIGUEIRO, 2001, p. 39).

Para Dias (2011, p. 317), a “[...] a política científica e tecnológica constitui um caso especial dentre o conjunto das políticas públicas [...] sendo frequentemente apontada como estratégica para a promoção do desenvolvimento nacional [...]”. Durante o regime militar pós-64 as políticas públicas voltadas à C&T assumem pela primeira vez a conotação de dimensão estratégica, expressa pelo projeto desenvolvimentista adotado por meio do Programa Estratégico de Desenvolvimento (período 1968-1969). Foi proposta a criação do Sistema Nacional para o Desenvolvimento Tecnológico – SNDT, do Plano Básico para o Desenvolvimento de C&T – PBDCT, e do Fundo Nacional de Desenvolvimento de C&T – FNDCT (MOURÃO, 2017; DIAS, 2011; AUCÉLIO; SANT’ANA, 2006; TRIGUEIRO, 2001). No período de 1973 a 1985 foram implementados três PBDCT, com a finalidade de aumento dos recursos financeiros em C&T e estabelecimento de prioridades para o setor, com ênfase em energias alternativas, atividades aeroespaciais e oceanografia (AUCÉLIO; SANT’ANA, 2006).

Em 1985 foi criado o MCTI, como órgão da administração federal direta tendo, entre suas competências as atividades relacionadas a C&T e P&D, em cumprimento às determinações da Constituição Federal de 1988, em seu Art. 218, como incumbência do Estado, a promoção e

o incentivo ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação.

Como fruto da redemocratização, dentre os objetivos fundamentais da CF/88 estão a garantia do desenvolvimento nacional e a erradicação da pobreza, da marginalização e a redução das desigualdades sociais e regionais (Art. 3º, II, III). Tais objetivos apontavam aos desafios postos ao país no concernente ao estabelecimento de políticas intersetoriais e estratégias de desenvolvimento pautadas por avanços no setor de C&T, que consolidava sua estrutura ao final dos anos 1980, mas ainda não alcançava um lugar de destaque entre as prioridades nacionais.

No Brasil, a década de 1990 foi marcada por reformas e avanço do neoliberalismo, e com a retração do Estado cresce a percepção de que a inovação se apresenta como elemento importante, como um motor para o desenvolvimento (MOURÃO, 2017; LEMOS; CÁRIO, 2013). No entanto, o diagnóstico do atraso tecnológico brasileiro e da necessidade de produção de novas tecnologias e conhecimentos com a finalidade de desenvolvimento nacional e competitividade internacional, foi realizado em três momentos distintos de debates e articulação da comunidade científica com os interesses da sociedade, e teve como resultado a identificação da causa fundamental: a baixa participação do investimento privado em C&T (MOURÃO, 2017).

Esses momentos consistiram no movimento Debate Nacional: Ciência e Tecnologia numa Sociedade Democrática (MCT, 1986) que, posteriormente foi identificado como a 1ª Conferência Nacional de CT&I; a Conferência Nacional de CT&I, realizada em 2001 no governo presidencial de Fernando Henrique Cardoso, posteriormente renomeada como a 2ª conferência; e, em 2005, já no governo do presidente Luiz Inácio Lula da Silva, a 3ª Conferência Nacional de CT&I. Apesar desse novo patamar de discussões em contexto democrático, a partir de 2005 não houve alterações significativas no cenário da CT&I no país. Contudo, sinalizava para uma reformulação do papel do Estado com foco também para estratégias mais amplas, voltadas ao desenvolvimento socioeconômico sustentável (MOURÃO, 2017; VELOSO FILHO; NOGUEIRA, 2006).

As possibilidades para P&D no Brasil se ampliam a partir do ano de 2004, com a edição da Lei n. 10.973 (Lei de Incentivo à Inovação), mas somente em 2015, por meio da Emenda Constitucional n. 85 a inovação foi inserida no texto constitucional alterando e adicionando dispositivos para atualizar o tratamento das atividades de ciência, tecnologia e inovação no país. A Lei 10.973/04 foi alterada pela Lei 13.243/16, mas somente foi regulamentada dois anos depois, por meio do Decreto 9.283/18. A referida lei dispõe acerca de incentivos à inovação e

à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, com a interface público-privado, e conceitua inovação como a

[...] introdução de novidade ou aperfeiçoamento no ambiente produtivo e social que resulte em novos produtos, serviços ou processos ou que compreenda a agregação de novas funcionalidades ou características a produto, serviço ou processo já existente que possa resultar em melhorias e em efetivo ganho de qualidade ou desempenho; (Redação pela Lei nº 13.243, de 2016) (Lei n. 10.973/04, Art. 2º, IV).

Esses resultados são frutos de debates que se intensificaram em maio de 2010, quando ocorreu a 4ª Conferência Nacional de CT&I, tendo como pano de fundo a inovação e o desenvolvimento sustentável e alinhada às prioridades do Plano de Ação em CT&I - PACTI (2007-2010), a “[...] primeira política de CT&I institucionalizada de forma abrangente pelo governo federal.” (GOULART, 2012, p. 65).

O PACTI, fruto dos debates anteriores nas conferências, foi sucedido pela Estratégia Nacional de Ciência Tecnologia e Inovação - ENCTI 2012-2015 (LE MOS; CÁRIO, 2012; MOURÃO, 2017). A ENCTI (2012) foi formulada tendo como eixo estruturante Ciência, Tecnologia e Inovação para o desenvolvimento do Brasil, trazendo a promoção da inovação expressa em seu texto, e considerando como fronteiras inovativas a Biotecnologia e a Nanotecnologia. Enfatiza também a importância da biodiversidade e os efeitos das mudanças climáticas.

A ENCTI ratifica o papel indispensável da inovação no esforço de desenvolvimento sustentável do País, com ênfase na geração e apropriação do conhecimento científico e tecnológico necessário à construção de uma sociedade justa e solidária e de um ambiente empresarial mais competitivo no plano internacional (MCTIC, 2012, p. 23).

Crescia no país o entendimento de que uma maior centralidade da política de desenvolvimento científico e tecnológico e de inovação era necessária à continuação do ciclo de desenvolvimento econômico e à construção de um novo padrão de desenvolvimento. Dentre as diretrizes do Governo Federal, apresentadas como norteadoras do documento, estava a defesa do meio ambiente, de modo que se pensava em uma política de CT&I que situasse o Brasil na vanguarda do conhecimento em C&T, mas conduzisse ao desenvolvimento em observância à condicionalidade ambiental (MCTIC, 2012).

De acordo com informações disponíveis no sítio do MCTIC na internet⁴⁹, a ENCTI foi revisada e atualizada pelo MCTIC após demanda da Comissão Técnica Interministerial Permanente de Ciência e Tecnologia na Agropecuária - CTCTA⁵⁰, que, por meio de

⁴⁹ Não há informação sobre a data da postagem.

⁵⁰ Criada pela Portaria MCT/MAPA nº 865, de 25 de novembro de 2008. Reativada pela Portaria MCTIC nº 1.771, de 3 de abril de 2017.

levantamento das demandas de P&D para o setor junto aos Ministérios e seus institutos de pesquisa, sugeriu a indicação das áreas e linhas de fomento prioritárias e estratégicas para o agronegócio que deveriam constar na ENCTI. Assim, deu-se origem ao novo texto estabelecido para a janela 2016-2022, a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2022: CT&I para o desenvolvimento econômico e social (MCTIC, 2016).

Em prol de uma efetiva política de Estado para CT&I, a Academia Brasileira de Ciências – ABC (criada em 1916), apresenta, no contexto das eleições de 2014, um documento com contribuições aos candidatos à Presidência da República, com foco em um desenvolvimento sustentável e socialmente justo. O documento foi subscrito pelo Conselho Nacional das Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa – CONFAP e pela Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência – SBPC, e trazia assinalado que, àquele momento o Brasil reunia as

[...] condições ímpares para utilizar eficientemente ciência, tecnologia e inovação em um projeto de desenvolvimento ousado e transformador que contribua para reduzir as iniquidades, melhorando o nível de vida da população e colocando o país em lugar de destaque no cenário internacional. A competência científica já instalada, a complexa, mas insuficiente, infraestrutura de apoio à pesquisa consolidada ao longo dos últimos anos, suas dimensões continentais, sua população e a diversidade de seus ecossistemas permitem este caminho (ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS, 2014, p. 3).

Para tanto, seria necessário, aponta o documento, fixar prioridades que removessem obstáculos ao desenvolvimento nacional, incluindo a “[...] a precária escolaridade dos brasileiros, os baixos investimentos em infraestrutura, a insuficiência de recursos governamentais para o apoio à pesquisa e à inovação [...].” (ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS, 2014, p. 3). Apesar do reconhecimento dos avanços nos anos anteriores, as recomendações da ABC (2014) eram no sentido do alcance de novos patamares. As propostas foram apresentadas tendo-se como pressuposto que “[...] a sustentabilidade representa a busca permanente pelo bem estar humano e a satisfação das suas necessidades econômicas e sociais, sem o comprometimento do progresso, do ambiente e do sucesso das futuras gerações.” (ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS, 2014, p. 16).

Nesse contexto, o aperfeiçoamento do marco regulatório de fomento à inovação, que era uma linha de ação na ECNTI em 2012, deu origem à Lei n. 13.243, de 11 de janeiro de 2016, que surge determinando acerca dos estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação, alterando um conjunto de Leis anteriores, inclusive a Lei de Incentivos à Inovação (Lei n. 10.973/2004), como já destacado. A finalização da tramitação no Congresso Nacional do Código Nacional de CT&I (PL - 2177/11), que dá origem a esta lei estava no rol das recomendações da ABC em 2014. Contudo, a referida lei ficou na dependência de regulamentação, somente ocorrida por meio do Decreto n. 9.283/2018.

E por meio do Decreto n. 10.434 de 28 de outubro de 2020 foi instituída a Política Nacional de Inovação e sua governança, em complemento ao marco legal.

Nesse sentido, a ENCTI 2016-2022, surge, como uma estratégia unificada, com o propósito de ajudar a alçar o país a um novo patamar de desenvolvimento nas três áreas (C, T e I), superando as dificuldades apresentadas pelo setor, e criando uma sociedade do conhecimento (BENCKE et al., 2019; KASSAB, 2016). Em um contexto de desigualdades históricas e assimetrias regionais tanto de caráter socioprodutivo quanto de produção e acesso à CT&I, um dos desafios propostos é o de fortalecer as bases para a promoção do desenvolvimento sustentável.

O referido documento apresentou-se como a sistematização de um conjunto de orientações em relação aos principais dilemas a serem enfrentados pelo setor no médio prazo, por meio de 12 (doze) temas estratégicos a serem priorizados em conformidade com as diretrizes delineadas para o SNCTI: Aeroespacial e defesa; Água; Alimentos; Biomas e bioeconomia; Ciências e tecnologias sociais; Clima; Economia e sociedade digital; Energia; Minerais estratégicos, Nuclear, Saúde e Tecnologias convergentes e habilitadoras. (MCTIC, 2016).

As novas “Estratégias” têm como eixo estruturante a expansão, consolidação e integração do Sistema Nacional de CT&I, que “[...] consiste na interação de todas as instituições, processos e instrumentos necessários para a promoção da inovação por meio do desenvolvimento científico e tecnológico.” (MCTIC, 2018, p. 9). E para enfrentar os desafios, foram projetadas articulações, a partir de uma visão intersetorial, “[...] entre a política de CT&I com as demais políticas de Estado e entre os vários atores do SNCTI. Tal articulação teve início com o Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação 2007-2010 (Pacti) e consolidou-se com a Encti 2012-2015, sob a liderança do MCTIC.” (MCTIC, 2016, p. 35). As articulações estão representadas na Figura 4, a seguir:

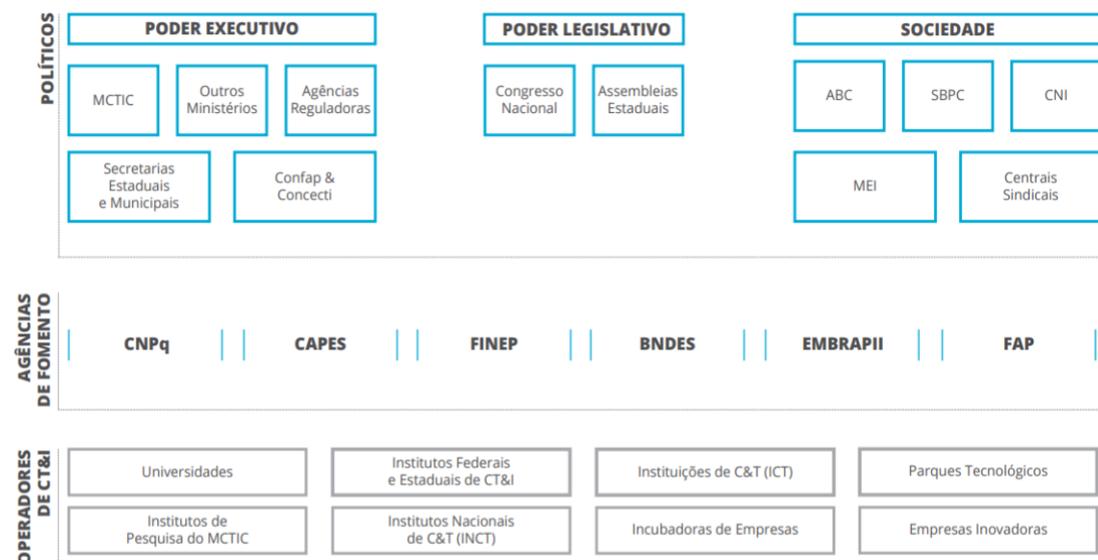
Figura 4 – Articulação da Política de CT&I com as principais políticas e a integração entre os atores



Fonte: MCTIC (2016, p. 35).

Destacamos, para os fins deste trabalho, a presença da política de educação na ENCTI 2016-2022, e a inclusão das políticas ambiental e energética, que não faziam parte do rol expresso na versão anterior (ENCTI 2012-2015). Os demais setores permaneceram inalterados e o padrão de integração se manteve. A partir dessa premissa de expansão e integração que conjugam com a consolidação para o fortalecimento do Sistema, as novas “Estratégias” trazem para ele uma nova configuração atualizada, representada na Figura 5:

Figura 5 - Principais atores do SNCTI



Fonte: MCTIC (2016, p. 14).

A representação do SNCTI mostra os atores integrantes e os conjuntos em que atuam, organizados em três níveis a partir das relações entre Estado, Mercado e Sociedade: no nível político cabe aos atores a definição das diretrizes estratégicas norteadoras; no nível intermediário, as agências de fomento federais e estaduais atuam na formação de políticas que norteiam o SNCTI e na articulação público-privada promovendo colaboração empresas - ICTs, sendo o aumento dessa interação entre universidade e empresas considerado no texto da ENCTI como um desafio continuado para a expansão do sistema. E em nível operacional são geradas as inovações: “É no terceiro nível de atores do SNCTI, os operadores de CT&I, que são geradas as inovações, desenvolvidas as tecnologias e realizadas as pesquisas que foram objeto de diretrizes no nível político e de alocações de recursos no nível das Agências de Fomento.” (MCTIC, 2016, p. 18).

Apesar dos avanços na composição e amadurecimento de uma Estratégia Nacional de CT&I, ao longo das últimas duas décadas, os dados indicadores do setor mostram que ainda são muitas as limitações do Brasil em matéria de P&D para que se consiga elevar a um novo

patamar o desenvolvimento científico e tecnológico e a inovação no país. Esse processo de desenvolvimento teve, nos últimos anos, mais especificamente a partir de 2014, um movimento de desagregação ao mesmo tempo em que se materializavam, nos documentos acima citados, as discussões oriundas dos debates travados em 2005, dando origem ao PACTI 2007-2010 (MOURÃO, 2017).

A deterioração das condições políticas e econômicas desarmou a ancoragem de princípios normativos de transformação das relações econômicas pelo Estado, sobressaindo-se a instabilidade e a incapacidade estatal e governamental de implementar as políticas formuladas. O processo de ajuste fiscal atingiu particularmente a área de CT: se, no início do segundo governo Dilma, já se apresentou uma situação de corte orçamentária das verbas de custeio da pós-graduação, esse processo se aprofundou com a continuidade da crise econômica que levou a um processo de redução de gastos em áreas menos prioritárias – e, neste ponto, o orçamento voltado para a área sofreu particularmente com a queda de dispêndio e com a perda de poder político. Isso provoca uma situação de inexistência de planos estruturados para a CT (MOURÃO, 2017, p. 146).

O contexto político influencia o alcance das referências normativas, prejudicando o efeito almejado durante o processo de debate e construção das mesmas, qual seja, a elevação da condição do Brasil no cenário internacional de CT&I, por meio, entre outras coisas, do desenvolvimento da infraestrutura de pesquisa necessária para alavancar resultados mais promissores ao Sistema Nacional de Ciência Tecnologia e Inovação – SNCTI, que tem como uma de suas premissas o fortalecimento das bases para a promoção do desenvolvimento sustentável que, junto com a inovação, vem sendo pautado desde o PACTI 2007-2010.

Para a consecução das estratégias traçadas para a CT&I no Brasil, é preciso investimento em ciência nas diversas áreas do conhecimento, para a garantia de formação de recursos humanos capazes de inovar em todos os setores da sociedade, pois estão todos inter-relacionados e necessitam estar conjugados para um projeto de desenvolvimento equitativo e incluyente. Para avaliar como isso vem ocorrendo nos últimos anos, analisaremos a seguir a eficiência da infraestrutura de C&T e P&D no Brasil com base nos dados do dispêndio e na relação entre dispêndio e resultados em C&T e P&D no período entre 2010 e 2018, a partir dos Indicadores Nacionais de Ciência, Tecnologia e Inovação 2019 (MCTIC, 2019).

3.1.2 Infraestrutura de C&T e P&D no Brasil e a persistência das desigualdades regionais

A Estratégia Nacional de CT&I (2016), como sistematização da política pública, representa o avanço que o Brasil vivenciou nos últimos anos em CT&I, tríade alçada na ENCTI 2012-2015 como eixo estruturante do desenvolvimento nacional. Entretanto, na prática, os dados indicadores demonstram a desagregação ocorrida nos últimos anos, fruto da dificuldade

do país em amparar e fortalecer a economia interna, paradoxalmente, diretamente relacionada ao desenvolvimento da capacidade em P&D.

O Brasil é dependente da exportação de matéria prima e da importação de tecnologia estrangeira de média e alta complexidade (BENCKE, et al., 2019), fazendo com que fique à mercê de acordos bilaterais e amplie sua condição de dependência ao passo que a desigualdade interna aumenta, sobretudo nos momentos de crises financeiras globais.

A eficiência da infraestrutura de pesquisa das regiões brasileiras em transformar os recursos públicos em resultados científicos e tecnológicos foi analisada por Melo, Santana e Silva (2019), utilizando-se de indicadores de CT&I, nos segmentos insumo (*input* – CNPq; CAPES/MEC) e resultado (*output* – DGP; CNPq; INPI; CAPES/MEC). Os dados analisados no estudo abordam o período de 2000 a 2014, e apontam as Regiões Nordeste, Norte e Centro-oeste, com capacidade inferior de transformar recursos de P&D em resultados científicos e tecnológicos - sobretudo no quesito inovação - em comparação com as Regiões Sul e Sudeste.

Seguindo a linha de raciocínio dos autores, focamos, neste ponto do trabalho, nos dados do dispêndio e na relação entre dispêndio e resultados em C&T e P&D no período entre 2010 e 2018, apesar de que em alguns pontos, para maior inteligibilidade, usamos como referência o início da série histórica, ano 2000, para a comparação com a atualidade. O intuito é demonstrar a prevalência do recuo nos investimentos e ampliação das disparidades regionais, em função das mudanças de rumo na política e na economia brasileiras nos últimos anos. Nos baseamos nos dados consolidados apresentados por meio dos Indicadores Nacionais de Ciência, Tecnologia e Inovação - 2019 (MCTIC, 2019).

Os indicadores consolidados dos recursos aplicados demonstram que o dispêndio nacional total no conjunto de C&T⁵¹ teve aumento a partir de 2012 com diminuição a partir de 2014, puxada pelo decréscimo nos investimentos nas atividades científicas e correlatas, como pode ser observado no Quadro 2.

Quadro 2 – Dispêndio nacional em ciência e tecnologia (C&T), pesquisa e desenvolvimento (P&D) e atividades científicas e técnicas correlatas (ACTC) (em bilhões, valores de 2017) por atividade, 2000-2017

	2010	2012	2014	2016	2017
C&T	101,5	106,6	116,4	98,9	99,8
P&D	73,5	75,7	88,4	82,0	82,8
ACTC	28,0	30,9	28,0	16,9	17,1

Fonte: Elaboração própria, a partir de MCTIC (2019, p. 21).

⁵¹ Importante destacar que, no documento em análise, Ciência e Tecnologia (C&T) reúne o conjunto de atividade de Pesquisa e desenvolvimento - P&D e Atividades científicas e técnicas correlatas – ACTC, que são relacionadas com a pesquisa e desenvolvimento experimental (P&D) e que contribuem para a geração, difusão e aplicação do conhecimento científico e técnico. Para mais informações consultar o site do MCTIC, na Internet. Disponível em: https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/recursos_aplicados/governo_federal/2.2.1.html. Acesso em: ago. 2019.

Os dados apontam que em P&D, que engloba também o investimento em pesquisa no Ensino Superior, a diminuição somente será observada a partir de 2015. Destacamos, a partir do Quadro 2, o recuo significativo nas três áreas de atividades, porém mais acentuado em ciência e tecnologia (C&T) e em atividades científicas e técnicas correlatas (ACTC) referentes a atividades científicas e tecnológicas de suporte às atividades científicas em geral, como por exemplo museus, arquivos, bibliotecas, jardins botânicos, metrologia, padronização e controle de qualidade, entre outros.

Aponta Ribeiro (2017) que o Estado brasileiro ainda é o maior responsável pelos dispêndios, diferentemente dos países de alta tecnologia em que os dispêndios empresariais são superiores. De fato, os Indicadores apontam que desde 2010 os maiores aportes de recursos foram públicos, sendo que entre 2014 e 2016 houve uma diminuição tanto dos investimentos públicos quanto de empresariais. Já os dados de 2017 apontam um cenário de ligeira recuperação puxada pelo aumento nos dispêndios empresariais uma vez que, em âmbito público o cenário não se alterou (MCTIC, 2019).

Os Indicadores Nacionais de CT&I trazem também dados orçamentários por órgão, permitindo observar que o MCTIC foi o ministério mais afetado, com uma redução que começa a ser percebida a partir de 2014, se agrava em 2016, e mantém estabilidade em 2017; porém, os investimentos nos setores de saúde e indústria tiveram queda, o que implica também em reduções em atividades de P&D nessas áreas. Em 2017, a maior parte dos dispêndios do governo federal em P&D foram no Ministério da Educação, 58,8%; no MCTIC, 17,7%; e na Saúde, 8,4%. O restante distribuído entre os outros setores. (MCTIC, 2019).

Os dados dos investimentos dos governos estaduais em ciência e tecnologia, agrupados por região, possibilitam uma noção de como tais recursos são distribuídos pelos país. Conforme pode ser observado no Quadro 3, em 2017 as Regiões Centro-Oeste e Norte contaram com percentuais bem inferiores às demais regiões nas duas modalidades analisadas, C&T e P&D.

Quadro 3 - Distribuição percentual dos dispêndios dos governos estaduais por região, 2017, em milhões

REGIÕES	C&T	%	P&D	%
Norte	634,5	3,1	154,8	1,0
Nordeste	2.132,4	10,3	1.075,4	7,0
Centro-oeste	1.093,4	5,3	358,2	2,3
Sul	2.364,5	11,4	1.404,1	9,1
Sudeste	14.504,5	70,0	12.464,5	80,6

Fonte: Elaboração própria, a partir de MCTIC (2019, p. 43).

A partir da comparação entre as regiões apresentada acima, partimos para os indicadores dos dispêndios dos governos estaduais, que mostram que, por unidade da federação, em São Paulo os aportes em C&T foram de 57,2% em 2017; seguido do Rio de Janeiro, com 6,4%; e

do Paraná, com 6,3%; e Minas Gerais, com 5,5%. Os demais Estados figuram, individualmente, com percentuais menores do que 4% do valor total. (MCTIC, 2019, p. 44). Quanto a P&D, São Paulo lidera com 69,9%; Rio de Janeiro, com 6,0%; Paraná, com 6,5%; e Minas Gerais, com 4,2%. Os demais aparecem com percentuais individuais inferiores a 3%. (MCTIC, 2019, p. 46).

Quanto aos investimentos em C&T dos estados em relação às suas receitas totais, o Estado do Tocantins investiu, em 2017, 0,57% (58 milhões de R\$ correntes), ocupando a 25ª posição entre os 27 estados federados, estando à frente apenas de Alagoas (0,25%) e Amapá (0,10%), o que lhe confere o penúltimo lugar na Região Norte, com uma média de investimento de 0,45% de suas receitas entre 2000 e 2017. Em moeda corrente, no entanto, só fica à frente em nível nacional dos Estados de Roraima, Alagoas e Amapá, que injetaram em C&T 31,2; 30,1; e 5,7 milhões de reais, correspondendo, respectivamente, a 0,73%, 0,25%, e 0,10% de suas receitas totais.

O investimento em P&D no Estado do Tocantins, de 0,02% de suas receitas totais, o coloca, em 2017, no último lugar no ranking nacional, empatado tecnicamente com Rondônia e Acre. Em moeda corrente, o valor investido em milhões foi de 2,2 por Rondônia, 1,8 pelo Tocantins, e 1,5 pelo Acre. No Tocantins, em 2013, o investimento em P&D foi de 5,7 milhões, caindo para 1,3 milhões em 2016 e apresentando em 2017 ligeira elevação, como demonstrado.

Tais dados são importantes, uma vez que a relação entre dispêndios e resultados considera um conjunto de elementos quando a temática é C&T e P&D, no intuito de demonstrar o alcance dos investimentos realizados, como por exemplo, número de concluintes em nível de graduação e pós-graduação, quantidade de bolsas no país e no exterior, quantitativo de publicações etc. Nesse quesito, o princípio da equidade deve ser considerado, pois os Estados e as regiões não podem “[...] ficar reféns de sua história para receber recursos de estímulo à P&D.” (MELO; SANTANA; SILVA, 2019, p. 81, cf. COHEN, et al., 2002).

Os dados mostram que a redução das desigualdades regionais continua a ser um dos desafios principais da sociedade brasileira. Apesar de constar entre as diretrizes da Lei de Incentivo à Inovação (Lei n. 10.973/2004) em seu Art. 27, “I - priorizar, nas regiões menos desenvolvidas do País e na Amazônia, ações que visem a dotar a pesquisa e o sistema produtivo regional de maiores recursos humanos e capacitação tecnológica” e nos debates do MCTI nos primeiros anos da década de 2010, observamos que a inserção da dimensão territorial, de forma estrutural e organicamente definida ainda não se encontra colocada de forma explícita nas agendas das políticas públicas (CGEE, 2014). Com isso, permanecem as disparidades tanto nas destinações de recursos quanto nos resultados do processo.

No período em análise, de 2010 a 2018, o número de concluintes no Ensino Superior, em nível de graduação, passou de 829 mil para 990.415 mil. No entanto, destaca-se que nas

engenharias o quantitativo salta de 57.615 em 2010, para 155.494 em 2018 (MCTIC, 2019, p. 70), o que, a exemplo do supramencionado, acena para a relevância de investigações que possam discutir a alocação mais precisa dos recursos considerando-se as áreas de conhecimento, por estados e regiões.

Na pós-graduação observa-se aumento no número de titulados, tanto em nível de mestrado quanto de doutorado, sendo tal elevação no número de concluintes observada em todas as grandes áreas (MCTIC, 2019, p. 77-80). Apesar do aumento no número de concluintes, chama a atenção a diferença entre o número de ingressantes (matriculados) e os concluintes, sendo esse dado mais proeminente em nível de doutorado, como se observa na Tabela 1. A exemplo, os titulados em 2018 foram 22.894 e são, em tese, os concluintes do ingresso em 2015, quando se contou 102.207 matriculados.

Tabela 1 - Alunos matriculados e titulados de mestrado e doutorado, 2010-2018

Ano	Doutorado matriculados	Doutorado titulados	Mestrado acadêmico matriculados	Mestrado acadêmico titulados	Mestrado profissional matriculados	Mestrado profissional titulados
2010	64.588	11.314	98.611	36.247	10.213	3.343
2011	71.890	12.321	105.240	39.544	12.505	3.689
2012	79.478	13.912	109.515	42.878	14.724	4.260
2013	88.337	15.650	109.720	45.490	20.810	6.045
2014	95.383	17.286	114.341	46.245	25.326	6.998
2015	102.207	18.996	120.050	47.644	28.384	9.023
2016	107.640	20.603	126.436	49.002	32.742	10.612
2017	112.004	21.591	129.220	50.306	37.568	10.841
2018	114.867	22.894	131.607	51.610	42.064	12.822

Fonte: MCTIC (2019, p. 75).

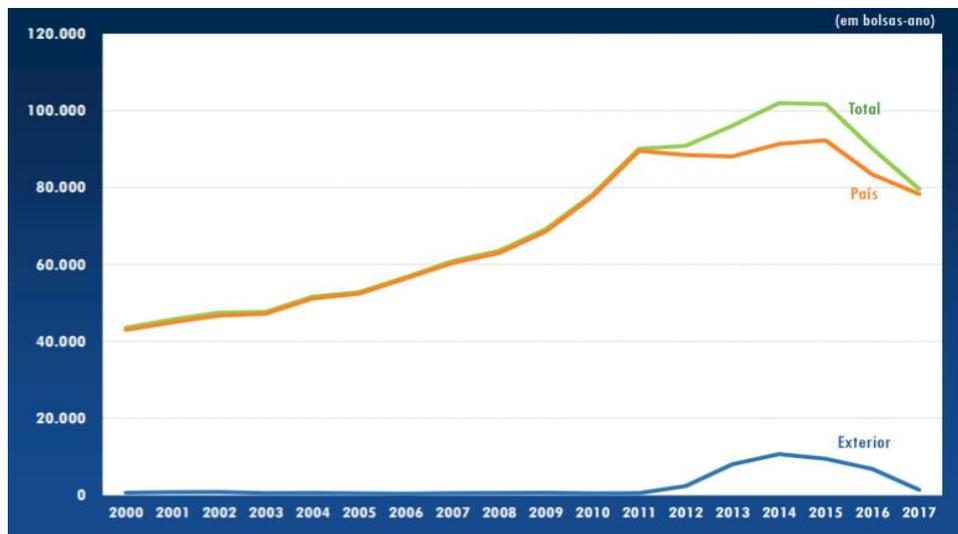
Em nível de doutorado houve, de 2010 a 2018, crescimento do número de titulados em todas as grandes áreas, com destaque para os cursos multidisciplinares que, em 2010 titularam 541 estudantes e em 2018, 2.207, o que se associa ao esforço dos últimos anos por uma formação inter e multidisciplinar para atuação em redes de pesquisas pautadas por esta ótica, cada vez mais comum e necessária para um diálogo mais efetivo entre as ciências, onde se insere, inclusive, a Rede Bionorte da Amazônia Legal.

Os dados indicadores do Diretório de Grupos de Pesquisa (DGP/CNPq) apontam esse crescimento a partir do aumento de pesquisadores doutores cadastrados: de 81.726, em 2010, saltando para 130.140, em 2016, último dado disponível nos indicadores consolidados. No

contexto geral, o número de pesquisadores(as) subiu de 128.892 para 199.566 no período (MCTIC, 2019, p. 83). É válido observar que, pela primeira vez na série histórica desde o ano 2000, em 2016 as mulheres são maioria no número de pesquisadores(as) cadastrados(as) no DGP (MCTIC, 2019, p. 87-88).

Esses indicadores apontam para o fortalecimento das práticas de P&D e estão diretamente relacionados ao quantitativo de bolsas de formação concedidas no período de 2010 a 2017, em que se observa aumento significativo, com um pico em 2014 e decréscimo acentuado a partir de 2015, sobretudo as bolsas concedidas no exterior, se mantendo em queda até 2017, e voltando a patamares de 2010, conforme se observa no Gráfico 1.

Gráfico 1 - CNPq - Total de bolsas-ano (1) concedidas no país e no exterior, 2000-2017

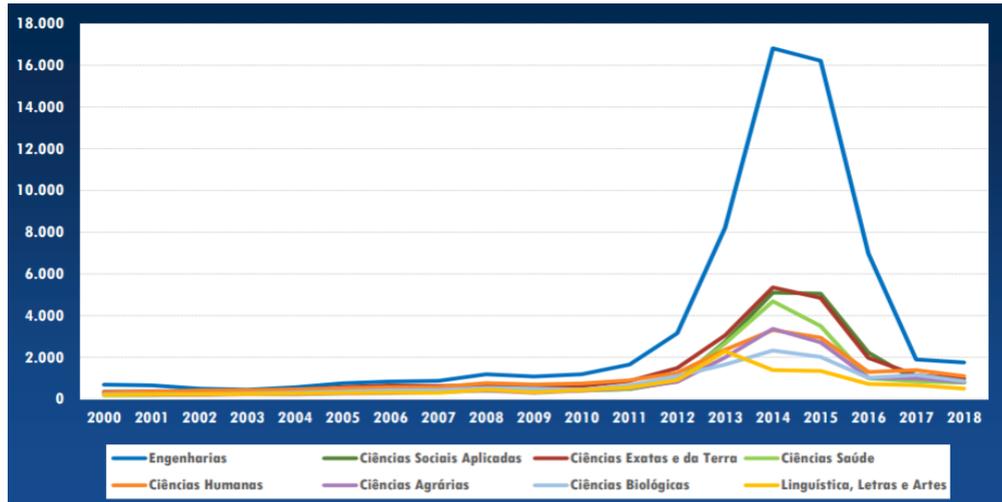


Nota: 1) o número de bolsas-ano representa a média aritmética do número de mensalidades pagas de janeiro a dezembro (12 meses).

Fonte: MCTIC (2019, p. 92).

Percebemos que, a partir de 2014, todas as modalidades de bolsas concedidas pelo CNPq sofreram impactos, afetando todas as áreas, mas principalmente, as concedidas no exterior sofreram maior queda. O mesmo perfil pode ser observado quanto às bolsas de pós-graduação concedidas pela Capes no exterior (MCTIC, 2019, p. 92-102), com ênfase para o investimento e posterior declínio em relação às Engenharias, área mais valorizada e depois, conseqüentemente, mais afetada, conforme se avalia a partir do Gráfico 2. As bolsas concedidas no país mantiveram certa estabilidade, com exceção da grande área Ciências Exatas e da Terra, que apresentou ligeira redução no investimento entre 2013 e 2014.

Gráfico 2 - CAPES - Bolsistas de pós-graduação no exterior por grandes áreas, 2000-2018



Fonte: MCTIC (2019, p. 106).

A partir do exposto, e da compreensão de que inovação e conhecimento são considerados atualmente como uma das principais fontes de crescimento e desenvolvimento econômico e social (MELO; SANTANA; SILVA, 2019), o cenário brasileiro aponta para a necessidade de retomada dos objetivos estratégicos traçados para o período 2016-2022, uma vez que

[...] pode-se argumentar que houve não só um processo de afastamento político entre governo e comunidade científica, mas uma ruptura na convenção que estruturava o espaço da área de CT até então que se traduziu na redução dos valores orçamentários da área e da presença política no âmbito estatal. (MOURÃO, 2017, p. 146).

Sob pena de não alcançar os resultados almejados, os recursos humanos envolvidos no setor de CT&I “[...] precisam encontrar uma infraestrutura de pesquisa capaz de transformar recursos em resultados, não apenas científicos, mas também tecnológicos, no intuito de gerar inovação e crescimento econômico (MELO; SANTANA; SILVA, 2018, p. 81).

A redução das assimetrias regionais continua a ser um dos principais gargalos da sociedade brasileira para a eficiência da infraestrutura de pesquisa das regiões brasileiras em transformar os recursos públicos em resultados científicos e tecnológicos, e apontam as Regiões Nordeste, Norte e Centro-oeste, com capacidade inferior de transformar recursos de P&D em resultados - sobretudo no quesito inovação - em comparação com as Regiões Sul e Sudeste (RIBEIRO, 2017; MCTIC, 2019; MELO; SANTANA; SILVA, 2019).

Apesar do esforço observado na manutenção de níveis crescentes, embora tímidos, dos percentuais de produção científica na forma de artigos publicados pelo Brasil em relação ao mundo na base Scopus (em 2018, 2,63%), os dados apontam que as citações de artigos brasileiros tiveram uma queda desde 2016, passando de 1,87% naquele ano para 1,74% em

2018. (MCTIC, 2019, p. 111), o que corrobora as discussões em torno da qualidade dos trabalhos e da capacidade de impulsionar o desenvolvimento (MELO; SANTANA; SILVA, 2019), para que o país possa se destacar em resultados de produção em P&D.

Os indicadores demonstram a necessidade da continuidade dos investimentos na infraestrutura de pesquisa e desenvolvimento, com a finalidade de melhoria da qualidade do setor de CT&I como um todo, com ênfase sobretudo no enfrentamento das disparidades regionais, e agora ainda mais do que antes voltar o olhar para a necessidade de um projeto de nação que parta das potencialidades da estrutura já criada para o setor de CT&I para enfrentar seus dilemas, escancarados no começo do ano de 2020 em função da pandemia de covid-19 e que se impõem como desafios ao Brasil pós-pandemia (OLIVEIRA; SOUSA, 2020).

Com base na análise dos Indicadores de CT&I e na pesquisa de Melo, Santana e Silva (2019), destacamos que o resgate, em um contexto de incertezas, dos objetivos estratégicos lançados por meio da ENCTI para o período 2016-2022 nos conduzem a reflexões sobre quais caminhos serão possíveis ao aperfeiçoamento dessa política com ênfase na redução das disparidades regionais.

As evidências mostram que, para alcançar o padrão vigente nos países mais desenvolvidos, o Brasil precisa vencer enormes desafios no campo educacional, incluindo: erradicar o analfabetismo; garantir a conclusão da educação básica de qualidade para todos brasileiros; ampliar fortemente o ensino técnico e tecnológico; elevar o número de concluintes no ensino superior, especialmente em áreas de ciências básicas e tecnológicas; aumentar substancialmente a proporção de mestres e doutores na população; entre outros. Sem o investimento crescente e continuado na ampliação e na melhoria da educação, em todos os níveis e modalidades de ensino, dificilmente o Brasil vai conseguir reverter o triste quadro de atraso tecnológico e de desigualdade social que caracteriza a sociedade brasileira (RIBEIRO, 2017, p. 6-7).

O aprimoramento dos recursos humanos, da qualidade dos trabalhos e da melhoria da estrutura de educação e de P&D já se evidenciavam como condições necessárias para assegurar as bases aos avanços do setor de CT&I no Brasil antes da pandemia; se apresentando como condições essenciais e imediatas no cenário atual e futuro. É para essa direção que nos voltamos na próxima seção, em análise mais detalhada da ENCTI 2016-2022 quanto à importância das competências científicas e tecnológicas para o desenvolvimento socioproductivo.

A partir da configuração atual do Sistema Nacional de Ciência Tecnologia e Inovação e dos caminhos e descaminhos da P&D no Brasil, passaremos, no próximo tópico, a um esforço de interpretação complementar das estratégias atuais para o desenvolvimento econômico e social, expressas na ECNTI 2016-2022, buscando compreender as perspectivas de fortalecimento das bases para a promoção do desenvolvimento sustentável, como um dos desafios nela propostos.

3.2 A Estratégia Nacional de CT&I e as diretrizes para o desenvolvimento econômico e social

Uma questão premente no Brasil, mediante o atual contexto sociopolítico é como promover, ao mesmo tempo, inovação e desenvolvimento sustentável, por meio de inclusão produtiva e social consciente dos danos da ação antrópica no ambiente. Este esforço analítico foca o caráter humano e social do desenvolvimento científico e tecnológico, processo irreversível e entrecortado por relações de poder e dominação, que impõem avanços ou descontinuidades a depender dos interesses em jogo, ou seja, não se trata de um projeto neutro; e sim, que reflete os interesses de grupos e as contradições sociais (ALBUQUERQUE et al., 2018).

No Brasil, as políticas de ciência em tecnologia têm-se caracterizado como instrumentos voltados à construção da autonomia nacional e ao desenvolvimento. Embora apresentem variações decorrentes das mudanças das conjunturas históricas, ou mesmo das diferenças de orientação política dos sucessivos governos, a busca de autonomia e o desenvolvimento nacional são elementos estruturais recorrentes em tais políticas. Essa constante é observável desde a criação de instituições voltadas à pesquisa científica e tecnológica nos anos iniciais do século XX [...] (DEL VECHIO, 2017, p. 135).

A concepção da C&T no conjunto das estratégias de desenvolvimento no Brasil evidencia a necessidade de elevação do grau de formação humana, a partir de uma *estrutura de oportunidades* que possibilite, entre outros aspectos, o alargamento da popularização e da valorização da educação científica com vistas à solução de questões locais e regionais, em conexão com o cenário global, como um objetivo-chave ao desenvolvimento socioproductivo no país (MCTIC, 2016).⁵²

O conceito de *estrutura de oportunidades* (FILGUEIRA; KAZTMAN⁵³, 1999; KAZTMAN, 2000, 2001, 2011), refere-se às probabilidades de acesso a bens, serviços ou atividades com o poder de influenciar o estado de bem-estar porque facilitam o uso de recursos próprios ou fornecem *recursos*⁵⁴ novos, úteis à mobilidade e/ou à integração social. Em síntese,

⁵² O que se coloca em questão é “[...] a necessidade de se proporcionar a toda a população uma educação científica e tecnológica, pois a ausência de tais conhecimentos induz à ausência de responsabilidade.” (SILVEIRA; BAZZO, 2005, p. 11).

⁵³ Pesquisadores da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe - CEPAL, estudiosos da vulnerabilidade social na América Latina.

⁵⁴ O conceito de *recurso* é múltiplo. Requer enfoque diferenciado em relação à pobreza, menos concentrado na renda, e mais na importância de outros atributos necessários ao efetivo aproveitamento das oportunidades oferecidas pelo Estado, pelo mercado e pela sociedade (também responsáveis pela promoção ou não do acesso às mesmas). (FILGUEIRA; KAZTMAN, 1999; KAZTMAN, 2000).

as vias para o bem-estar estão estreitamente vinculadas entre si, e o referido acesso provê *recursos* que facilitam o acesso a outras oportunidades (KAZTMAN, 2000).

O entendimento desta perspectiva requer interdisciplinaridade, pois a dimensão social precisa ser incorporada às agendas de pesquisa, para que a formação cidadã seja promovida a partir de uma maior integração das ciências sociais e humanas às políticas de CT&I (MCTIC, 2016, SACHS, 2000, 2002, TRIGUEIRO, 2008, 2009, 2011, 2013).

Com base nisso, as instituições cumpririam suas funções tanto ao facilitar o uso eficiente dos recursos disponíveis nos domicílios quanto ao prover acesso a novos *ativos*⁵⁵ ou a repor os esgotados (KAZTMAN, 2000). Nesse sentido, a gestão das oportunidades é tarefa institucional, objetiva, em prol de possibilitar o acesso e/ou uso de *ativos* disponíveis de forma racional, com o fito de satisfazer as necessidades humanas, de modo sustentável, e garantir os ciclos desenvolvimento social e econômico. Eles representam os recursos que podem ser mobilizados para reduzir situações de risco pessoal ou coletivo, sendo necessárias, para tanto, *estratégias de adaptação*⁵⁶ às circunstâncias de mudanças ou qualquer outras que impliquem prejuízos ao bem-estar ou à capacidade para utilizar os meios existentes.

A partir da análise do papel indispensável da inovação no esforço de desenvolvimento sustentável do país, ratificada por meio da ENCTI 2012-2015, o conteúdo da ENCTI 2016-2022 permitiu-nos destacar a importância da formação de sujeitos capazes de desenvolver e/ou aplicar técnicas apropriadas à promoção de soluções sustentáveis em prol do enfrentamento dos desafios da atualidade e futuros, compondo quadros profissionais em todas as cadeias e níveis do Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação.

A ENCTI 2016-2022, fruto de consulta e trabalho coletivo, é um documento norteador que surge com o propósito de ajudar o país a superar as adversidades apresentadas pelo setor, como as deficiências históricas “[...] especialmente no que tange às desigualdades sociais e às assimetrias regionais, sejam de caráter produtivo ou na produção e acesso à ciência, tecnologia e inovação, o que impede seu pleno desenvolvimento.” (MCTIC, 2016, p. 85).

De acordo com Kassab (2016), naquele momento, orientar o esforço para o suporte ao desenvolvimento nacional era o desafio crítico a ser enfrentado, no médio prazo, para implementação de políticas públicas na área, e o desenvolvimento sustentável e a inclusão produtiva e social, se referiam a dimensões fundamentais ao avanço nacional (MCTIC, 2016).

⁵⁵ São considerados *ativos* aqueles recursos que permitem o aproveitamento das oportunidades disponíveis. (FILGUEIRA; KAZTMAN, 1999; KAZTMAN, 2000).

⁵⁶ Para Filgueira e Kaztman (1999, p. 20, grifo nosso), estratégias são “[...] cada uma das formas particulares de articulação de *recursos* para o alcance de uma meta”. Para Filgueira e Kaztman (1999), existe uma relação indissociável entre ativos, estratégias e estruturas de oportunidades e, apesar dos recursos manipulados pelas pessoas e pelos domicílios serem múltiplos, somente os que permitem o aproveitamento das estruturas de oportunidades são considerados em seu enfoque como *ativos*.

O fortalecimento do SNCTI é apresentado na ENCTI 2016-2022 como condição necessária à superação dos desafios elencados para o setor, que são: posicionar o Brasil entre os países mais desenvolvidos em CT&I; aprimorar as condições institucionais para elevar a produtividade a partir da inovação; reduzir assimetrias regionais na produção e no acesso à CT&I; desenvolver soluções inovadoras para inclusão produtiva e social; e fortalecer as bases para a promoção do desenvolvimento sustentável.

Conforme aponta Del Vechio (2017, p. 134), “[...] o SNCTI apresenta-se – e é, em última instância –, como instrumento de afirmação da soberania brasileira.” E para o alcance dos seus objetivos, é tomado como Eixo Estruturante à construção das iniciativas, dada relevada importância a seus processos essenciais de expansão, consolidação e integração (MCTIC, 2016). São pilares desses processos: a promoção da pesquisa; a infraestrutura laboratorial; o financiamento das ações; os recursos humanos; e a inovação empresarial.

Em função desses objetivos e pilares, observamos que, seguindo uma conformação que se desenvolve ao longo da história de consolidação da política de C&T no Brasil, foi sendo constituído um projeto de natureza geopolítica, que como aponta Del Vechio (2017, p. 138), se convencionou chamar de projeto nacional, cujo sentido sempre esteve vinculado à associação entre a melhoria da situação geopolítica e a produção científica e tecnológica para “[...] projeção do poder estatal no concerto das nações.” Tal conformação levou a esse modelo em que a dimensão mais estratégica que se propõe para a CT&I é a busca de uma trajetória de emparelhamento com as nações mais desenvolvidas nesse campo (MCTIC, 2016), levando as universidades a uma adesão aos *rankings* internacionais de produção que nem sempre têm a ver a nossa realidade social ou guardam compromisso com nossos objetivos estratégicos, ou seja, numa reprodução da hegemonia no concerto dos Estados-Nação que nem sempre caminha em direção ao SNCTI, distanciando, assim, os resultados da agenda de um projeto nacional, que seria gerido a partir das orientações estratégicas para o país (DEL VECHIO, 2017).

Para Del Vechio (2017), na “Estratégia” o elemento geopolítico é evidente, contudo,

[...] embora as universidades mereçam papel de destaque no SNCTI, nos parece que, em geral, e talvez com ressalvas isoladas que somente um levantamento minucioso poderiam determinar, elas não refletem em suas pesquisas uma interação forte com as prioridades estabelecidas pela “Estratégia”, que de todo modo é o principal documento de orientação para a ciência no Brasil. Ao contrário, salvo a necessária e inevitável relação dos programas de pós-graduação, que são o *locus* privilegiado da pesquisa nas estruturas universitárias brasileiras, com a CAPES, que ao lado do CNPq responde pelo fomento e avaliação da atividade, esses programas têm pouca interação com os outros entes do SNCTI (DEL VECHIO, 2017, p. 142).

Esse processo, que é histórico, tem implicações diretas na formação de quadros para o Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação, que precisam de elevado grau de instrução, para o

funcionamento adequado do mesmo (MCTIC, 2016, p. 26), porém a lógica excludente a que adere, reproduz a histórica subordinação de caráter global, num caminho de baixa sustentabilidade do sistema que não consegue solucionar os problemas nacionais, pois o conhecimento “[...] tem se conformado como insumo-mercadoria essencial da competição econômica⁵⁷” (DEL VECHIO, 2017, p. 142-143).

Não se trata aqui da demonização dos processos avaliativos nem da condenação à participação nacional em um processo geopolítico que é inevitável. Mas refletimos acerca da lógica dessa participação e de como ela afeta um desenvolvimento estratégico que pense de modo articulado saídas para os problemas do Brasil. Um projeto nacional de desenvolvimento na contemporaneidade precisa ser pensado de forma democrática em detrimento das posturas concentradoras de poder do passado. Equidade e cidadania precisam ser o pano de fundo de uma visão de sociedade que aponte saídas generalizadas para apoio às famílias e seus domicílios, numa conjugação de esforços para fortalecer, de fato, as bases para um desenvolvimento sustentável.

Há consenso na Academia, no Governo e na sociedade de que o crescimento econômico com equidade depende do fortalecimento, expansão, consolidação e integração do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação. A experiência histórica e a de outros países demonstra que a geração de riqueza, emprego, renda e oportunidades, com a diversificação produtiva e o aumento do valor agregado na produção de bens e de serviços, depende diretamente do fortalecimento das capacidades de pesquisa e de inovação do País (KASSAB, 2016, p. 7).

Nesse ínterim, a formação de recursos humanos é, sem dúvida, essencial à estruturação de um SNCTI forte e articulado, que possibilite posicionar o Brasil entre os países mais desenvolvidos em CT&I, mas isso depende dos avanços significativos nas áreas prioritárias indicadas na ENCTI 2016-2022. Entretanto, as estratégias de fortalecimento do Sistema para seu adequado funcionamento dependem do aporte de recursos financeiros, tanto ao aprimoramento dos recursos humanos quanto das condições estruturais (MCTIC, 2016). Além disso, aponta Del Vechio, acerca do papel das universidades nesse processo:

[...] seria necessário que elas se concebessem como permeáveis às grandes questões sociais, tais como a constituição de uma base produtiva que nos permitisse a afirmação como liderança econômica e política cooperativa no Hemisfério Sul; a incorporação da extensa fração de nossa população econômica, social e culturalmente excluída; a exploração sustentável e autônoma dos nossos recursos naturais; a reforma do Estado e da administração pública; a defesa e a integração de nosso território; a integração autônoma de nossa produção científica e tecnológica num mundo hegemônico pelas potências do norte etc. Não por acaso, esses são alguns temas concernentes à formação

⁵⁷ Nota no original: “Pesquisadores que estudam o processo de internacionalização da educação superior e do conhecimento têm adotado essa perspectiva ideopolítica crítica para demarcar a configuração geopolítica do conhecimento, a exemplo de Eduardo Santos (EccoS – Rev. Cient., São Paulo, n. 42, p. 57-84, jan./abr. 2017)”.

e à produção de conhecimento que sofrem os impactos da geopolítica mundial, em particular, da geopolítica do conhecimento, e que compõem, obrigatoriamente, a agenda de um projeto nacional (2017, p. 144).

Esse raciocínio é resgatado neste ponto do trabalho para apontar que o papel das universidades como integrantes do SNCTI é o de operadoras do sistema que respondem somente nas instituições públicas por mais 95% da produção de pesquisas do Brasil nas bases internacionais (MOURA, 2019), e que por isso tem potencial de transformação dessa realidade se dirigirem parte de suas energias para o alinhamento com os grandes objetivos nacionais propostos na ENCTI (DEL VECHIO, 2017).

Apesar de ressaltada na ENCTI 2016-2022 a importância de que os investimentos em P&D considerem as diferentes escalas espaciais (local, regional, nacional e global), valorizando competências e potencialidades dos Sistemas Regionais de CT&I, para a redução das assimetrias no que se refere à produção e ao acesso à CT&I, elas persistem.

Neste aspecto específico, ressaltamos a importância da difusão de uma cultura de ciência e inovação como importante iniciativa ao fortalecimento da educação. A ciência precisa ser “parte integral da cultura global” provocando mudanças rumo ao desenvolvimento de habilidades necessárias à promoção da inovação, como mudanças curriculares, novas metodologias de ensino e aprendizagem, disponibilidade de laboratórios, atividades extracurriculares com foco no desenvolvimento de competências (criatividade, empreendedorismo, pensamento inovador) (MCTIC, 2016).

Contudo, para o alcance dessas metas, é de suma importância reconhecer expresso no texto da ENCTI em análise, que não se mede o desenvolvimento social de um país somente pela renda, “[...] mas também pelo acesso aos serviços básicos e às condições de sustentabilidade e prática de novos métodos e técnicas que atendam demandas sociais, especialmente nas áreas de educação, saúde, habitação, segurança, mobilidade urbana e energia.” (MCTIC, 2016, p. 67).

Esse entendimento foi sistematizado no Brasil a partir da visão de distintos atores do campo científico internacional, em dois livros organizados por Clóvis Cavalcanti, sendo um de 1994, cujo foco foi a Economia da Sustentabilidade e o outro de 2002, fruto do Workshop *Meio ambiente, desenvolvimento e política de governo: bases para a construção de uma sociedade sustentável no Brasil (levando em conta a natureza)* como resultado dos debates pós Rio-92. Entretanto, o país ainda enfrenta deficiências históricas a serem superadas

[...] especialmente no que tange às desigualdades sociais, que devem ser objeto de políticas públicas que articulem a CT&I visando à inclusão social. O desenvolvimento socioprodutivo, no seu amplo espectro, pressupõe a conexão de várias iniciativas que

virem à inserção da parcela da população que se encontra em vulnerabilidade social. Tal desenvolvimento pode ser promovido pelo enraizamento social da CT&I direcionada à solução de questões regionais, fomentando, disseminando e difundindo o ensino tecnológico e científico, aliado ao conhecimento tradicional (MCTIC, 2016, p. 67).

As desigualdades tecnológicas estão entrelaçadas às disparidades socioambientais. Esse trecho em específico, do documento em comento, denota o grau de clareza em relação à necessidade da estrutura de oportunidades para a correção das deficiências históricas e a promoção da equidade, por meio de políticas públicas voltadas a dar suporte às pessoas para acessarem bens, serviços ou atividades que possam influenciar o seu bem-estar e corrigir inadequações em seu conjunto de capacidades.

Para Sen, o desenvolvimento requer a expansão das liberdades e a remoção das principais fontes de sua privação, dentre elas a “[...] carência de oportunidades econômicas e destituição social sistemática, negligência dos serviços públicos e intolerância ou interferência excessiva de Estados repressivos.” (SEN, 2000, p. 18). O desenvolvimento, como um processo de transformação social, compreende a dimensão cultural em função de que os benefícios do crescimento econômico, para além do incremento de renda devem servir “[...] à ampliação das capacidades humanas, entendidas como o conjunto das coisas que as pessoas podem ser, ou fazer, na vida.” (VEIGA, 2005, p. 7 cf Sen, 1999).

Tal visão envolve as oportunidades reais dos agentes em circunstâncias pessoais e sociais, sendo, o agente, membro público e participante de ações econômicas, sociais e políticas, imbuído do direito de poder fazer escolhas e ser respeitado por elas. Esse processo implica a expansão das capacidades humanas, sendo, o conjunto capacitário representativo das oportunidades que uma pessoa tem para “levar o tipo de vida que ela tem razão para valorizar” (SEN, 2000, p. 109). Ao diferenciar pobreza de renda e pobreza de capacidade, aponta Sen:

Embora seja importante distinguir conceitualmente a noção de pobreza como inadequação de capacidade da noção de pobreza como baixo nível de renda, essas duas perspectivas não podem deixar de estar vinculadas, uma vez que a renda é um meio importantíssimo de obter capacidades. E, como maiores capacidades para viver sua vida tenderiam, em geral, a aumentar o potencial de uma pessoa para ser mais produtiva e auferir renda mais elevada, também esperaríamos uma relação na qual um aumento de capacidade conduzisse a um maior poder de auferir renda, e não o inverso. (2000, p. 112).

Do mesmo modo, a concepção de desigualdade também se amplia. A partir de sua concepção relativa a renda, é ampliada para outros espaços em uma perspectiva reducionista da condição humana, em que a pessoa somente “vale o que tem”.

A questão da discussão pública e participação social é, portanto, central para a elaboração de políticas em uma estrutura democrática. O uso de prerrogativas democráticas – tanto as liberdades políticas como os direitos civis - é parte crucial do exercício da própria elaboração de políticas econômicas, em adição a outros papéis que essas prerrogativas possam ter. Em uma abordagem orientada para a liberdade, as liberdades participativas não podem deixar de ser centrais para a análise de políticas públicas. (SEN, 2000, p. 134).

O conceito de capacidades tem uma conotação especial para este trabalho, por serem um tipo específico de *recursos*, que se distinguem dos demais pela possibilidade de permitirem o acesso a outros recursos, não se limitando a aptidões humanas apenas, mas alcançando também, de modo contextual outros recursos que possam ser utilizados para o melhor alcance de uma referida meta de bem-estar (FILGUEIRA; KAZTMAN, 1999).

Nesse sentido, fica evidente que as respostas para os problemas locais e regionais, dadas as suas complexidades, exigem abordagens interdisciplinares e, como assinalado no texto da ENCTI: “A elevação da qualidade da educação passa pela valorização da cultura científica por meio de ações que alcancem todas as camadas sociais, em todo o território nacional (MCTIC, 2016, p. 68).

A previsão, na ENCTI (MCTIC, 2016), de desenvolvimento de maneiras mais eficazes para se trabalhar a educação científica junto à população deve ser considerada como possibilidade de se estabelecer expectativas mais elevadas para todos, em todas as áreas, mas de forma equitativa, ao motivar estudantes às carreiras de CT&I por opção e capacidade, e não como resultado de uma estrutura desigual de acesso às oportunidades na formação científica em âmbito escolar.

É possível perceber que a inclusão produtiva e social e conseqüentemente a redução das desigualdades permeia todo o documento da ENCTI 2016-2022, apontando à proposição de soluções para, dentre outros desafios, “[...] o desenvolvimento de tecnologias sociais para a inclusão socioprodutiva com redução das assimetrias regionais na produção e no acesso à CT&I” (MCTIC, 2016, p. 86).

Ênfase ao assunto pode ser destacada na elaboração do tema estratégico *Ciências e Tecnologias Sociais* na ENCTI 2016-2022 (MCTIC, 2016, p. 98-99), que preconiza que a qualidade da educação, em especial a científica, da população brasileira em geral deve estar entre os pilares de uma política nacional de CT&I, como um objetivo-chave para o país. A promoção da melhoria da educação científica, a popularização da C&T e a apropriação social do conhecimento é uma das quatro estratégias associadas ao objetivo de “Desenvolver e difundir conhecimentos e soluções criativas para a inclusão produtiva e social, a melhoria da qualidade de vida e o exercício da cidadania” (MCTIC, 2016, p. 100), vinculado ao tema estratégico em tela.

O desenvolvimento socioprodutivo, nesse ponto do documento, é apresentado como a conexão de iniciativas em prol da inserção da parcela da população que se encontra em situação de vulnerabilidade socioambiental. Advém de uma experiência pautada no trabalho de médio e longo prazos de instituições e decisões que requerem conjuntos normativos com profundas implicações nos processos de aprendizagens e de mudanças no cotidiano da vida coletiva. Para tanto, o enraizamento social da CT&I deveria ser direcionado à solução das questões regionais, por meio, inclusive da disseminação e difusão do ensino tecnológico e científico, que contribuiria para a redução das desigualdades de oportunidade, promovendo inclusão social e inserção ocupacional (MCTIC, 2016).

Entendemos, a partir de Trigueiro (2009), que as formas aparentes da tecnologia são configuradas em uma base sócio-material e, por outro lado, condicionam as alternativas de escolhas humanas rumo a futuras mudanças tecnológicas.

Cada uma das formas tecnológicas concretas possui especificidades, no que concernem aos impactos introduzidos na sociedade – em termos de melhoria ou de ameaça à qualidade de vida-, aos diferentes tipos de reação social – de apoio ou de resistência – e às possibilidades de valorização ou de limitação da dignidade humana (2009, p. 11).

O que Trigueiro (2009) pretende realçar nesta passagem é que o julgamento deve ser feito caso a caso, em virtude de fatores históricos-estruturais que devem ser considerados e que dependem de uma multiplicidade de fatores, revelando “todo um conteúdo social que é intrínseco à tecnologia”, traçando seu percurso da produção até a sua forma final, a tecnologia concreta.

Com a potencialidade cultural e biológica existente no Brasil, é notória a existência de oportunidade para colocar a conservação da biodiversidade e o seu uso sustentável no centro do um processo de desenvolvimento, voltado à promoção do bem-estar humano.

Essa abordagem pode se beneficiar de um incentivo mais forte das agências governamentais de financiamento e de uma maior interlocução entre a academia e o setor privado, criando um ambiente favorável para o diálogo transdisciplinar e a interação entre cientistas de diferentes áreas de especialização. (BPBES, 2019, p. 27).

Os especialistas da Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos - IPBES, ao considerarem os diferentes aspectos culturais e sociais dos diferentes povos, têm refletido sobre o amadurecimento do conceito de Serviços Ecossistêmicos e, recentemente, passaram a utilizar “Contribuições da natureza para as pessoas - CNP”. O termo é considerado mais abrangente, sendo o “[...] resultado de mais de uma década de pesquisa, amadurecimento e progresso no pensamento transdisciplinar, incluindo uma crescente

contribuição das Ciências Sociais e de outros sistemas de conhecimento tradicionais e científicos.” (BPBES, 2019, p. 15).

A partir da intencionalidade desta tese ao pensar a integração de saberes e políticas públicas para o aprimoramento da qualidade da educação em geral e da formação científica em especial, a partir dos pressupostos da EA, resgatamos a condição do SNCTI como Eixo Estruturante da política de CT&I no Brasil buscando demonstrar, por meio da Esquema 3, as conexões necessárias ao entendimento da concepção de prática bioprospectiva que fundamenta a proposta deste trabalho de pesquisa:

Esquema 3 - O SNCTI como eixo estruturante da Política de CT&I



Fonte: Elaboração própria (2020)

Por meio da Esquema 3, acima, retomamos a dinâmica entre os elementos da prática bioprospectiva, ilustrada por Trigueiro (2011, 2009), expressa como um processo de transformação que coloca em interação os recursos biológicos disponíveis em uma reserva de biodiversidade com o estoque de conhecimentos científicos e tecnológicos, as demandas sociais e os conhecimentos tradicionais.

Nesse sentido, compreendemos que há um conjunto de ações em P&D que necessitam ser debatidas com foco na formação de recursos humanos e nos incentivos para o desenvolvimento nacional que visem a melhoria das condições de vida das pessoas e o equilíbrio socioambiental. Para isso, o Sistema de CT&I precisa, de fato, ocupar posição de articulação e de integração, consolidando-se na gestão da política pública e possibilitando, por meio de seus programas e ações, a oferta de uma estrutura de oportunidades (pelo estado, pelo mercado e pela sociedade) que garanta às pessoas a manipulação de estratégias para alcançarem o bem-estar, o que demanda a compreensão dos sistemas ecológicos.

A intensificação de ações que ampliem a produção e o acesso à CT&I permitirá a identificação de alternativas que minimizem os impactos negativos das atividades humanas no que se refere à ocupação e ao uso da terra, bem como ao aproveitamento sustentável dos recursos naturais pertencentes ao Patrimônio Nacional. Do mesmo modo, a ampliação de parcerias por meio do fortalecimento institucional e de um

maior engajamento dos setores envolvidos e da sociedade civil é imperativo para viabilizar a transição para padrões de desenvolvimento mais sustentáveis no País, principalmente nas cidades (MCTIC, 2016, p. 69).

Assim, a prática bioprospectiva ou “bioprospecção biotecnológica” é apresentada como uma alternativa ao aproveitamento da biodiversidade, podendo se constituir em uma meta estratégica para a segurança nacional, tanto do ponto de vista social, quanto do econômico e ambiental, e contribuir para a conservação dos ecossistemas pelo simples fato de que seus produtos advindos da biodiversidade podem ser replicados (ASTOLFI FILHO; SILVA; BIGI, 2014). Todavia, trata-se de uma das maiores e mais desafiadoras lacunas, “[...] transformar a megabiodiversidade do país em soluções para a sociedade brasileira [...]. Isso requer políticas de fomento à pesquisa em catalogação e prospecção da biodiversidade em diferentes escalas e setores da economia.” (BPBES, 2019, p. 247).

Por sua complexidade organizacional, a biotecnologia é fenômeno de redes. A complexidade requer a rede e a rede requer pessoas com capacidade de atuar na fronteira do conhecimento, sendo ainda um grande desafio para os formuladores de políticas de CT&I, inclusive voltadas à área educacional, considerando-se as necessárias articulações entre academia, mercado e sociedade no conjunto do sistema (FREIRE, 2014; TRIGUEIRO, 2010, 2011; ARBIX, 2007).

Ao abordar a formação de recursos humanos para áreas estratégicas de inovação no Brasil, Trigueiro (2010) reflete sobre possíveis cenários para o desenvolvimento nacional a partir de estudos prospectivos coordenados pelo CGEE na década anterior. Se, naquele momento o cenário era desafiador, o que se tem atualmente são incertezas, sendo preciso ter em vista a complexidade das dinâmicas sociais, políticas e econômicas que nos desafiam a pensar o Brasil pós-pandemia.

A análise crítica empreendida por Trigueiro (2010) permanece atual, vez de que ainda persistem os desafios voltados à formação de recursos humanos para o setor produtivo. A educação em todos os níveis precisa ser repensada a partir de um enfoque de qualidade do sistema, da formação de seus recursos humanos (inclusive de forma continuada), de sua capacidade de atuação inter e transdisciplinar, e da organização em redes de interação menos endógenas, por exemplo.

Há outros desafios ainda atuais, apontados pelo autor, que podemos apresentar de forma sumária: maior integração entre os diferentes níveis de ensino e aprendizagem; melhoria da qualidade do ensino e da aprendizagem em todos os níveis; melhoria nos investimentos em educação em todos os níveis, uma vez que a educação básica é também essencial ao desenvolvimento das atividades produtivas.

Por último, mas não menos importante, a composição de massa crítica capaz de valorizar a biodiversidade brasileira e compatível com o desafio de auferir os melhores benefícios nos muitos campos de inovação possíveis e nos distintos setores produtivos estratégicos; e o fortalecimento de uma base política com capacidade de dimensionar o peso de uma agenda efetiva e robusta de formação de recursos humanos para atuação em áreas estratégicas.

De tudo o que o autor aborda, a tônica central é a demanda por mão de obra tanto em quantidade quanto em qualidade. Entendemos como atual o quadro traçado em função das peculiaridades trazidas pelos retrocessos vivenciado no país nos últimos anos da década de 2010, em importantes aspectos relacionados ao sistema de educação e de CT&I, que fazem com que o risco de apagão de mão de obra qualificada para os próximos anos seja real, por uma formação deficiente ou pela evasão para o exterior daqueles estudantes que se destacam, a chamada desnacionalização de cérebros (SBPC, 2018).

Sempre alerta a todos esses movimentos, a SBPC, realizou em 2018, celebrando seus 70 anos e tendo à frente o cenário das eleições para o executivo e legislativo em nível estadual e federal, o projeto “Políticas públicas para o Brasil que queremos”. Foram seis seminários temáticos cujos resultados estão publicados em SBPC (2018). O primeiro deles, em Recife, PE, com o tema CT&I deu origem à Carta de Recife, destacando a destruição em curso do SNCTI, construído com os esforços de gerações de brasileiros e brasileiras e ressaltando a necessidade de restabelecimento de políticas públicas que tenham C&T como elementos essenciais a um processo de desenvolvimento sustentável. O documento contou com 12 propostas para as políticas de CT&I a serem encaminhadas aos candidatos do pleito eleitoral daquele ano. Destacamos dentre os 12 pontos, dois diretamente relacionados às nossas análises neste ponto do trabalho:

9. A construção de um Plano Nacional de CT&I, com prioridades conectadas com as grandes questões nacionais, e o estabelecimento de projetos mobilizadores nacionais, em articulação com uma política industrial moderna e com o apoio a processos e investimentos em inovação nas empresas. O Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (CCT) deve ser o órgão articulador desse Plano, que deve destacar o papel decisivo das estruturas estaduais e regionais de CT&I;

10. A melhoria da qualidade da educação em todos os níveis, em particular a educação científica, com a valorização salarial e simbólica do professor da educação básica, a utilização de metodologias de ensino baseadas na investigação e o uso adequado de política de cotas (SBPC, 2018, p. 9).

Os desafios para a política nacional para a educação básica foram destacados na Carta de Belo Horizonte a partir do seminário realizado na Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, que versou sobre a crise desse setor, em crescente aprofundamento, em função de que as 20 metas traçadas para a educação brasileira são paulatinamente descumpridas por governos

que não se posicionam em defesa do PNE 2014-2022, aprovado por unanimidade pelo Congresso Nacional (SBPC, 2018).

A SBPC acompanhou e se manifestou, juntamente com outras entidades e associações de educação, ciência e tecnologia, durante todo o ano de 2019 em prol de uma educação de qualidade e contra o desmonte do SNCTI, que vive a sua pior crise em 70 anos, com íntima relação com a conjuntura política, social e econômica do país. O diagnóstico completo da situação está publicado no caderno 2019: A política brasileira de CT&I e as manifestações da comunidade científica (SBPC, 2019).

Na sequência desse movimento, a entidade científica realizou também, no dia 7 de maio de 2020, a manifestação Marcha Virtual pela Ciência no Brasil – Pacto Pela Vida, somando forças com entidades de todo o país ligadas à CT&I, com o objetivo de chamar a atenção para a importância da ciência no enfrentamento da pandemia de covid-19, bem como das implicações da ciência na vida das pessoas de um modo geral.

Os debates giraram em torno de como o atual contexto brasileiro põe em evidência a importância da ciência, da tecnologia, da educação e do meio ambiente, impondo-nos a pensar uma visão de país em médio e longo prazos, com a CT&I e a educação como vetores desse desenvolvimento.

A partir do debate feito por Gadelha (2020) fica perceptível a urgência em avançar para além de um quadro nacional em que ficou evidente que o gasto em saúde não gera riqueza para o próprio país, em que há um déficit de conhecimento, capacidade tecnológica e inovação em insumos básicos que precisam ser importados em função de uma visão excludente de CT&I. Da mesma forma, apontou o cientista que a visão de CT&I atual não inclui, por exemplo, uma compreensão mais ampla sobre a vida nas favelas, suas potencialidades e fragilidades e as possibilidades de melhoria da condição urbana a partir de cidades inteligentes, por exemplo.⁵⁸

A urbanização excludente amplia o problema da geração de empregos, tornando os pobres urbanos as principais vítimas da degradação ambiental, sujeitos à falta de saneamento e sem acesso a infraestruturas básicas mínimas, expostos à poluição e com remotas possibilidades de romperem com aquele tipo de vida. (IBGE, 2019).

Para atender a população ainda marginalizada na oferta desses serviços [especialmente nas áreas da educação, saúde, transporte, energia, habitação e segurança] e que vive em condições precárias nas cidades brasileiras, é necessário desenvolver e difundir tecnologias que sejam adequadas às características econômicas, sociais e de urbanização. (MCTIC, 2016, p. 99).

⁵⁸ No Brasil, a maior parte da população vive em áreas urbanas, 84,72%, sendo 15,28% da população residente em áreas rurais. (IBGEeduca, 2020 cf. PNAD, 2015). São 13,6 milhões morando em comunidades, sendo 89% em capitais e regiões metropolitanas, vivendo em sua maioria, na informalidade. (AGÊNCIA BRASIL, 2020). No Brasil, em 2018, 41,5% dos indivíduos estavam inseridos de modo informal no mercado de trabalho. No contexto da divisão territorial do Brasil, a Região Norte possui o pior percentual, 59,2% (IBGE, 2019).

Nesse sentido, Gadelha (2020) defendeu em sua abordagem uma visão ampla e interdisciplinar do sistema de CT&I para que o país possa enfrentar seus desafios futuros, a partir de ações virtuosas entre Estado e mercado. O Pacto pela Vida é um pacto pelo conhecimento, pela ciência e pela inovação, considerou.

O Brasil já vinha, antes da pandemia, como já evidenciado, em desenvolvimento contrário, sem a priorização adequada à área de CT&I. No Painel Nacional 2 - "A CT&I no Brasil - Sucessos e Desafios"⁵⁹ - da Marcha Virtual pela Ciência no Brasil realizada pela SBPC, a fala de Ildeu Moreira, seu presidente, foi clara no sentido de demonstrar que a ciência brasileira cresceu nos últimos anos; mas a inovação está muito aquém e para que avancemos a ciência precisa ser um eixo do desenvolvimento nacional associada à educação, para a melhoria do impacto científico e da conexão entre a inovação tecnológica e social.

Dentre os desafios listados por Moreira (2020) em sua abordagem, em primeiro lugar apareceu a educação de qualidade em todos os níveis, em particular a educação científica, considerando que o financiamento adequado constitui investimento e não gasto. E dentre outros pontos abordados, destacou ainda a necessidade de recomposição dos postos de trabalho para os profissionais formados, com vistas ao "Aproveitamento planejado, racional e sustentável das riquezas do país." (MOREIRA, 2020). O cientista destacou ainda a necessidade de melhoria da qualidade da pesquisa produzida, e que o país precisará se reorganizar em prol de um SNCTI para que se produza o que o país precisa, que atue em prol de toda a sociedade. A ciência, a tecnologia e a inovação é que possibilitarão as saídas da crise (MUNIZ, 2020), a CT&I inserida em "um Projeto de Nação democrática: soberana, mais rica e justa, menos desigual, e com desenvolvimento sustentável." (MOREIRA, 2020, s/p).

No próximo capítulo nos detemos na apresentação do marco situacional da Educação Básica no Brasil e de sua abordagem a partir dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS, com destaque para o Objetivo 4, que traça metas para a educação de qualidade a nível mundial com base na Agenda 2030 para o desenvolvimento humano em relação com o meio ambiente sadio e equilibrado.

⁵⁹ Disponível no canal da SBPCnet, no youtube (<https://www.youtube.com/>).

Capítulo 4 – A EDUCAÇÃO BÁSICA NO BRASIL E O DESENVOLVIMENTO DA CONSCIÊNCIA CIENTÍFICA

Neste capítulo abordamos o marco situacional da Educação Básica no Brasil, dando destaque para alguns aspectos da Região Norte e do Estado do Tocantins enfatizando a persistência das disparidades regionais em matéria de educação. Nesta análise, nos pautamos pelo estabelecido pelos ODS, que se reforçam mutuamente, traduzindo a interdependência entre os direitos humanos, a democracia e o desenvolvimento (OLIVEIRA; MOREIRA; 2019). Entretanto, apesar da transversalidade entre eles, consideramos para os fins deste trabalho uma interconexão essencial entre os ODS 1, 4 e 8, sendo: 1 - Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares; 4 - Educação de qualidade: assegurar a educação inclusiva e equitativa de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos; e 8 - Promover crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, o emprego pleno e produtivo e o trabalho decente para todas as pessoas.

Uma educação de qualidade foi o ideal que motivou Jacques Delors a intitular como “A Educação ou a utopia necessária” seu prefácio no Relatório para a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura - UNESCO originado da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI (1996), publicado como livro - “Educação, um tesouro a descobrir” - pelo MEC em parceria com a Editora Cortez.⁶⁰ O Relatório, iniciado em 1993, contou com especialistas de todo o mundo e teve como entendimento que o final de um século marcado pela agitação e pela violência e por progressos econômicos e científicos desigualmente repartidos, impunha a todos os responsáveis que prestassem atenção às finalidades e aos meios da educação (DELORS, 2000). Diante de todos os desafios do período, apontava Delors:

É certo que a humanidade está mais consciente dos perigos que ameaçam o ambiente natural. Mas não conseguiu, ainda, os meios para solucionar esse problema, apesar das numerosas reuniões internacionais, como a do Rio de Janeiro, apesar das sérias advertências surgidas na seqüência de fenômenos naturais ou de acidentes tecnológicos. Torna-se insustentável considerar o crescimento econômico a todo o custo, como a verdadeira via de conciliação entre progresso material e equidade, respeito pela condição humana e pelo capital natural que temos obrigação de transmitir, em bom estado, às gerações vindouras (DELORS, 2000, p.13).

O recorte acima destacado reforça o fato de que desde o último quartel do século XX as interfaces entre os temas de C&T, crescimento econômico e educação estão relacionados na agenda mundial, conectando a condição humana à conservação do capital natural, como um dos

⁶⁰ Aqui utilizamos a 4ª edição do referido documento, publicada no ano 2000.

grandes desafios intelectuais e políticos do século XXI. Como visto, os ODS são resultados desse processo, integrados em uma visão de desenvolvimento que abarca em equilíbrio as várias dimensões do desenvolvimento sustentável e, como afirmam Raeder e Menezes (2019), a tríade CT&I constitui um dos eixos de implementação da Agenda 2030⁶¹.

Assim como os 17 ODS, os eixos estruturantes de implementação da Agenda 2030 também são interconectados. O financiamento de CT&I, por exemplo, desenvolverá capacidades para aumentar a coerência das políticas para o desenvolvimento sustentável. Da mesma forma, políticas necessitam de parcerias multissetoriais que mobilizem e compartilhem conhecimento, experiência, tecnologia e recursos financeiros para apoiar a realização dos ODS. Depreende-se, portanto, que o financiamento de CT&I e o desenvolvimento de capacidades interdisciplinares são fundamentais para a implementação da Agenda 2030 (RAEDER; MENEZES, 2019, p. 19).

No entanto, o desenvolvimento de capacidades inter e transdisciplinares requer a melhoria dos resultados da educação brasileira que, apesar dos avanços das últimas décadas, estão bem distantes das metas estabelecidas pelo ODS 4, a exemplo, longe garantir a igualdade de acesso aos mais vulneráveis e oferecer estruturas apropriadas para ambientes de aprendizagem seguros, inclusivos e eficazes, para dizer o mínimo.

Em um diagnóstico da educação brasileira e do seu financiamento feito a partir de dados sistematizados no ano de 2010, Otaviano Helene (2013), que soma em seu currículo a presidência do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP no ano de 2003, é categórico ao afirmar que não haveria no Brasil uma dificuldade intrínseca para a melhoria do padrão da escolarização de seu povo, promovendo desenvolvimento de forma mais rápida e eficaz. Para o autor, os resultados alcançados são frutos de decisão política. Atualmente, apesar da quase universalização do Ensino Fundamental de nove anos, o sistema ainda reproduz muitas desigualdades e aponta para um cenário complexo e desafiador.

Segundo o Indicador de Analfabetismo Funcional – INAF⁶², ainda temos no Brasil 29% de analfabetos funcionais no conjunto da população de 15 a 64 anos. Os analfabetos funcionais compõem o nível rudimentar de alfabetização, sendo capazes de lidar com a leitura e escrita de textos curtos, como bilhetes, recados e anúncios; no entanto, podem ter comprometimentos variados em relação aos significados das mensagens (ANUÁRIO BRASILEIRO DA EDUCAÇÃO BÁSICA, 2021). Os dados revelam que somente 12% das pessoas entre 15 e 64 anos de idade é proficiente dentre os funcionalmente alfabetizados (71%), estando a maioria

⁶¹ São os demais eixos estruturantes: financiamento de políticas e ações concretas; desenvolvimento de capacidades por meio de parcerias globais; comércio; questões sistêmicas; e parcerias multissetoriais (RAEDER; MENEZES, 2019).

⁶² Dados consolidados em 2018 pelo Instituto Paulo Montenegro e apresentados no Anuário Brasileiro de Educação Básica (2021), pelo Movimento Todos pela Educação em parceria com a Editora Moderna.

desta categoria nos níveis elementar (34%) e intermediário (25%). Ser proficiente significa ser capaz de elaborar textos de diferentes tipos e de interpretar tabelas e gráficos. Melhorar esse quadro é tarefa para políticas públicas de Estado, integradas intersetorialmente (ANUÁRIO BRASILEIRO DA EDUCAÇÃO BÁSICA, 2021; SANTOS, 2007).

A política pública atual de educação no Brasil é o Plano Nacional de Educação – PNE com vigência para o período 2014-2024. O PNE é anexo à Lei n. 13.005, de 25 de junho de 2014, que o aprova estabelecendo metas e estratégias para a educação no Brasil em todos os níveis, visando, em cumprimento à Constituição Federal de 1988, em seu Art. 214, o alcance das seguintes diretrizes:

- I - erradicação do analfabetismo ;
- II - universalização do atendimento escolar;
- III - superação das desigualdades educacionais, com ênfase na promoção da cidadania e na erradicação de todas as formas de discriminação;
- IV - *melhoria da qualidade da educação*;
- V - formação para o trabalho e para a cidadania, com ênfase nos valores morais e éticos em que se fundamenta a sociedade;
- VI - promoção do princípio da gestão democrática da educação pública;
- VII - *promoção humanística, científica, cultural e tecnológica do País*;
- VIII - estabelecimento de meta de aplicação de recursos públicos em educação como proporção do Produto Interno Bruto - PIB, que assegure atendimento às necessidades de expansão, com padrão de qualidade e equidade;
- IX - valorização dos (as) profissionais da educação;
- X - *promoção dos princípios do respeito aos direitos humanos, à diversidade e à sustentabilidade socioambiental*. (BRASIL, 2014, Art. 2º, grifos nossos).

A análise das diretrizes do PNE permite perceber que há conformidade com os sentidos que levaram ao estabelecimento dos ODS em nível mundial; no entanto, os dados do Anuário Brasileiro da Educação Básica (2019), publicados no ano em que o PNE (2014-2024) completou cinco anos, demonstram que ainda é preciso muito empenho para seu fortalecimento e efetiva implementação. O Anuário, organizado com base nas 20 metas do PNE (2014-2024), traduz a Educação Básica brasileira a partir de números e estatísticas reunidos em um panorama geral que, como veremos a seguir, denota a necessidade de reestabelecer uma agenda educacional de Estado (e não de governos), prioritária em um país onde o direito à educação, com qualidade e equidade, ainda é um dos desafios mais urgentes, juntamente com a questão socioassistencial e as disparidades regionais.⁶³

⁶³ Nesta pesquisa utilizamos, de forma complementar, as três últimas edições do Anuário Brasileiro da Educação Básica, publicadas nos anos de 2019, 2020 e 2021 pela organização da sociedade civil - OSC “Todos pela Educação” (<https://todospelaeducacao.org.br/>) em parceria com a Editora Moderna. O Todos é um movimento independente financiado com recursos privados, que possui como único objetivo mudar a qualidade da Educação Básica no Brasil.

4.1 Marco situacional da educação no Brasil, na Região Norte e no Estado do Tocantins

A garantia de que pelo menos 95% dos estudantes entre 6 e 14 anos de idade concluam o Ensino Fundamental é uma das metas estabelecidas no PNE (2014-2024). De 2018 a 2020 a taxa líquida de matrícula⁶⁴ foi de 98% para esta faixa etária na referida etapa da escolarização. Entretanto, o número de crianças e jovens de 6 a 14 anos fora da escola no Brasil, em 2020, ainda era de 158.888 (ANUÁRIO BRASILEIRO DA EDUCAÇÃO BÁSICA, 2021). A conclusão na “idade certa” é ainda uma meta a ser alcançada, pois 78,4% dos estudantes terminaram o Ensino Fundamental com mais de 16 anos de idade em 2019. Em 2020 o percentual subiu para 82,4 (ANUÁRIO BRASILEIRO DA EDUCAÇÃO BÁSICA, 2020, 2021).

À medida que os estudantes avançam no percurso escolar, os desafios aumentam. O PNE (2014-2024) tem como meta elevar para 85%, até o período final de sua vigência, a taxa líquida de matrículas da população de 15 a 17 anos no Ensino Médio. Os dados do Anuário Brasileiro da Educação Básica (2021) demonstram avanços:

A taxa líquida de matrícula do Ensino Médio – ou seja, a porcentagem de jovens de 15 a 17 anos inscritos nessa etapa – apresentou avanço em 2020, segundo os dados da Pnad Contínua. Passou de 71,1%, em 2019, para 75,4%, em 2020, o que representa mais de 11 pontos percentuais acima do registrado em 2014, primeiro ano de vigência do PNE. Da mesma forma, cresceu a taxa de atendimento, que define o acesso dos jovens de 15 a 17 anos à escola: 94,5% dos jovens dessa faixa etária frequentavam a escola em 2020, ante 92,5%, em 2019, e 89,0%, em 2014 (ANUÁRIO BRASILEIRO DA EDUCAÇÃO BÁSICA, 2021, p.41).

Apesar das consideráveis melhorias nos dados de acesso dos jovens à escola, a conclusão do Ensino Médio na “idade certa” também continua sendo um gargalo da educação brasileira, como pode ser observado nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2 – Jovens de 15 a 17 anos de idade na escola em 2018, 2019 e 2020

Jovens na escola	2018	2019	2020
Jovens de 15 a 17 anos na escola	91,5%	92,5%	94,5%
Jovens de 15 a 17 anos no Ensino Médio	68,7%	71,1%	75,4%
Distorção idade/série Porcentagem de jovens de 19 anos que concluíram o EM	63,6%	65,1%	69,4%

Fonte: Elaboração própria (2021), a partir de Anuário Brasileiro da Educação Básica (2019, 2020, 2021).

⁶⁴ A taxa líquida é o percentual da população em determinada faixa etária que se encontra matriculada no nível de ensino recomendado a essa faixa etária, sendo, para Creche (0 a 3 anos), Pré-Escola (4 e 5 anos), Ensino Fundamental - EF (6 a 14 anos) e Ensino Médio - EM (15 a 17 anos).

Entre os jovens de 15 a 17 anos de idade, 91,5% estavam matriculados na escola em 2018, 92,5% em 2019, e o percentual subiu para 94,5% em 2020; entretanto, apenas 68,7% estavam efetivamente no Ensino Médio (taxa líquida) em 2018, 71,1% em 2019 e 75,4% em 2020 (ANUÁRIO BRASILEIRO DA EDUCAÇÃO BÁSICA, 2019, 2020, 2021). Destacamos, na Tabela 2, a distorção idade/série que levou 63,6% dos jovens brasileiros a concluírem essa etapa do ensino somente aos 19 anos de idade em 2018, 65,1% em 2019 e 69,4% em 2020.

Como podemos observar na Tabela 3, em 2019, da população de 8.826.901 de jovens de 15 a 17 anos no Brasil, 6.275.056 (71%) tinham matrícula no Ensino Médio; e 21,2% estavam ainda matriculados no Ensino Fundamental (em números absolutos, 1.868.664 jovens). Do total, 674.814 (7,6%) estavam fora da escola.

Tabela 3 – Jovens de 15 a 17 anos de idade matriculados e fora da escola no Brasil - 2019 e 2020

Ano	2019		2020	
População de jovens de 15 a 17 anos	8.826.901		8.536.788	
	%	Números absolutos	%	Números absolutos
Jovens de 15 a 17 anos no Ensino Médio	71%	6.275.056	75,4%	6.429.645
Jovens de 15 a 17 anos no Ensino Fundamental	21,2%	1.868.664	18,9%	1.616.735
Jovens de 15 a 17 anos fora da escola - não estudam e não concluíram o EM	7,6%	674.814	5,6%	481.884

Fonte: Elaboração própria (2021), a partir de Anuário Brasileiro da Educação Básica (2020, 2021)

Em 2020 a situação se apresentou um pouco melhor, como destacado acima, com ligeiro aumento no quantitativo de jovens matriculados no Ensino Médio e a redução do percentual de jovens fora da escola. Porém, em função da meta estabelecida e da realidade socioeconômica do país, o ritmo de crescimento do percentual de jovens cursando o Ensino Médio ainda é insuficiente, sobretudo quanto à realidade dos domicílios mais pobres, onde o acesso a esta etapa de ensino é uma realidade para apenas 70,5% dos jovens. Quando consideramos a distorção idade/série, temos que no ano de 2020 “41,2% dos jovens de 19 anos pertencentes a famílias com faixa de renda mais baixa não concluíram o Ensino Médio” (ANUÁRIO BRASILEIRO DA EDUCAÇÃO BÁSICA, 2021, p. 43).

Na Região Norte, em 2019, 52,9% dos jovens de 19 anos concluíram o Ensino Médio, enquanto no Sudeste, 72,1%. O percentual alcançado pela Região Norte foi o pior para o período, na comparação entre as regiões (ANUÁRIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO BÁSICA, 2020, p. 49). Já em 2020 os percentuais para as duas regiões foram, respectivamente,

58,3% e 77,2%, e, na comparação entre as regiões, a Região Norte permanece com os piores percentuais (ANUÁRIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO BÁSICA, 2021, p. 45).

Os problemas de aprendizagem na Educação Básica brasileira têm início ainda na infância, no começo do percurso escolar. Os níveis de proficiência em leitura (45,3%) e matemática (45,5%) avaliados em 2016 pela Avaliação Nacional de Alfabetização - ANA⁶⁵ apontam que “O País não consegue alfabetizar adequadamente a maioria da população dessa faixa etária.” (ANUÁRIO BRASILEIRO DA EDUCAÇÃO BÁSICA, 2021, p. 52).

Na comparação entre as regiões, a Região Norte teve, em 2016, os piores percentuais de alfabetização até 8 anos de idade, sendo 29,8% em leitura e 29,3% em matemática, demonstrando correlações entre as desigualdades educacionais e as disparidades regionais. No Estado do Tocantins os resultados também foram insuficientes, revelando apenas 35,4% dos estudantes do 3º ano do Ensino Fundamental com nível considerado suficiente em Leitura e 34,5% em Matemática (ANUÁRIO BRASILEIRO DA EDUCAÇÃO BÁSICA, 2019, 2020).

Os dados consolidados do Sistema Nacional da Educação Básica - Saeb⁶⁶, relativos à qualidade da aprendizagem em Língua Portuguesa e Matemática no 9º ano do Ensino Fundamental e no Ensino Médio, em 2019, revelam que, apesar de ligeira melhora na comparação com os dados apurados em 2007, a aprendizagem ainda é muito baixa e “Em todas as unidades da federação, há uma distância significativa entre a aprendizagem de Língua Portuguesa e Matemática” (ANUÁRIO BRASILEIRO DA EDUCAÇÃO BÁSICA, 2021, p. 75).

Na Tabela 4 evidenciamos que na Região Norte e no Estado do Tocantins esse quadro se agrava com o avanço da escolarização. Na comparação com os dados gerais da Região Norte, o Estado do Tocantins apresenta ligeira vantagem; todavia, a situação da região no contexto nacional é de desvantagem em relação às demais também nesse quesito (ANUÁRIO BRASILEIRO DA EDUCAÇÃO BÁSICA, 2021).

⁶⁵ A ANA avaliava os níveis de proficiência em leitura, escrita e matemática dos estudantes do 3º ano do Ensino Fundamental I. De acordo com o Anuário Brasileiro de Educação Básica (2020) esta avaliação foi descontinuada, porém os dados existentes ainda são muito representativos dos desafios nacionais em matéria de alfabetização. No entanto, “Apesar de a Alfabetização ter sido objeto de avaliação amostral na edição de 2019 do Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb), a indisponibilidade de dados públicos atualizados que tragam um panorama claro e abrangente da proficiência na etapa prejudica o monitoramento do cumprimento da meta e sua evolução no período.” (ANUÁRIO BRASILEIRO DA EDUCAÇÃO BÁSICA, 2021, p. 52).

⁶⁶ Conforme a página do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - Inep na Internet, a Prova Brasil e o Saeb, criado em 1990, são avaliações com o objetivo de realizar um diagnóstico da qualidade da educação brasileira e identificar fatores contextuais que possam interferir no desempenho dos estudantes, além de fornecer dados para o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica - Ideb, que considera também taxas de aprovação, reprovação e abandono apuradas por meio do Censo Escolar. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/saeb>. Acesso em: 21 out. 2021.

Tabela 4 – TOCANTINS, REGIÃO NORTE E BRASIL
Porcentagem de estudantes com aprendizagem adequada no Saeb (Rede total) 2019

	TOCANTINS		REGIÃO NORTE		BRASIL	
	Língua Portuguesa	Matemática	Língua Portuguesa	Matemática	Língua Portuguesa	Matemática
5º ano do EF	50,9	42,9	45,1	33,9	61,1	51,5
9º ano do EF	32,3	19,3	29,0	13,6	41,4	24,4
3ª série do EM	26,8	6,6	22,0	4,3	37,1	10,3

Fonte: Elaboração própria (2021), a partir de Anuário Brasileiro da Educação Básica (2021, p.72).

Destacamos ainda que, no Estado do Tocantins, 98,0% das crianças e jovens de 6 a 14 anos estavam no Ensino Fundamental em 2020, ao passo que no Ensino Médio o percentual era de 69,8% no mesmo período. Contudo, trata-se de um contexto em que, do total de matrículas na Educação Básica, 90,4% são na rede pública, onde somente 29,7% dos estudantes terminam o Ensino Fundamental com aprendizagem adequada em Língua Portuguesa e no Ensino Médio apenas 23,6%. Ainda cabe destacar que 55 de cada 100 estudantes jovens do estado concluem o Ensino Médio até os 19 anos (ANUÁRIO BRASILEIRO DA EDUCAÇÃO BÁSICA, 2021).

Os dados do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica – Ideb⁶⁷ apresentam um panorama da qualidade da educação no Brasil. Os últimos resultados gerais disponíveis, referentes a 2019, foram 5,9 pontos para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental; 4,9 para os Anos Finais do Ensino Fundamental; e 4,2 para o Ensino Médio, quando as metas eram: 5,7; 5,2 e 5,0, respectivamente (INEP, 2020a). Tais metas estão definidas no PNE (Meta 7) e visam fomentar a qualidade da Educação Básica, com melhoria do fluxo escolar e da aprendizagem. Para o ano de 2021, as metas são as apresentadas na Tabela 5, de forma comparativa.

Tabela 5 – Ideb - metas e resultados gerais

Ideb	2015		2017		2019		2021
	Metas	Resultados	Metas	Resultados	Metas	Resultados	Metas
EF anos iniciais	5,2	5,5	5,5	5,8	5,7	5,9	6,0
EF anos finais	4,7	4,5	5,0	4,7	5,2	4,9	5,5
EM	4,3	3,7	4,7	3,8	5,0	4,2	5,2

Fonte: Elaboração própria (2021), a partir de PNE (2014-2024) (BRASIL, 2014) e Inep (2020a).

O Ideb é mensurado a cada dois anos, nos anos ímpares. É um índice que afere a qualidade do ensino e por isso é considerado importante indutor de política pública

⁶⁷ Indicador criado em 2007 que reúne os resultados do fluxo escolar e das médias de desempenho nas avaliações, obtidos por meio do Censo Escolar e das médias de desempenho no Sistema de Avaliação da Educação Básica - Saeb (INEP, 2019a).

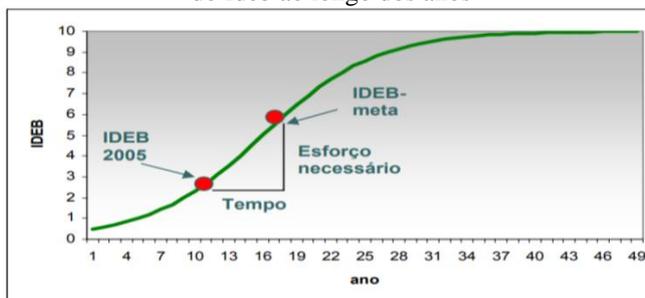
acompanhando o desenvolvimento da qualidade da educação nacional rumo às metas estabelecidas para o ano de 2021: 6,0 para o Ensino fundamental I; 5,5 para o Ensino fundamental II; e, 5,2 para o Ensino médio. De acordo com o Inep (2019a), as metas são diferenciadas para cada rede e escola e apresentadas bienalmente no período de 2007 a 2021, “[...] de modo que os estados, municípios e escolas deverão melhorar seus índices e contribuir, em conjunto, para que o Brasil chegue à meta 6,0 em 2022, ano do bicentenário da Independência.” (INEP, 2019a, [s/p]).

De acordo com Fernandes (2007, p. 1), por meio do diagnóstico se realiza o “monitoramento objetivo da qualidade dos sistemas a partir da combinação entre fluxo e aprendizagem escolar”.

Para o cálculo da trajetória do índice são necessárias três das quatro informações a seguir: valor do Ideb inicial (observado); valor da meta para o Ideb; tempo para atingir a meta; e “esforço” ou velocidade empregada. Para as projeções do Brasil utilizou-se: (I) o valor do Ideb em 2005 ($t = 0$) como o valor inicial; (II) a meta para o Brasil e (III) tempo para o seu alcance.⁶⁸ Então, calculou-se o “esforço” necessário para se chegar à meta [...]. (FERNANDES, 2007, p. 3).

Para o autor, será o esforço mantido de forma constante que garantirá que a meta para o Ideb do Brasil seja atingida no tempo esperado, período chamado de ‘tempo de convergência’. Assim, “[...] em 2021, ano em que o Brasil atinge a meta de 6,0, o Estado 1 apresenta Ideb de 5 e o Estado 2 o Ideb é 6,8. Cada município e Estado despenderá um esforço diferente para que em 2096 (após 91 anos) a desigualdade apresentada pelo Ideb desapareça.” (FERNANDES, 2007, p. 5). O Gráfico 3 ilustra o comportamento esperado para o índice ao longo dos anos:

Gráfico 3 - Comportamento esperado para a trajetória do Ideb ao longo dos anos



Fonte: Fernandes (2007, p. 3).

⁶⁸ “Os anos definidos para que a meta do Ideb para o Brasil seja atingida são diferentes para cada fase de ensino, pois a meta de Ideb = 6,0 está relacionada à coorte que ingressará no ensino fundamental no ano de 2017, ou seja, deverá concluir a 1ª fase no ano 2021, a 2ª fase em 2025 e o ensino médio em 2028.” (Nota no original).

A relação entre tempo e esforço evidenciada por meio do Gráfico 3, nos leva a considerar a metodologia de projeção do Ideb no mínimo controversa, porque coloca sobre as redes e as unidades escolares a maior responsabilidade pelo “esforço” que levará à convergência prevista; inclusive, por fazer parte do cálculo um indicador de rendimento baseado na taxa de aprovação mínima de 65% para a projeção do Ideb. Fato este que pode gerar estresses variados sobre docentes e estudantes em função de revisões, competições e ainda provocar estigmatizações das unidades que não avançam o esperado para o período, em função de múltiplos fatores, estruturais e conjunturais. Os dados do Ideb apresentam um panorama do alcance das metas pelo país por dependência administrativa, que serve para auxiliar na análise da “lógica” de que “[...] cada sistema deve evoluir segundo pontos de partida distintos, e com esforço maior daqueles que partem em pior situação, com um objetivo implícito de redução da desigualdade educacional. (FERNANDES, 2007, p. 2).

Uma análise detalhada da série histórica a partir de Inep (2020a) (Quadro 4) permite perceber a melhoria dos indicadores em todas as regiões na oferta dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, de responsabilidade dos municípios na esfera pública e complementada pela rede privada. Contudo, é grande a desigualdade entre as redes: desde 2011 a rede privada alcançou, para esse nível de ensino, em todas as regiões, a média prevista para o país para o ano de 2021, que é a média 6,0 (média dos países membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE). Nos Anos Finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio, a rede privada também acumula resultados superiores à rede pública para o período.

Quadro 4 - Ideb – Resultados e metas

Anos Iniciais do Ensino Fundamental																
	IDEB Observado								Metas							
	2005	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2019	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2019	2021
Total	3.8	4.2	4.6	5.0	5.2	5.5	5.8	5.9	3.9	4.2	4.6	4.9	5.2	5.5	5.7	6.0
Dependência Administrativa																
Estadual	3.9	4.3	4.9	5.1	5.4	5.8	6.0	6.1	4.0	4.3	4.7	5.0	5.3	5.6	5.9	6.1
Municipal	3.4	4.0	4.4	4.7	4.9	5.3	5.6	5.7	3.5	3.8	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7
Privada	5.9	6.0	6.4	6.5	6.7	6.8	7.1	7.1	6.0	6.3	6.6	6.8	7.0	7.2	7.4	7.5
Pública	3.6	4.0	4.4	4.7	4.9	5.3	5.5	5.7	3.6	4.0	4.4	4.7	5.0	5.2	5.5	5.8
Anos Finais do Ensino Fundamental																
	IDEB Observado								Metas							
	2005	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2019	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2019	2021
Total	3.5	3.8	4.0	4.1	4.2	4.5	4.7	4.9	3.5	3.7	3.9	4.4	4.7	5.0	5.2	5.5
Dependência Administrativa																
Estadual	3.3	3.6	3.8	3.9	4.0	4.2	4.5	4.7	3.3	3.5	3.8	4.2	4.5	4.8	5.1	5.3
Municipal	3.1	3.4	3.6	3.8	3.8	4.1	4.3	4.5	3.1	3.3	3.5	3.9	4.3	4.6	4.9	5.1
Privada	5.8	5.8	5.9	6.0	5.9	6.1	6.4	6.4	5.8	6.0	6.2	6.5	6.8	7.0	7.1	7.3
Pública	3.2	3.5	3.7	3.9	4.0	4.2	4.4	4.6	3.3	3.4	3.7	4.1	4.5	4.7	5.0	5.2
Ensino Médio																
	IDEB Observado								Metas							
	2005	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2019	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2019	2021
Total	3.4	3.5	3.6	3.7	3.7	3.8	4.2	3.4	3.5	3.7	3.9	4.3	4.7	5.0	5.2	
Dependência Administrativa																
Estadual	3.0	3.2	3.4	3.4	3.4	3.5	3.5	3.9	3.1	3.2	3.3	3.6	3.9	4.4	4.6	4.9
Privada	5.6	5.6	5.6	5.7	5.4	5.3	5.8	6.0	5.6	5.7	5.8	6.0	6.3	6.7	6.8	7.0
Pública	3.1	3.2	3.4	3.4	3.4	3.5	3.5	3.9	3.1	3.2	3.4	3.6	4.0	4.4	4.7	4.9

Os resultados marcados em verde referem-se ao Ideb que atingiu a meta.

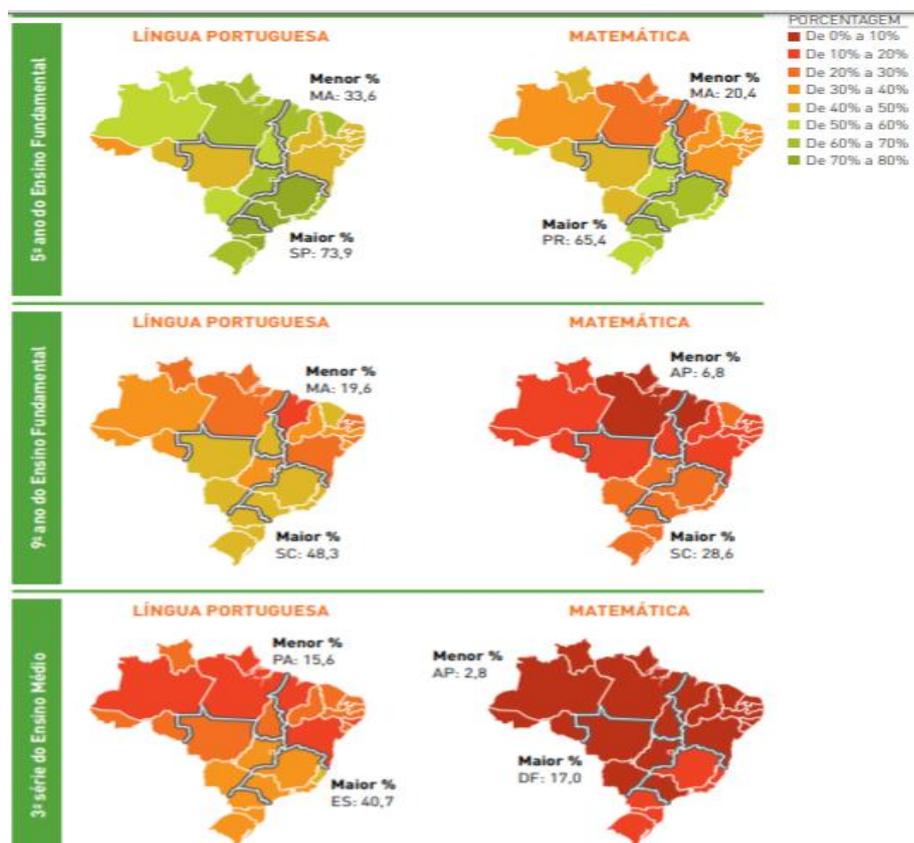
Fonte: Inep (2020a).

Observamos, por meio do Quadro 4, que a rede pública fica mais distante da meta à medida que os estudantes avançam nos níveis de escolarização. Em 2019 - quando a meta geral era 5,0 - na esfera pública o Ensino Médio reflete estagnação (com média 3,9), ainda distante da meta de 4,3 que havia sido prevista no PNE para o ano de 2015.

Apesar dos dados da série histórica apontarem avanços, “A comparação entre os resultados das redes pública e privada, assim como entre as diversas regiões do País, é reveladora das desigualdades que ainda persistem na qualidade da Educação oferecida às crianças e aos jovens.” (ANUÁRIO BRASILEIRO DA EDUCAÇÃO BÁSICA, 2019, p. 65). Todavia, é possível notar que o Ensino Médio, mesmo na rede privada, não tem avançado na mesma proporção que o Ensino Fundamental.

A Meta 3 do Movimento Todos pela Educação prevê que até 2022, pelo menos 70% dos estudantes estejam aprendendo o conteúdo adequado para o seu ano. Na figura 6, a seguir, temos a representação visual, por regiões, do percentual dos estudantes no Ensino Fundamental e Médio que estão acima e abaixo dessa meta. Os dados são de 2017 e foram compilados a partir da Prova Brasil e do Saeb.

Figura 6 – Percentagem de alunos acima do nível considerado adequado pelo Movimento Todos pela Educação – Regiões e unidades federativas – 2017



Fonte: Anuário Brasileiro da Educação Básica (2019, p. 73).

Por meio da Figura 6 podemos observar que a realidade do nível de proficiência dos estudantes a partir do Ensino fundamental II - que se aprofunda no Ensino Médio, sobretudo em matemática - revela a situação atual da Educação Básica no Brasil e põe em xeque o futuro de milhões de jovens e, em consequência, impede a realização de um país mais justo, equânime e desenvolvido.

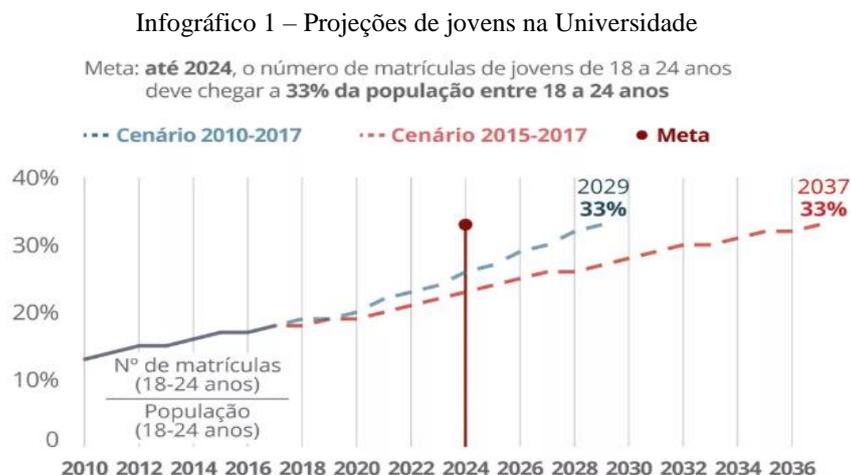
Para Helene (2013), o Ensino Fundamental somente está universalizado em seu ingresso, pois o percurso escolar é de exclusão, culminando com a grave crise do Ensino Médio, como observada acima. Instaura-se um ciclo vicioso difícil de resolver: “Afiml, como melhorar e aumentar o ensino médio, por exemplo, sem aumentar e melhorar o ensino fundamental que o antecede ou sem formar professores no nível superior, este último dependente dos concluintes do próprio ensino médio?” (HELENE, 2013, p. 136). A indagação de Helene é de difícil resposta a partir do que demonstram os números e porque a precarização das condições em que ocorre a escolarização para muitos estudantes também tem implicações em seu futuro, sendo uma delas a impossibilidade, em muitos casos, de cursar a educação superior.

Entre as metas do PNE, a Meta 12 prevê para o ano de 2024 a elevação da taxa bruta de matrículas na Educação Superior para 50% e a taxa líquida para 33% da população de 18 a 24 anos, asseguradas a qualidade da oferta e a expansão para, pelo menos, 40% das novas matrículas no segmento público. A taxa de matrículas na Educação Superior, em 2017, foi de 34%, em 2018 foi de 37,5 % e, em relação à população de 18 a 24 anos, foi de 18% em 2017, e 25,6% em 2018 (CAMPANHA NACIONAL PELO DIREITO À EDUCAÇÃO, 2019; ABMES, 2019). Em 2020, o percentual de pessoas com 18 a 24 anos que frequentavam esse nível de escolarização, em relação à população dessa faixa etária, foi de 23,8%, conforme o Anuário Brasileiro da Educação Básica (2021), que destaca ainda que a oferta de vagas no Ensino Superior ocorre predominantemente na rede privada.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) estima que o Brasil terá 22.110.866 jovens de 18 a 24 anos em 2024. A partir desse dado, um estudo realizado pela Associação Brasileira de Mantenedoras de Ensino Superior (ABMES), em parceria com a Educa Insights (empresa especializada em pesquisa de marketing para o mercado de educação), mostra que, para atender ao estabelecido, o País precisará ter, no último ano de vigência do PNE, 11.055.433 estudantes matriculados na Educação Superior, sendo 7.370.289 com idades entre 18 e 24 anos, efetivamente. (ABMES, 2019, s/p, grifo no original).

O G1-Educação, repercutindo o levantamento feito pela Associação Brasileira de Mantenedoras de Ensino Superior - ABMES em parceria com a *Educa Insights*, elaborou um infográfico com duas projeções das taxas anuais de crescimento, demonstrando que a taxa

média dos primeiros anos do PNE (2014-2024) contrasta com a expansão observada no início da década de 2010:



O Infográfico 1 permite observar que, no cenário pós-PNE, a previsão de alcance da Meta 12 no referente à taxa líquida de matrículas na educação superior será somente no ano de 2.037, como resultado direto da queda nos repasses governamentais pelos cortes orçamentários observados ao final do governo Dilma Rousseff e no período do governo Michel Temer⁶⁹.

Tais desafios postos antes da pandemia de covid-19 já se configuravam situação embaraçosa à Educação Superior no Brasil. Destacamos dificuldade para projetar o aumento de matrículas nesse nível de ensino com as deficiências percebidas na Educação Básica, sobretudo no Ensino Médio, tanto no que se refere à qualidade da oferta quanto à evasão estudantil. Mediante a mudança na conjuntura, será preciso um projeto integrado que responda a essas demandas, respeitando as peculiaridades das regiões, mas que não deixe de visar o desenvolvimento do Ensino Superior de forma mais equilibrada no país quanto à oferta de vagas.

As implicações desses *deficits* são estruturais na sociedade brasileira. O abandono da escola ou o pouco proveito que se tira dela, em muitos casos, resulta em um ciclo vicioso, distanciando grandes contingentes populacionais tanto da compreensão do significado e importância de um ambiente equilibrado quanto das condições institucionais para partilhar de um processo tecnológico e inovativo cujos benefícios sejam compartilhados de modo sustentável por toda a sociedade. O nível de instrução tem, conforme mostra o Instituto

⁶⁹ O cenário para o PNE se torna mais complexo após a promulgação da Emenda Constitucional n. 95/2016, pelo fato de que, por um lado, se tem as metas a cumprir, uma vez que o PNE prevê o aumento gradual de investimento como uma condição para o financiamento delas; e, por outro, impeditivos à ampliação do financiamento da educação brasileira em função do teto de gastos imposto pelo Novo Regime Fiscal (CASSI; GONÇALVES, 2020; MORENO, 2019).

Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, relação direta com muitos aspectos da vida, inclusive com a renda:

[...] verifica-se progressiva participação da população em ocupações informais à medida que se reduz o grau de escolaridade. Assim, para pessoas ocupadas sem instrução ou com o ensino fundamental incompleto, a participação de informais foi de 60,8%, enquanto que para pessoas ocupadas com ensino superior completo, foi de 22,1% em 2018 [...].⁷⁰ (IBGE, 2019, p. 41, sem nota no original).

A estagnação da economia e a informalidade como característica histórica e demarcadora da desigualdade no Brasil, denota um cenário em que as ocupações informais⁷¹ representaram, em 2018, 41,5% da inserção dos indivíduos no mercado de trabalho. No período de 2012 a 2018 a variação nesses percentuais é muito pequena, sempre girando por volta dos 40% do total. (IBGE, 2019). O mesmo padrão pode ser observado segundo as grandes regiões, com a informalidade mais proeminente nas Regiões Norte e Nordeste. Entretanto, por outro lado, a Região Sudeste apresenta também alta taxa de desocupação, conforme apresentamos na Tabela 6:

Tabela 6 – Pessoas ocupadas em trabalhos informais (por regiões) e taxa de desocupação

Região	Proporção de pessoas ocupadas – trabalho informal (%) Brasil 41,5	Taxa de desocupação 2014/2018 (%)	
Norte	59,2	7,6	12,3
Nordeste	56,3	8,4	14,5
Sudeste	35,6	7,0	12,7
Sul	29,0	4,2	7,8
Centro-oeste	39,4	6,0	9,2

Fonte: Elaboração própria (2020), a partir dos dados do IBGE (2019, p. 32 e 39).

Apesar de na Constituição Federal de 1988, em seu Art. 205, a educação figurar como direito de todos e dever do Estado e da família, além de que “será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho”, os jovens, com idade compreendida

⁷⁰ Em 2019 eram 12 milhões de desempregados e 38 milhões de pessoas na precariedade do trabalho informal, no Brasil, “50 milhões de pessoas que, com suas famílias, representam metade da população vivendo em condições de miséria”, alerta Sader (2020). As Regiões Norte e Nordeste são as mais marcadas pela pobreza, num quadro em que todos os seus estados apresentam indicadores de pobreza acima da média nacional. (IBGE, 2019).

⁷¹ Em conformidade com as orientações da OIT, considerando as adaptações necessárias ao caso brasileiro, o IBGE (2019, p. 18) define “[...] como *proxy* das ocupações informais as seguintes categorias: empregados do setor privado e trabalhadores domésticos sem carteira de trabalho assinada; trabalhadores por conta própria e empregadores que não contribuem para a previdência social; e trabalhadores familiares auxiliares [...]”

entre 14 e 29 anos de idade⁷² integram o grupo mais afetado pela desocupação, saltando de 13,0% em 2014, para 22,6% em 2017, mantendo-se em 22,3% em 2018. (IBGE, 2019).

Em 2016, a proporção de jovens que não estudavam e não estavam ocupados era de 21,8%. Aumentou para 23,0%, em 2017, percentual que se manteve em 2018. Esse patamar coloca o Brasil entre os piores colocados quando comparado com os países da OCDE e outros que tiveram seus resultados divulgados pelo relatório *Education at a glance 2019* (EDUCATION..., 2019). A média para os países da OCDE foi 13,2% em 2018 [...]. (IBGE, 2019, p. 42).

O grupo mais vulnerável não estuda e nem trabalha e, quando trabalha, obtém os menores rendimentos pelo trabalho principal: “A falta de oportunidades de emprego para a juventude é um desafio que se coloca no nível internacional, compondo três metas do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 8 da Agenda 2030 [...]” (IBGE, 2019, p. 32), a saber:

8.5 Até 2030, alcançar o emprego pleno e produtivo e trabalho decente todas as mulheres e homens, inclusive para os jovens e as pessoas com deficiência, e remuneração igual para trabalho de igual valor

8.6 Até 2020, reduzir substancialmente a proporção de jovens sem emprego, educação ou formação [...]

8.b Até 2020, desenvolver e operacionalizar uma estratégia global para o emprego dos jovens e implementar o Pacto Mundial para o Emprego da Organização Internacional do Trabalho (ONU, 2015, s/p)

A educação de qualidade também continua sendo um grande desafio. No cenário internacional, o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes - PISA⁷³ revelou na edição 2018 que o Brasil possuiu baixo desempenho em leitura, matemática e ciências. Vejamos em mais detalhes no próximo tópico.

4.1.1 A educação brasileira no cenário internacional

A Meta 7 do PNE prevê o fomento da qualidade da educação e a Estratégia 11 dessa Meta está diretamente relacionada ao PISA, tomado como instrumento externo de referência. Em 2018, 79 países e 600 mil estudantes participaram do exame, que ocorre desde 2000. A comparação da situação do Brasil no cenário internacional foi feita com outros 78 países que participaram do exame que avalia a capacidade de jovens de 15 anos para o uso de conhecimentos e habilidades de leitura, matemática e ciências para o enfrentamento dos

⁷² Em conformidade com o Estatuto da Juventude, Lei n. 12.852, de 05 de agosto de 2013.

⁷³ Em inglês, Programme for International Student Assessment, o maior estudo sobre educação do mundo, realizado a cada três anos pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE.

desafios da vida real (BRASIL, 2019b). Na Tabela 7, apresentamos as posições que o país ocupou entre os países participantes da avaliação.

Tabela 7 - Posição do Brasil no PISA em 2018 entre os 79 países participantes

	Leitura	Matemática	Ciências
Média OCDE	487	489	489
Média Brasil	413	384	404
Margem de erro	2	2	2
Faixa no <i>ranking</i> *	55-59	69-72	64-67

Fonte: Elaboração própria (2021), a partir de Inep (2019b).

*Considerando-se a margem de erro.

Os dados das colocações destacadas apontam para 68,1% dos estudantes brasileiros avaliados, com 15 anos de idade, que não possuem nível básico mínimo em matemática, essencial para o exercício da cidadania. Em ciências, esse percentual é de 55,4% e, em leitura, 50%, seguindo estagnados desde 2009 (INEP, 2019b). Ou seja, visto de outra forma, temos que 31,9%, 44,6% e 50,0% se encontram acima do nível mínimo de proficiência nas três áreas, respectivamente. A média de proficiência da OCDE para 2018 foi de 75,9% em matemática; 78,0% em ciências; e, 77,4% em leitura (ANUÁRIO BRASILEIRO DA EDUCAÇÃO BÁSICA, 2021).

As projeções foram de 438 e 455 pontos para os anos de 2015 e 2018, respectivamente, e para o ano de 2021⁷⁴ estão estimados 473 pontos nas três áreas avaliadas (BRASIL, 2014). Entre os países da América do Sul participantes do PISA em 2018, o Brasil ocupou o último lugar em matemática, empatado estatisticamente com a Argentina, com 384 e 379 pontos, respectivamente, ficando atrás de Uruguai (418), Chile (417), Peru (400) e Colômbia (391). Em ciências, também ocupou o último lugar, com 404 pontos, empatado com os vizinhos Argentina e Peru; os melhores classificados foram Chile (444), Uruguai (426) e Colômbia (413). Já em leitura, ficou em segundo pior lugar do ranking sul-americano, com 413 pontos, ao lado da Colômbia (412). Por último, aparecem Argentina (402) e Peru (401) (INEP, 2019b). Vejamos a comparação por meio do Quadro 5:

⁷⁴ De acordo com o website da OECD na internet (<https://www.oecd.org/pisa/>), os países membros associados decidiram, em função da pandemia de covid-19, adiar o exame que ocorreria em 2021 para 2022 e o de 2024 deverá ser realizado em 2025. Acesso em: 05 maio 2021.

Quadro 5 - Situação do Brasil no PISA no contexto da América do Sul

	Matemática	Ciências	Leitura
Brasil	384	404	413
Argentina	379	404	402
Uruguai	418	426	427
Chile	417	444	452
Peru	400	404	401
Colômbia	391	413	412

Fonte: INEP (2019b)

As desigualdades em âmbito internacional são um reflexo das assimetrias internas da nação brasileira. Uma análise comparativa das dependências administrativas feita a partir dos dados disponibilizados pelo Inep (2019a) revela que as escolas particulares e federais acompanham a média dos países da OCDE, ficando as estaduais e municipais com desempenho abaixo do esperado. Por outro lado, é significativa também a desigualdade entre as regiões, pois a Norte e a Nordeste se apresentam com os piores números nas três áreas avaliadas.

Nesse contexto, percebemos que a análise dos dados nacionais e internacionais exigem reflexão acerca das condições educacionais no Brasil, com ênfase para as regiões, pelo fato de que as desigualdades socioculturais e as desigualdades da linguagem interagem entre si, já que a linguagem pode ser considerada ao mesmo tempo como um produto e um instrumento das desigualdades socioculturais que caracterizam as sociedades humanas (MORAIS, 2019).

Os indicadores denotam desigualdades em matemática, leitura, escrita e conhecimento básico em ciências que se reportam às dificuldades reais para que os estudantes avancem em seus estudos, que aproveitem melhores oportunidades na vida e no mercado de trabalho e participem da sociedade de forma cidadã. São milhares de jovens com limitações ou mesmo incapacidades para leitura, compreensão e interpretação de textos; resolução de cálculos e compreensão de questões científicas cotidianas simples.

Quando os jovens não desenvolvem habilidades na escola, suas condições de vida são afetadas, o que prejudica o aprofundamento do sentido democrático para a vida coletiva (MORAIS, 2019). Com esse quadro, garantir a oferta e a qualidade da educação para todos é um grande desafio que se refere a investimentos financeiros e a questões culturais relativas à trajetória do Brasil como nação, suas heranças históricas e mecanismos estruturais de perpetuação da pobreza e das desigualdades sociais.

São poucos os estudantes que finalizam o ciclo escolar básico tendo um conhecimento de ciência que lhes permitam afirmar que estejam preparados para a continuidade dos estudos e para a vida (VIEIRA, 2007); mas, contraditoriamente, é na escola que os estudantes são introduzidos no domínio da ciência e nas questões que a envolvem, assim sendo, o objetivo

desse ensino deve ser “[...] formar uma população que considere a ciência interessante e importante, que consiga aplicar conhecimentos da ciência no seu cotidiano, e que consiga participar em debates relacionados com questões/problemas científicos” (VIEIRA, 2007, p. 105). Assim, melhorar a qualidade da educação em geral, e da educação científica em particular, requer habilidades mais amplas de leitura e escrita para todos.

Um ponto que merece investigação mais apurada é a relação entre melhores condições sociais, culturais e econômicas, que podem favorecer melhor acesso à educação, mas não necessariamente levar a um melhor desempenho escolar, a exemplo do que registram os resultados do Ensino Médio em todo o país. Outra questão é que, conforme informa o Inep (2019b), os resultados não caminharam em correspondência aos altos investimentos do Governo Federal na educação básica nos anos anteriores ao exame de 2018, o que requer que sejam reavaliados criteriosamente onde e de que forma foram aplicados os recursos e quais áreas de fato são estratégicas para que o país avance, para, inclusive, não terceirizar os ônus do processo.

O acesso às informações sobre o perfil educacional da população é essencial para orientar políticas públicas que promovam a democratização do acesso à estrutura de oportunidades educacionais, além de possibilitar reflexões acerca de sua qualidade e das possibilidades de mobilidade social ascendente por meio da educação. Por exemplo, os dados compilados pelo Anuário Brasileiro da Educação Básica (2020), demonstram que, em 2019, 48% dos estabelecimentos de Ensino Médio tinham laboratório de ciências; no entanto, no Ensino Fundamental o percentual foi de apenas 12,5%.

A educação para o século XXI requer intencionalidade pedagógica como elemento fundamental para o exercício da cidadania, das liberdades e para o enfrentamento das instabilidades em tempo de incertezas de qualquer tipo, sobretudo as políticas, ambientais e sociais. Contudo, o investimento certo no lugar certo e no tempo certo é fundamental. O desenvolvimento dessas habilidades e competências para formar posturas e atitudes éticas e solidárias é perpassado por metas e estratégias claras, devidamente avaliadas para o redirecionamento das políticas públicas (HELENE, 2013).

Os dados das últimas três edições do Anuário Brasileiro da Educação Básica (2021, 2020, 2019) demonstram que ainda é preciso muito empenho para o fortalecimento e efetiva implementação do estabelecido no PNE para a educação nacional.

É um dado conhecido, por exemplo, que uma das causas da ineficiência do sistema educacional é a sucessiva descontinuidade de políticas, que se alternam a cada novo governo, quando a Educação é um processo que requer tempo, diagnóstico e avaliação, formação continuada, planejamento, intersetorialidade, entre outras ações organizadas (ANUÁRIO BRASILEIRO DA EDUCAÇÃO BÁSICA, 2021, p. 16).

Nesse sentido, o país precisa de uma revisão urgente do seu Plano Nacional de Educação – PNE (2014-2024), um realinhamento que considere que os resultados dos indicadores revelam o não atingimento das metas estabelecidas por descontinuidades, omissões e descumprimentos. No entanto, é preciso considerar ainda que o quadro se agravou com o período de fechamento das escolas em função da pandemia de covid-19 e as dificuldades impostas pela educação remota que, apesar de ter sido fundamental e representado um esforço enorme das unidades escolares e redes, teve suas implicações na qualidade e no acesso, sobretudo para os mais vulneráveis.

Relevante ainda considerar que, a partir de informações obtidas no sítio do Inep na internet (s/d, s/p), o PISA 2022 já se encontra em preparação e o domínio principal da edição será ‘matemática’. As dificuldades encontradas pelos escolares, suas famílias e pelos sistemas de ensino, sobretudo públicos, para enfrentar a crise sanitária e socioeconômica que afeta o país, direcionam as perspectivas do Brasil a um declínio nas posições nos resultados futuros. Esforços precisam ser empenhados por todas as áreas do conhecimento, em prol da reformulação das políticas públicas no Brasil, entre elas, a de educação, com vistas ao desenvolvimento de capacidades humanas que elevem as expectativas para todos, sobretudo em relação à formação científica e tecnológica.

Mediados pela capacidade de ler e escrever, vários domínios formativos se conjugam e se interpenetram, porém, “Não tem o mesmo efeito ler artigos científicos ou artigos de divulgação científica. [...] o gênero do texto tem influência na formação científica: a leitura de artigos científicos ajuda a integrar modos de pensar que são os da ciência” (MORAIS; KOLINSKY, 2016, p. 153). Contudo, a ampliação da capacidade de consumir tanto ciência quanto informações científicas tem relação com a popularização, valorização e percepção pública de C&T. De forma ilustrativa dessa relação, abordaremos a seguir os resultados da quinta edição da pesquisa *Percepção pública da C&T no Brasil*⁷⁵ (CGEE, 2019b).

4.2 A importância da educação para a popularização científica e a percepção pública da C&T no Brasil

A pesquisa *Percepção Pública da C&T no Brasil – 2019* teve como objetivo conhecer a visão, o interesse e o grau de informação da população em relação à C&T no País. Os dados apontam que 62% dos respondentes estão interessados ou muito interessados em algum assunto

⁷⁵ As pesquisas de percepção da CT&I têm se tornado uma prática relevante no mundo. No Brasil, a primeira foi realizada em 1987, tendo sequência em 2006, 2010, 2015 e em 2019, quando a pesquisa contou com 2.200 participantes, em idade superior a 16 anos, e cotas por gênero, idade, escolaridade, renda e local de moradia em todas as regiões do país (CGEE, 2019b).

relacionado à C&T; chamando a atenção uma visão positiva sobre C&T por parte de 92% dos entrevistados em 2019, reafirmando um olhar sobre o tema que se manteve positivo ao longo do tempo (CGEE, 2019b).

Entretanto, é constante o descompasso no interesse entre grupos sociais diferentes, considerando-se de alta e baixa escolaridade e de baixa e alta renda: “O percentual de brasileiros que declaram ter nenhum interesse em C&T caiu quase para zero entre pessoas com nível de ensino superior. Praticamente, a totalidade dos “nada interessados”, 15%, encontra-se entre pessoas com escolaridade inferior à do ensino superior (CGEE, 2019b, p. 14). Um dado interessante é que entre entrevistados de alta escolaridade, a confiança nos cientistas alcançou o primeiro lugar nas preferências.

Por outro lado, os indicadores demonstram escasso acesso e apropriação do conhecimento científico por parte dos brasileiros. Apesar da relativa facilidade de acesso às mídias, não há por parte do público hábitos de busca de informação acerca da C&T: 70% declaram acessar a internet todos os dias e outros 11% de forma mais esporádica, toda semana ou mês, contra 19% que declararam não ter acesso; 93% declararam que raramente ou nunca buscam informação sobre C&T nos meios de divulgação. Tais dados são reveladores da carência de interesse pelo conhecimento científico, em um contexto de acesso amplo e facilitado a conteúdos e informações de interesse geral.

Nesse passo, em 2019, 90% dos brasileiros não se lembraram ou não sabiam apontar um cientista do País; e 88% não se lembravam ou não sabiam indicar uma instituição do setor. Nem universidades foram muito citadas nas respostas apesar de serem os principais centros de produção de conhecimento científico. Apesar disso, revelou-se constante o apoio dos brasileiros aos investimentos em C&T: em 2019, 66% se declararam favoráveis a aumentos e 24% a manter os investimentos em pesquisa, contra 6% que acreditavam que deviam ser diminuídos. Um dado que pode ser relacionado a este refere-se ao número de pessoas que consideraram o Brasil “atrasado” no campo das pesquisas científicas e tecnológicas: um aumento expressivo de 2010 para 2019: 28% (2010), 43% (2015) e 54% (2019) (CGEE, 2019b). O que contrasta com o declínio nos investimentos recentes em CT&I.

A pesquisa de percepção revelou ainda que as atitudes dos brasileiros sobre aspectos específicos da C&T mudaram bastante nos últimos anos, mas se mantendo positivas, pois os cidadãos tendem a concordar sobre a utilidade e importância da pesquisa e da tecnologia. Os brasileiros respeitam e valorizam a C&T, e esperam maior investimento porque entendem que no fazer científico está a chave para o futuro, mas têm pouco acesso e baixo consumo de informações sobre o assunto (CGEE, 2019b), e podemos inferir que o principal motivo disso é

a falta de uma educação científica abrangente e de qualidade no Ensino Fundamental e Médio do país (MOREIRA, 2008).

Aponta o CGEE (2019b) que a sociedade, a comunidade científica e o governo precisam unir forças para difundir C&T no país, e a pesquisa de percepção constitui importante instrumento norteador para tomadas de decisão, formulação e implementação de estratégias e políticas públicas de popularização de C&T, movimento que pode ser considerado recente no Brasil.

Investir no conhecimento científico contribuirá para que os seus resultados estejam ao alcance de todos. Além disso, é fundamental para que a sociedade possa compreender a importância da ciência no cotidiano. Ela também representa o primeiro degrau da formação de recursos humanos para as atividades de pesquisa científica e tecnológica (ROITMAN, 2007, p. 8).

Data de 2003 a criação de um departamento voltado à popularização da CT&I, por meio da divulgação e da educação científica no país, dentro da Secretaria de Ciência e Tecnologia para Inclusão Social no antigo Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT. O Departamento de Popularização e Difusão da Ciência e Tecnologia - DEPDI, foi ligado à Secretaria de Ciência e Tecnologia para Inclusão Social - SECIS, criada pelo Decreto n. 4.724, em 2003, com a missão de promover políticas públicas que viabilizem a inclusão social a partir da disseminação de conhecimentos e transferência de tecnologia às populações em situação de pobreza e/ou vulnerabilidade social (ARAÚJO, 2016).

A SECIS deixa de existir na estrutura administrativa do MCTIC a partir do Decreto n. 8.877, de 18 de outubro de 2016, como parte das mudanças introduzidas pelo presidente Michel Temer, trazendo uma nova estrutura para o setor, com a Secretaria de Políticas e Programas de P&D que continha o Departamento de Políticas e Programas para a Inclusão Social. Contudo, na gestão do presidente Jair Messias Bolsonaro o Decreto n. 8.877/2016 foi revogado pelo Decreto n. 9.677, de 2 de janeiro de 2019⁷⁶, posteriormente revogado pelo Decreto n. 10.463, de 14 de agosto de 2020⁷⁷, em vigor, que traz em anexo a nova estrutura regimental do MCTI após o desmembramento, em outro ministério, do setor de comunicações que estava a ele vinculado.

⁷⁶ Foi criada a Secretaria de Políticas para Formação e Ações Estratégicas que, entre outras funções, tinha como competência: “[...] VI - formular e propor, em articulação com a Assessoria Especial de Relações Institucionais, políticas públicas e programas de popularização da ciência e divulgação de ciência e tecnologia; [...]”. (BRASIL, 2019, Art. 18).

⁷⁷ Aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e das Funções de Confiança do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações e remaneja e transforma cargos em comissão e funções de confiança.

O Decreto em vigência traz na Seção II, Art. 12, a criação da Secretaria de Articulação e Promoção à qual compete, entre outras funções: formular políticas e programas para promoção do ensino, da popularização e da divulgação da ciência; definir estratégias para a popularização, a divulgação e a promoção da formação e educação em ciência em todos os níveis de ensino; promover a formação, a popularização e divulgação de ciência e tecnologia no País; e coordenar a elaboração de estratégias de popularização da ciência destinadas à melhoria da educação científica.

A relação entre as incumbências da pasta e os rumos da C&T e da P&D no Brasil demonstram que a interface ciência-sociedade precisa ainda enfrentar, na prática, o fato de que é preciso romper com uma visão neutra e neutralizante da CT&I, rumo ao significado social e cultural da ciência como atividade humana (MOREIRA, 2008). A instabilidade na existência de uma pasta para tratar do tema, vinculada a uma estrutura de cargos em comissão e funções de confiança revelam as facetas de uma política de governo e não de Estado. O quadro se mostra ainda frágil, com amplas parcelas da população brasileira sem acesso à educação científica e à informação qualificada sobre CT&I.

Não é incomum que o sistema de Educação Superior seja apontado como o responsável pela melhoria da capacidade do Sistema Nacional de CT&I (ARCURI, 2016; CHIARINI; VIEIRA, 2012; CRUZ, 2010). É um fato a importância das atividades realizadas no interior das instituições de ensino superior; todavia, não pode estar desarticulada do entendimento de que a preparação tanto para a atuação em, quanto para a percepção e legitimação de práticas de P&D, sobretudo a capacidade para as áreas de fronteira, está intrinsecamente articulada a uma sólida formação científica iniciada ainda na Educação Básica. Desde os primeiros anos escolares, deve-se estimular o aprofundamento nas áreas de matemática, ciências e filosofia, a exposição ao método científico e à iniciação científica. (ASTOLFI FILHO; SILVA; BIGI, 2014).

Da mesma forma devem ser valorizadas as atividades de integração dos saberes e de processos de conhecimento com processos institucionais, econômicos e políticos necessários à legitimidade das aplicações tecnológicas, que são forjadas “[...] pela confrontação de interesses opostos de classes, grupos sociais, culturas e nações pela apropriação diferenciada e pelas transformações alternativas da natureza.” (LEFF, 2011, p. 317).

O pragmatismo político, que busca resolver as urgências da crise econômica, política e ecológica pela via de tornar eficientes os processos científicos, tecnológicos e econômicos, tem acarretado uma crescente desvalorização do conhecimento. Isso não só se reflete pelos poucos recursos destinados à educação, à ciência e à tecnologia na maior parte dos países da América Latina e Caribe; reflete-se também pela falta de políticas de pesquisa interdisciplinar para o desenvolvimento sustentável, pelo abandono do propósito de alcançar uma capacidade de auto-determinação científico-

tecnológica, pelo esquecimento dos saberes e práticas tradicionais de uso sustentável dos recursos naturais (LEFF, 2011, p. 313).

Destacadamente na área de P&D precisam ser valorizadas iniciativas que tenham como foco o desenvolvimento de biotecnologias como estratégias para a melhoria do bem-estar humano e social a partir da conservação da biodiversidade, e esse processo, bem como seus resultados (bioprodutos ou bioprocessos) precisam ser compreendidos como investimentos e valorizados pela população brasileira. Isso significa que o Brasil precisa garantir a gestão das oportunidades às gerações produtivas futuras, compostas de crianças e jovens que hoje estão em processo peculiar de seu desenvolvimento e em condição desigual quanto à oferta das condições necessárias ao desenvolvimento de suas capacidades.

Por outro lado, ao mesmo tempo, o país tem a tarefa hercúlea de resgatar aqueles que estão à mercê das consequências da desigualdade e dos ciclos de vulnerabilidade em que estão inseridos; o que requer compromisso social com o desenvolvimento de tecnologias e inovações capazes de reparar as deficiências históricas e possibilitar a integração desses grandes contingentes de pessoas a uma vida produtiva e ao processo contínuo de aprendizagem, hoje requerido frente aos desafios do desenvolvimento dependente do conhecimento tecnológico. (HELENE, 2013).

O desenvolvimento econômico e social não pode ser viabilizado somente com vistas a satisfação das infinitas necessidades do homem. É preciso proteger e conservar a qualidade do ambiente, o que requer a compreensão de que tal racionalidade, no contexto do século XXI, incorpora a pobreza, as desigualdades socioambientais e a exclusão como desafios a uma perspectiva inclusiva de desenvolvimento econômico, social e ambiental que tem na educação de qualidade seu principal impulso, pois os estudantes precisam acessar de forma equânime oportunidades formativas que lhes possibilitem a preparação para carreiras científicas em todas as áreas do conhecimento, e entendemos que a EA tem muito a contribuir com esse processo. Aprofundamos esse assunto a partir do tópico a seguir.

4.3 O desenvolvimento da consciência científica: a formação como uma oportunidade na sociedade do conhecimento

Em virtude da natureza multidimensional da prática bioprospectiva (TRIGUEIRO, 2011, 2009), cumpre esclarecer que o que estamos considerando como formação científica neste trabalho difere dos conceitos de alfabetização científica e letramento científico, muito difundidos em pesquisas sobre a didática do ensino de ciências na educação básica, referindo-se às discussões sobre a educação científica e seus objetivos (MURI, 2017; SASSERON;

CARVALHO, 2011; SANTOS, 2007; MAMEDE; ZIMMERMANN, 2005). Apesar de relacionados e indissociáveis, os dois conceitos se referem a processos que guardam, em sua gênese, diferenças importantes (SANTOS, 2007; MAMEDE; ZIMMERMANN, 2005).

Para Mamede e Zimmermann (2005), a alfabetização refere-se às habilidades e conhecimentos constitutivos de leitura e escrita, em um plano individual, e o letramento às práticas efetivas de leitura e escrita no plano social, de modo que “[...] uma pessoa letrada não é somente aquela que é capaz de decodificar a linguagem escrita, mas aquela que efetivamente faz uso desta tecnologia na vida social de uma maneira mais ampla” (MAMEDE; ZIMMERMANN, 2005, p. 1). As autoras consideram que, após sua gênese, o conceito de letramento foi se expandindo para outras esferas e, especificamente sobre o ensino de ciências, apontam que, muitas vezes, os dois conceitos são utilizados indiscriminadamente, “[...] referindo-se à importância de preparar o indivíduo para a vida em uma sociedade científica e tecnológica, na qual o conhecimento assume um papel essencial, dentro de uma perspectiva crítica da ciência e da tecnologia.” (MAMEDE; ZIMMERMANN, 2005, p. 2).

É o que observamos em Chassot (2003), para quem o conceito de alfabetização científica, como uma possibilidade para a inclusão social, é apresentado de forma ampla, a partir de um conjunto de conhecimentos que, em qualquer nível de ensino, permite que os sujeitos sociais façam uma leitura do mundo em que vivem, tomem decisões e percebam tanto as utilidades da ciência quanto suas limitações e consequências negativas, em caso de uso indiscriminado. Para o autor, “[...] seria desejável que os alfabetizados cientificamente não apenas tivessem facilitada a leitura do mundo em que vivem, mas entendessem as necessidades de transformá-lo – e, preferencialmente, transformá-lo em algo melhor” (CHASSOT, 2003, p. 94).

O conceito de alfabetização científica em Chassot (2003) se aproxima do conceito de letramento científico utilizado no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes – PISA, o qual define letramento científico como resposta à seguinte pergunta: “O que é importante para os jovens saberem, valorizarem e serem capazes de fazer em situações que envolvem Ciência e Tecnologia?” (MURI, 2017, p. 37 cf. OCDE, 2016). Desse modo, o conceito de letramento é muito mais amplo do que a noção histórica de alfabetização, por ser sua aquisição algo que ocorre ao longo da vida em todas as situações de aprendizagem e em todos os espaços sociais (MURI, 2017). São domínios diferentes da educação científica que, mais do que uma discussão semântica, evocam “[...] processos escolares que busquem formas de contextualização do conhecimento científico em que os alunos o incorporem como um bem cultural que seja mobilizado em sua prática social.” (SANTOS, 2007, p. 487).

Nesse sentido, reivindicar o letramento científico, em prol de uma aprendizagem que capacite à tomada de decisões pessoais e coletivas, implica na defesa de estratégias metodológicas contextualizadas, por meio da prática de leitura de textos científicos que levem à compreensão das relações ciência-tecnologia-sociedade. Trata-se de um desafio à ressignificação do ensino de ciências, em prol de ações educativas transformadoras que executem o resgate da função social da educação científica (SANTOS, 2007).

As diferenciações dos termos originais, apresentadas por Mamede e Zimmermann (2005) e por Santos (2007), denotam a alfabetização científica como a aprendizagem dos conteúdos e da linguagem científica, muito presentes na preparação para os exames; enquanto o letramento científico aponta para o uso do conhecimento científico e tecnológico no cotidiano dos contextos sócio-históricos em que os indivíduos estão inseridos, focando no domínio da ciência como prática social.

A concepção de formação científica aqui utilizada diferencia-se dos conceitos de alfabetização científica e letramento científico, porém os abarcam. Considera a autonomia, o protagonismo, a criatividade e a integração dos envolvidos nas rotinas de ensino e aprendizagem, em formatos horizontalizados, participativos e democráticos. É multidimensional e ocorre em todos os níveis de ensino, originando-se de práticas investigativas que não se restringem à relação formal ou conceitual com o conhecimento estabelecido pelas ciências naturais, mas sim uma formação que valoriza, reconhece e incorpora os conceitos de alfabetização científica e letramento científico, ao preparar as pessoas para gestão e uso consciente e reflexivo dos conhecimentos que acessam e/ou produzem.

Essa dinâmica de ensino e aprendizagem visa a potencialização, na Educação Básica, do desenvolvimento de habilidades e da ampliação de capacidades para escolhas futuras que permitam encontrar as melhores soluções para os ‘problemas’ com os quais os estudantes venham a se deparar em qualquer dimensão da vida. Também visa ao reconhecimento do valor da ciência para o alcance ou a manutenção do bem-estar, bem como também os riscos de seu uso inadequado.

A partir disso, entendemos que “A formação que por fim conduziria à autonomia dos homens precisa levar em conta as condições a que se encontram subordinadas a produção e a reprodução da vida humana em sociedade e na relação com a natureza” (MAAR, 2006, p. 19). Em Adorno (2006), entendemos que a formação é um processo ocorrido pela via da cultura, somente sendo possível entender seu sentido a partir de sua relação com aquilo que ‘ela não é’, pois “O conteúdo da experiência formativa não se esgota na relação formal do conhecimento – das ciências naturais, por exemplo – mas implica uma transformação do sujeito no curso do seu contato transformador com o objeto na realidade” (MAAR, 2006, p. 25).

Observamos, a partir de Maar (2006), que fazer formação não é a tendência objetiva da sociedade dada e que para ‘vir a ser’, a educação não pode se valer apenas da apropriação de um instrumental técnico e conceitual, mas sim apontar para uma ampla gama de aprendizados que se atenha à dimensão histórica e, mais que isso, possibilite a percepção e o contato com o não-idêntico, o diferenciado. Assim, a educação como formação significa, então, educar ‘com’ e ‘para’ a consciência:

Mas isso só se consegue com investimento muito alto em educação, mudando a mentalidade de educadores. As escolas têm de trabalhar a consciência e não apenas o conhecimento. Uma coisa é conhecer o problema; outra, é ter consciência do problema. A consciência exige um passo a mais (BARBOSA, 2014b, s/p).

Dessa forma, para a viabilidade de uma formação científica que se apresente como uma oportunidade na sociedade contemporânea, são necessárias políticas públicas voltadas à elevação da qualidade da educação em geral, pois, como aponta Morais (2019), a capacidade de ler e escrever é essencial à ampliação do potencial de desenvolvimento do senso crítico dos escolares, como uma preparação para sua participação ativa na sociedade democrática.

O ‘fazer ciência’ é, ao longo da história do Brasil, considerado uma tarefa da Educação Superior, de modo que, sendo procedimento formativo desvinculado das escolas, não é incomum que a grande maioria dos estudantes tenham contato com a estrutura do saber científico somente nas primeiras disciplinas de metodologia ou métodos e técnicas de pesquisa no ensino superior, ou seja, é necessário acessar o Ensino Superior para fazer parte dos ritos especiais reservados a poucos iluminados (DEMO, 2001).

Todavia, a educação escolar tem importante papel na trajetória de desenvolvimento e formação do sujeito pesquisador e, nesse sentido, consideramos sua importância para o desenvolvimento de uma ciência voltada à realidade brasileira. A ciência é fundamental para o entendimento da vida e a educação científica é um capital que representa oportunidade na sociedade tecnológica, devido às correlações existentes entre o desenvolvimento científico e tecnológico de um país com a qualidade de vida de seu povo. O investimento em pesquisa científica tem como objetivo principal levar-nos ao conhecimento de tudo que nos rodeia e “Os instrumentos criados pelas novas tecnologias dependem essencialmente de recursos humanos capacitados para acessar informações e transformá-las em conhecimento e inovação” (ROITMAN, 2007, p. 8).

O espírito crítico e reflexivo precisa ser incentivado desde os ‘comos’ e os ‘porquês’ da infância, inerentes à curiosidade natural das crianças, sobretudo porque os questionamentos nessa época da vida demarcam o início da atividade consciente acerca do mundo, sendo uma fase considerada ímpar para o estímulo à vontade de aprender, o que proporciona muitas

vantagens ao desenvolvimento humano (ROCHA; ALMEIDA; ROCHA, 2019; ROITMAN, 2007).

A partir do comportamento das crianças em relação ao mundo, é possível perceber que o conhecimento é um processo em si mesmo, não devendo ser considerado somente uma meta para fins específicos, mas sim parte da experiência do viver e das relações que estabelecemos com os objetos à nossa volta (MEZZARROBA; MONTEIRO, 2009). De um ponto de vista formal, as instituições de Educação Básica ocupam lugar central em nosso percurso educativo, oferecendo-nos as bases do conhecimento, os pilares necessários à inserção produtiva na vida social.

Apesar de estar geralmente associado às universidades o papel do desenvolvimento do senso crítico como a capacidade de compreender e atuar socialmente, por meio de um conhecimento dialético e não meramente mecanicista (SANTOS; COSTA, 2015), trata-se, conforme apontam Mezzaroba e Monteiro (2009, p. 39), de “[...] resultado do trabalho progressivo do amadurecimento intelectual do indivíduo”, com vistas à formação para a vida e para o trabalho, por meio, inclusive, das condições necessárias à continuidade dos estudos em níveis subsequentes de ensino.

O senso crítico precisa estar relacionado a todo o percurso escolar, gradativamente aprofundando-se o rigor das abordagens dos problemas colocados pelo contato com o real. A pesquisa deve começar na infância e fazer parte da vida escolar, como condição para a cidadania, não fazendo sentido, conforme destaca Demo (2001), dizer que o pesquisador surge somente na pós-graduação em função de suas particularidades formativas: “Educação criativa começa na e vive da pesquisa, desde o primeiro dia de vida da criança” (DEMO, 2001, p. 44).

Por meio da abordagem de Demo (2001), em que a pesquisa é princípio científico e educativo, entendemos que se desenvolve no meio educativo formal por intermédio de práticas investigativas entendidas como ações diversificadas inseridas em projetos inter ou transdisciplinares, cujo objetivo é a formação humana, estando a transversalidade e a interdisciplinaridade a serviço de uma concepção de conhecimento que toma a realidade como dinâmica e complexa.

A educação escolar está inserida em um movimento formativo mais amplo e a curiosidade humana é como um motor para o avanço científico e tecnológico na busca de solucionar problemas e atender a desejos e aspirações. Assim, não se pode idealizar a Educação Superior como espaço exclusivo responsável pela formação científica, sobretudo agora que, a partir de 2021, a criatividade e pensamento crítico serão incorporados como novos domínios à avaliação do PISA (OCDE, 2020).

A intenção primordial dessa ideia de formação científica na Educação Básica por meio da Educação Ambiental é pensá-la como um processo dinâmico de manutenção da curiosidade e da vontade de transformação da realidade socioambiental, por meio do desenvolvimento do senso crítico e da postura reflexiva e criativa em todas as áreas do conhecimento; e não apenas com foco na aprendizagem de conceitos ou saberes relativos ao ensino de ciências naturais.

No próximo capítulo analisamos as relações entre as políticas públicas estudadas e abordamos a Educação Ambiental como uma estratégia governamental e como um ativo para o desenvolvimento de uma educação para a sustentabilidade, destacando que não basta a compreensão de sua importância como um instrumento de formação ímpar, sem que haja disposição política para sua implementação efetiva como uma perspectiva à formação científica na sociedade tecnológica.

Capítulo 5 - INTERFACES ENTRE AS POLÍTICAS PÚBLICAS DE EDUCAÇÃO BÁSICA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO BRASIL E NO ESTADO DO TOCANTINS

Abordamos neste capítulo as interfaces entre as políticas públicas brasileiras de EA e EB e suas correspondências com as diretrizes da Política de CT&I no Brasil, com um recorte para o Estado do Tocantins, buscando demonstrar suas convergências como estratégias governamentais para a criação de oportunidades a partir da escolarização formal básica que visem a formação de quadros profissionais futuros em CT&I, contribuindo assim, em médio e longo prazos, para a composição e manutenção de um projeto nacional de desenvolvimento pautado pelas ideias de sustentabilidade socioambiental.

Como já alinhavamos, o conceito de sustentabilidade é polissêmico e relacionado ao próprio sentido da vida e à relação que mantemos conosco e com os demais seres e elementos que compõem o ambiente. A entendemos, em princípio, como ideal de um modelo de produção que não altera os níveis de interação energética de um determinado contexto, impedindo o desequilíbrio ambiental. Mas, para além disso, no conjunto das ideias desenvolvidas neste trabalho, a abordaremos como o “sonho do bem viver”, como aponta Gadotti (2008, p. 14), ao destacá-la como um equilíbrio dinâmico com o outro e com o ambiente e como harmonia entre as diferenças: “representa uma esperança e, tal como esta, a sustentabilidade tornou-se um imperativo ético e existencial.”

Apesar da correspondência usual entre os termos ‘sustentabilidade’ e ‘desenvolvimento sustentável’, por vezes temos entre eles mais um espaço de disputas que de consensos (ALBUQUERQUE et al., 2018; GADOTTI, 2008). Apesar das variadas conotações, com a maior visibilidade do conceito a partir da Agenda 21 Global, na Rio-92, surge a intencionalidade de uma educação apropriada para a reconstrução paradigmática, voltada para a paz e para o desenvolvimento sustentável. Ao reconstruir o percurso histórico de debates nacionais e internacionais em torno da EA, Gadotti (2008) busca diferenciá-la da Educação para o Desenvolvimento Sustentável – EDS⁷⁸, mas também demonstrar o momento em que ambas se encontram na história:

O capítulo 36 da Agenda 21 enfatiza que a educação é um “fator crítico” para promover o desenvolvimento sustentável e para desenvolver a capacidade das pessoas no que se refere às questões do meio ambiente e do desenvolvimento. O mesmo capítulo identifica quatro desafios básicos para implementar uma EDS: *melhorar a educação básica, reorientar a educação existente para alcançar o desenvolvimento*

⁷⁸ A Educação para o desenvolvimento sustentável – EDS surge em 2002, com o lançamento pela ONU da Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável (2005-2014).

sustentável, desenvolver a compreensão pública, o conhecimento e a formação. (GADOTTI, 2008, p. 33, grifos nossos em itálico).

Apresentamos a seguir, de forma sumária, as principais Conferências Internacionais reportadas por Gadotti (2008) para defender a ideia de que educar para o desenvolvimento sustentável (EDS) lhe parece um conceito limitado e limitador. Transcendê-lo seria um processo e não seria o caso de ficar polarizando entre um termo e outro; mas, sim, trilhar um caminho de crítica para o reconhecimento da EDS como uma oportunidade para a EA, em prol de uma existência sustentável e de uma educação para a sustentabilidade, defende o autor. São elas:

- *I Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental*, em 1977, em Tbilisi, Geórgia. Retoma o tema que já havia sido aventado em 1972, em Estocolmo e na Conferência de Belgrado, em 1975. A Declaração de Tbilisi se tornou um marco para a EA;
- *II Congresso Internacional sobre Educação e Formação Relativas ao Meio-ambiente*, em 1987, em Moscou, em que a EA esteve associada a gestão ambiental, gênero e desenvolvimento;
- *III Conferência Internacional sobre Meio Ambiente e Sociedade, Educação e Conscientização Pública para a Sustentabilidade*, em 1997, em Tessalônica, Grécia. Momento em que a EDS aparece pela primeira vez associada à EA, a partir de retomada do Capítulo 36 da Agenda 21 Global, apresentada da Rio-92;
- *IV Conferência Internacional sobre Educação Ambiental: “Educação Ambiental para um Futuro Sustentável – Parceiros para a Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável”* (Tbilisi+30), realizada de 24 a 28 de novembro de 2007, em Ahmedabad, Índia. Nesse evento, frente à crise climática, o tema central da EA voltou-se para o estilo de vida, o modo de produção e reprodução da existência, que põe em risco a vida na Terra.

O resgate feito por Gadotti (2008) demonstra que na Rio+10, em 2002 em Johannesburgo, a EA foi entendida mais como uma estratégia de governabilidade das questões ambientais relacionadas às dimensões do desenvolvimento sustentável. E na *IV Conferência*, em 2007, teria havido um encontro da EA com a EDS. Trata-se de um percurso de amadurecimento e mudanças na maneira de pensar a EA, que passa a se centrar mais na aprendizagem e no conceito de ambiente, “incorporando a cultura e não só a natureza e a poluição.” (GADOTTI, 2008, p. 85).

Essa perspectiva de incorporação da cultura nos remete ao fato de que “A produção de tecnologias também é responsável por proporcionar ao ser humano condições para que consiga

melhor adequar-se à natureza e ao ambiente a que pertence” (BOSQUÊ, 2012, p. 104). E é nesse sentido que abordamos, a seguir, as interfaces entre as políticas de EA e a EB no Brasil, demonstrando a existência de significativas lacunas normativas e pontos de desarticulação entre elas, que interferem na formação de uma nova geração de recursos humanos para atuação intersetorial no campo ambiental, visando ao desenvolvimento inovativo no país nessa área (BPBES, 2019).

5.1 A Política de Educação Ambiental no Brasil

Já evidenciamos anteriormente que o estabelecimento da EA no Brasil é fruto de um movimento internacional, cujas bases podem ser encontradas no processo histórico de discussões sobre o ambiente e no contexto de estabelecimento de uma política externa para a consciência ecológica, que levou a legislação pátria brasileira a garantir o direito de todos ao meio ambiente sadio e equilibrado.

Os objetivos para a formação dos indivíduos são definidos em âmbito político a partir dos interesses do Estado, do mercado e da sociedade, explicitados em documentos oficiais de políticas públicas. Em nível internacional, a EA é o resultado do movimento pungente iniciado em Estocolmo, que deu origem também ao Programa Internacional de Educação Ambiental – PIEA, definitivamente elaborado em 1975 no contexto da *Conferência de Belgrado*, com a reunião de 65 países na antiga Iugoslávia. O PIEA contou com o patrocínio da UNESCO e do PNUMA e já propunha que a EA deveria ser contínua, interdisciplinar, integrada às diferenças regionais e voltada para interesses nacionais (LEFF, 2011; CZAPSKI, 1998). Como um marco para a EA, a Conferência de Tbilisi, em 1977, destacou seu caráter permanente, pois, conforme assinalou Czapski:

[...] a evolução do senso crítico e a compreensão da complexidade dos aspectos que envolvem as questões ambientais se dão de modo crescente e continuado, não se justificando sua interrupção. Despertada a consciência, ganha-se um aliado para a melhoria das condições de vida no planeta (1998, p. 31).

Outras seis características da EA foram definidas em Tbilisi: processo dinâmico e integrativo; transformadora; participativa; abrangente, globalizadora e contextualizadora. Em sentido geral, é um tipo de educação que deve atuar diretamente na realidade dos estudantes sem perder de vista sua dimensão planetária, atuando para a conexão entre o local, o regional e o global, sendo a escola o meio de alcançar toda a comunidade (CZAPSKI, 1998). Em função do contexto criado pelos novos instrumentos internacionais, os debates se acirraram no Brasil

para definir como a EA seria trabalhada nas escolas. Sobre isso Czapski cita o que a autora chamou de “recado” do professor Genebaldo Freire Dias à época:

não há uma receita para se elaborar um programa de educação ambiental para uma escola ou comunidade; ela dependerá das suas particularidades, do seu contexto sócio-ambiental-cultural e político (...). A EA tem suas grandes linhas de orientações (Tbilisi). A partir dali, traçam-se as prioridades nacionais, regionais e locais; desenham-se as suas estratégias e recursos instrucionais que deverão ser utilizados. (DIAS, s/d, s/p apud CZAPSKI, 1998, p. 34).

No Brasil, como responsabilidade do Poder Executivo, desde o início da década de 1980 estão entre os objetivos e princípios da PNMA incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais. No contexto de seu Art. 2º prevê a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e proteção da dignidade da vida humana, o que se coaduna com o disposto na Declaração de Tbilisi, ao asseverar que “Mediante a utilização dos descobrimentos da ciência e da tecnologia, a educação deve desempenhar uma função capital com vistas a despertar a consciência e o melhor entendimento dos problemas que afetam o meio ambiente.” (CONFERÊNCIA INTERGOVERNAMENTAL SOBRE EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 1977, p. 1).

A partir da promulgação da Constituição Federal de 1988, por meio do Art. 225 (§1º, VI) se tornou exigência nacional “promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente”. Esse dever está, conforme definiu Sachs (2002), relacionado a uma ética imperativa de solidariedade, responsabilidade e justiça, ao mesmo tempo sincrônica, com a geração atual, e diacrônica, com as gerações futuras e “[...] para alguns, o postulado ético de responsabilidade para com o futuro de todas as espécies vivas na Terra.” (SACHS, 2002, p. 49).

Até meados da década de 1990 não havia, porém, uma EA devidamente institucionalizada no país (BRASIL, 1998). Em 1996 foi promulgada a Lei de Diretrizes e Bases da Educação – LDB, Lei n. 9.394 de 20 de dezembro de 1996, e a única menção a uma possibilidade de educação ambiental é “ambiente natural” que aparece uma vez, relacionada ao Ensino Fundamental no Art. 32, II, ao tratar da formação básica no cidadão, como sendo um de seus objetivos “a compreensão do ambiente natural e social, do sistema político, da tecnologia, das artes e dos valores em que se fundamenta a sociedade”.

Na LDB, a presença de uma parte diversificada do ensino em complemento a uma base nacional comum, está estabelecida por meio do Art. 26. A EA apareceu expressamente na LDB

por meio da inclusão no Art. 26 do § 7º (incluído pela Lei n. 12.608, de 2012⁷⁹), com a seguinte redação: “Os currículos do ensino fundamental e médio *devem* incluir os princípios da proteção e defesa civil e a *educação ambiental* de forma integrada aos conteúdos obrigatórios” (BRASIL, 1996, Art. 26, § 7º, grifos nossos); no entanto, a expressão foi suprimida após a redação dada pela Medida Provisória n. 746, de 2016⁸⁰, que definiu que “A Base Nacional Comum Curricular *disporá* sobre os *temas transversais* que *poderão* ser incluídos nos currículos de que trata o caput.” (grifos nossos).

No contexto dos debates em torno da implantação da Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2018) o § 7º foi novamente modificado e a redação, em vigor, dada pela Lei n. 13.415, de 16 de fevereiro 2017, determina que “A integralização curricular *poderá* incluir, a critério dos sistemas de ensino, projetos e pesquisas envolvendo os *temas transversais* de que trata o caput.” (grifos nossos). Essa última alteração representou um retrocesso, pois a Educação Ambiental não somente foi suprimida da LDB como também da BNCC (BARBOSA; OLIVEIRA, 2020; SILVA; LOUREIRO, 2019; BRANCO; ROYER; BRANCO, 2018).

Uma busca sistemática pela expressão ‘educação ambiental’ na última versão da BNCC (BRASIL, 2018), documento de 600 páginas que abarca toda a EB, revela que ela aparece uma única vez, na Introdução, na página 19, ao relacionar os temas contemporâneos ao currículo (SILVA; LOUREIRO, 2019; BRASIL, 2018). Há, no entanto, 53 referências ao termo ‘ambiental’, sendo na primeira delas vinculado ao prefixo ‘sócio’, quando a ‘consciência socioambiental’ é apresentada como um princípio no contexto de uma das dez competências gerais da EB⁸¹ (BARBOSA; OLIVEIRA, 2020; BRASIL, 2018).

Neste sentido, há uma exclusão do conceito de Educação Ambiental, como importante área de conhecimento para os estudos realizados na Educação Básica sobre as problemáticas ambientais do período atual. Esta exclusão desconsidera o processo histórico de lutas dos movimentos ambientalistas, dos povos tradicionais e de outros grupos sociais que se dedicam às causas ambientais pela construção de políticas públicas que venham fortalecer a Educação Ambiental no Brasil. Enfatizamos que as questões ambientais citadas neste documento, fazem referência aos seguintes termos: *consciência socioambiental; consumo responsável; conservação ambiental;*

⁷⁹ Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINADEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis n. 12.340, de 1º de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências.

⁸⁰ Convertida na Lei n. 13.415, de 2017, que altera as Leis n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e o Decreto-Lei nº 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral.

⁸¹ No referido documento, “[...] competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho.” (BNCC, 2018, p. 8).

diversidade ambiental; qualidade ambiental; qualidade de vida socioambiental; sustentabilidade socioambiental; degradação ambiental; equilíbrio ambiental; conservação ambiental (BARBOSA; OLIVEIRA, 2020, p. 4, grifos nossos).

A omissão da EA como área de conhecimento revela tensões históricas dentro do campo. Apesar de ser uma percepção comum a de que a EA seja uma prática educativa homogênea, o fato é que sua constituição como campo é diversa e inspirada em motivações, interesses e valores que constituem distintas tendências político-pedagógicas (SILVA; LOUREIRO, 2019; LAYRARGUES; LIMA, 2014; TOZONI-REIS; CAMPOS, 2014). Uma discussão pormenorizada dessas tendências foge ao escopo deste trabalho; no entanto, cumpre-nos destacar que, por se considerar a EA como campo em construção, da mesma forma estão suas diferentes concepções que são derivadas no processo histórico de duas diferenciações iniciais, uma conservadora/liberal e uma alternativa/crítica/transformadora, sendo a primeira focada no indivíduo como causador/responsável pela crise socioambiental e a segunda com foco nas questões estruturais, compreendendo a crise através do reconhecimento de suas causas sócio-históricas (CAMARGO; TAUCEDA; SOUZA, 2020; LAYRARGUES; LIMA, 2014).

Esse debate foi sistematizado por Layrargues e Lima (2014) que, mesmo reconhecendo a existência de outras possibilidades de classificação, em suas palavras, assumiram o risco de elaboração de um quadro parcial e incompleto, ao identificarem três macrotendências como modelos político-pedagógicos para a EA que nomearam como ‘conservacionista’, ‘pragmática’ e ‘crítica’. Por meio de uma síntese muito apertada elaborada por Silva e Loureiro (2020, p. 3), a partir de Layrargues e Lima (2014), buscamos caracterizá-las brevemente:

[...] a Pragmática, pautada na metodologia de resolução de problemas locais, que se fundamenta na mudança comportamental. A Conservacionista, em que a prática é estabelecida a partir da sensibilização para o culto à natureza, pautado na preservação e na conscientização ecológica, e a Crítica, que aborda o processo da reprodução social, em que a tríade ser humano-sociedade-natureza é investigada a partir das relações socioculturais e de classes.

A macrotendência crítica aglutina correntes que se opõem às tendências conservadoras (conservacionista e pragmática), por meio da contextualização e politização do debate ambiental e das contradições dos distintos modelos de desenvolvimento e sociedade (LAYRARGUES; LIMA, 2014).

Além dessa preocupação política, a Educação Ambiental Crítica tende a conjugar-se com o pensamento da complexidade ao perceber que as questões contemporâneas, como é o caso da questão ambiental, não encontram respostas em soluções reducionistas. Daí seu potencial para ressignificar falsas dualidades que o paradigma cartesiano inseriu nas relações entre indivíduo e sociedade, sujeito e objeto do conhecimento, saber e poder, natureza e cultura, ética e técnica, entre outras dualidades (LAYRARGUES; LIMA, 2014, p. 33).

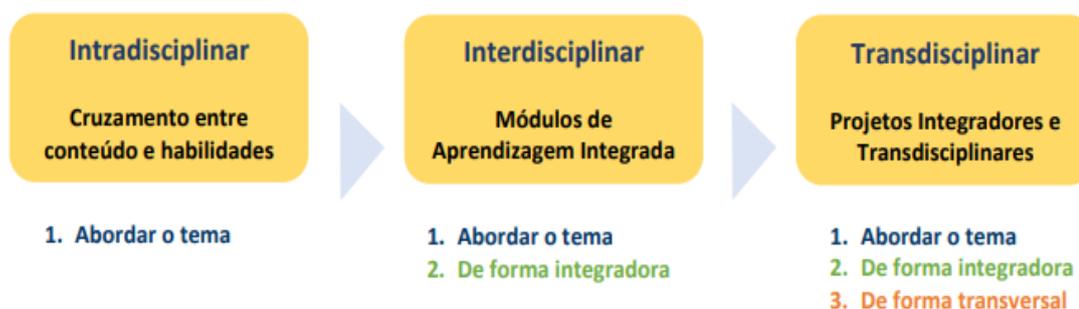
De perspectiva reducionista, a macrotendência pragmática desponta atualmente como o projeto político-pedagógico hegemônico e abrange as correntes da Educação para o Desenvolvimento Sustentável e para o Consumo Sustentável relacionados ao ecologismo de mercado, como uma adaptação do conservacionismo ao novo contexto social, científico e tecnológico com a omissão dos processos de desigualdade e injustiças sociais (LAYRARGUES; LIMA, 2014). Para Silva e Loureiro (2019), autores críticos da noção de sustentabilidade como uma perspectiva utilitarista e pragmática, a BNCC caminhou exatamente nessa direção, pois

[...] ao se discutir ou abordar questões que envolvem a relação sociedade-natureza-ser humano, não diferenciamos um contexto ambiental (ambiente separado de outros aspectos), mas, sim, um contexto socioambiental, por entender que aspectos sociais, econômicos, políticos, culturais, éticos, dentre outros pertencem ao contexto (SILVA; LOUREIRO, 2020, p. 5).

Nesse sentido é que a EA como tema transversal, desenvolvida por meio de estratégias adequadas, é uma excelente ferramenta contra “ações isoladas e desconectadas de significados científicos” (BRANCO; ROYER; BRANCO, 2018, p. 187). Nessa linha de raciocínio se encaminhou o MEC ao lançar dois documentos complementares de apoio à implementação da Base, com o intuito, cremos, de solucionar os impasses relacionados aos temas transversais que, na BNCC, foram substituídos por “temas contemporâneos”, expressão que aparece apenas na Introdução do documento, na página 19, relacionada ao currículo.

Os documentos *Temas contemporâneos transversais na BNCC – contexto histórico e pressupostos pedagógicos* (BRASIL, 2019a) e *Temas contemporâneos transversais na BNCC – proposta de práticas de implementação* (BRASIL, 2019b) se reportam aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), criados em 1997 acompanhando a reestruturação do ensino a partir da LDB/1996, que traziam os temas transversais como recomendações de assuntos que deveriam, de forma sugestiva, ser abordados nas diversas disciplinas componentes do currículo. A partir desse resgate destacam que agora, ampliados como Temas Contemporâneos Transversais - TCTs, representam um dever, pois “na BNCC eles passaram a ser uma referência nacional obrigatória para a elaboração ou adequação dos currículos e propostas pedagógicas [...] (BRASIL, 2019a, p. 11), ou seja, passou a ser uma obrigatoriedade a abordagem dos temas contemporâneos nas escolas, juntamente com os conteúdos científicos e das áreas de conhecimento específico, por meio de abordagens intra, inter e transdisciplinares, como podemos observar por meio do Esquema 4 (BRASIL, 2019a, 2019b), em franca contradição com o disposto no Art. 26 § 7º da LDB, em vigor, acima citado.

Esquema 4 – Formas de abordagem dos temas contemporâneos



Fonte: Brasil (2019a).

A contradição evidenciada encontra reforço na elaboração textual da própria BNCC que, ao se referir à autonomia e competência das escolas, não apresenta em conjunto essa noção de “dever” ou “obrigatoriedade” de incorporação dos temas contemporâneos, podendo dar margem a interpretações equivocadas, pois assim está expresso no texto:

cabe aos sistemas e redes de ensino, assim como às escolas, em suas respectivas esferas de autonomia e competência, incorporar aos currículos e às propostas pedagógicas a abordagem de temas contemporâneos que afetam a vida humana em escala local, regional e global, preferencialmente de forma transversal e integradora (BRASIL, 2018, p. 19).

Nos PCNs, que eram de caráter apenas sugestivo, constavam seis temas transversais, a saber: saúde, ética, orientação sexual, trabalho e consumo, meio ambiente e pluralidade cultural. Eles foram elaborados com a finalidade de servir como um conjunto de recomendações em apoio ao trabalho docente e ocupam um lugar de destaque na história da educação brasileira (BRANCO; ROYER; BRANCO, 2018). Apesar de não terem sido revogados, em função da BNCC a tendência é que caíam no ostracismo.

Contudo, o caráter de transversalidade foi mantido nos documentos complementares de apoio à implementação da Base (BRASIL, 2019a, 2019b), que destacam que a transversalidade e transdisciplinaridade estão dispostas na BNCC como “aquilo que atravessa”, sendo, na escola, os temas que atendem as demandas da sociedade contemporânea (BRASIL, 2019a), trabalhados de forma dinâmica por meio de estratégias que promovam a compreensão do mundo em sua complexidade, rompendo o isolamento disciplinar (BRASIL, 2019b). Assim, nessa perspectiva, os quinze temas contemporâneos foram dispostos conforme a Figura 7, a seguir:

Figura 7 – Temas contemporâneos transversais na BNCC



Fonte: Brasil (2019b, p. 7).

No que se refere especificamente à questão ambiental, os PCNs Temas transversais (BRASIL, 1998) e Meio ambiente (BRASIL, 1997), representaram esforços em nível nacional, a partir dos debates internacionais, para o estabelecimento de parâmetros curriculares para inserção da EA nos currículos de forma transversal, porém caberia ao Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) definir os objetivos, as estratégias e os meios para a efetivação de uma política de EA no país (BRASIL, 1997). Em 1999 foi estabelecida a Política Nacional de Educação Ambiental-PNEA⁸² por meio da Lei n. 9.795 de 27 de abril de 1999 e somente em 2010, em consonância com a PNEA, o CONAMA estabeleceu diretrizes para as campanhas, ações e projetos de EA, por meio da Resolução CONAMA n. 422 de 23 de março de 2010.

Por meio da PNEA todos têm direito à EA, como um componente essencial e permanente da educação nacional que deve estar presente, de modo articulado, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, formal e não-formal, cabendo às instituições educativas promovê-la de maneira integrada aos programas educacionais que desenvolvem (BRASIL, 1999, Art. 2º, Art. 3º, II). Como parte do processo educativo mais amplo, ela é entendida como o conjunto de

⁸² Regulamentada pelo Decreto n. 4.281, de 25 de junho de 2002, que em seu Art. 1º determina que a Política Nacional de Educação Ambiental será executada pelos órgãos e entidades integrantes do Sistema Nacional de Meio Ambiente - SISNAMA, instituições educacionais públicas e privadas dos sistemas de ensino, órgãos públicos da União, Estados, Distrito Federal e Municípios, envolvendo ainda entidades não governamentais, de classe, os meios de comunicação e demais segmentos da sociedade.

[...] processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade. (BRASIL, 1999, Art. 1º).

Observamos que os objetivos da EA se conectam, em perspectiva transversal, a distintos aspectos da vida humana, com vistas à formação de uma consciência crítica, emancipatória e transformadora sobre a problemática socioambiental, perpassada por critérios valorativos estabelecidos pelo legislador em face do bem comum, e uma dimensão material configurada na interface com a economia e com a ciência e tecnologia. Tais aspectos fazem com que a EA seja considerada como um campo de conhecimento fértil para a elaboração de estudos e pesquisas interdisciplinares (MEGID NETO, 2009). São os objetivos fundamentais da Educação Ambiental, conforme a PNEA:

- I - o desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos;
- II - a garantia de democratização das informações ambientais;
- III - *o estímulo e o fortalecimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social;*
- IV - o incentivo à participação individual e coletiva, permanente e responsável, na preservação do equilíbrio do meio ambiente, entendendo-se a defesa da qualidade ambiental como um valor inseparável do exercício da cidadania;
- V - o estímulo à cooperação entre as diversas regiões do País, em níveis micro e macrorregionais, com vistas à construção de uma sociedade ambientalmente equilibrada, fundada nos princípios da liberdade, igualdade, solidariedade, democracia, justiça social, responsabilidade e *sustentabilidade;*
- VI - *o fomento e o fortalecimento da integração com a ciência e a tecnologia;*
- VII - o fortalecimento da cidadania, autodeterminação dos povos e solidariedade como fundamentos para o futuro da humanidade. (BRASIL, 1999, Art. 5º, grifos nossos).

A partir de seus objetivos, e da necessidade de maior compreensão quanto à sua aplicação interdisciplinar no processo educativo em nível nacional, foi editada a Resolução CNE/CP n. 2 de 15 de junho de 2012, do Conselho Nacional de Educação, pela qual foram estabelecidas as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental – DCNEA (SANTOS; COSTA, 2015; MEC, 2012).

Com ênfase na EA formal, destacamos dentre os princípios básicos, expressos no Art. 4º da Lei 9.795/99, o enfoque humanista, holístico, democrático e participativo; o pluralismo de ideias e concepções pedagógicas, na perspectiva da inter, multi e transdisciplinaridade; a vinculação entre a ética, a educação, o trabalho e as práticas sociais; a garantia de continuidade e permanência do processo educativo; e a permanente avaliação crítica do processo educativo. Estes elementos, associados aos objetivos fundamentais da EA, intentam promover o

desenvolvimento de uma compreensão integrada do ambiente que podemos relacionar aos critérios de sustentabilidade apresentados por Sachs (2002), a partir do destaque a múltiplas e complexas relações, que envolvem “aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos.” (BRASIL, 1999, Art. 5º, I).

Tais aspectos estão inter-relacionados pelo legislador ao estímulo e fortalecimento de uma consciência crítica sobre as questões ambientais, em associação direta com uma compreensão do meio social requerida a uma participação responsável em prol do equilíbrio ambiental. Para tanto, considerou a necessidade de uma compreensão das questões regionais a partir de uma ética de cooperação entre o local e o global “[...] com vistas à construção de uma sociedade ambientalmente equilibrada, fundada nos princípios da liberdade, igualdade, solidariedade, democracia, justiça social, responsabilidade e sustentabilidade.” (BRASIL, 1999, Art. 5º, V).

Para o atingimento de seus princípios e objetivos a lei em tela articula, na esfera de ação da PNEA, órgãos e entidades integrantes do Sistema Nacional de Meio Ambiente - SISNAMA, instituições educacionais públicas e privadas dos sistemas de ensino, entre outros órgãos públicos nos três níveis de governo, além de organizações não-governamentais com atuação em EA. A lei prevê ainda, em seu Art. 8º, a necessidade de capacitação de recursos humanos que considere: a formação, especialização e atualização dos educadores de todos os níveis e modalidades de ensino; dos profissionais de todas as áreas, inclusive na área de meio ambiente; e a preparação de profissionais voltados às atividades de gestão ambiental.

O desenvolvimento de instrumentos e metodologias, de forma interdisciplinar, nos diferentes níveis e modalidades de ensino, bem como a difusão de conhecimentos, tecnologias e informações sobre a questão ambiental preconizados no Art. 8º § 3º, relacionam-se à busca de alternativas curriculares e metodológicas de capacitação na área ambiental, importante aspecto a ser considerado na promoção de uma formação científica de base.

Especificamente em relação à EA na educação formal, a legislação aponta que constará nos currículos das instituições de ensino, públicas e privadas, como prática educativa integrada, contínua e permanente, inclusive nos currículos de formação de professores, em todos os níveis e em todas as disciplinas, não devendo, contudo, constituir-se como disciplina específica (BRASIL, 1999, Art. 10 e 11).

Os cumprimentos dos elementos acima destacados devem ser observados quando da autorização e supervisão do funcionamento das instituições e seus cursos, sejam da rede pública ou privada, como ressaltado no Art. 12 da mesma Lei. Entretanto, uma ressalva é estabelecida no Art. 10 § 2º: “Nos cursos de pós-graduação, extensão e nas áreas voltadas ao aspecto metodológico da EA, quando se fizer necessário, é facultada a criação de disciplina específica.”

Em sua concepção ampla de EA, a legislação nos leva a uma compreensão de que tal política estabelece uma prática educacional que perpassa todas as áreas do conhecimento, não se restringindo a conteúdos e/ou abordagens reducionistas e nem considerando o ambiente somente pelo viés biológico ou naturalista (SANTOS; COSTA, 2015); com isso, “[...] a EA passa a ser vista e entendida como um processo e não como um fim em si mesmo [...]”. (SANTOS; COSTA, 2015, p. 144). E como um processo, não se limita à transmissão de conteúdo, em sentido pragmático, mas ao desenvolvimento de princípios humanistas e estreitamente vinculados à qualidade de vida de homens e mulheres, em prol do desenvolvimento de competências e habilidades requeridos à promoção da sustentabilidade socioambiental.

Santos e Costa (2015) realizaram interessante estudo apontando como a EA está expressa nas DCNEA. Os autores demonstram que a homologação desse documento foi uma tentativa de reforçar a legitimidade da EA, reconhecendo sua relevância e obrigatoriedade; contudo, apontam que, apesar de todas as iniciativas anteriores e mesmo o esforço em prol das DCNEA, “[...] ainda persiste a prática de uma EA que carece de maior compreensão quanto a sua aplicação interdisciplinar no processo educacional vigente.” (SANTOS; COSTA, 2015, p. 145). Além disso, para os autores, a educação não dialogaria com a realidade da maioria dos alunos e, em parte, tudo isso pode estar relacionado ao fato de o poder público não dar as devidas condições para a implantação efetiva das práticas que favoreçam uma educação ambiental da forma como está prevista.

Em vista disso, por considerar a EA como um importante instrumento na prática pedagógica, indagamos se ela estaria contemplada nas metas e estratégias do PNE (2014-2024) no sentido de orientar a normatização, em todos os níveis de governança, de práticas educativas consoantes à necessidade de formação profissional, mas, também para a vida em interação sustentável no ambiente. Para evidenciar as interfaces entre as políticas públicas partimos de detalhado estudo das estruturas normativas da PNEA, do PNE (2014-2024) e, como complementação, das DCNEA, como abordamos a seguir.

5.1.1 Interfaces entre PNEA, DCNEA e PNE

Neste tópico, apresentamos os resultados de análise categorial a partir da técnica da análise de conteúdo de Bardin (1977), por meio do desmembramento dos documentos analisados em unidades de codificação - palavras ou expressões - que, fragmentadas e novamente reagrupadas nos contextos originais permitiram a classificação dos conteúdos das

mensagens como mais ou menos distanciados das exigências de formação crítica e reflexiva, ao mesmo tempo voltada à inovação tecnológica e à sustentabilidade socioambiental.

Com foco em um processo educativo pautado pelo cuidado com a vida no ambiente saudável e equilibrado, destacamos para a análise categorial as seguintes palavras ou expressões: ‘Ambiente natural’, ‘Cidadania’, ‘Científica/científico’, ‘Crítica/crítico’, ‘Crítico-reflexivo’, ‘Educação ambiental’, ‘Formação científica’, ‘Inovação’, ‘Meio ambiente’, ‘Natureza’, ‘Sociedade’, ‘Socioambiental’, ‘Sustentabilidade’ e ‘Tecnologia’.

Para a escolha, consideramos o conceito de formação apresentado e a possibilidade de opções legislativas focadas em oportunidades de formação científica desde os primeiros anos escolares, face à dimensão da importância da relação entre CT&I e sustentabilidade na contemporaneidade. Focamos nas competências necessárias à solução de problemas que requerem dos sujeitos sociais tanto atuação cidadã quanto desenvolvimento do senso crítico. Assim, a escolha teve o intuito de destacar quantas vezes as palavras ou expressões aparecem, bem como os significados a elas atribuídos nos contextos em que estão inseridas.

Apresentamos na Tabela 8 o resultado da busca das palavras ou expressões pesquisadas nos textos da PNEA e do PNE (2014-2024), e complementarmente nas DCNEA, no sentido de destacar por meio da análise categorial quantas vezes aparecem, bem como os significados a elas atribuídos nos contextos em que estão inseridas. Importa salientar que destacamos somente as vezes em que aparecem com significado relevante ao objetivo pretendido pelo trabalho.

Tabela 8 – Resultado da busca pelas categorias analíticas estabelecidas para a análise

Categorias analíticas	PNEA	DCNEA	PNE
Ambiente natural	0	2	0
Cidadania	2	9	3
Científica(s) /científico(s)	0 / 1	0 / 4	9 / 2
Crítica/crítico	2 / 0	5 / 1	0 / 0
Crítico-reflexivo	0	1	0
Educação ambiental	36	26	0
Formação científica	0	0	0
Inovação	0	0	6
Meio ambiente	12	15	0
Natureza	0	10	0
Sociedade	9	6	8
Socioambiental	0	14	1
Sustentabilidade	3	9	1
Tecnologia(s)	2	3	3

Fonte: Elaboração própria (2021), a partir da análise do PNE (2014-2024) (BRASIL, 2014)

Chamou-nos a atenção a quantidade de vezes em que a expressão ‘Educação ambiental’ aparece na PNEA e nas DCNEA, não aparecendo nenhuma vez no PNE (2014-2024). Da mesma forma não entraram no PNE (2014-2024) outras palavras ou expressões que podem ser

correlacionadas ao desenvolvimento de práticas educativas que tenham por objetivo a formação crítico-reflexiva que conjugue os ideais de crescimento econômico com desenvolvimento sustentável, em uma perspectiva ética. Ressaltamos, nesse caso, a ausência de menções a meio ambiente e natureza, por exemplo.

Apesar disso, de forma acertada, o PNE (2014-2024) apresenta no seu Art. 2º, dentre suas dez diretrizes nacionais, algumas que se destacam em relação ao objetivo deste trabalho: a melhoria da qualidade da educação; formação para o trabalho e para a cidadania, com ênfase nos valores morais e éticos em que se fundamenta a sociedade; promoção humanística, científica, cultural e tecnológica do país; valorização dos profissionais da educação; e a promoção dos princípios do respeito aos direitos humanos, à diversidade e à ‘sustentabilidade socioambiental’ (BRASIL, 2014, Art. 2º). Entretanto, tanto ‘sustentabilidade’ quanto ‘socioambiental’ aparecem apenas neste ponto do documento.

A questão ambiental é destacada no PNE apenas nesse tópico, enquanto sua interface é evidenciada entre a PNEA e as DCNEA, sendo que nesta está relacionada à equidade, à ética, à consciência crítica e como dimensão que deve fazer parte dos currículos de formação inicial e continuada dos professores da educação “[...] considerando a consciência e o respeito à diversidade multiétnica e multicultural do País.” (BRASIL, 2012, Art. 11). Ressaltamos que um dos objetivos traçados para a EA no contexto das DCNEA é fomentar e fortalecer a integração entre ciência e tecnologia, visando à sustentabilidade socioambiental.

A sustentabilidade também está entre os objetivos fundamentais da EA na PNEA, como acima destacado, e sob esse enfoque o ambiente é concebido em sua totalidade, a partir da interdependência entre o meio natural, o socioeconômico e o cultural (BRASIL, 1999, Art. 4º). Nesse ínterim, o ‘meio ambiente’ aparece como responsabilidade de todos e a EA compreendida como práticas formativas formais e informais organizadas a partir dessa compreensão integradora em suas múltiplas e complexas relações, as quais podemos refletir a partir dos critérios estabelecidos por Sachs (2002). Assim, as ações de EA compreendem processos a partir dos quais visa-se a proteção do ambiente natural e construído, observando suas necessidades de preservação, recuperação e/ou melhoria e conservação.

No que concerne à educação formal, a Meta 7 do PNE (2014-2024) expressa a necessidade de fomentar a qualidade da educação básica em todas as suas etapas e modalidades, a partir da melhoria do fluxo escolar e da aprendizagem, melhorando as médias nacionais para o IDEB. Como nada constava a respeito do desenvolvimento sustentável nesse processo, a Estratégia 7.26 é considerada um avanço:

7.26) consolidar a educação escolar no campo de populações tradicionais, de populações itinerantes e de comunidades indígenas e quilombolas, respeitando a articulação entre os ambientes escolares e comunitários e garantindo: *o desenvolvimento sustentável e preservação da identidade cultural; a participação da comunidade na definição do modelo de organização pedagógica e de gestão das instituições, consideradas as práticas socioculturais e as formas particulares de organização do tempo; [...]* (BRASIL, 2014, s/p, grifos nossos)

Com esse foco, a ‘sociedade’ aparece, na interface entre a PNEA e as DCNEA, como um todo articulado responsável pelo meio ambientalmente justo e sustentável, ao mesmo tempo corresponsável e “alvo” dos processos formativos. Já no PNE, a sociedade é, na maioria das vezes, apresentada como representação civil corresponsável pelos processos de elaboração e adequação dos planos de educação dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. Entretanto, não é difícil demonstrar que a vontade da sociedade não foi considerada nesta questão específica, pois foi lançado no período de sua discussão um *Manifesto pela Sustentabilidade e Educação Ambiental no PNE 2011-2020*⁸³, no período de março/abril de 2014, tendo até 31 de março de 2014 coletado assinatura de pelo menos 80 instituições e mais 940 pessoas.

O Manifesto foi encabeçado por educadoras e educadores ambientais, reunidos em entidades, órgãos, redes e outros coletivos compondo uma malha nacional, com o intuito de alertar a Câmara dos Deputados quanto à ausência da EA nas metas e estratégias que promovem ações efetivas a partir do PNE. Ou seja, foi evidenciada falta de compromisso legislativo com a EA, o que impacta também na falta dos recursos e infraestrutura para sua realização, entre outros elementos necessários à implementação e avaliação de sua prática na escolarização básica.

Essa contradição persistiu no documento até sua forma final, o PNE (2014-2024), e foi tratada como lamentável à época, sobretudo em função de ser o Brasil signatário de importantes acordos internacionais relativos ao tema e ter uma política pública consubstanciada, inclusive em Diretrizes e Parâmetros Curriculares, entre outros marcos legais que fundamentam a necessidade dessa inclusão (AMARO; SÁNCHEZ, 2012). No contexto das manifestações foram feitas sugestões de metas e estratégias que contemplassem a EA no PNE, mas os debates legislativos giraram em torno, predominantemente, de questões orçamentárias (SILVA; COUTINHO, 2014).

Dada a importância do tema, causa estranheza a não inserção no PNE de diretrizes específicas à proteção do ambiente a partir de metas e estratégias voltadas à EA. Como um valor inseparável do exercício da cidadania está a defesa da qualidade ambiental, de modo que

⁸³ Petição pública disponível em <<http://www.peticaopublica.com.br/pview.aspx?pi=manifesto-ea-pne>>. Acesso em: 16 nov. 2021.

a educação com essa verve compreende a dimensão política do cuidado com o ambiente em todos os níveis (BRASIL, 1999).

O atributo “ambiental” na tradição da Educação Ambiental brasileira e latinoamericana [...] demarca um campo político de valores e práticas, mobilizando atores sociais comprometidos com a prática político-pedagógica transformadora e emancipatória capaz de promover a ética e a cidadania ambiental [...] (BRASIL, 2012, p. 1-2).

Em relação à organização curricular, as DCNEA apontam que o planejamento curricular e a gestão da instituição de ensino devem contribuir para a construção da cidadania planetária a partir de uma perspectiva crítica e transformadora dos desafios ambientais atuais e futuros. No entanto, no PNE a palavra ‘cidadania’ aparece 3 (três) vezes, sendo 2 (duas) no Art. 2º, em suas diretrizes, e 1 (uma) na Meta 10 (Estratégia 10.6), relacionada à superação das desigualdades educacionais e à erradicação de todas as formas de discriminação e com foco na formação para o trabalho, com ênfase nos valores morais e éticos em que se fundamenta a sociedade, mas sem destaque específico para a EA, que pode ser entendida como parte dos valores éticos, em uma perspectiva mais ampla.

A inserção dos conhecimentos concernentes à EA nos currículos da Educação Básica e Superior pode ocorrer pela transversalidade, como conteúdo dos componentes já constantes do currículo, ou pela combinação de ambos, por meio de projetos e atividades variados, que valorizem o sentido de pertencimento dos seres humanos à natureza, considerem a diversidade dos seres vivos, as diferentes culturas e a tradição oral (BRASIL, 2012, Art. 16 e 17). Nesse sentido, temos um ambiente que deve ser protegido, tanto em sua perspectiva natural quanto de construção histórica, fruto das atividades humanas, de modo que a educação ambiental passa por um processo de produção de conhecimento sobre o ambiente sob enfoque humanista, democrático e participativo (SACHS, 2012; BRASIL, 2012; BRASIL, 1999; BRASIL, 1981).

A categoria ‘natureza’ aparece apenas nas DCNEA, quando lembrado o reconhecimento do papel transformador e emancipatório das diretrizes diante do atual contexto de preocupações com mudanças climáticas, degradação ambiental, redução da biodiversidade, riscos socioambientais locais e globais. Na relação humana, entre si, e com o meio natural, apontam as Diretrizes:

A Educação Ambiental deve adotar uma abordagem que considere a interface entre a natureza, a sociocultura, a produção, o trabalho, o consumo, superando a visão despolitizada, acrítica, ingênua e naturalista ainda muito presente na prática pedagógica das instituições de ensino (BRASIL, 2012, Art. 6º).

As palavras ‘crítica/crítico’ e a expressão ‘crítico-reflexivo’ também não aparecem no PNE. Na PNEA temos somente a palavra ‘crítica’, que aparece 2 (duas) vezes, sendo uma como um dos princípios básicos da EA, a permanente avaliação crítica do processo educativo (Art. 4º, VI), e a outra como objetivo terceiro da EA, *in verbis* “o estímulo e o fortalecimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social” (Art. 5º, III).

Nas DCNEA a palavra ‘crítica’ surge 5 (cinco) vezes, sempre relacionada à sua dimensão política associada a uma perspectiva transformadora, seja do currículo ou seja sobre a postura cidadã frente aos problemas socioambientais atuais e aos desafios às futuras gerações. Nesse sentido, uma das funções da EA escolar seria estimular o “pensamento crítico por meio de estudos filosóficos, científicos, socioeconômicos, políticos e históricos, na ótica da sustentabilidade socioambiental, valorizando a participação, a cooperação e a ética” (BRASIL, 2012, Art. 17, I, b). Esta passagem contém a única aparição da palavra ‘crítico’ no documento, que prevê também que a EA contemple o aprofundamento do pensamento ‘crítico-reflexivo’ mediante tais estudos, valorizando “[...] o senso de justiça e a responsabilidade da comunidade educacional em contraposição às relações de dominação e exploração presentes na realidade atual” (BRASIL, 2012, Art. 14, III).

A expressão ‘formação científica’ não parece em nenhum dos documentos analisados. Entretanto, no PNE a Meta 14 estabelece a elevação gradual do número de matrículas na pós-graduação *stricto sensu*, de modo a atingir a titulação anual de 60.000 (sessenta mil) mestres e 25.000 (vinte e cinco mil) doutores. Por meio dessa meta, foram alinhavadas estratégias voltadas à promoção de intercâmbio científico e tecnológico nacional e internacional, elevação do desempenho científico e tecnológico e, conseqüentemente, da competitividade internacional da pesquisa brasileira, bem como estímulos à inovação, como atividades específicas da Educação Superior.

Na Meta 14, estão as passagens em que se destacam as 2 (duas) únicas vezes que a palavra ‘científico’ aparece no documento. Já ‘científica’, aparece 9 (nove) vezes, sempre relacionada ao desenvolvimento tecnológico. Diretamente vinculada ao desenvolvimento de C&T, a ‘inovação’ aparece no PNE relacionada à Meta 12, vinculada à elevação das taxas de matrícula na educação superior, inclusive na Estratégia 12.14 é destacada a importância da melhoria da qualidade da Educação Básica para o alcance da Meta. Suas estratégias estão, no geral, relacionadas ao mapeamento da demanda e ao fomento da oferta de formação de pessoal de nível superior. Na PNEA os aspectos científicos estão referidos dentre os objetivos, visando a uma compreensão integrada do ambiente, e nas DCNEA é feita menção em 4 (quatro) passagens a estudos e conhecimentos científicos tanto como embasamento como produtos das atividades de EA.

Observamos que o investimento em pesquisas com foco em desenvolvimento visa a incrementar a inovação, a produção e registro de patentes, e está relacionado ao aumento da competitividade das empresas de base tecnológica e ao aumento qualitativo e quantitativo do “[...] desempenho científico e tecnológico do País e a competitividade internacional da pesquisa brasileira, ampliando a cooperação científica com empresas, Instituições de Educação Superior - IES e demais Instituições Científicas e Tecnológicas – ICTs [...]” (BRASIL, 2014, Meta 14, 14.13). Apesar de ser um processo desenhado para estimular a pesquisa científica e de inovação rumo à “[...] formação de recursos humanos que valorize a diversidade regional e a biodiversidade da região amazônica e do cerrado, bem como a gestão de recursos hídricos no semiárido para mitigação dos efeitos da seca e geração de emprego e renda na região [...]” (BRASIL, 2014, Meta 14, 14.14), não é pensado no longo prazo, dentro de um processo formativo a partir da EB, ou seja, considerando a pesquisa como um princípio científico e educativo desde as primeiras etapas da vida escolar, como sugerem Demo (2001) e Roitman (2007).

A análise documental revelou, como destacado anteriormente, que o fomento e o fortalecimento da integração com a ciência e a tecnologia estão entre os objetivos da EA, visando à sustentabilidade socioambiental (BRASIL, 2012, 1999). No entanto, no PNE, a palavra ‘tecnologia’ aparece 17 vezes, sendo a maioria delas voltadas ao seu uso em atividades pedagógicas, assistivas, de educação a distância, ou desenvolvimento de sistemas para acompanhamento de registros e fluxos das instituições do sistema. Apenas em 3 (três) aparições está relacionada aos aspectos formativos que analisamos; mas, da mesma forma que a inovação, está voltada a uma maior preparação ao exercício profissional futuro, sem estarem relacionadas à construção de práticas de P&D voltadas a um desenvolvimento tecnológico reflexivo da crise ambiental e que tracem perspectivas de futuro para os cenários de consequências das ações antrópicas a partir da ótica da sustentabilidade.

Destacamos que a promoção humanística, científica, cultural e tecnológica do país está expressa entre as diretrizes do PNE (2014-2024) (BRASIL, 2014, Art. 2º, VII), bem como nas proposições tanto da PNEA quanto das DCNEA; no entanto, formar “sujeitos pesquisadores” é tarefa de longo processo de ensino e aprendizagem, em todos os níveis de escolarização, promovendo maior interesse em C&T e P&D. Como afirma Favareto (2019), a Agenda 2030 e os ODS nos convidam a pensar o futuro em termos ambiciosos, fugindo da “ditadura” do curto prazo e das limitações do contexto imediato. Todavia, a formação científica deve compreender não somente a intenção de alavancar os quadros profissionais na área da ciência e tecnologia, sobretudo porque “não podemos deixar ninguém para trás” e os que não seguirão carreiras

científicas também precisam ter a oportunidade de apropriação dos conhecimentos científicos e tecnológicos acumulados.

Assim, entendemos que a educação científica de base é primordial para o desempenho profissional futuro, não somente com foco no desenvolvimento econômico, mas, pautando-se, sobretudo, pelos ideais de cidadania, democracia e sustentabilidade socioambiental. Com base nisso abordamos, a seguir, o distanciamento do PNE em relação aos pressupostos da PNEA e das DCNEA.

5.1.2 Digressão do PNE em relação aos pressupostos da PNEA e das DCNEA

As correlações interpretativas, apontam para um desvio importante do PNE (2014-2024) em relação ao estabelecido na PNEA, e reforçado por meio das DCNEA, nas quais o planejamento curricular e a gestão das instituições de ensino devem estimular transversalmente, entre outros elementos, o reconhecimento e a valorização da diversidade dos múltiplos saberes e olhares científicos e populares sobre o ambiente. Do ponto de vista científico passa pela valorização de todos os campos do conhecimento, uma vez que “[...] o estudo da diversidade biológica e cultural deve ser conduzido em conjunto por grupos de cientistas naturais e sociais [...]” (SACHS, 2002, p. 39).

Percebemos, pela quantidade de vezes em que aparecem os termos relacionados à prática da pesquisa científica e pelos seus significados inerentes ou pretendidos nos documentos analisados que, como estabelecido pelas DCNEA, em seu Art. 14, a educação ambiental nas instituições de ensino formal pode colaborar com a melhoria efetiva da educação fundamental, desde que contemple o aprofundamento do pensamento crítico-reflexivo mediante estudos inter e transdisciplinares a partir da dimensão socioambiental.

No processo de interpretação das mensagens – contidas no conteúdo e nas formas de sua expressão - buscamos identificar categorias analíticas representativas de um olhar mais humanístico em relação às práticas de P&D utilizadas no processo de formação para a ciência na EB, tendo a EA como importante instrumento de formação. Assim, objetivamos, com este esforço analítico, ampliar as discussões para além dos benefícios ou malefícios sociais e ambientais do desenvolvimento técnico-científico. Defendemos um olhar mais humanístico, a partir de um enfoque que seja capaz de direcionar à elaboração de metodologias de ensino e aprendizagem que levem ao aguçamento dos “porquês” da infância ao longo de toda a trajetória escolar, transpondo-os aos “porquês” da pesquisa e, com isso, permitindo o desenvolvimento

do interesse dos estudantes pelas mais variadas áreas científicas, por meio de uma educação para a ciência que seja plural e diversificada.

No entanto, em se tratando de políticas públicas, não se pode prescindir do estabelecimento de metas e estratégias claras a serem seguidas e da avaliação de seus resultados. O compromisso do ente governamental em matéria de educação deve ir muito além da alfabetização funcional e tecnológica, em prol da condução de seres humanos capazes de interagir de forma crítica e reflexiva com o mundo. A digressão evidenciada do PNE em relação à PNEA, pela falta de direcionamento objetivo, inviabiliza a avaliação da oferta desse componente transversal no sistema formal de ensino.

Em análise dos relatórios dos 3 (três) primeiros Ciclos de Monitoramento das Metas do PNE observamos que os assuntos vinculados ao tema sustentabilidade socioambiental não aparecem dentre os muitos desafios a serem enfrentados pelo sistema educacional para a melhoria prevista na qualidade da educação no Brasil (BRASIL, 2020, 2018, 2016). Os relatórios trazem os principais resultados do monitoramento das 20 metas do PNE (2014-2024) e são divulgados pelo INEP, por intermédio da Diretoria de Estudos Educacionais – DIREDE, cumprindo atribuição descrita no PNE, Art. 5º §2º, de publicar a cada dois anos durante sua vigência estudos que permitam aferir a evolução no cumprimento das metas estabelecidas (INEP, 2018).

Os 3 (três) relatórios já produzidos apontam os desafios no cumprimento das metas do Plano, cujas taxas seguem aquém do esperado. E no contexto de crise econômica e de congelamento de gastos para a educação nacional, entre outras áreas prioritárias ao desenvolvimento humano e social, provoca dúvidas acerca das possibilidades dos entes federados cumprirem o estabelecido no prazo determinado. Contudo, como não há metas e estratégias específicas para a EA não é possível, a partir dos ciclos de monitoramento avaliativo, dimensionar sua existência e/ou efetividade na prática educativa no ensino básico.

A digressão ora realizada cumpre a função de demonstrar que a EA foi negligenciada no PNE, da mesma forma como foi tratada com omissão nos demais documentos de públicas educacionais dos últimos anos aqui analisados, mesmo após a sequência dos debates alçados em nível internacional nas duas últimas décadas do século 20, culminando, no Brasil, ao final da década de 1990 na PNEA e em 2012 nas DCNEA, representando grande avanço no tema no Brasil. Esse silenciamento é muito significativo no atual contexto social, político e econômico do país e relaciona-se com a falta de apreço pela ciência e por qualquer outro tipo conhecimento que seja abordado a partir da ótica da complexidade, com a finalidade de despertar na sociedade o desejo pela ampliação da cidadania e da democracia.

Nesse sentido, entendemos que os pontos de desarticulação entre a política de EB e a políticas e as diretrizes da EA no Brasil impactam nas convergências necessárias com as diretrizes da política de CT&I, que pressupõem, por meio da ENCTI 2016-2022, a elevação da qualidade da educação, especialmente a científica, e a inserção da questão ambiental no contexto do SNCTI e no rol dos debates em torno da sustentabilidade socioambiental que se intensificaram nos últimos anos, sobretudo em função da criação do PACTI Bioeconomia.

Um exemplo do alcance ampliado desse silenciamento pode ser observado na recente Política Nacional de Inovação, instituída pelo Decreto 10.534 de 28 de outubro de 2020, que apesar de trazer entre seus princípios a “observância das desigualdades regionais e da sustentabilidade ambiental na formulação e na implementação de políticas de inovação”, não faz menção à inovação na área ambiental e nem conta com a participação do Ministério do Meio Ambiente como membro da Câmara de Inovação. Entendemos também que a ausência de menção à bioeconomia como parte das estratégias de inovação na referida política é um reflexo do silenciamento da transversalidade da questão ambiental no contexto das políticas de desenvolvimento do país. O PACTI Bioeconomia traz como objetivo promover o desenvolvimento científico, tecnológico e inovativo para superar os desafios e aproveitar as oportunidades apresentadas, abrindo espaço para possibilidades de integração entre Estado, mercado e sociedade, visando a promoção de oportunidades para o desenvolvimento de tecnologias e estratégias capazes de garantir à nação brasileira outro modelo de desenvolvimento.

É preciso revisar os documentos de políticas públicas buscando a reversão da regressão ocorrida em relação aos esforços das últimas décadas em matéria de EA e trazê-la para o centro de um projeto de desenvolvimento nacional, em que as questões socioambientais estejam associadas à melhoria da educação em geral e do investimento em CT&I em todos os níveis de escolarização. A associação de tais esforços poderá abrir caminhos para que a EA na EB brasileira se constitua em uma perspectiva para a formação científica, auxiliando no desenvolvimento do senso crítico e na educação dos valores de sustentabilidade, e conseqüentemente no processo de ruptura com as vulnerabilidades múltiplas que acometem o Brasil contemporâneo.

A partir do cenário nacional, analisamos no tópico seguinte como essa interface ocorre no Estado do Tocantins, por meio de um recorte que cumpre a finalidade de exemplificar como essas políticas públicas se relacionam no âmbito desse ente federado.

5.2 A Política de Educação Ambiental no Estado do Tocantins e sua interface com a Política Estadual de Educação Básica

O Estado do Tocantins foi criado a partir da promulgação da Constituição Federal de 1988, por meio do desmembramento do então Norte de Goiás, e sua implantação ocorreu a partir de janeiro de 1989. A Constituição do Estado do Tocantins é datada de 05 de outubro de 1989, momento em que não havia ainda em nível nacional uma lei específica que disciplinasse a EA; porém, acompanhando a Constituição Federal, o Estado, em seu ordenamento maior, já previu a proteção ao meio ambiente e por meio dela o objetivo de “promover a conscientização da população e adequação do ensino de forma a incorporar os princípios e objetivos da proteção ambiental.” (ESTADO DO TOCANTINS, 1989, Art. 110, IX).

No entanto, a pesquisa histórica revela que a tutela é ainda anterior, pois a Lei n. 056 de 16 de junho de 1989, da Assembleia Estadual Constituinte do Estado do Tocantins, publicada no Diário Oficial do Estado (DOE – TO) n. 13, trazia a obrigatoriedade da instituição de matérias sobre Ecologia e Meio Ambiente em todas as escolas públicas de 1º e 2º graus do Estado; disposição que para as escolas particulares era facultativa. Também, a Lei n. 261 de 20 de fevereiro de 1991, publicada no DOE-TO na mesma data, dispoendo sobre a Política Ambiental do Estado do Tocantins, trouxe em seu bojo a preocupação com a EA tanto formal quanto não formal, a fim de capacitar a comunidade para a participação ativa na defesa do meio ambiente.

Apesar da salvaguarda Constitucional em âmbito estadual e da obrigatoriedade de implantação de disciplinas com conteúdo de Ecologia e Meio Ambiente nas escolas, somente a partir de 2003 o Estado do Tocantins passa a contar com uma lei específica dispoendo sobre a Política Estadual de Educação Ambiental (PEEA-TO), a Lei n. 1.374 de 08 de abril de 2003, publicada no DOE-TO n. 1.425⁸⁴. Trata-se de uma política pública prevista para ser gerida de forma descentralizada e intersetorial por meio da colaboração conjunta entre as Secretarias/Órgãos relacionados ao meio ambiente, atualmente Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMARH e Instituto Natureza do Tocantins – NATURATINS, intervindo a Secretaria da Educação, juventude e esportes (SEDUC-TO) e os Conselhos Estaduais de Educação e de Meio Ambiente em matérias de educação ambiental formal (ESTADO DO TOCANTINS, 2003, Art. 14).

Percebemos alinhamentos conceituais da PEEA-TO (ESTADO DO TOCANTINS, 2003) com a PNEA (BRASIL, 1999). E em atendimento ao objetivo específico proposto nesta

⁸⁴ O lapso temporal entre o estabelecimento da Constituição do Estado e a promulgação da Política Estadual de Educação Ambiental não foi alvo de análise no decorrer desta pesquisa, de modo que compreender como a EA foi normatizada e trabalhada nos ambientes escolares nesse período pode ser um interessante objetivo para pesquisas futuras.

tese de identificar, por meio de documentos institucionais, a existência/execução de programas, projetos e ações governamentais intersetoriais com finalidade de desenvolvimento da capacidade científica dos escolares por meio da EA no período de 2015 a 2019, destacamos que, apesar de prevista na PEEA-TO a criação de um Sistema Estadual de Informações de Educação Ambiental, tal instrumento da política inexistia no período analisado.

A falta do referido sistema dificulta o acesso dos estudiosos e pesquisadores, bem como da sociedade em geral, a dados que possibilitariam um panorama da EA oferecida, permitindo correlações desses dados com os princípios e objetivos da política, bem como com tendências teóricas e político-pedagógicas da EA. A não sistematização em nível de gestão das informações sobre as práticas de EA realizadas pelas escolas constitui, a nosso ver, uma limitação importante na execução da política pública em tela, pois prejudica a reflexividade acerca de sua execução e de seus resultados.

Na falta dos dados sistematizados, a única forma de ter acesso aos mesmos seria em consulta aos arquivos das Unidades Escolares, o que demandaria outro tipo de recorte metodológico e um tempo muito maior, não disponível para a realização de uma pesquisa desse tipo. Destacamos que, conforme dados disponibilizados pela Gerência de Estatística e Informações Educacionais da SEDUC-TO, em 2021, entre os 139 municípios do Estado apenas 02 (dois) não possuem escolas da Rede Estadual (Chapada de Areia e Monte Santo do Tocantins). Ao todo são 493 escolas estaduais, organizadas por meio de 13 Diretorias Regionais de Educação, que atendem 162.178 estudantes⁸⁵.

Frente aos desafios postos, buscamos compreender melhor o processo de execução da PEEA-TO por meio de consultas relacionadas ao tema nos Diários Oficiais do Estado (DOE-TO) e de análises das atas da Comissão Interinstitucional de Educação Ambiental do Tocantins (CIEA-TO), bem como de outros documentos de área enviados pela Unidade Técnica Executiva de Meio Ambiente e Saúde - UTEMAS da SEDUC-TO, responsável pela compilação e guarda das informações e dados relativos à EA formal.

A UTE Meio Ambiente e Saúde – UTEMAS⁸⁶ foi criada por meio da PORTARIA-SEDUC 740 de 11 de maio de 2020⁸⁷, com a incumbência de gerir a Meta 11 do Plano Estadual de Educação do Estado do Tocantins – PEE/TO para o período 2015-2025⁸⁸, em atendimento à Estratégia 11.1 que prevê: “criar e fortalecer na Seduc/TO e diretorias regionais de educação, um setor de educação ambiental, com orçamento e recursos humanos necessários, para

⁸⁵ Dados do Sistema de Gestão Escolar e do Censo Escolar (SEDUC-TO).

⁸⁶ Vinculada à Superintendência de Educação Básica, a UTEMAS antes era denominada Gerência de Educação Ambiental.

⁸⁷ Publicada no DOE-TO n. 5.610 de 27 de maio de 2020.

⁸⁸ Anexo à Lei Estadual n. 2.977 de 08 de julho de 2015, publicada no DOE-TO n. 4.411.

implementação das diretrizes nacionais da educação ambiental e políticas estaduais e municipais correlatas”.

Por meio da Meta 11 do PEE-TO fica evidenciada sua interface com a PEEA-TO, o que consideramos um avanço em comparação com o esvaziamento do PNE em relação à PNEA. Os Planos Estaduais e Municipais de Educação são, em tese, reflexos do PNE; contudo, parece que este deixou a atribuição da EA para Estados e Municípios, uma vez que é clara a constatação de uma lacuna no documento em questão, que não contemplou nenhuma meta nem estratégia voltada a essa área (COSTA; NAGEL; BUENO, 2017).

Notícia veiculada na mídia em 23 de outubro de 2014 afirmava que o Tocantins era um dos primeiros estados a reformular a política de educação ambiental⁸⁹, uma vez que necessidades de alterações haviam sido identificadas pela Comissão Interinstitucional de Educação Ambiental do Tocantins – CIEA. Os desencontros entre as informações veiculadas e os documentos oficiais nos remeteram à necessidade de análises das atas das reuniões da referida Comissão, com o intuito de compreender como os debates haviam se desenrolado e porque as alterações propostas não se efetivaram em mudanças na legislação. De outro lado, buscávamos também informações sobre a não existência do Sistema Estadual de Informações de Educação Ambiental que, conforme a PEEA-TO, tem por objetivos:

- I - reunir, tratar e divulgar informações sobre educação ambiental;
- II - atualizar permanentemente as informações sobre programas, projetos e ações voltadas para a educação ambiental;
- III - subsidiar a elaboração e atualização do Programa Estadual de Educação Ambiental (ESTADO DO TOCANTINS, 2003, Art. 9º).

Em nível nacional a CIEA é fruto de debates ocorridos no contexto da avaliação dos 10 anos de Tbilisi, em 1987, quando o antigo Conselho Federal de Educação, órgão responsável pela formulação da política educacional à época, aprovou o Parecer n. 226/87 no qual enfatizava a urgência de introdução da EA a partir do ambiente escolar: “a partir da escola, numa abordagem interdisciplinar, levando à população posicionamento em relação a fenômenos ou circunstâncias do ambiente” (CZAPSKI, 1998, p. 43). O Parecer sugeria a criação dos Centros de Educação Ambiental – CEA nos Estados, que foram criados oficialmente em 1991, a fim de atuarem como polos irradiadores que ajudariam a desencadear iniciativas de EA e de forma induzida pelo governo federal atuariam como uma Rede de Educação Ambiental – REA, afirma Czapski (1998). Essa confluência de atuações interinstitucionais levou à criação, em 1994, do Programa Nacional de Educação Ambiental - PRONEA, desenvolvido pelo Ministério da

⁸⁹ Disponível em Conexão Tocantins, Meio Ambiente: <https://conexaoto.com.br/2014/10/23/tocantins-e-um-dos-primeiros-estados-a-reformular-politica-de-educacao-ambiental> . Acesso em: 13 set. 2020.

Educação – MEC e do Meio Ambiente – MMA, com parceria dos ministérios da cultura e da Ciência e Tecnologia, interessantes imbricamentos do surgimento oficial da EA no Brasil.

Foi criada no Estado do Tocantins, por meio do Decreto 866 de 24 de novembro de 1999, a Comissão de Educação Ambiental - CEA, conforme consta na primeira ata disponível, datada de 30 de janeiro de 2004, dando a entender, pela soma total, que estão ausentes dos arquivos de domínio público *online* os registros das primeiras 8 (oito) reuniões ordinárias. O Decreto n. 3.304 de 27 de fevereiro de 2008 revogou o Decreto 866/1999, renomeando a comissão para incluir em sua nomenclatura o caráter interinstitucional presente em suas atuações desde sua criação, reestruturando suas competências e composição. Dessa forma, a CIEA como é conhecida hoje aparece em alguns documentos como “instituída” por meio do Decreto 3.304/2008. No entanto, na ata da 46ª Reunião Ordinária da Comissão, ocorrida em 09 de junho de 2009, consta a informação de que suas atividades teriam sido iniciadas em 1993, porém não encontramos nenhum documento referente a essa data como sendo a de início oficial das atividades.

Analisamos as atas da CIEA referentes ao período compreendido entre 2004 e 2016, correspondentes a 62 reuniões ordinárias e 12 extraordinárias⁹⁰. No período de junho de 2016 a outubro de 2021 a CIEA esteve descontinuada. Em 26 de outubro de 2021, através de uma reunião virtual, o Governo do Tocantins empossou, por intermédio da Secretaria de Estado da Educação, Juventude e Esportes (Seduc), os novos membros para o biênio 2021-2023, sendo representantes de 17 instituições, órgãos públicos, privados e entidades da sociedade civil organizada responsáveis, por meio da atuação interinstitucional, por propor as diretrizes da política pública, uma vez que a CIEA é uma instância coordenadora das atividades (ESTADO DO TOCANTINS, 2021).

As atas são ricas em detalhes sobre a atuação dessa comissão e seus esforços ao longo dos anos em prol da EA no território tocantinense, revelando-se importantes e instigantes fontes de dados para futuras pesquisas que se dediquem à reconstrução desse histórico, necessário, diga-se de passagem, em função da ausência de publicações sobre a política de EA no Estado do Tocantins. Em linhas gerais, no que concerne aos interesses deste trabalho foi possível perceber que a atuação da CIEA ao longo do tempo é marcada por períodos de constância nas atividades e por períodos de descontinuidades, geralmente relacionados às transições eleitorais. É importante ressaltar que tais descontinuidades impactam sobremaneira o desenvolvimento

⁹⁰Disponíveis no sítio da SEMARH-TO na internet, acessadas por meio do link: <https://www.to.gov.br/semarh/atas/4eru3h9zqu5>. Último acesso em: 30 de nov. 2021.

dos debates e das proposições interferindo nos resultados, como no caso das reformulações da PEEA-TO aprovadas na CIEA em 2014, mas que ainda não foram publicadas.

Observamos, por meio da análise das atas, que as discontinuidades fazem com que os debates se repitam, muitas vezes com lapso temporal de meses ou anos, como no último período descontínuo que soma mais de 5 (cinco) anos sem atividades interinstitucionais sistemáticas, o maior período observado; também não constam atas (ou evidência de reuniões) dos anos de 2008, 2011 e 2017, entre outras lacunas temporais observadas.

Não há espaço neste texto e foge ao escopo do trabalho fazer uma análise pormenorizada das atas, mas evidenciamos que estão entre os assuntos frequentemente retomados as inquietações dos membros sobre qual é o papel da CIEA, quais ações efetivas da PEEA-TO e a necessidade de assento da CIEA no Conselho Estadual de Meio Ambiente – COEMA, geralmente apontado como possibilidade de fortalecimento das atividades da CIEA e maior integração da política ambiental. Os debates acerca do Sistema de Informações de Educação Ambiental foram encontrados com frequência, geralmente relacionados à falta de recursos para sua execução e à descontinuidade da política pública.

Como a Comissão é um espaço interinstitucional tivemos a impressão inicial de que sua atuação pudesse se dar de forma intersetorial, mas revelou-se o contrário, pois sua atuação como a de qualquer comissão foi atravessada por vários fatores que dificultaram um real esforço de integração. Talvez o maior agravante tenha sido mesmo as discontinuidades em função dos períodos político-eleitorais, mas essa é uma questão ainda em aberto e que merece um esforço maior de análise. Percebemos o interesse dos membros, em muitas passagens das reuniões, de desenvolver um trabalho mais integrado; porém, chamam a atenção as relações verticais e setorializadas, refletindo ações colaborativas, porém igualmente setorializadas, apesar de demarcadas por interesses complementares, mas que são reveladoras de desarticulação na prática.

Entendemos, por meio das atas, a CIEA como um espaço de debates alinhados aos movimentos da EA em nível nacional e internacional ao longo do tempo, com proposições e/ou socializações das atividades setoriais realizadas e de percepções de membros participantes de reuniões regionais ou nacionais representando a Comissão. Também estão presentes constantes menções a revisões de seu regimento e reflexões acerca de suas funções e competências e do comprometimento de seus membros para alcance das metas estabelecidas. É possível perceber nas falas dos membros desencontros em relação à atuação da CIEA, angústias acerca da limitada participação dos membros em eventos bem como críticas aos mesmos por serem ações pontuais, e não esforços sistemáticos de uma EA cotidiana, como por exemplo semanas

comemorativas alusivas à água, ao meio ambiente, campanhas de férias com foco no lixo nas praias, entre outras.

Por meio das análises das atas e dos demais documentos não foi possível identificar os motivos da não publicação das reformulações da PEEA-TO que foram concluídas e encaminhadas à Casa Civil em 2014; portanto, como resultado dessas discontinuidades o quadro atual ainda é de inexistência de uma nova política, de um programa atualizado e um sistema de informações de EA que permitam acompanhar o desenrolar da política no Estado, sobretudo no que se refere à sua inserção na educação escolar, pois em observância à PEEA-TO, uma de suas Estratégias é inclusive

assegurar a educação ambiental, como eixo estruturante nos Projetos Políticos Pedagógicos das unidades escolares, de forma multi, inter e transdisciplinar, como plano coletivo da comunidade escolar, considerando a gestão democrática, o currículo e o espaço físico, em regime de colaboração com os órgãos responsáveis pelo meio ambiente (ESTADO DO TOCANTINS, 2015, Meta 11, 11.3, grifo nosso).

Saber se fazem, o que e como fazem as unidades escolares em matéria de EA é importante para a rede de ensino no sentido de revisar expectativas, refletir sobre os resultados, adequar-se em relação aos objetivos traçados, ou seja, seguindo o lema de que para avaliar é preciso conhecer, a avaliação da política pública requer a sistematização dos dados de sua operacionalização e desenvolvimento, que permitam demonstrar o quão estão mais ou menos próximas do alcance das estratégias propostas e de uma política de Estado e não de governos, como salienta Bucci (2016, 1997).

Percebemos convergência das políticas analisadas com a política de CT&I em âmbito estadual, a Lei n. 2.458 de 5 de julho de 2011, que dispõe sobre o incentivo à inovação e à pesquisa científico-tecnológica nas atividades produtivas do estado do Tocantins. A promoção humanística, científica e tecnológica está prevista desde a Constituição do Estado do Tocantins (1989, Art. 131), e está vinculada às diretrizes do PEE-TO (2015) por meio do qual observamos que a promoção do conhecimento científico atravessa desde a EB até a Educação Superior, inclusive com a previsão de integração entre os níveis de ensino, como observamos no trecho a seguir vinculado à Meta 21: “21.16. estimular, apoiar e desenvolver parceria com instituições de ensino superior para participação dos profissionais da educação em núcleos de pesquisa, com vistas à produção de textos científicos e materiais didático pedagógicos, voltados para a educação básica com publicação e divulgação”.

Percebemos que o PEE trouxe a preocupação com a sustentabilidade socioambiental, que recorta todo o documento, inclusive quanto à formação continuada de professores, quando na Meta 20, afirma como uma de suas estratégias: “20.19. garantir formação continuada aos

profissionais da educação básica, presencial e a distância, para instrumentalizá-los sobre a dinâmica da educação para sustentabilidade socioambiental”.

Contudo, é a Meta 11 que visa “Garantir a abordagem da educação ambiental como dimensão sistêmica, inter, multi e transdisciplinar, de forma contínua e permanente em todos os níveis e modalidades da educação, enfatizando a natureza como fonte de vida e a relação da humanidade com o meio ambiente.” A Meta 11 está diretamente relacionada à PEEA-TO que visa, entre seus objetivos, “promover a integração da educação ambiental com a ciência e a tecnologia (Art. 4º, IV) e estimular a cooperação entre regiões do estado, instâncias, órgãos e segmentos sociais com vistas “ao fortalecimento da consciência crítica sobre os problemas ambiental e social” (Art. 4º, VIII, b)

Infelizmente a falta do Sistema Estadual de Informações de Educação Ambiental impediu que realizássemos a investigação que possibilitaria demonstrar como, na prática, se dariam as relações entre as políticas públicas analisadas, convergindo em programas, projetos e ações intersetoriais que vinculem a capacidade de crítica dos escolares com os valores da EA. Entretanto, identificamos por meio da Estratégia 11.9 da PEEA-TO o intuito de

incentivar, em colaboração com as instituições de ensino superior, a pesquisa e a apropriação de instrumentos técnicos e metodológicos, que aprimorem a cidadania ambiental, com a participação ativa nas tomadas de decisões, com responsabilidade individual e coletiva, pública e privada, em relação ao meio ambiente local, regional e global.

Essa Estratégia nos remeteu para as proposições dispostas no Documento de Área da Biotecnologia (CAPES, 2019) quanto às medidas de indução de interação com a EB, destacando que há recomendações da Capes que estimulam a participação de Programas de Pós-graduação - PPGs stricto sensu de outras áreas de conhecimento, além da Educação, em questões afetas à melhoria da qualidade da EB. O texto destaca que:

Boa parte da população brasileira desconhece a abrangência e o potencial econômico, social e ambiental da Biotecnologia. Vários PPGs da área de Biotecnologia já vêm atuando no contexto do ensino fundamental e médio, por meio de projetos de ensino, de pesquisa e de extensão, em atividades que visam melhorar a qualidade do ensino e especialmente estimular a curiosidade científica nas crianças e jovens. A área também atua em divulgação científica, buscando o entendimento e apoio do público em geral ao uso das novas biotecnologias (CAPES, 2019, p. 19).

Trata-se de atuação que leva em conta a participação de docentes e discentes dos PPGs em Biotecnologia por meio de cursos de atualização para professores, cursos de férias e programas de iniciação científica júnior, possibilitando o contato dos estudantes de EB com laboratórios e discentes de pós-graduação; além da possibilidade de desenvolvimento de

material didático, visitas às escolas para palestras e oficinas interativas, promoção de feiras de ciências e visitas a laboratórios e museus (CAPES, 2019).

O documento cita ainda que para o estímulo a essas ações, os programas poderiam associá-las a créditos dos cursos de Mestrado ou Doutorado, por serem importantes para melhorar a qualidade do ensino na EB, disseminar o conhecimento da área de Biotecnologia e atrair jovens talentos para seguir carreira na área, sendo, por isso, valorizadas no processo de avaliação dos mesmos (CAPES, 2019).

Assim, uma maior aproximação da academia com a EB por meio de ações desse tipo podem estimular a formação científica de longo prazo para a sustentabilidade socioambiental, de modo que esta tese se coloca também como um instrumento de reflexividade ao PPG – Bionorte que poderia, inclusive, contar com uma linha de pesquisa sobre CT&I para a sustentabilidade da Região Norte, uma vez que formar quadros para CT&I a partir dos valores da sustentabilidade socioambiental ainda é considerado um gargalo para o país. Inclusive, o PEE-TO, na Meta 18, evidencia essa preocupação em relação à formação de quadros profissionais em nível de pós-graduação por meio da Estratégia 18.9, que prevê:

18.9 estimular a pesquisa científica e de inovação nas áreas do conhecimento e promover a formação de recursos humanos que valorize a diversidade regional e a biodiversidade da Amazônia Legal e do cerrado, a gestão de recursos hídricos para mitigação dos efeitos da seca e a geração de emprego de forma sustentável (ESTADO DO TOCANTINS, 2015, Meta 18).

Nesse sentido, a compreensão conferida pela análise aqui realizada certamente servirá de fundamento para a continuidade futura de investigações nesse campo, por demonstrar que há ainda um caminho a ser percorrido para a efetiva organicidade da EA no Estado do Tocantins, que reflete, como dificilmente deixaria de ser, a falta de organicidade da questão em âmbito nacional.

Após o resgate normativo realizado tanto em nível nacional quanto no nível intermediário, do Estado do Tocantins, abordamos a seguir as perspectivas que se abrem à formação científica na EB por meio da EA, em um contexto histórico em que educação e vulnerabilidade se apresentam como desafios à prática biotecnológica e consequentemente à formação de quadros profissionais para o desenvolvimento de CT&I.

Capítulo 6 - FORMAÇÃO CIENTÍFICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: A EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO PERSPECTIVA À FORMAÇÃO DE QUADROS PROFISSIONAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DE CT&I

Desde a década de 1990 o tema da formação de recursos humanos em EA é discutido no país, no bojo de uma formação geral da população brasileira. Nesta análise consideramos a EA como portadora de um papel basilar na formação de indivíduos cujo espírito crítico e reflexivo seja valorizado desde os “comos” e os “porquês” da infância, inerentes à curiosidade natural das crianças sobre as coisas, especialmente da natureza, como já apontava Caniato a partir de suas experiências de extensão universitária publicadas em 1989.

Entendemos que o processo formativo deve provocar nos estudantes o desenvolvimento da iniciativa (em detrimento de sua castração), a postura de manutenção do ato de conquistar o conhecimento, e que se os “porquês” forem estimulados, instigados, ao longo de todo o percurso escolar, serão gradativamente transpostos/conduzidos às indagações inerentes à investigação científica propriamente dita, de acordo com as peculiaridades de cada ciclo educativo (ROCHA; ALMEIDA; ROCHA, 2019; ROITMAN, 2007; CANIATO, 1989). Acerca disso, destaca Roitman que

A educação científica em conjunto com a educação social e ambiental dá a oportunidade para as crianças explorarem e entender [sic] o que existe ao seu redor nas diferentes dimensões: humana, social e cultural. A educação científica desenvolve habilidades, define conceitos e conhecimentos estimulando a criança a observar, questionar, investigar e entender de maneira lógica os seres vivos, o meio em que vivem e os eventos do dia a dia. Além disso, estimula a curiosidade e imaginação e o entendimento do processo de construção do conhecimento. (ROITMAN, 2007, p. 8).

A partir da abordagem de Demo (2001), em que a pesquisa é princípio científico e educativo, entendemos que se desenvolve no meio educativo formal por intermédio de práticas investigativas ou de iniciação à P&D, tidas como ações diversificadas inseridas nos componentes curriculares ou por meio de projetos inter ou transdisciplinares, cujo objetivo é a formação humana.

Ambas - transversalidade e interdisciplinaridade - se fundamentam na crítica de uma concepção de conhecimento que toma a realidade como um conjunto de dados estáveis, sujeitos a um ato de conhecer isento e distanciado. Ambas apontam a complexidade do real e a necessidade de se considerar a teia de relações entre os seus diferentes e contraditórios aspectos. (BRASIL, 1997, p. 31)

As questões ambientais não podem, por suas características, ser abordadas exclusiva e isoladamente por nenhuma área do conhecimento, pois considerando-se as dimensões

epistemológicas e didáticas (metodológicas), apontam a uma transformação da prática pedagógica pela transposição dos limites disciplinares (SANTOS; COSTA, 2015). A partir dessa diferenciação, avançamos na compreensão da epistemologia ambiental de Leff (2009, p. 18), face a uma EA que “[...] emerge e se funda em um novo saber que ultrapassa o conhecimento objetivo das ciências.” O saber ambiental busca restaurar a relação entre vida e conhecimento, fazendo renascer o pensamento utópico em uma epistemologia política em prol da sustentabilidade da vida ao vincular os potenciais ecológicos e a produtividade com a criatividade cultural dos povos (LEFF, 2009), que não pode ser prescindida no processo de EA.

Para Leff (2009), o saber ambiental é forjado na pulsão por conhecer, estreitando laços entre a multiplicidade de sentidos individuais e coletivos e as articulações científicas, construindo novas realidades, por meio do diálogo de saberes, no encontro das identidades. Sobre essa pulsão, Leff destaca a importância da educação que, segundo ele

[...] não apenas deve preparar as novas gerações para aceitar a incerteza do desastre ecológico e para gerar capacidades de resposta ao imprevisto; também deve preparar novas mentalidades capazes de compreender as complexas inter-relações entre os processos objetivos e subjetivos que constituem seus mundos de vida, a fim de gerar habilidades inovadoras para a construção do inédito (LEFF, 2009, p. 20-21).

O autor se refere a uma educação que possibilite construir uma nova racionalidade e um processo de emancipação do qual se originem outras formas de convivência e de reapropriação do mundo (LEFF, 2009). E entre a realidade e a utopia, o que há? Perspectivas. E a EA é aqui tomada como uma perspectiva para a formação científica, a partir do desenvolvimento do senso crítico, sendo seu papel auxiliar no processo de construção de um novo paradigma que compreenda a sustentabilidade como uma questão estrutural que influencia todas as esferas da vida (CAMARGO; TAUCEDA; SOUZA, 2020).

A atualidade requer ênfase na educação para a ciência, tecnologia e inovações relacionadas à questão ambiental. Vivenciamos um momento em que conquistas científicas históricas são questionadas, mesmo contra evidências, pondo em questão as competências humanas para lidar com esse tipo de conhecimento, inclusive com repercussões para as tomadas de decisões com implicações coletivas. Por isso, partimos do pressuposto que o desenvolvimento da consciência científica, que associe os conhecimentos culturalmente acumulados com valores sobre o ambiente, precisa ser iniciado nos primeiros anos de escolarização, e demonstramos, por outro lado, seu ocultamento nos documentos norteadores da EB no Brasil.

Seguindo essa linha de raciocínio, analisamos no próximo tópico a importância da EA na formação de professores para que possam, por meio de estratégias formativas, auxiliar os

estudantes no desenvolvimento do senso crítico. Analisamos as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores para verificar se oferecem orientações normativas claras para a oferta da EA aos futuros docentes e àqueles que já estão em atividade e que devem cursar formações continuadas sobre o assunto.

6.1 A EA, o desenvolvimento do senso crítico e a política de formação de professores

É notória a vantagem do Brasil em termos de possibilidades para a bioprospecção, tema a requerer um olhar mais específico quando se trata da qualidade da educação e da formação de recursos humanos como grande desafio para o estabelecimento de uma agenda de desenvolvimento e potenciais cenários ao uso dos serviços ecossistêmicos para a ampliação do bem-estar no país (BPBES, 2019). Muitos são os elementos a serem considerados na constituição dessa agenda, mas como o foco deste trabalho se volta especificamente às possibilidades da EA contribuir com todo esse processo, nos deteremos aqui em aspectos a ela relacionados.

Desde um ponto de vista acadêmico, a EA é reconhecida como um campo educativo plural, socialmente construído, conflitivo, mas diversificado e fertilizado transversalmente por meio de estudos, encontros, pesquisas e debates (LEFF, 2015, 2009; REIGOTA, 2016, 2012; LAYRARGUES, 2014, 2012; JACOBI, 2003); entretanto, como evidenciamos, os documentos que normatizam a EB no Brasil seguem distanciados da relevância do aprofundamento conceitual da EA para o currículo escolar. Tal fato aponta para a continuidade dos esforços pela compreensão da sua importância no ensino formal, na preparação para a vida por meio de uma formação que não seja somente técnica e profissional, mas também política (REIGOTA, 2016, 2012).

Quando afirmamos e definimos a educação ambiental como educação política, estamos afirmando que o que deve ser considerado prioritariamente na educação ambiental é a análise das relações políticas, econômicas, sociais e culturais entre a humanidade e a natureza e as relações entre os seres humanos, visando a superação dos mecanismos de controle e de dominação que impedem a participação livre, consciente e democrática de todos.

A educação ambiental como educação política está comprometida com a ampliação da cidadania, da liberdade, da autonomia e da intervenção direta dos cidadãos e cidadãs na busca de soluções e alternativas que permitam a convivência digna e voltada para o bem comum (REIGOTA, 2016, p. 13).

A formação do sujeito ecopolítico vem se tornando cada vez mais uma exigência no Brasil frente aos ataques à nossa sociobiodiversidade, denotando a necessidade de uma mudança de paradigma que avance para além da formação do sujeito ecológico

(LAYRARGUES, 2020; CARVALHO, 2014; LEFF, 2013), decorrente dos esforços formativos empenhados a partir da década de 70 do século passado.

A educação ambiental como educação política é por princípio: questionadora das certezas absolutas e dogmáticas; é criativa, pois busca desenvolver metodologias e temáticas que possibilitem descobertas e vivências, é inovadora quando relaciona os conteúdos e as temáticas ambientais com a vida cotidiana e estimula o diálogo de conhecimentos científicos, étnicos e populares e diferentes manifestações artísticas; e crítica muito crítica, em relação aos discursos e às práticas que desconsideram a capacidade de discernimento e de intervenção das pessoas e dos grupos independentes e distantes dos dogmas políticos, religiosos, culturais e sociais e da falta de ética. (REIGOTA, 2016, p. 15).

De forma muito atual, o desafio posto ainda é o de desenvolver uma EA que seja crítica e inovadora, formando para a cidadania e para a reflexividade local e planetária, ao valorizar as distintas formas de conhecimento (MOTIN et al., 2019; LAYRARGUES, 2014, 2012; TOZONI-REIS; CAMPOS, 2014; JACOBI, 2003).

Como a questão socioambiental é associada a diversas dimensões humanas, é preciso fortalecer a EA como uma prática educativa que articule o enfrentamento da degradação ambiental e os problemas sociais, o que requer o incremento do “[...] papel indutivo do poder público nos conteúdos educacionais, como caminhos possíveis para alterar o quadro atual de degradação socioambiental.” (JACOBI, 2003, p. 192). Esse papel indutivo não prescinde obviamente das alianças e interlocuções coletivas com o mercado, a academia e entidades representantes da sociedade civil; pelo contrário, como nosso foco está voltado para a análise de políticas públicas, entendemos que o Estado deve atuar como agente indutor dessas relações e processos colaborativos.

No que tange à promoção do crescimento da consciência ambiental e expansão da possibilidade de participação dos sujeitos “em um nível mais alto no processo decisório”, como aponta Jacobi (2003, p. 192), temos que “A atividade de pesquisa sobre Educação Ambiental [...] está relacionada com a construção de um campo em que a ciência pode ser vista como aliada para a construção de sociedades justas, livres e democráticas.” (REIGOTA, 2012 p. 514).

Acerca disso, Motin et al. (2019, p. 82) destacam que “o pensamento científico está na essência das ciências e da EA”, ao apontarem a relevância de estudos de EA para contribuir com as investigações no campo das ciências. Frente à necessidade de formação para os valores da sustentabilidade, Motin et al. (2019) resgatam os direcionamentos das DCNEA, que destacam a importância de promover “experiências que contemplem a produção de conhecimentos científicos, socioambientalmente responsáveis, a interação, o cuidado, a

preservação e o conhecimento da sociobiodiversidade e da sustentabilidade da vida na Terra” (MEC, 2012, Art. 17, d). O texto das DCNEA é claro ao expressar em seu Art. 6º que

A Educação Ambiental deve adotar uma abordagem que considere a interface entre a natureza, a sociocultura, a produção, o trabalho, o consumo, *superando a visão despolitizada, acrítica, ingênua e naturalista* ainda muito presente na prática pedagógica das instituições de ensino. (MEC, 2012, p. 2, grifos nossos).

Como evidenciado, o estímulo ao desenvolvimento do senso crítico está presente nas DCNEA, de forma mais precisa no Art. 14, ao reforçar que a EA nas instituições de ensino deve contemplar o “aprofundamento do pensamento crítico-reflexivo mediante estudos científicos, socioeconômicos, políticos e históricos a partir da dimensão socioambiental [...]” (MEC, 2012, Art. 14, III). Para que se efetivem os princípios e objetivos da EA, portanto, os professores têm um papel primordial, “como parte de um processo coletivo”, afirma Jacobi (2003, p. 204). Motin et al. (2019) também argumentam nessa linha de raciocínio a partir do mapeamento de pesquisas brasileiras em teses e dissertações sobre EA e formação inicial docente no período de 2006 a 2016.

A PNEA é clara sobre a obrigatoriedade da EA em todos os níveis de ensino, na educação básica e superior (TOZONI-REIS; CAMPOS, 2014), prevendo que a dimensão ambiental deve constar dos currículos de formação de professores, em todos os níveis e em todas as disciplinas e que os docentes em atividade devem receber formação complementar em suas áreas de atuação, com o propósito de atender adequadamente ao cumprimento dos princípios e objetivos da referida política. As DCNEA, em observância e sintonia com o marco legal, têm como um de seus objetivos orientar os cursos de formação de docentes para a EB, trazendo que a dimensão socioambiental deve constar dos currículos de formação inicial e continuada dos profissionais da educação (MEC, 2012, Art. 11).

Tendo por base esse papel essencial dos professores, Motin et al. (2019) destacam a necessidade da EA estar presente na formação docente, tanto inicial como continuada, requerendo, como afirmam também Barbosa e Oliveira (2020) e Tozoni-Reis e Campos (2014), a ampliação do seu aprofundamento teórico-conceitual. Motin et al. (2019) partiram da análise da presença da EA na Resolução n. 2 de 1º de julho de 2015 do Conselho Nacional de Educação, que definia as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação docente inicial e continuada em nível superior (em cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e salientava por meio do Art. 12 a importância no percurso formativo da realização de “pesquisa e estudo das relações entre educação e trabalho, educação e diversidade, direitos humanos, cidadania, *educação ambiental*, entre outras problemáticas centrais da sociedade contemporânea” (MEC, 2015, Art. 12, I, i, grifo nosso).

Entretanto, a partir da criação da BNCC surge também a Base Nacional Comum de formação de professores – BNC que se divide em duas: BNC – formação⁹¹ e BNC – Formação Continuada⁹². A busca frustrada pela expressão “educação ambiental” nas duas resoluções atuais que normatizam a matéria evidencia o silenciamento da EA quando o assunto é formação de professores, da mesma forma como foi paulatinamente omitida dos demais documentos norteadores da educação brasileira analisados. Nos dois documentos da BNC de formação de professores, a única menção ao tema está nas competências gerais docentes, na Competência 7, idêntica nas duas resoluções, em que há menção a “consciência socioambiental” mas sem se apresentar nada de específico em relação a uma educação ambiental propriamente dita para o alcance da “meta”:

7. Desenvolver argumentos com base em fatos, dados e informações científicas para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns, que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental, o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.

A ausência de menção à EA nos documentos acima citados impede a análise de sua interface com uma perspectiva de formação científica dos futuros docentes, e do mesmo modo a identificação de metodologias relacionadas à prática da EA escolar. Apesar de não ser escopo deste trabalho, observamos que a comparação das novas diretrizes de formação docente com as anteriores pode, em futuras pesquisas, descortinar compreensões acerca de suas noções de docência e dos incentivos específicos à formação científica dos professores por meio da EA, para que atuem nos ambientes de escolarização através da conexão necessária entre ensino e pesquisa, como aponta Demo (2001) e Brito (2013).

Nos estudos conduzidos por Motin et al. (2019), restou revelado que as pesquisas sobre a formação docente realizadas no período analisado pelas autoras trazem como um dos desafios a não promoção da criticidade necessária, não atendendo dessa forma ao especificado no Art. 6º das DCNEA (MEC, 2012). Desafios metodológicos também foram descritos:

Outro ponto envolve a falta de aprofundamento epistemológico e metodológico dos enfoques transversal e interdisciplinar apontados pelos alunos das licenciaturas e conflitos conceituais entre os vocábulos *natureza*, *meio ambiente* e *ecossistema*. Também se salientou a falta de articulação entre políticas públicas de formação de professores e de EA para a construção de currículos e orientações de práticas pedagógicas, além de distanciamento da teoria nas universidades com práticas nas

⁹¹ Resolução CNE/CP n. 2, de 20 de dezembro de 2019. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação).

⁹² Resolução CNE/CP n. 1, de 27 de outubro de 2020. Dispõe sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Continuada de Professores da Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Continuada de Professores da Educação Básica (BNC-Formação Continuada).

escolas de ensino básico relacionadas à EA com enfoque transversal e interdisciplinar (MOTIN et al., 2019, p. 94, grifos no original).

Tozoni-Reis e Campos (2014) problematizam a execução da EA escolar relacionando-a à formação humana e à formação de professores e destacam a importância política da escola nesse processo. Assinalam que entre os muitos aspectos condicionantes da organização da escola no Brasil, que podem auxiliar ou dificultar “a inserção da EA de forma mais consistente, estão aqueles relacionados ao papel dos professores” (TOZONI-REIS; CAMPOS, 2014, p. 152). Também nesse sentido afirmam Camargo, Tauceda e Souza (2020, s/p) ao sinalizarem que, em uma perspectiva política “[...] a Educação ambiental se torna uma das estratégias no processo de construção de sociedades sustentáveis, sendo o educador peça importante” levando a questionamentos acerca da formação dos educadores em matéria ambiental.

Com um enfoque semelhante, em *Estratégias de ensinagem*, Anastasiou e Alves (2004) afirmam que os docentes devem ser verdadeiros estrategistas no sentido de utilização dos meios e condições favoráveis e disponíveis, para que a “ensinagem” se efetive. Hoje conhecidas como metodologias ativas, o ensino com pesquisa, estudos de caso, solução de problemas, estudo do meio são algumas das estratégias apresentadas pelas autoras, pois visam ao alcance dos objetivos traçados; porém, “[...] há que ter clareza sobre aonde se pretende chegar naquele momento com o processo de ensinagem. Por isso, os objetivos que o norteiam devem estar claros para os sujeitos envolvidos – professores e alunos [...]” (ANASTASIOU; ALVES, 2004, p. 70).

Percebemos que estamos diante de um dilema complexo: por um lado temos que melhorar a EB, sobretudo garantir que os estudantes ultrapassem as barreiras do Ensino Médio e cheguem ao Ensino Superior (SENKEVICS; CARVALHO, 2020), para atingirmos condições de melhorias significativas na qualidade da formação docente nas áreas de licenciaturas; por outro lado, nas licenciaturas é onde o desenvolvimento do senso crítico e dos valores ambientais se fazem essenciais à constituição de um ciclo virtuoso em matéria de EA, pois referem-se à formação de humanos que formarão outros humanos (TOZONI-REIS; CAMPOS, 2014), em um vir-a-ser humano diretamente influenciado pela qualidade da educação realizada na escola básica. Se os estudantes chegam na Educação Superior em condições precárias de escolarização, constitui-se um círculo vicioso de difícil superação. Ao lado disso,

Reconhece-se que a ruptura com modelos conservacionistas na formação de educadores requer a reconstrução do pensamento racional científico dos educadores. Assim, a formação de educadores ambientais na perspectiva da complexidade tem como intenção a reapropriação do conhecimento desde o ser do mundo e do ser no mundo, premissa ainda não concretizada na universidade (MOTIN et al., 2019, p. 93).

De modo mais amplo entendemos que a omissão quanto à EA na LDB e na BNCC, e a falta de metas e estratégias claras tanto no PNE quanto nas Resoluções relativas à formação inicial e continuada dos professores, é fruto de um processo de silenciamento contínuo da EA, que prejudica a existência de clareza sobre aonde se pretende chegar com os preceitos da PNEA e das DCNEA, dificultando a organicidade na “ensinagem” da EA e a percepção de que toda educação é “em si” ambiental quando se quer construir outra sociedade possível, por não poder ser deslocada da relação entre os conhecimentos e o ambiente, ou seja, o cerne da relação natureza-cultura.

Desse modo, para que a EA possa ser considerada um ativo no processo de formação científica na EB, o primeiro elemento a ser considerado é a existência de interfaces/convergências entre as políticas públicas, unificando propósitos e estabelecendo metas e estratégias claras à sua execução nos ambientes de escolarização formal. Com isso, como uma dimensão equitativa da formação humana, a EA como estratégia governamental universalizada por meio de metas e estratégias claras poderá alcançar a todos os estudantes do país.

Esta questão é emblemática e representa sim uma abstração, pois pensar a prática da EA no “chão da escola” é tarefa para especialistas em educação e em EA. Contudo, apesar de abstrata, a ideia de que a EA pode ser uma perspectiva para o atual quadro em que se encontra a educação no Brasil se justifica pelo simples fato de que o que vem sendo pensado e planejado desde a década de 1970 não surtiu o efeito esperado, e hajam vistos os desafios que o país terá pela frente no período pós-pandemia de Covid-19, o que faz com que em todos os setores de atividades essa demanda se torne ainda mais urgente.

Em matéria de educação, o PNE (2014-2024) precisa ser retomado de modo a resgatar o potencial da educação brasileira para a construção de uma nação próspera, amparada por um novo ciclo de desenvolvimento que parta da nossa sociobiodiversidade e da capacidade científica e tecnológica já instalada. Nesse sentido, os avanços percebidos e os resultados positivos na universalização do Ensino Fundamental precisam ser estendidos ao Ensino Médio, ofertado a todos de forma equitativa, com a qualidade necessária à elevação de seu desempenho.

Ou seja, são necessárias adequações nas políticas voltadas às questões estruturais, bem como aos recursos humanos e materiais. Em relação aos recursos humanos, destacamos que em matéria de educação toda a equipe escolar possui relevância no processo educativo. No entanto, a formação continuada e a valorização dos professores precisam ser consideradas como estratégias governamentais fundamentais na tarefa de despertar o senso crítico e a manutenção do espírito questionador inerente às crianças. Elevar a qualidade da EB é tarefa de longo prazo, passando, entre outros fatores, pela melhoria da qualidade da formação de professores, a partir

de uma compreensão de que docência e pesquisa são indissociáveis (BRITO, 2013; DEMO, 2001). Os docentes precisam ser qualificados por meio da pesquisa, com o intuito de desenvolver e aprimorar continuamente suas capacidades de reflexão crítica e do uso do método científico em sua prática, despertando o respeito e o interesse da sociedade pela profissão (BRITO, 2013).

É preciso considerar a importância dos professores na condução das estratégias de formação científica, bem como no impacto no modo como os estudantes aprendem e como isso pode condicionar suas atitudes futuras (BRITO, 2013). A EA não pode ser a-histórica, apolítica, conteudista e instrumental, motivo pelo qual é necessário aprender para ensinar com foco no percurso, por meio de intencionalidades pedagógicas não reducionistas e não focadas em ações pontuais, individuais e comportamentais de âmbito doméstico, que são importantes mas não podem estar desvinculadas de uma análise estrutural (BRANCO; ROYER; BRANCO, 2018; LAYRARGUES; LIMA, 2014; LEFF, 2009). As atividades esporádicas pontuais, como semanas alusivas, feiras de ciências, olimpíadas, por exemplo, têm o seu valor, mas não alcançam de forma equitativa a todos e, principalmente, os objetivos e princípios que alicerçam a EA.

A educação como formação significa, então, educar *com e para* a consciência não somente no âmbito da EA. Porém, a EA no ambiente escolar pode ser considerada um espaço ímpar pelo fato de ser interdisciplinar e, preferencialmente, transversal, e poder em função de seus conteúdos, potencializar a compreensão da conexão humana com a natureza, mediada pela cultura. O (des)equilíbrio nessa relação é como um termômetro para avaliar se os rumos a que a sociedade se direciona estão mais ou menos pautados por critérios de sustentabilidade socioambiental.

O desafio da interdisciplinaridade conforme proposto por Leff (2015, 2011, 2009) está para além da capacidade das ciências para articularem-se e oferecerem uma visão integradora das relações sociedade-natureza, e impõe a compreensão dos “processos socioambientais como sistemas complexos”. (LEFF, 2015, p. 228). Tal movimento questiona as ciências para a transformação de seus sistemas tradicionais e a formação de professores estaria incluída nessa transformação pois “Na educação ambiental confluem os princípios da sustentabilidade e da interdisciplinaridade” (LEFF, 2015, p. 247) que implicam em um novo olhar para o processo de produção fomentando a crítica e a reflexão (LEFF, 2015). Assim, “a EA adquire um sentido estratégico na condução do processo de transição para uma sociedade sustentável” (LEFF, 2015, p. 251), o que exige o compromisso do Estado (LEFF, 2015), e como estratégia o professor é peça fundamental.

Não se trata de ideologizar a EA, mas sim de reconhecer que, como processo histórico, as práticas educativas exigem o comprometimento governamental e o compromisso de toda a sociedade para a consolidação da democracia e da cidadania, correspondendo a educação a um potencial transformador dos valores culturais, com capacidade de promover novos sentidos para a relação entre os homens e deles com a natureza. É preciso, pois, melhorar a qualidade da educação formal e reduzir as vulnerabilidades para que a EA possa atuar como um ativo no processo de formação científica na EB, que requer o desenvolvimento de capacidades cognitivas imprescindíveis ao amadurecimento humano quanto à compreensão do real.

As correlações entre as políticas públicas analisadas nos permitiram reafirmar a importância da formação científica por meio da EA como uma perspectiva à formação de quadros profissionais para a fronteira do conhecimento científico e tecnológico. Assim, frente aos desafios postos ao estabelecimento de um projeto nacional de desenvolvimento, abordamos a seguir algumas relações teóricas que nos remetem à vulnerabilidade e sustentabilidade como desafios à prática biotecnológica.

6.2 A vulnerabilidade como reverso da sustentabilidade

A curiosidade é como um motor do avanço científico e tecnológico na busca de solucionar problemas e atender a desejos e aspirações humanas. Partimos disso para elaborar nossa premissa básica de que, por seus objetivos, a EA consiste em um importante *ativo* para a formação científica na EB que leve à compreensão da sustentabilidade em oposição à vulnerabilidade socioambiental. Aventamos que, para que o país alcance elevado nível de formação de quadros profissionais em CT&I para a promoção de um desenvolvimento sustentável, faz-se necessário universalizar as oportunidades de acesso a esse *ativo* por meio da educação científica ao longo de toda a EB, permitindo melhores condições à continuidade dos estudos nos níveis subsequentes.

Isso significa que, para além de uma formação reflexiva, cidadã, participativa, corresponsável inerente à EA (NEPOMUCENO; ARAUJO, 2019; JACOBI, 2003), o alunado esteja, ao longo de seu percurso escolar, inserido em atividades de formação científica que pensem o ambiente para além dos aspectos conceituais e práticos geralmente relacionados ao ensino de ciências naturais ou exatas. Ou seja, que sejam também expostos a práticas/atividades científicas amplas, dialógicas, criativas, que possibilitem desenvolver novas competências e habilidades, e criar novos sentidos e estilos de vida, promovendo a consciência ética no mundo, focando outro modelo de desenvolvimento possível, pautado pela proteção da biodiversidade e

pela redução das desigualdades socioambientais. (REIGOTA, 2016; LEFF, 2015; GADOTTI, 2008; JACOBI, 2003).

Não se trata, nesse caso de prescindir dos conteúdos sistematizados e acumulados pelas ciências; mas, sim, associá-los a novas formas de aprender e ensinar, a metodologias ativas, a evidências, e associá-los às experiências vividas por cada um. Para Reigota (2016), o conteúdo mais indicado para a EA seria aquele identificado em levantamento da problemática vivida contextualmente pelos estudantes e para a qual desejem encontrar soluções práticas; e os conceitos científicos, a depender das áreas do conhecimento envolvidas, teriam como função ser elo entre a ciência e a temática ambiental cotidiana, ou seja, possibilitar as ligações necessárias entre a ciência, as questões imediatas e as mais gerais “nem sempre próximas geográfica e culturalmente” (REIGOTA, 2016, p. 64).

Como estratégia governamental, a EA na EB tem potencial para integrar, efetivamente, a estrutura de oportunidades de formação para o desenvolvimento sustentável e abrir caminhos para um processo de preparação dos sujeitos sociais para a composição futura de quadros do setor de CT&I. Entretanto, essa é uma tarefa de médio e longo prazos que requer, conforme já destacado, fomento e fortalecimento da integração entre os setores, entre outros elementos que serão abordados em maiores detalhes mais à frente neste texto. No entanto, é fato que, mesmo após anos de debates em torno desse campo, mais EA não significou menos degradação, demonstrando a necessidade de reflexividade em relação à EA oferecida (CAMARGO; TAUCEDA; SOUZA, 2020), vez que o quadro de crise socioambiental não cessa de ser agravado.

O pano de fundo da questão é como o desenvolvimento sustentável pode ser induzido como um caminho para a sustentabilidade socioambiental, considerando-se a complexidade ambiental e a necessidade da integração entre políticas públicas, em uma união de esforços que apontem para a imperativa necessidade de educar através da compreensão das intrínsecas relações da EA com a ciência, a tecnologia, a educação e a qualidade de vida das pessoas e do mesmo modo, com os processos de exclusão e desigualdade.

Como antes apresentado, a partir da ENCTI 2016-2022 (MCTIC, 2016) a política de CT&I passou a articular-se também, no conjunto dos atores e ela relacionados, com a política ambiental que estava ausente na versão anterior do texto; o que representa uma reparação no conjunto das estratégias traçadas, pois seria de se considerar incoerente uma política que tenha como uma de suas pautas o desenvolvimento sustentável do país desde a criação do PACTI 2007-2010, e que não traga expressa sua relação com a política do meio ambiente.

Tais articulações resultam do amadurecimento na compreensão das intersecções entre as distintas esferas sociais, já antevistas em *Caminhos para o desenvolvimento sustentável*, por

Sachs (2002) ao apresentar 8 (oito) critérios de sua concepção de ecodesenvolvimento: social, cultural, ecológico, ambiental, territorial, econômico, político (nacional) e político (internacional). Independentemente da quantidade de dimensões de sua concepção, está clara em seu raciocínio, a defesa de um ‘desenvolvimento sustentável’ ainda como utopia para o século XXI (KRUEL, 2010; SACHS, 2005; VEIGA, 2005). Em suas próprias palavras:

A mensagem de Estocolmo foi que não pode haver uma luta eficiente contra a pobreza que não leve em consideração a dimensão ambiental. Porém, a outra parte da mensagem foi de que não haverá política ambiental bem sucedida se ela não for organicamente ligada a uma política de progresso social, ou seja, desenvolvimento e meio ambiente não podem ser dissociados (SACHS, 2000, p. 7).

Dentre as lacunas de dados e de conhecimentos apontadas no primeiro relatório da BPBES sobre a contribuição da natureza para a qualidade de vida das pessoas, destacamos para os fins deste trabalho a “carência de pesquisas relacionando a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS” e a “ausência de pesquisas que considerem múltiplos sistemas de valores nas análises de *trade-offs*, principalmente de pesquisas interdisciplinares associando ciências humanas e biológicas.” (BPBES, 2019, p. 91).

De acordo com o PNUD (2016), o progresso multidimensional apresenta-se como um desafio à superação das vulnerabilidades por meio do desenvolvimento de capacidades e da construção da sustentabilidade no longo prazo com a ampliação da definição de bem-estar para além da renda, por meio de “[...] criação de políticas intersetoriais, holísticas e universais que são capazes de responder aos problemas multidimensionais de desenvolvimento.” (PNUD, 2016, p. 3).

Assim, a educação e a inserção laboral são fatores associados com a redução da pobreza⁹³ (PNUD, 2016) que, tanto como conceito quanto como realidade histórica, tem que ser pensada como multidimensional ou então de nada adianta oferecer oportunidades que as pessoas não sejam capazes de valorizar e aproveitar, em função de uma crise de sentido da vida ou de adesão “cega” a um padrão de consumo, vez que a cultura é mediadora na relação entre sociedade e natureza.

Diante dos desafios postos pelas vulnerabilidades que o marco situacional provoca, inserido no movimento de reflexão sobre a qualidade da educação nacional e o papel da CT&I para o desenvolvimento sustentável, o questionamento feito nesta tese faz sentido quando a

⁹³ Em uma definição ampla, para além da escassez de rendimentos, a pobreza “[...] também engloba níveis de educação, alimentação e saúde abaixo dos padrões/direitos estabelecidos, falta de acesso a serviços básicos, ambiente pouco saudável, dentre outros aspectos que compõem a pobreza em suas variadas dimensões.” (IBGE, 2019, p. 71).

equação “pessoal qualificado” x “inclusão produtiva e social” precisa ser solucionada na busca por soluções sustentáveis para os problemas que se apresentam, sobretudo nas áreas de fronteira, como energia, alimentação e saúde (FREIRE, 2014; CGEE, 2014). Nesse sentido, continua atual a assertiva de Kornhauser, em seu texto no Relatório Delors:

Para ter acesso a uma melhor qualidade de vida devemos melhorar os nossos conhecimentos. É preciso progredir no campo da ciência e da tecnologia, das ciências sociais e humanas. Estes conhecimentos devem ser integrados na formação dos peritos nacionais e locais. Para garantir a qualidade a nível humano é preciso melhorar também o sistema de valores. A sabedoria consiste, exatamente, na íntima aliança entre conhecimentos e valores. (KORNHAUSER, 2000, p. 234).

E para uma educação ao mesmo tempo focada em conhecimento e valores, as correlações entre sustentabilidade e vulnerabilidade têm se mostrado fecundas em leituras interdisciplinares da realidade social. Para esta compreensão, o conceito de vulnerabilidade deve ser entendido para além de determinantes de condições materiais, implicando em uma visão holística tanto do conceito quanto dos contextos de análise, por incorporar uma multidimensionalidade de fatores e condições individuais e coletivas. Os dois fenômenos são multidimensionais e requerem leitura interdisciplinar, pois “[...] *podemos entender a vulnerabilidade como reverso da sustentabilidade*, num mecanismo processual conjunto no qual *o aumento da vulnerabilidade diminui o potencial de se atingir a sustentabilidade*. (OJIMA, 2012, p. 115, grifos nossos). Essa compreensão cria, para o autor, a oportunidade de promoção da sustentabilidade por meio de ações das cidades para a redução da vulnerabilidade.

Em complemento, assinala Ojima (2012, p. 115-116, grifo nosso): “Se a cidade sustentável é aquela que reduz a vulnerabilidade das pessoas e se isso não pode ocorrer de maneira completa, *a sustentabilidade deve ser entendida sempre como uma utopia*. Uma busca constante pela redução da vulnerabilidade.” Nesse debate, Ojima (2012) aponta os desafios para se abordar a temática a partir de uma concepção interdisciplinar, e quanto à delimitação de um conceito de vulnerabilidade socioambiental, assinala, a partir do pensamento de Hogan et al. (2001), que a noção de vulnerabilidade envolve uma suscetibilidade a determinados riscos, e engloba tanto a dinâmica social quanto as condições ambientais. Assim,

[...] no sentido de evitar a mera conjugação de conhecimentos técnicos provenientes de distintas áreas do conhecimento, a construção de uma análise interdisciplinar dos problemas ambientais urbanos pode ser dada a partir de um conceito unificador que busque incorporar tanto elementos da paisagem quanto processos sociais. (OJIMA, 2012, p.118).

O uso de tais bases teóricas nos possibilitam relacionar o tema da desigualdade social ao tema da problemática ambiental com o intuito de elaborar uma ampla perspectiva de análise. Comprendemos que a questão social subjaz o problema ambiental, em função de que as diferentes oportunidades de vida se constituem a partir das estruturas sociais e afetam o ambiente, cada uma a seu modo. Essa relação apresenta, para os autores, grande “coincidência” nas cidades:

Em outras palavras, pessoas e áreas vulneráveis do ponto de vista social ou sociodemográfico, na maioria dos casos, também são vulneráveis em sentido ambiental. Esta constatação leva-nos à busca de posturas mais amplas, que abarquem as duas faces (social e ambiental), e outras que sejam necessárias ao conceito de vulnerabilidade. Os pesquisadores que trabalham com a temática ambiental têm tentado buscar tal enfoque. (HOGAN; MARANDOLA JUNIOR, 2006, p. 32).

Para Hogan e Marandola Junior (2006), a vulnerabilidade adquire lugar de destaque no pensamento acadêmico para a abordagem da relação indissociável entre natureza e cultura, que - em nível nacional e global - agrava-se com a condição de degradação ambiental, e a região seria um nível intermediário para a análise e para a ação, um nível médio, permitindo uma conexão entre o local e global.

Em perspectiva distinta, Astolfi Filho, Silva e Bigi (2014), também consideram a perda da biodiversidade por meio da contínua exploração e colonização muito preocupante, mas entendem que os modelos e alternativas ao seu uso esbarram em interesses diversos e em tentativas de resolução dos problemas em âmbitos macrorregionais, não levando em conta os aspectos locais e a complexidade de arranjos ambientais e sociais que precisam ser considerados, inclusive em relação com o ambiente global. (ASTOLFI FILHO; SILVA; BIGI, 2014; BPBES, 2019).

Fato é que ninguém pode escapar aos impactos das consequências das erosões à biodiversidade por meio da produção do ambiente humano, modificado seja em função de questões culturais, ou seja pela falta de respeito às premissas éticas, pelas posturas dicotômicas que separam o social do natural e que não fazem mais sentido nesta época histórica. A partir disso, entendemos a importância de relacionar sustentabilidade e vulnerabilidade, em uma perspectiva analítica interdisciplinar, que nos possibilite os argumentos necessários à demonstração da relevância das questões socioambientais para o desenvolvimento das capacidades humanas, que, em um círculo virtuoso, teriam a potencialidade de melhorar as relações sociedade-natureza, mediadas pela cultura.

Apesar de que no período pós-pandemia de covid-19 o prazo para o alcance dos ODS possa ser repensado, não deixarão de traduzir ideais que orientam políticas públicas, de modo não soa *démodé* falar em desenvolvimento sustentável; pelo contrário, é ainda mais uma

necessidade, sobretudo porque o modelo hegemônico de fazer C&T e sua íntima relação com o desenvolvimento capitalista continuam predominando e impulsionando os principais avanços na área das biotecnologias (TRIGUEIRO, 2011).

Conforme afirma Trigueiro: “Como diria Bruno Latour, cada vez mais ciência e tecnologia ou a “tecnociência” é coisa para muito dinheiro, muita quantidade, para grandes escalas, grandes redes, para muito poder. E nada autoriza afirmar o contrário, até o presente.” (2011, p. 26, grifo no original). Entretanto, os apontamentos de Trigueiro (2011) são de que estaríamos caminhando para uma nova maneira de construir conhecimento científico, com uma maior integração entre o biológico e o cultural, para a ideia de uma sociobiodiversidade objeto de estudos interdisciplinares.

Essas são mudanças importantes, ensejadas pela nova prática bioprospectiva. O que, a se confirmarem, deverão repercutir em várias outras esferas da vida social, *como a da formação desses profissionais*, em seus currículos e em suas práticas investigativas, ou a do campo da formulação das leis, ao passar a exigir não apenas a visão estritamente jurídica dos fenômenos. (TRIGUEIRO, 2011, p. 27, grifos nossos).

A leitura de Trigueiro complementa nossa utilização neste trabalho das teorias de Sachs e Leff, permitindo-nos aventar que, para a construção desses novos caminhos, é preciso pensar um processo de transformação que não trata da capitalização da natureza de forma instrumentalizada para fins exclusivamente econômicos. Em rumo diverso, denota, no curso de um caminho irreversível, que a natureza como capital inclui a vida humana, que precisa ser cuidada. Entretanto não se reduz esta ótica à centralidade do humano e de seu bem-estar; mas, sim, de uma postura ética e solidária para a manutenção do equilíbrio da biosfera, conjugando as necessidades e os interesses humanos com os das outras formas de vida.

A partir da compreensão de vulnerabilidade apresentada, entendemos que a prática bioprospectiva e a bioeconomia constituem-se em ferramentas importantes no conjunto das estratégias de políticas públicas, por serem intimamente relacionadas à prática biotecnológica. Instrumentos de relevada importância no contexto da natureza como um fator restritivo, em que a produtividade precisa ser maximizada, a população incluída de forma produtiva, e a disponibilidade do “capital natural” precisa ser conservada para o futuro distante.

Equacionar a bioprospecção com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável é tarefa desafiadora para todos os agentes relacionados à exigência de se equilibrar a relação biodiversidade-biotecnologias. Em função dos fatos relacionados à pandemia provocada pelo vírus Sars-Cov-2, tudo indica que o século XXI terá de renascer, e o “O Brasil tem condições de reforçar seu lugar no mundo da C&T. Mas é preciso foco, financiamento e definição de prioridades, pois sem o apoio público de longo prazo e educação de qualidade o país colherá

apenas soluções científicas e tecnológicos.” (ARBIX, 2020, p. 71). Ao abordar a ampliação das vulnerabilidades no mundo em função da pandemia, Arbix (2020) salienta que os impactos exigirão mudanças orientadas por uma sintonia fina entre política e economia, e que sem a devida valorização da C&T, “[...] que sofre constantes cortes de verbas e não é efetivamente tomada como prioridade, o Brasil fragilizará ainda mais o sistema de inovação a duras penas construído nos últimos 30 anos.” (ARBIX, 2020, p. 69).

Segundo Arbix (2020), a pandemia escancarou a tradicional dependência científica e tecnológica do Brasil e revelou que aqueles que se destacaram na utilização de CT&I na busca de soluções para a crise foram os mesmos que investiram em capacitação e formação de pessoal desde os primeiros anos escolares. Destaca ainda o autor que, no Brasil, CT&I e educação fazem parte de uma disputa em aberto para a qual o caminho não será tranquilo e sem tropeços, em função do desgaste social e das disputas políticas provocados pela crise sanitária e econômica, e afirma a necessidade de estruturação de um novo sistema de C&T, pois “A ciência que investiga e joga luz no irreconhecível precisa ocupar um lugar de destaque, por seus méritos, dedicação e capacidade de preparar caminhos mais saudáveis para a humanidade.” (ARBIX, 2020, p. 75).

Nesse sentido, o duplo imperativo ético - de solidariedade diacrônica e sincrônica - é um desafio planetário para o desenvolvimento sustentável, pois são necessárias estratégias solidárias complementares no Eixo Norte-Sul, que vão desde alterações no estilo de vida influenciado pelos processos de globalização em âmbito cultural, quanto esforços para a provisão de recursos para uma transformação das forças produtivas para um padrão sustentável. (SACHS, 2002).

Esse modelo desenvolvido ao longo das últimas décadas por Sachs, reiterado nos ODS requer, em primeira perspectiva, a redução da pobreza de renda e de capacidades, numa conjugação de esforços tanto para a redução das desigualdades sociais quanto das educacionais, delas decorrentes. Apostar na formação para a sustentabilidade para um novo sentido humanitário, ético e solidário de ser e estar no mundo, é esforço articulado, tarefa institucional que demanda, para sua implementação, concomitante processo de valorização e divulgação da Ciência e Tecnologia, e conseqüentemente a melhoria de sua percepção social.

Vale observar que quando se pensa em P&D, no contexto de uma política pública, entrelaçam-se interesses da ciência e da tecnologia, mas também da política, da economia, entre outros, imbricando pesquisa e poder, e levantando questionamentos acerca de qual deveria ser o papel de C&T na sociedade. A pesquisa científica é realizada por cientistas, mas o modo como é realizada, na prática, traz à evidência elementos constitutivos de sua atividade que não se

limitam a uma estrita racionalidade técnica instrumental, devido a ser condicionada por uma ampla gama de fatores (TRIGUEIRO, 2009). A partir disso,

Conhecer e entender como a sociedade pensa e consome temas relacionados à Ciência e Tecnologia (C&T) tornou-se fator de grande importância não apenas para pesquisadores, mas também para gestores envolvidos com o desenvolvimento e a implementação de políticas públicas, educadores, comunicadores e jornalistas. Cada vez mais, a ciência e a tecnologia fazem parte de importantes debates políticos e sociais, como mecanismos que auxiliam e aceleram o desenvolvimento sustentável do Brasil. (CGEE, 2019, p. 7).

Se impõe, então, a necessidade de reflexão acerca da valorização histórica do teórico-científico em detrimento do prático-tecnológico, rumo a um novo modelo de racionalização que permita ampliar o “[...] entendimento a respeito da natureza, do papel e do lugar da ciência e da tecnologia no contexto contemporâneo.” (TRIGUEIRO, 2009, p. 48). Pelo exposto, reiteramos a importância do desenvolvimento, ao longo da vida, das capacidades relacionadas tanto à educação científica quanto à EA.

A educação científica não é exclusiva da escola, porém, é nela que a formação científica escolar encontra as possibilidades do saber sistematizado, através de estratégias pedagógicas consistentes de investigação científica e desenvolvimento do senso crítico em todas as áreas do saber e em todos os níveis de escolarização, com potencial para elevação da qualidade da educação e da valorização da ciência pela sociedade.

As mudanças significativas em matéria de educação e CT&I não se conseguem em um curto espaço temporal. E a escala de tempo necessária está sempre além de mandatos políticos, configurando a necessidade de políticas de Estado e não de governos, que são pautadas por promessas e intenções nem sempre cumpridas e que não são assumidas pelos governos seguintes (HELENE, 2013), implicando nas descontinuidades inerentes à falta de um projeto de nação e que tanto impactam os processos de implementação de políticas públicas.

Nos pautamos aqui pela possibilidade de estruturação de uma sociedade que se preocupe em conservar o ambiente por meio da criação de estratégias efetivas para o enfrentamento dos problemas que se apresentam na contemporaneidade. Ao pensarmos a vulnerabilidade como reverso da sustentabilidade nos voltamos para o fato que a questão ambiental transcende fronteiras e exige reflexões e diálogos interdisciplinares acerca das relações entre natureza e cultura.

Nesta ótica, tomar as pessoas e a formação humana como elemento central na promoção da sustentabilidade socioambiental se apresentou como o caminho possível à análise aqui proposta, em que meio ambiente, desenvolvimento e educação foram imbricados a partir da EA como unidade-caso de análise. Inserida na educação formal, a EA escolar é considerada, por

seus princípios e diretrizes, um espaço formativo ímpar para o desenvolvimento do senso crítico, por ser um lócus para a criatividade, a reflexividade, o envolvimento e a integração de saberes necessários ao diálogo do conhecimento científico com outras formas de “ler” o mundo.

Por não estar amarrada a uma estrutura rígida, a EA, por sua transversalidade inerente, ao ser associada a práticas científicas ao longo da vida escolar tem enorme potencial para contribuir com a mudança em escala da visão utilitarista acerca do ambiente, desde que, de forma crítica leve à diferenciação das práticas de conservação das de depreciação, que não observam as condicionalidades ambientais. A formação científica por meio da EA tem, então, o potencial de contribuir para o desenvolvimento dos estudantes, gerando interesse por uma compreensão sobre o ambiente fundamentada em evidências e nas consequências das formas de seu uso.

As adversidades postas ao país a partir do ano de 2020, em função da pandemia de Covid-19, denotam de forma explícita a importância das políticas públicas e de sua vinculação aos ideais de sustentabilidade. Não é ainda possível precisar os efeitos da pandemia, por mais devastadores que sejam tanto no aspecto socioeconômico quanto cultural e subjetivo; porém, já se observam seus impactos em todos os âmbitos da vida coletiva.

O aprofundamento das desigualdades e as aceleradas mudanças climáticas já constituem, por sua vez, fatores essenciais no cenário atual e futuro, tornando as agendas globais e nacionais ultrapassadas e demandando novas orientações políticas. No Brasil, as incertezas estão relacionadas, contudo, aos impactos dos novos direcionamentos dados pelo Governo Federal para a saída da situação pandêmica e a retomada da economia (PONT VIDAL, 2020).

Esse contexto de dúvidas e imprecisões deixou clara a necessidade de reavaliar a atenção destinada à educação, à tecnologia e ao apoio à ciência, de modo que a retomada da ENCTI 2016-2022 deverá se constituir em um replanejamento para avançar no período pós-2022. A ENCTI expressa uma visão integrada de nação e das possibilidades que se abrem ao nosso desenvolvimento. Em tese, e se não for descontinuado, esse documento deverá ser reformulado para um novo ciclo a partir de 2023, de modo que o setor de SNCTI terá a oportunidade de focar no despertamento em prol de um processo de formação científica que seja capaz, de fato, de apoiar o desenvolvimento sustentável do país.

A dinâmica da geração de novas tecnologias precisa estar relacionada a um projeto nacional que favoreça o desenvolvimento de todas as regiões do país, envolta em um conjunto de políticas de acesso aos recursos, de acesso ao mercado, a conhecimentos. E a interdisciplinaridade é um elemento-chave no caminho que se abre para o reconhecimento das vantagens da ampliação da liberdade, da cidadania e da participação social, e de que a expansão

das forças produtivas com o objetivo de alcançar os direitos de cidadania constitui um cenário em que o crescimento econômico não pode ser uma procura cega do crescimento “em si mesmo”.

Para tanto, o Sistema de CT&I precisa ocupar posição de articulação e de integração do setor com as políticas educacionais, ambientais, socioassistenciais, industriais, entre outras, consolidando-se na gestão da política pública e possibilitando, por meio de seus programas e ações, a oferta de uma estrutura de oportunidades que garanta às pessoas a manipulação de estratégias para alcançarem o bem-estar. Assim, o cenário brasileiro aponta para a necessidade de retomada dos objetivos estratégicos traçados para o período 2016-2022, sobretudo, com a finalidade de continuidade dos investimentos na infraestrutura de P&D para a melhoria da qualidade do setor de CT&I como um todo, com ênfase no enfrentamento das disparidades regionais e, agora, ainda mais do que antes, promover um projeto de nação que parta das potencialidades da estrutura já criada visando adequações que permitam alavancar o país no pós-pandemia.

Em um círculo virtuoso, a Bioeconomia, como um tópico especial das biotecnologias, se apresenta como uma ferramenta importante na interface das políticas públicas, por conjugar esforços para a necessária revolução cultural. No entanto, a formação de recursos humanos para áreas estratégicas de inovação não pode ficar à mercê de incertezas, tendo-se em vista a complexidade das dinâmicas sociais, políticas e econômicas que nos desafiam a criar soluções para sair da crise, o que requer direcionamento da política com capacidade de dimensionar o peso de uma agenda efetiva e robusta de formação que permita ao país se posicionar melhor no futuro.

A EA é, nesse processo, um caminho, uma ferramenta para formar para essa nova visão de mundo requerida, pautada por uma postura ecopolítica que abarque os ideais ecológicos relacionando-os a uma postura ativa em prol da sustentabilidade como uma questão estrutural e de criação de estratégias de políticas públicas para a legitimação do desenvolvimento de práticas sociais bioeconomicamente orientadas.

Nesse ínterim, retomamos a importância da educação científica para a popularização e percepção pública de CT&I no intuito de demonstrar a importância da formação científica por meio da EA para a mudança de percepção sobre as questões socioambientais. A formação científica no contexto escolar é sobremaneira importante ao exercício da cidadania e da democracia e, para os fins da presente pesquisa, significa o processo pelo qual são desenvolvidas, naquele ambiente - em interação com as experiências cotidianas - a capacidade de compreensão e aplicação de conhecimentos científicos amplos que, para além de um exercício conceitual, permitam aos estudantes a manutenção do olhar questionador sobre a

realidade e o desenvolvimento de uma postura crítica e reflexiva que possibilite a elaboração de melhores soluções para os problemas encontrados.

CONCLUSÃO

Ao considerarmos a EA como um *ativo* para a formação científica na EB a tomamos como um conjunto de recursos, constituindo-se uma estratégia, fruto de uma política pública estruturada que se origina do entendimento da relação dialética entre a natureza e a sociedade. Como estratégia, a EA pode conjugar elementos materiais e imateriais para a formação de sujeitos capazes de darem continuidade à sua formação em nível de graduação e pós-graduação em todas as áreas, sobretudo, na fronteira do conhecimento.

Essa formação, perpassada pela transversalidade e interdisciplinaridade, no contexto da complexidade do saber ambiental, se coloca sobremaneira importante para a composição de futuros quadros profissionais em CT&I que, para além dos requisitos técnico-científicos exigidos para alavancar o desenvolvimento nacional, também precisarão preservar a vida e conservar nossa sociobiodiversidade como um diferencial potente para que alcancemos como nação melhores índices em todos os aspectos relacionados ao desenvolvimento. A educação escolar tem, então, importante papel no processo de desenvolvimento e formação do sujeito pesquisador e, nesse sentido, consideramos que a EA tem, como exposto na Carta Brasileira para a EA do MEC na Rio-92, importância “para o desenvolvimento de uma ciência voltada para a realidade brasileira”, principalmente pelo fato de ser imprescindível ao desenvolvimento com sustentabilidade.

O Brasil, para alavancar o processo de desenvolvimento nacional, necessita fortalecer as políticas públicas, conjugando ações socioassistenciais e de educação, de modo a proporcionar condições de iniciação à ciência já na EB, com foco na modernização do país, mas também na melhoria e na manutenção da qualidade de vida. Tais ações teriam o condão de incentivar e possibilitar a continuidade dos estudos científicos e tecnológicos em níveis subsequentes, provocando a organização, a capacitação e a permanência dos quadros profissionais na área da CT&I em todas as regiões do país, para o estabelecimento de cenários mais promissores de desenvolvimento sustentável.

Cuidar da Terra é dever de todos, mas as estratégias de políticas públicas têm um papel fundamental de direcionar para diretrizes e objetivos condizentes com o que se deseja atingir como nação. E a participação em todos os processos, desde a concepção até a avaliação das políticas públicas é tarefa somente possível a uma sociedade consciente, preparada para a ação ecológica de ser e estar no mundo e conservá-lo para o futuro.

De forma propositiva, esforços globais terão de ser empenhados na revisão das metas dos ODS para além de 2030 devido à crise planetária global causada pela pandemia de Covid-

19. No Brasil, deverá haver esforço conjunto entre Estado, mercado, academia e sociedade para a proposição de um projeto nacional que considere os ODS como meta para a recomposição do país no cenário global a partir do incentivo às potencialidades tanto individuais quanto coletivas, no contexto de um projeto educativo equitativo e incluyente, com foco na superação das graves questões socioambientais agravadas sobremaneira no começo desta década. O atual quadro de desenvolvimento científico e tecnológico em que nos encontramos é importante ponto de partida para o desenvolvimento de soluções sustentáveis e para a geração de renda e de inovações eficientes para a inclusão daqueles que estão aquém desse processo, seja do ponto de vista socioprodutivo seja educacional, dois gargalos para um país de milhões de excluídos e vulneráveis.

A análise das políticas públicas foi importante para demonstrarmos que, no contexto do marco situacional da educação básica brasileira, a EA, da forma como está prevista consegue ser uma perspectiva para a formação científica desde que, considerando-se seus princípios e objetivos, sejam envidados esforços em um conjunto de políticas públicas que atuem sincronicamente para elevar o conjunto capacitário da população como um todo, com reflexos para a apreciação, valorização e reconhecimento da ciência e da tecnologia como um fator de desenvolvimento sustentável.

Assim, promover a interface entre as políticas públicas relacionadas à educação e educação ambiental no contexto da revisão das estratégias de CT&I para a efetivação do SNCTI deverá ser uma meta para um país que se quer próspero, o que inclui todos os entes federados sem distinção. Não se pode afirmar, entretanto, que o estabelecimento de interfaces entre as políticas públicas irá favorecer de pronto um trabalho prático intersetorial e a realização sem percalços da EA escolar. Contudo, a não existência dessas relações tende a levar ao esvaziamento do sentido da EA idealizado por meio da PNEA e das DCNEA.

Consideramos que, no conjunto de um enfoque para a elevação da qualidade da EB, a EA - já reconhecida como um importante instrumento/ferramenta de formação participativa, reflexiva e cidadã - pode se constituir como um ativo no processo de formação científica dos escolares, um conjunto de recursos que contribua para a manutenção e/ou ampliação do bem-estar. Ou seja, a formação cidadã, relativa à EA, associada à formação do senso crítico e da criatividade, possibilitada pelo acesso à ciência, tem enorme potencial na ampliação das capacidades humanas para a solução de problemas ambientais em prol de um projeto nacional de desenvolvimento sustentável. E, sobretudo agora que, a partir de 2021, a criatividade e pensamento crítico serão incorporados como novos domínios à avaliação do PISA.

O que buscamos trazer de inovativo com este trabalho foi apontar o potencial da EA para a formação científica na EB e a urgência em se criar estratégias de integração de políticas

públicas que possibilitem o reconhecimento do saber ambiental como um caminho à racionalidade ambiental e, conseqüentemente, à sustentabilidade.

Na análise do contexto da EA no Estado do Tocantins, ao evidenciarmos a inexistência do Sistema Estadual de Informações de Educação Ambiental entendemos que se constituiu em um aspecto limitador na pesquisa e que impactou os resultados, pelo fato de que para termos acesso a informações sobre atividades de EA realizadas no período destacado para a análise (2015-2019) seria necessário consultar os arquivos individualizados de cada escola, o que demandaria outro de tipo de viés metodológico e um tempo muito maior destinado à pesquisa que, mesmo que não estivéssemos numa pandemia o tempo disponível não seria suficiente. A existência de um banco de dados sobre as atividades realizadas possibilitaria a difusão e intercâmbio de práticas de EA no âmbito escolar. Além disso, favoreceria diferentes análises, de modo que precisa ser pensado como uma ferramenta útil aos órgãos gestores bem como aos pesquisadores e a sociedade em geral, possibilitando reflexões sobre se fazem, o que fazem e como fazem as escolas que fazem educação ambiental no Estado do Tocantins.

Trata-se aqui, inclusive, de uma reflexão no campo das metodologias aplicadas à integração das políticas públicas para a estruturação da organicidade necessária às questões relativas ao ambiente, como um espaço de saber e de disputas de poder, inclusive pelo saber. Terreno que consideramos fértil para novas e fecundas pesquisas que avaliem as conseqüências tanto dos pontos de desarticulação entre as políticas quanto dos reflexos das descontinuidades provocadas pelos períodos eleitorais.

A interdisciplinaridade é o chamado a esta nova racionalidade que requer de forma propositiva a melhoria da educação em todos os níveis, com ênfase para a formação de professores. No entanto, como já abordamos, a equação não fecha sem uma melhor qualificação do Ensino Médio. Ou seja, só será possível utilizarmos o potencial da EA para a formação científica na EB melhorando a execução das políticas públicas através de pelo menos: estabelecimento de metas e estratégias claras para a EA na EB através de parâmetros curriculares nacionais que permitam a conexão do local com o global a partir do saber ambiental; estabelecimento, no contexto das estratégias de desenvolvimento nacional, de princípios e metas para a elevação da qualidade da educação formal e da educação científica escolar, com ênfase na sustentabilidade; por fim, mas não menos importante, estabelecer no âmbito da formação de professores (inicial e permanente/continuada) metas e estratégias claras que levem à compreensão da questão ambiental e à atualização das metodologias de sua abordagem com os escolares.

A formação de professores está aqui pensada em separado do conjunto de uma educação geral em função de um propósito metodológico que implica pensar no desenvolvimento de uma

pedagogia com foco no ambiental para a educação do ser ecológico, uma vez que a lógica “ecológica” parece ter esgotado sua força mobilizadora, que impulsionou os movimentos na virada do século, ainda no contexto da racionalidade moderna, quando fez emergir elementos essenciais para se pensar o ambiente. Todavia, uma nova sociedade requer uma nova forma de relacionamento com o meio, que reconheça a contraposição entre vulnerabilidade e sustentabilidade, em busca do estabelecimento das estruturas de oportunidades que garantam a todos de forma equitativa a ampliação de suas capacidades para o desenvolvimento do senso crítico e da criatividade.

O senso crítico é fundamental à apropriação do conhecimento acumulado pelo desenvolvimento da ciência e da tecnologia, bem como às perspectivas postas à sua legitimidade e legitimação no contexto da emergência ainda em curso da identidade e da territorialidade, que pressupõem o saber ambiental a partir das hibridizações dos saberes. O senso crítico não se aprende/desenvolve somente na escola, ele é forjado no curso da vida, mas não sem estratégias para a ampliação da capacidade de crítica e reflexão acerca das contradições do real a partir da lógica da relação sujeito-objeto, sem que ocorra a objetificação dos sujeitos e a subjetivação cega do objeto.

Assim, a educação para a sustentabilidade de forma ampla, pode ser traduzida para o contexto de “ensinagem” como uma formação em educação ambiental política, interdisciplinar e transversal, que estude o ambiente em suas múltiplas interações, a partir de estratégias focadas na resolução dos problemas ambientais, sejam eles locais, regionais e/ou globais. Conjugando-se assim para o estabelecimento de uma nova racionalidade ambiental em que a prática biotecnológica eleve o país à condição de nação produtiva, que conserva sua sociobiodiversidade como sua maior riqueza.

REFERÊNCIAS

ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS. **Brasil aprova a ratificação do protocolo de Nagoya com dez anos de atraso.** Rio de Janeiro, 23 de março de 2021. Disponível em: <http://www.abc.org.br/2021/03/23/brasil-aprova-a-ratificacao-do-protocolo-de-nagoya-com-10-anos-de-atraso/>. Acesso em: 15 out. 2021.

_____. **Por uma política de estado para ciência, tecnologia e inovação:** contribuições da ABC para os candidatos à presidência do Brasil. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <http://www.abc.org.br/wp-content/uploads/2018/06/doc-6760.pdf>. Acesso em: jan. 2019.

ABMES. Associação Brasileira de Mantenedoras do Ensino Superior. **Meta 12 do PNE: iremos cumpri-la?** 08 ago. 2019. Disponível em: <https://abmes.org.br/noticias/detalhe/3441/meta-12-do-pne-iremos-cumpri-la-#>. Acesso em: maio 2020.

ADORNO, Theodor W. **Educação e emancipação.** Tradução de Wolfgang Leo Maar. 4. ed. São Paulo: Paz e terra, 2006.

AGÊNCIA BRASIL. **Brasil passa a fazer parte do Protocolo de Nagoya sobre biodiversidade.** 2021. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/politica/noticia/2021-03/brasil-passa-fazer-parte-do-protocolo-de-nagoya-sobre-biodiversidade> Acesso em: 20 abr. 2021.

_____. **Moradores de favelas movimentam R\$ 119,8 bilhões por ano:** Brasil tem 13,6 milhões de pessoas morando em comunidades. 27 jan. 2020. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2020-01/moradores-de-favelas-movimentam-r-1198-bilhoes-por-ano>. Acesso em: fev. 2020.

AGÊNCIA SENADO. **Protocolo de Nagoya, sobre recursos genéticos e biodiversidade, é ratificado pelo Senado.** 2020. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2020/08/06/protocolo-de-nagoya-sobre-recursos-geneticos-e-biodiversidade-e-ratificado-pelo-senado> Acesso em: 20 abr. 2021.

AGENDA 21. Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento, Rio de Janeiro-RJ, 1992.

ALBAGLI, S. Amazônia: fronteira geopolítica da biodiversidade. **Parcerias Estratégicas**, vol. 6, n. 12, p. 5-19, 2001. Disponível em: http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/view/175. Acesso em: jan. 2020.

ALBUQUERQUE et al. Desafios epistemológicos do desenvolvimento sustentável. **Revista Desafios**, v. 05, n. 01, Palmas-TO, p. 3-13, 2018. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/view/4281/12666>. Acesso em: set. 2019.

ALHO, C. J. R. Desafios para a conservação do cerrado, em face das atuais tendências de uso e ocupação. In: SCARLAT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. (Org.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação.** Brasília-DF: MMA, 2005. p. 367-381.

ALMEIDA, R. de. Estudo de Caso: foco temático e diversidade metodológica. In: **Métodos de pesquisa em Ciências Sociais: Bloco Qualitativo**. São Paulo: CEBRAP; SESC, 2016. p. 60-70.

ALONSO, A. Métodos qualitativos de pesquisa: uma introdução. In: **Métodos de pesquisa em Ciências Sociais: Bloco Qualitativo**. São Paulo: CEBRAP; SESC, 2016. p. 8-23.

ALVARENGA, L. J.; MARTINS JUNIOR, P. P.; VASCONCELOS, V. V. O drama do cerrado brasileiro: fragmentação de saberes, incongruências jurídicas e devastação ambiental. In: CUNHA, B. P. da et al. (Org.). **Os saberes ambientais, sustentabilidade e olhar jurídico: visitando a obra de Enrique Leff**. Caxias do Sul, RS: EDUCS, 2015. p. 291-309. E-book. Disponível em: <https://www.uces.br/educs/livro/saberes-ambientais-sustentabilidade-e-olhar-juridico-visitando-a-obra-de-enrique-leff/>. Acesso em: 20 jan. 2021.

AMARO, J.; SÁNCHEZ, C. **O silêncio eloquente da Educação Ambiental no PNE**. 19 jul. 2012. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2012/07/19/o-silencio-eloquente-da-educacao-ambiental-no-pne-artigo-de-jorge-amaro-e-celso-sanchez/>. Acesso em: jul. 2018.

ANASTASIOU, L. das G. C.; ALVES, L. P. Estratégias de ensinagem. In: ANASTASIOU, L. das G. C.; ALVES, L. P. (Org.). **Processos de ensinagem na universidade: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula**. 3. ed. Joinville, SC: UNIVILLE, 2004.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA EDUCAÇÃO BÁSICA 2019. Todos pela educação/Editora Moderna. 2019. Disponível em: https://www.todospelaeducacao.org.br/_uploads/_posts/302.pdf. Acesso em: fev. 2020.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA EDUCAÇÃO BÁSICA 2020. Todos pela educação/Editora Moderna. 2020. Disponível em: <https://todospelaeducacao.org.br/wordpress/wp-content/uploads/2020/10/Anuario-Brasileiro-Educacao-Basica-2020-web-outubro.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2021.

ARAÚJO, F. S. B. **Popularização de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB): subsídios para política institucional**. 2016. 138 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Políticas Públicas e Segurança Social) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2016.

ARBIX, G. Biotecnologia sem fronteiras. **Novos estudos**, n. 78, p. 5-10, jul. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/nec/n78/01.pdf>. Acesso em: fev. 2019.

ARBIX, G. Ciência e tecnologia em um mundo de ponta-cabeça. **Estudos avançados**, v. 34, n. 99, p. 65-76, ago. 2020.

ARCURI, M. Políticas de CT&I e financiamento público à infraestrutura de C&T: comparações internacionais e mapeamento da infraestrutura nacional. In: NEGRI, F. de; SQUEFF, F. de H. S. (Org.). **Sistemas Setoriais de Inovação e Infraestrutura de Pesquisa no Brasil**. Brasília-DF: IPEA, 2016. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=27203. Acesso em: abr. 2019.

ASTOLFI FILHO, S.; SILVA, C. G. N. da; BIGI, M. de F. M. A. Bioprospecção e biotecnologia. **Parcerias Estratégicas**, Brasília-DF, v. 19, n. 38, p. 45-80, jan./jun. 2014. Disponível em:

http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/view/732/672. Acesso em: 16 abr. 2019.

AUCÉLIO, J. G.; SANT'ANA, P. J. P. de. Trinta anos de políticas públicas no Brasil para a área de biotecnologia. **Parcerias Estratégicas**, v. 11, n. 23, p. 251-267, 2006. Disponível em: http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/view/296. Acesso em: jun. 2020.

BARBOSA, A. S. A complexa teia hídrica que brota do Cerrado está ameaçada. 2014a. Entrevista por Patrícia Fachin, 25 out. 2014. **IHU online – Revista do Instituto Humanitas Unisinos**. Disponível em:

<http://www.ihu.unisinos.br/entrevistas/536664-a-complexa-teia-hidrica-que-brota-do-cerrado-esta-ameacada-entrevista-especial-com-altair-sales-barbosa>. Acesso em: 26 ago. 2020.

_____. Cerrado. O laboratório antropológico ameaçado pela desterritorialização. **IHU online – Revista do Instituto Humanitas Unisinos**, Edição 500. Instituto Humanitas, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, v. 15. Entrevista por João Vitor Santos, 13 mar. 2017. Disponível em: <http://www.ihuonline.unisinos.br/artigo/6756-cerrado-o-laboratorio-antropologico-ameacado-pela-desterritorializacao>. Acesso em: 20 set. 2020.

_____. O Cerrado está extinto e isso leva ao fim dos rios e dos reservatórios de água. 2014b. **Jornal Opção**, Entrevista por Elder Dias, 04 out. 2014. Disponível em: <https://www.jornalopcao.com.br/entrevistas/o-cerrado-esta-extinto-e-isso-leva-ao-fim-dos-rios-e-dos-reservatorios-de-agua-16970/#:~:text=Por%20isso%2C%20falamos%20que%20o,%2C%20extintos%20tamb%C3%A9m%20por%20consequ%C3%Aancia%2C>. Acesso em: 06 set. 2020.

_____. Peregrinos do Cerrado. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, São Paulo, n. 5, p. 159-193, 1995. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revmae/article/view/109234>. Acesso em: 26 ago. 2020.

_____. **Saiba mais sobre o Cerrado**: alguns elementos para sua caracterização. Museu virtual de Biodiversidade do Cerrado Professor José Hidasi, PUC Goiás, 2009. Disponível em: http://www.pucgoias.edu.br/hidasi/home/impresao.asp?id_secao=303. Acesso em: fev. 2020.

BARBOSA, G. de S.; OLIVEIRA, C. T de. Educação Ambiental na Base Nacional Comum Curricular. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, Rio Grande, v. 37, n. 1 Seção especial: IX EDEA – Encontro e Diálogos com a Educação Ambiental, p. 323-335, jan./abr. 2020.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70 Ltda., 1977.

BENCKE, L. R. et al. Comparação de Estratégias Nacionais de CT&I e seus Indicadores, Caso de Estudo: Brasil e Espanha. In: II SENGI - SIMPÓSIO DE ENGENHARIA, GESTÃO E INOVAÇÃO, 2., 2019, Águas de Lindóia, São Paulo. **Anais [...]**. Disponível em: <https://even3.blob.core.windows.net/anais/143587.pdf>. Acesso em: jan. 2020.

BIONDO, E. C. O conceito de ambiente em Enrique Leff. In: XIII ENANPEGE - ENCONTRO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM GEOGRAFIA (A GEOGRAFIA

BRASILEIRA NA CIÊNCIA-MUNDO: PRODUÇÃO, CIRCULAÇÃO E APROPRIAÇÃO DO CONHECIMENTO), 13., 2019, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: USP, 2019. Disponível em: http://www.fecilcam.br/nupem/anais_ix_epct/PDF/TRABALHOS-COMPLETO/Anais-CH/10.pdf. Acesso em: 13 dez. 2019.

BORÉM, A.; GIÚDICE, M. del. Biodiversidade e biotecnologia. In: BORÉM, A.; GIÚDICE, M. del. (ed.). **Biotecnologia e meio ambiente**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2008. p. 57-76.

BORÉM, A.; SANTOS, F. R. dos. **Entendendo a Biotecnologia**. Viçosa, MG: UFV, 2008.

BOSQUÊ, A. F. dos S. **Biopirataria e Biotecnologia**: a tutela penal da biodiversidade amazônica. Curitiba: Juruá, 2012.

BPBES. Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos. **1º Diagnóstico brasileiro de Biodiversidade & Serviços Ecosistêmicos** [livro eletrônico]. São Carlos, SP: Editora Cubo, 2019.

BRANCO, E. P.; ROYER, M. R.; BRANCO, A. B. de G. A abordagem da Educação Ambiental nos PCNs, nas DCs e na BNCC. **Nuances**: estudos sobre Educação, Presidente Prudente - SP, v. 29, n. 1, p. 185-203, jan./abr. 2018.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**: educação é a base. Brasília: MEC, 2018 (versão final Educação Básica). Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 26 set. 2021.

_____. **Decreto Legislativo n. 2, de 3 de fevereiro de 1994**. Aprova o texto da Convenção sobre Diversidade Biológica; assinada durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento realizada na Cidade do Rio de Janeiro, no período de 5 a 14 de junho de 1992. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/norma/535086/publicacao/15769030>. Acesso em: nov. 2019.

_____. **Constituição da República Federativa do Brasil (1988)**. Brasília, DF: Presidência da República, [2019]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>. Acesso em: jul. 2019.

_____. **Decreto n. 2.519, de 16 de março de 1998**. Promulga a Convenção sobre Diversidade Biológica, assinada no Rio de Janeiro, em 05 de junho de 1992. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2519.htm#:~:text=D2519&text=DECRETO%20N%C2%BA%202.519%2C%20DE%2016,que%20lhe%20confere%20o%20art. Acesso em: nov. 2019.

_____. **Decreto n. 4.339, de 22 de agosto de 2002**. Institui princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4339.htm. Acesso em: nov. 2019.

_____. **Decreto n. 4.724, de 9 de junho de 2003**. Aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e das Funções Gratificadas do Ministério da Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/D4724.htm. Acesso em: ou. 2019. [revogado]

_____. **Decreto n. 6.041, de 8 de fevereiro de 2007.** Institui a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia, cria o Comitê Nacional de Biotecnologia e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6041.htm. Acesso em: out. 2019.

_____. **Decreto n. 8.772, de 11 de maio de 2016.** Regulamenta a Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015, que dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/decreto/D8772.htm. Acesso em: nov. 2019.

_____. **Decreto n. 9.283, de 7 de fevereiro de 2018.** Regulamenta a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, a Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016 [entre outras providências]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/d9283.htm. Acesso em: maio 2019.

_____. **Decreto nº 9.677, de 02 de janeiro de 2019.** Aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e das Funções de Confiança do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, remaneja cargos em comissão e funções de confiança, [entre outras providências]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9677.htm. Acesso em: jan. 2020.

_____. **Decreto n. 10.534, de 28 de outubro de 2020.** Institui a Política Nacional de Inovação e dispõe a sua governança. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10534.htm. Acesso em: 05 de dez. 2021.

_____. **Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm. Acesso em: jul. 2018.

_____. **Lei n. 9.795, de 27 de abril de 1999.** Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9795.htm. Acesso em: out. 2017.

_____. **Lei n. 10.973, de 2 de dezembro de 2004.** Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/110.973.htm. Acesso em: out. 2017.

_____. **Lei n. 12.852, de 05 de agosto de 2013.** Institui o Estatuto da Juventude e dispõe sobre os direitos dos jovens, os princípios e diretrizes das políticas públicas de juventude e o Sistema Nacional de Juventude - SINAJUVE. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12852.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2012.852%2C%20DE%205%20D E%20AGOSTO%20DE%202013.&text=Institui%20o%20Estatuto%20da%20Juventude,Siste ma%20Nacional%20de%20Juventude%20%2D%20SINAJUVE. Acesso em: ago. 2018.

_____. **Lei n. 13.005, de 25 de junho de 2014.** Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/113005.htm. Acesso em: out. 2017.

_____. **Lei n. 13.123, de 20 de maio de 2015.** Regulamenta o inciso II do § 1º e o § 4º do art. 225 da Constituição Federal, o Artigo 1, a alínea *j* do Artigo 8, a alínea *c* do Artigo 10, o Artigo 15 e os §§ 3º e 4º do Artigo 16 da Convenção sobre Diversidade Biológica, promulgada pelo Decreto nº 2.519, de 16 de março de 1998; dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade; revoga a Medida Provisória nº 2.186-16, de 23 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13123.htm#:~:text=20%20e%2021%20desta%20Lei,Art.&text=Quando%20o%20produto%20acabado%20ou,acordo%20de%20reparti%C3%A7%C3%A3o%20de%20benef%C3%ADcios. Acesso em: out. 2019.

_____. **Lei n. 13.243, de 11 de janeiro de 2016.** Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação [entre outras providências] nos termos da Emenda Constitucional nº 85, de 26 de fevereiro de 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13243.htm. Acesso em: maio 2019.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Conferência das Partes – COP.** (s/d). Disponível em: [https://antigo.mma.gov.br/biodiversidade/conven%C3%A7%C3%A3o-da-diversidade-biol%C3%B3gica/conferencia-das-partes.html#:~:text=A%20Confer%C3%AAncia%20das%20Partes%20\(COP,da%20COP%20foram%20realizadas%20anualmente.&text=No%20per%C3%ADodo%20noturno%2C%20s%C3%A3o%20realizadas,temas%20que%20exigem%20mais%20negocia%C3%A7%C3%A3o](https://antigo.mma.gov.br/biodiversidade/conven%C3%A7%C3%A3o-da-diversidade-biol%C3%B3gica/conferencia-das-partes.html#:~:text=A%20Confer%C3%AAncia%20das%20Partes%20(COP,da%20COP%20foram%20realizadas%20anualmente.&text=No%20per%C3%ADodo%20noturno%2C%20s%C3%A3o%20realizadas,temas%20que%20exigem%20mais%20negocia%C3%A7%C3%A3o). Acesso em: 20 abr. 2021.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais:** terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais, ética. Brasília: MEC/SEF, 1998.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais:** meio ambiente. Brasília: MEC/SEF, 1997.

_____. **Temas contemporâneos transversais na BNCC:** contexto histórico e pressupostos pedagógicos. Brasília: MEC, 2019a.

_____. **Temas contemporâneos transversais na BNCC:** proposta de práticas de implementação. Brasília: MEC, 2019b.

BRESSER-PEREIRA, L. C. Desenvolvimento econômico, sofisticação produtiva e valor-trabalho. **Textos para discussão**, FGV-EESP, n. 450, São Paulo, p. 1-16, mar. 2017. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/18106>. Acesso em: mar. 2020.

_____. Desenvolvimento, progresso e crescimento econômico. **Lua Nova**, n. 93, São Paulo, p. 33-60, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ln/n93/03.pdf>. Acesso em: mar. 2020.

_____. Ignacy Sachs. **Revista de Economia Política**, v. 33, n. 2, p. 360-366, abr./jun. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rep/v33n2/a10v33n2.pdf>. Acesso em: fev. 2019.

BRITO, Brenda et al. **Stimulus for land grabbing and deforestation in the Brazilian Amazon.** *Environmental Research Letters*, n. 14, 2019. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab1e24/pdf>. Acesso em: 22 abr. 2021.

_____. **10 fatos essenciais sobre regularização fundiária na Amazônia Legal**. Belém: Imazon, 2021. Disponível em: <https://imazon.org.br/wp-content/uploads/2021/04/10FatosRegularizacaoFundiaria.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2021.

BUCCI, M. P. D. O conceito de política pública em Direito. In: _____ (Org.). **Políticas Públicas: reflexões sobre o conceito jurídico**. São Paulo: Saraiva, 2006.

_____. Políticas públicas e direito administrativo. **Revista de informação legislativa**, ano 34, n. 133, Brasília, p. 89-98, jan./mar. 1997.

_____. Quadro de Referência de uma Política Pública: primeiras linhas de uma visão jurídico-institucional. **Revista Colunistas Direito do Estado**, n. 122, p. 1-10, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Maria_Paula_Bucci/publication/301776630_Quadro_de_referencia_de_uma_politica_publica/links/57275b0608aee491cb4141bb.pdf. Acesso em: 08 jan. 2020.

CAMARGO, T. D. de; TAUCEDA, K. C.; SOUZA, D. O. G. de. A Educação Ambiental Crítica e Significativa para um mundo complexo: uma análise teórica. **#Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, Canoas, v. 9, n. 2, 2020. DOI: 10.35819/tear.v9.n2.a4142. Disponível em: <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/tear/article/view/4142>. Acesso em: 18 nov. 2021.

CAMPANHA NACIONAL PELO DIREITO À EDUCAÇÃO. Plano Nacional de Educação: 5 anos de descumprimento. Balanço 2019. Disponível em: https://educacaointegral.org.br/wp-content/uploads/2019/05/RelatorioMetasEstrategias_PNE_5Ano_Campanha_2019-1.pdf. Acesso em: 03 mar. 2020.

CAMPELO, L. Cerrado perde metade da vegetação nativa; agronegócio acelera o processo. **Brasil de fato**, Meio ambiente, Belém-PA, 08 fev. 2017. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2017/02/08/cerrado-perde-metade-da-vegetacao-nativa-agronegocio-acelera-o-processo>. Acesso em: 20 fev. 2020.

CANIATO, R. **Com(ns)ciência na educação: ideário e prática de uma alternativa brasileira para o ensino da ciência**. 2. ed. Campinas, SP: Papirus, 1989.

CAPES. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Documento de área 48 – Biotecnologia**. Brasília: MEC/DAV, 2019. Disponível em: <https://bionorte.org.br/sisac/files/portal/p3/F927820887432.pdf>. Acesso em: 20 out. 2021.

CARVALHO, I. C. de M. Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico. 6ª. ed. São Paulo: Cortez, 2012.

CASSI, G. H. G.; GONÇALVES, O. O. Emenda Constitucional 95/2019: propósito e consequências do Novo Regime Fiscal. **Nomos**, Revista do Programa de Pós-graduação em Direito – UFC, v. 40, n. 1, p. 35-57, jan./jun. 2020. Disponível em: <http://periodicos.ufc.br/nomos/article/view/41434/162317>. Acesso em: 10 out. 2021.

CAVALCANTI, C. (Org.). **Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável**. INPSO/FUNDAJ, Instituto de Pesquisas Sociais, Fundação Joaquim Nabuco, Ministério de Educação, Governo Federal, Recife, Brasil, out. 1994. Disponível em:

<http://biblioteca.clacso.edu.ar/Brasil/dipes-fundaj/uploads/20121129023744/cavalcanti1.pdf>. Acesso em: 20 set. 2020.

_____. **Meio ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas**. 4. ed. São Paulo: Cortez; Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 2002. [1. ed. de 1997]. p. 21-40.

CDB. **Convenção sobre Diversidade Biológica**. Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento, Rio de Janeiro-RJ, Ministério do Meio Ambiente – MMA, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Programa Nacional de Conservação da Biodiversidade, 1992.

CGEE. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Ciência para o Desenvolvimento Sustentável Global: contribuição do Brasil**. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2013a. (Síntese dos encontros preparatórios ao Fórum Mundial de Ciência 2013).

_____. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Desafios ao desenvolvimento brasileiro: uma abordagem social-desenvolvimentista**. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2013b. (Série documentos técnicos, n. 19).

_____. **Diálogo internacional: Oportunidades e desafios da Bioeconomia na América Latina**. Resumo executivo. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2021.

_____. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Dimensão territorial no planejamento de CT&I**. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2014.

_____. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Mapa da educação profissional e tecnológica: experiências internacionais e dinâmicas brasileiras**. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2015.

_____. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Aos leitores. **Parcerias Estratégicas**, Edição especial, v. 24, n. 49, p. 5-6, dez. 2019a.

_____. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Percepção pública da C&T no Brasil – 2019**. Resumo executivo. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2019b.

_____. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Bioeconomia**. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2018.

_____. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento da Amazônia Legal**. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2013c. (Série documentos técnicos, 17).

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista brasileira de educação**, n. 22, p. 89-100, jan./abr. 2003. <https://www.scielo.br/pdf/rbedu/n22/n22a09.pdf>. Acesso em: jan. 2020.

CHIARINI, T.; VIEIRA, K. P. Universidades como produtoras de conhecimento para o desenvolvimento econômico: sistema superior de ensino e as políticas de CT&I. **RBE**, Rio de Janeiro, v. 66, n. 1, p. 117-132, jan./mar. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbe/v66n1/v66n1a06.pdf>. Acesso em: set. 2019.

CHOMSKY, N. A escassez de respiradores expõe a crueldade do capitalismo neoliberal. **Carta Maior**, 05 abr. 2020. Disponível em:

https://www.google.com/search?q=A+escassez+de+respiradores+exp%C3%B5e+a+crueldade+do+capitalismo+neoliberal&rlz=1C1CHBD_pt-PTBR885BR885&oq=A+escassez+de+respiradores+exp%C3%B5e+a+crueldade+do+capitalismo+neoliberal&aqs=chrome..69i57j69i60.1072j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8. Acesso em: abr. 2020.

CONFERÊNCIA INTERGOVERNAMENTAL SOBRE EDUCAÇÃO AMBIENTAL. **Declaração de Tbilisi**, Tbilisi: UNESCO/PNUMA, 1977.

COSTA, C. S da; NAGEL, J. S. O.; BUENO, E. D. L. A Educação Ambiental no Plano Municipal de Educação: uma questão de política pública. In: XVI ENCONTRO PARANAENSE DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 16., 2017, Curitiba-PR. **Anais [...]**. Disponível em: <http://www.epea2017.ufpr.br/wp-content/uploads/2017/04/586-E2-S1-A-EDUCA%C3%87%C3%83O-AMBIENTAL-NO-PLANO-MUNICIPAL-DE-EDUCA%C3%87%C3%83O.pdf>. Acesso em: jul. 2018.

CRUZ, C. H. de B. Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil: desafios para o Período 2011 a 2015. **Revista Interesse Nacional**, s/n, jun. 2010. Disponível em: <https://www.ifi.unicamp.br/~brito/artigos/cti-desafios-interessenacional-07082010-final.pdf>. acesso em: jan. 2019.

CZAPSKI, S. **A implantação da Educação Ambiental no Brasil**. Brasília: Coordenação de Educação Ambiental do Ministério da Educação e do Desporto - MEC, 1998. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me001647.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2021.

DEL VECHIO, A. Sistema Nacional de ciência, Tecnologia e Inovação e a pesquisa na universidade brasileira: implicações geopolíticas. **Laplage em revista** (Sorocaba), v. 3, n. 3, p. 133-146, set./dez. 2017.

DELORS, J. Prefácio. In: DELORS, J. (coord.) **Educação, um tesouro a descobrir**. Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI. 4. ed. São Paulo: Cortez; Brasília: MEC, 2000. p. 11- 32.

DEMO, P. **Pesquisa: princípio científico e educativo**. 8. ed. Cortez, 2001. (Biblioteca da educação. Série 1. Escola; v. 14)

DIAS, R. de B. O que é a política científica e tecnológica? **Sociologias**, Porto Alegre, ano 13, n. 28, p. 316-344, set./dez. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/soc/v13n28/11.pdf>. Acesso em: ago. 2019.

DUARTE, T. E. P. N.; LEITE, L. B. Cidades médias no cerrado brasileiro: desafios para a conservação da biodiversidade. **Terr@Plural**, Ponta Grossa, v. 14, p. 1-7, 2020. Disponível em: <https://www.revistas2.uepg.br/index.php/tp/article/view/13420>. Acesso em: fev. 2020.

ESTADO DO TOCANTINS. ASSEMBLÉIA ESTADUAL CONSTITUINTE DO ESTADO DO TOCANTINS. **Lei n. 056 de 16 de junho de 1989**. Dispõe sobre a obrigatoriedade de instituição da matéria sobre Ecologia e Meio Ambiente nas escolas públicas do Estado do Tocantins e dá outras providências. Disponível em: <https://central.to.gov.br/download/246025>. Acesso em: 15 out. 2021.

_____. **Constituição do Estado do Tocantins**. 05 de outubro de 1989.

_____. **Lei n. 261 de 20 de fevereiro de 1991**. Dispõe sobre a política ambiental do Estado do Tocantins e dá outras providências. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=170904>. Acesso em: 15 out. 2021.

_____. **Lei n. 2.458 de 5 de julho de 2011**. Dispõe sobre o incentivo à inovação e à pesquisa cinetífico-tecnológica nas atividades produtivas do Estado do Tocantins. Disponível em: <https://www.al.to.leg.br/arquivos/27747.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2021.

_____. **Lei estadual n. 2.977, de 08 de julho de 2015**. Aprova o Plano Estadual de Educação do Tocantins – PEE/TO (2015-2025), e adota outras providências. Disponível em: <https://central3.to.gov.br/arquivo/412370/>. Acesso em: fev. 2020.

_____. SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO, JUVENTUDE E ESPORTES (SEDUC). **Membros da Comissão Interinstitucional de Educação Ambiental são empossados em cerimônia on-line**. Por Cláudio Paixão. 26 out. 2021. Disponível em: <https://www.to.gov.br/seduc/noticias/membros-da-comissao-interinstitucional-de-educacao-ambiental-sao-empossados-em-cerimonia-on-line/16z700evrazz>. Acesso em: 30 nov. 2021.

FAVARETO, A. Transição para a sustentabilidade no Brasil e o desenvolvimento territorial nos marcos da Agenda 2030 e dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. *Parcerias Estratégicas*, Brasília-DF, v. 24, n. 49, p. 49-72, jul./dez., 2019. Seção 2 Desenvolvimento regional sustentável – Fortalecimento e ganhos das políticas intergovernamentais. Disponível em: http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/930/844. Acesso em: 25 set. 2021.

FERES, M. V. C; CUCO, P. H. O; MOREIRA, J. V. de F. As origens do marco legal da biodiversidade: as políticas de acesso e remessa. **Revista da Faculdade de Direito da UFG**, v. 42, n. 3, p. 35-64, 19 jan. 2019. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/revfd/article/view/49540>. Acesso em: jan. 2020.

FERNANDES, R. **Índice de desenvolvimento da educação básica (IDEB): metas intermediárias para a sua trajetória no brasil, estados, municípios e escolas**. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais ‘Anísio Teixeira’ – INEP [nota técnica]. Ministério da Educação – MEC, Brasília, DF, 2007. Disponível em: http://download.inep.gov.br/educacao_basica/portal_ideb/o_que_sao_as_metas/Artigo_projecoes.pdf. Acesso em: jun. 2017.

FILGUEIRA, C.; KAZTMAN, R. **Marco conceptual sobre activos, vulnerabilidad y estructuras de oportunidades**. Autor institucional: CEPAL. Oficina de Montevideo (Estudios e Investigaciones), PNUD. (Colección: Documentos de Proyetos, estúdios e investigaciones), abr. 1999. Disponível em: <http://repositorio.cepal.org/handle/11362/28663>. Acesso em: 25 maio 2017.

FRANCO, J. L. de A. O conceito de biodiversidade e a história da biologia da conservação: da preservação da wilderness à conservação da biodiversidade. **História** (São Paulo), v. 32, n. 2, p. 21-48, jul./dez. 2013. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/28748/1/a03v32n2.pdf>. Acesso em: dez. 2019.

FREIRE, C. E. T. **Biotecnologia no Brasil**: uma atividade econômica baseada em empresa, academia e estado. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Departamento de Sociologia, Programa de Pós-graduação em Sociologia. São Paulo, SP, 2014.

FURTADO, C. **O mito do desenvolvimento econômico**. São Paulo: Círculo do livro, 1974.

_____. Os desafios da nova geração. **Revista de Economia Política**, vol. 24, n. 4 (96), p. 483-486, out./dez., 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rep/v24n4/1809-4538-rep-24-04-483.pdf>. Acesso em: set. 2019.

GADELHA, C. A CT&I no Brasil: sucessos e desafios [debatedor]. In: SBPC. SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA. **Marcha Virtual pela Ciência - Painel Nacional 2**. 2020. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=XaVPQ6zYTQ4&list=PLVigrCJ_g6LdNU5jTSLniXSaFPNlyNKRL. Acesso em: 7 maio 2020. 1:34:56

GADOTTI, M. **Educar para a sustentabilidade**: uma contribuição à Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável. São Paulo: Editora e livraria Instituto Paulo Freire, 2008. (Série Unifreire, 2).

GOULART, L. N. Políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil no Brasil e sua relação com a sustentabilidade do crescimento econômico. **Revista do TCU** (Tribunal de contas da União), n. 124, p. 60-71, maio/ago., 2012. Disponível em: <https://revista.tcu.gov.br/ojs/index.php/RTCU/article/view/131>. Acesso em: set. 2019.

G1-Educação. **No ritmo atual, Brasil só baterá a meta de matrículas de jovens na universidade em 2037**. Infográfico. 10 ago. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/educacao/noticia/2019/08/10/no-ritmo-atual-brasil-so-batera-a-meta-de-matriculas-de-jovens-na-universidade-em-2037.ghtml>. Acesso em jun. 2020.

HELENE, O. **Um diagnóstico da educação brasileira e de seu financiamento**. Campinas, SP: Autores associados, 2013. (Coleção educação contemporânea).

HOGAN, D. J.; MARANDOLA JR., E. M. Para uma conceituação interdisciplinar da vulnerabilidade. In: CUNHA, J. M. P. (Org.). **Novas metrópoles paulistas**: população, vulnerabilidade e segregação. Campinas, SP: Nepo/Unicamp, 2006. p. 23-50. Disponível em: http://www.nepo.unicamp.br/publicacoes/livros/vulnerabilidade/arquivos/arquivos/vulnerabilidade_cap_I_pgs_21-50.pdf. Acesso em: abr. 2019.

IBGE. **Amazônia Legal. O que é**. (2014). Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-regionais/15819-amazonia-legal.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: jan. 2020.

_____. População. **Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html> Acesso em: 19 out. 2021.

_____. **Síntese de indicadores sociais**: uma análise das condições de vida da população brasileira – 2019. Rio de Janeiro: Ministério da Economia/IBGE, 2019. (Série: Estudos e pesquisas – Informação demográfica e socioeconômica, n. 40).

IBGEeduca. **Conheça o Brasil:** população rural e urbana. 2020. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html#:~:text=De%20acordo%20com%20dados%20da,brasileiros%20vivem%20em%20%C3%A1reas%20rurais>. Acesso em: mar. 2020.

ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Diretoria de Pesquisa, Avaliação e Monitoramento da Biodiversidade. Coordenação Geral de Estratégias para Conservação. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção 2018**. Brasília, DF: ICMBio/MMA, 2018.

IMAZON. **Boletim do desmatamento da Amazônia Legal (março 2021) SAD**. Belém: Imazon, 2021a. Disponível em: <https://imazon.org.br/publicacoes/boletim-do-desmatamento-da-amazonia-legal-marco-2021-sad/>. Acesso em: 22 abr. 2021.

IMAZON. **Desmatamento na Amazônia cresce 33% de janeiro a outubro em relação ao ano passado**. 2021b. Disponível em: <https://imazon.org.br/imprensa/desmatamento-na-amazonia-cresceu-33-de-janeiro-a-outubro-em-relacao-ao-ano-passado/>. Acesso em: 16 dez. 2021.

_____. **Leis federais e estaduais estimulam invasão de terras públicas e desmatamento na Amazônia, aponta novo estudo**. Belém: Imazon, 2021c. Disponível em: <https://imazon.org.br/imprensa/leis-federais-e-estaduais-estimulam-invasao-de-terras-publicas-e-desmatamento-na-amazonia/>. Acesso em: 22 abr. 2021.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **IDEB - Resultados e Metas**. Brasília, 2020a. Disponível em: <http://ideb.inep.gov.br/resultado/>. Acesso em: 15 jan. 2021.

_____. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Metas IDEB: o que são as metas de qualidade educacional**. Brasília, MEC, 2019a. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/educacao-basica/ideb/metas>. Acesso em: 06 jun. 2020.

_____. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Pisa 2018 revela baixo desempenho escolar em leitura, matemática e ciências no Brasil**. Brasília, MEC, 2019b. Disponível em: http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/pisa-2018-revela-baixo-desempenho-escolar-em-leitura-matematica-e-ciencias-no-brasil/21206. Acesso em: 18 dez. 2020.

_____. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Programa Internacional de avaliação de estudantes (Pisa)**. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/pisa>. Acesso em: 07 maio 2021.

_____. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Relatório do 1º ciclo de monitoramento das metas do PNE: biênio 2014- 2016**. – Brasília, DF: Inep, 2016. Disponível em: http://download.inep.gov.br/outras_acoes/estudos_pne/2016/relatorio_pne_2014_a_2016.pdf. Acesso em: jul. 2018.

_____. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Relatório do 2º Ciclo de Monitoramento das Metas do Plano Nacional de Educação-2018**. Brasília, DF: Inep, 2018. Disponível em:

<http://portal.inep.gov.br/documents/186968/485745/RELAT%C3%93RIO+DO+SEGUNDO+CICLO+DE+MONITORAMENTO+DAS+METAS+DO+PNE+2018/9a039877-34a5-4e6a-bcfd-ce93936d7e60?version=1.17>. Acesso em: jul. 2018.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Relatório do 2º Ciclo de Monitoramento das Metas do Plano Nacional de Educação - 2018 será apresentado em seminário**. 06 jun. 2018. Disponível em: http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/relatorio-do-2-ciclo-de-monitoramento-das-metas-do-plano-nacional-de-educacao-2018-sera-apresentado-em-seminario/21206. Acesso em: jul. 2018.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Relatório do 3º Ciclo de Monitoramento das Metas do Plano Nacional de Educação – 2020**. Brasília, DF: Inep, 2020.

ISPEN. Instituto Sociedade, população e natureza. **Cerrado**. (2020). Disponível em: <https://ispn.org.br/biomas/cerrado/>. Acesso em: abr. 2021.

JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de pesquisa**, n. 118, p. 189-205, mar. 2003. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-15742003000100008&script=sci_arttext. Acesso em: jan. 2020.

KASSAB, G. Apresentação. In: MCTIC - Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2022: Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Econômico e Social**. Brasília-DF, 2016. p. 7-8.

KAZTMAN, R. **Infancia en América Latina: Privaciones habitacionales y desarrollo de capital humano**. Documento de proyecto. Nações Unidas. UNICEF. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile, 2011.

_____. **Notas sobre la medición de la vulnerabilidad social**. Quinto Taller Regional sobre la Medición de la Pobreza. Métodos y Aplicaciones: documentos presentados. LC/R.2026. 2000. p. 275-301. Disponível em: <http://repositorio.cepal.org/handle/11362/31545>. Acesso em: 25 maio de 2017.

_____. Seducidos y abandonados: el aislamiento social de los pobres urbanos. **Revista de la CEPAL**, n. 75, p. 171-189, 2001. Disponível em: <http://repositorio.cepal.org/handle/11362/10782>. Acesso em: 25 maio de 2017.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, jun. 2005. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Texto_Adicional_ConservacaoID-xNOKMLsupY.pdf. Acesso em: abr. 2019.

KORNHAUSER, A. Criar oportunidades. In: DELORS, J. (coord.) **Educação, um tesouro a descobrir**. Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI. 4. ed. São Paulo: Cortez; Brasília: MEC, 2000. p. 233-239.

KRUEL, A. J. Ignacy Sachs: uma voz sempre atual na sociedade. VI ENCONTRO DE ESTUDOS ORGANIZACIONAIS DA ANPAD, 6., 2010, Florianópolis, SC. **Anais [...]**. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/admin/pdf/eneo339.pdf>. Acesso em: out. 2019.

LAYRARGUES, P. P. As macrotendências político-pedagógicas da educação ambiental brasileira. **Ambiente & sociedade**, v. XVII, n. 1, p. 23-40, jan./mar. 2014.

_____. Pandemias, colapso climático, antiecológico: educação ambiental entre as emergências de um ecocídio apocalíptico. **Revbea**, São Paulo, v. 15, n. 4, p. 1-30, 2020.

_____. Para onde vai a educação ambiental? O cenário político-ideológico da educação ambiental brasileira e os desafios de uma agenda política crítica contra-hegemônica. **Revista Contemporânea de Educação**, v. 7, n. 14, ago./dez. 2012.

LEFF, E. Complexidade, interdisciplinaridade e saber ambiental. **Olhar de professor**, Ponta Grossa, v. 14, n. 2, p. 309-335, 2011. Disponível em: <https://revistas2.uepg.br/index.php/olhardeprofessor/article/view/3515>. Acesso em: 20 set. 2021.

_____. Complexidade, racionalidade ambiental e diálogo de saberes. **Educação & Realidade**, n. 34, v. 3, p. 17-24, set./dez. 2009. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/educacaoerealidade/article/view/9515>. Acesso em: 21 set. 2021.

_____. Devenir de la Vida y Transcendencia Histórica: las vías abiertas del diálogo de saberes. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Seção especial: Diálogos de Saberes Socioambientais: desafios para epistemologias do Sul, v. 50, abril de 2019. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/66619/38429>. Acesso em: 09 mar. de 2020.

_____. **Epistemologia ambiental**. Tradução de S. Valenzuela. 2. ed. São Paulo: Cortex, 2002.

LEHFELD, L de. S. A evolução da biotecnologia no campo e a atuação da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança: CTNBIO na tutela da biodiversidade. In: PLAZA, C. M. C. de Á.; DEL NERO, P. A.; TARREGA, M C. V. B.; SANTOS, N dos. (Coord.). **Propriedade intelectual na agricultura**. Belo Horizonte: Editora Fórum, 2012. p. 175-204.

LEMO, D. da C.; CÁRIO, S. A. F. A evolução das políticas de ciência e tecnologia no Brasil e a incorporação da inovação. CONFERÊNCIA INTERNACIONAL LALICS “SISTEMAS NACIONAIS DE INOVAÇÃO E POLÍTICAS DE CTI PARA UM DESENVOLVIMENTO INCLUSIVO E SUSTENTÁVEL”, 2013, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Disponível em: http://s1.redesist.ie.ufrj.br/lalics/papers/20_A_Evolucao_das_Politicass_de_Ciencia_e_Tecnologia_no_Brasil_e_a_Incorporacao_da_Inovacao.pdf. Acesso em: dez. 2019.

LOPES, R. de F. Cenários e sujeitos amazônicos: multiplicidades ambientais e socioculturais no território das águas. **Revista Espaço Acadêmico**, ano XIX, n. 220, p. 137-149, jan./fev. 2020. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/EspacoAcademico/article/view/47505>. Acesso em: maio 2020.

MAAR, W. L. À guisa de introdução: Adorno e a experiência formativa. In: ADORNO, Theodor W. **Educação e emancipação**. Tradução de Wolfgang Leo Maar. 4. ed. São Paulo: Paz e terra, 2006. p. 11-28.

MACHADO, R. B. et al. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. [Relatório técnico não publicado]. Conservação Internacional, Brasília, DF, 2004. Disponível em: <http://cmbbc.cpac.embrapa.br/RelatDesmatamCerrado%20CIBrasil%20JUL2004.pdf>. Acesso em: out. 2019.

MAGALHÃES, V. G. **Propriedade intelectual**: Biotecnologia e Biodiversidade. São Paulo: Editora Fiuza, 2011.

MAMEDE, M.; ZIMMERMANN, E. Letramento científico e CTS na formação de professores para o ensino de ciências. **Enseñanza de las Ciencias**, p. 1-4, 2005, Número Extra referente ao VII Congresso Internacional. Disponível em: https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp320letcie.pdf. Acesso em: 23 jul. 2018.

MAPBIOMAS. **Infográficos**: Coleção 6 (1985-2020). 2020. Disponível em: <https://mapbiomas.org/>. Acesso em: 18 out. 2021.

MARTINS, F. R.; SANTOS, F. A. M. Técnicas usuais de estimativa da biodiversidade. **Rev. Holos**, (edição especial), p. 236-267, 1999. Disponível em: http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/2000_3011%20Tecnicas%20usuais%20de%20estimativa%20da%20biodiversidade.pdf. Acesso em: jan. 2020.

MASCARENHAS, L. M. de A.; FERREIRA, M. E.; FERREIRA, L. G. Sensoriamento remoto como instrumento de controle e proteção ambiental: análise da cobertura vegetal remanescente na bacia do Rio Araguaia. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, n. 21, v. 1, p. 5-18, abr. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/sn/v21n1/v21n1a01>. Acesso em: 20 set. 2020.

MCTI. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2012-2015**: balanço das atividades estruturantes do MCTI 2011. Brasília, DF, 2012. Disponível em: <https://livroaberto.ibict.br/218981.pdf>. Acesso em: maio. 2020.

MCTIC. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2022**: Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Econômico e Social. Brasília, DF, 2016.

_____. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2022**: Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Econômico e Social. (Sumário executivo). Brasília, DF, 2018.

_____. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Indicadores Nacionais de Ciência, Tecnologia e Inovação 2019**. (2019). Disponível em: https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/indicadores_cti.html. Acesso em: maio 2019.

MEC. Conselho Nacional de Educação. **Resolução CNE/CP n. 2, de 15 de junho de 2012**. Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental – DCNEA. Disponível em: <http://conferenciainfanto.mec.gov.br/images/conteudo/iv-cnijma/diretrizes.pdf>. Acesso em: jul. 2018.

_____. Conselho Nacional de Educação. **Resolução CNE/CP n. 2, de 1º de julho de 2015.** Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=136731-rcp002-15-1&category_slug=dezembro-2019-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 20 out. 2021.

_____. Conselho Nacional de Educação. **Resolução CNE/CP n. 2, de 20 de dezembro de 2019.** Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação). Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/dezembro-2019-pdf/135951-rcp002-19/file>. Acesso em: 20 out. 2021.

_____. Conselho Nacional de Educação. **Resolução CNE/CP n. 1, de 27 de outubro de 2020.** Dispõe sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Continuada de Professores da Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Continuada de Professores da Educação Básica (BNC-Formação Continuada). Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/outubro-2020-pdf/164841-rcp001-20/file>. Acesso em: 20 out. 2021.

MEGID NETO, J. Educação Ambiental como campo de conhecimento: a contribuição das pesquisas acadêmicas para sua consolidação no Brasil. **Pesquisa em educação ambiental**, v. 4, n. 2, p. 95-110, 2009. Disponível em: <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/pesquisa/article/view/6193>. Acesso em: jan. 2020.

MEJIAS, R. G. Bioeconomia e suas aplicações. **R. Íandé – Ciências e Humanidades**, São Bernardo do Campo, v. 2, n. 3, p. 105-121, jul./2019.

MELO, J. N.; SANTANA, J. R. de; SILVA, G. F. Ciência, tecnologia e inovação no Brasil: uma análise inter-regional por meio de indicadores. **Revista brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, v. 15, n. 1, p. 76-90, jan./abr. 2019. Disponível em: <https://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/4321>. Acesso em: set. 2019.

MEIRA et al. Reconhecimento constitucional do cerrado como patrimônio nacional: aspectos políticos e econômicos como hipóteses para não inserção do bioma no §4º do art. 225 da Constituição Federal de 1988. 17º CONGRESSO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE PARTICIPAÇÃO SOCIAL, ÉTICA E SUSTENTABILIDADE, 17., 2020, Poços de Caldas, MG, v. 12, n.1. GT Políticas públicas, Legislação e Meio Ambiente. **Anais [...]**. Disponível em: <http://www.meioambientepocos.com.br/ANAIS%202020/663%20RECONHECIMENTO%20CONSTITUCIONAL%20DO%20CERRADO%20COMO%20PATRIM%20C3%94NIO%20NACIONAL%20Aspectos%20pol%C3%ADticos%20e%20econ%C3%B4micos%20como%20hip%C3%B3teses%20para%20n%C3%A3o%20inserir%20o%20bioma>. pdf. Acesso em: 20 abr. 2021.

MICHAELIS. Dicionário brasileiro da língua portuguesa. **Perspectiva**. São Paulo – SP: Melhoramentos, 2020. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/perspectiva>. Acesso em: jan. 2020.

MMA. **Convenção Sobre Diversidade Biológica**. Brasília, DF, s/d(a). Disponível em: <https://www.mma.gov.br/biodiversidade/conven%C3%A7%C3%A3o-da-diversidade-biol%C3%B3gica.html>. Acesso em: fev. 2020.

_____. **O Bioma Cerrado**. (s/d)(b). Disponível em: <https://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>. Acesso em: fev. 2020.

MONGABAY. **Indústria 4.0 chega à Amazônia**: projeto quer salvar a floresta levando tecnologia de ponta. Por Sibélia Zanon. 13 fev. 2020. Disponível em: <https://brasil.mongabay.com/2020/02/industria-4-0-chega-a-amazonia-projeto-quer-salvar-a-floresta-levando-tecnologia-de-ponta/>. Acesso em: 08 nov. 2021.

MORAIS, J. O que faz a diferença entre a linguagem rica e a linguagem pobre? **Signo**, Santa Cruz do Sul, v. 44, n. 81, p. 02-21, set./dez. 2019. Disponível em: https://online.unisc.br/seer/index.php/signo/article/view/14574/pdf_1. Acesso em: 15 jan. 2021.

MORAIS, J.; KOLINSKY, R. Literacia científica: leitura e produção de textos científicos. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 62, p. 143-162, out./dez. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/er/n62/1984-0411-er-62-00143.pdf>. Acesso em: 15 de jan. 2021.

MOREIRA, I. de C. A divulgação da ciência e da tecnologia no Brasil. **Revista Diversa**, UFMG, ano 7, n. 13, fev. 2008. Disponível em: <https://www.ufmg.br/diversa/13/artigo4.html>. Acesso em: out. 2021.

_____. A CT&I no Brasil: sucessos e desafios [apresentação oral]. In: SBPC. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. **Marcha Virtual pela Ciência - Painel Nacional 2**. 2020. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=XaVPQ6zYTQ4&list=PLVigrCJ_g6LdNU5jTSLniXSaFPNlyNKRL. Acesso em: 7 maio 2020. 1:34:56

MORENO. A. C. **No ritmo atual, Brasil só baterá a meta de matrículas de jovens na universidade em 2037**. G1-Educação, 10 ago. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/educacao/noticia/2019/08/10/no-ritmo-atual-brasil-so-batera-a-meta-de-matriculas-de-jovens-na-universidade-em-2037.ghtml>. Acesso em jun. 2020.

MOTIN, S. D. et al. Educação Ambiental na formação inicial docente: um mapeamento das pesquisas brasileiras em teses e dissertações. **Investigações em ensino de Ciências**, v. 24, n. 1, p. 81-102, 2019.

MOURA, M. **Universidades públicas respondem por mais de 95% da produção científica do Brasil**. Rio de Janeiro-RJ: Academia brasileira de ciências-ABC, 15 de abril de 2019. Disponível em: <http://www.abc.org.br/2019/04/15/universidades-publicas-respondem-por-mais-de-95-da-producao-cientifica-do-brasil/>. Acesso em: jun. 2020.

MOURÃO, V. L. A. As convenções das Políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil: do Estado Empreendedor à crise do Estado Facilitador. **Sinais, Revista de Ciências Sociais**, v. 21, n. 1, p. 132-154, Vitória - ES, UFES, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/sinais/article/view/16034>. Acesso em: jan. 2020.

MUNIZ, R. A CT&I no Brasil: sucessos e desafios [debatedor]. In: SBPC. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. **Marcha Virtual pela Ciência - Painel Nacional 2**. 2020. Disponível em:

https://www.youtube.com/watch?v=XaVPQ6zYTQ4&list=PLVigrCJ_g6LdNU5jTSLniXSaFPNlyNKRL. Acesso em: 7 maio 2020. 1:34:56

MURI, A. F. **Letramento Científico no Brasil e no Japão a partir dos resultados do PISA**. 2017. 238 f. Tese (Doutorado em Educação) - Departamento de Educação do Centro de Teologia e Ciências Humanas, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

NATIONAL GEOGRAPHIC BRASIL. Como os rios voadores da Amazônia levam água para o resto do Brasil. 2021. Disponível em:

<https://www.nationalgeographicbrasil.com/ciencia/2021/03/posso-explicar-rios-voadores-da-amazonia-brasil-deserto> Acesso em: 20 abr. 2021.

NEPOMUCENO, A. L. de O.; ARAUJO, M. I. O. Política pública e educação ambiental: aspectos conceituais e ideológicos de participação, democracia e cidadania em Sergipe. **RBPAAE**, v. 35, n. 3, p. 941-960, set./dez. 2019. Disponível em:

<https://seer.ufrgs.br/rbpae/article/view/93743> . Acesso em: jan. 2020.

NOBRE, C. A Amazônia se aproxima do ponto de ruptura, diz Carlos Nobre. Por Kevin Damasio. **National Geographic, Vozes**, 08 jan. 2019. 2019a. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/entrevista/2019/01/entrevista-carlos-nobre-clima-amazonia-bolsonaro-governo> . Acesso em: 07 nov. 2021.

_____. Amazônia e a bioeconomia: um modelo de desenvolvimento para o Brasil. Entrevista especial com Carlos Nobre. Por Patrícia Fachin e Ricardo Machado. **IHU On-Line**, 09 maio 2019. 2019b. Disponível em: <http://www.ihu.unisinos.br/159-noticias/entrevistas/588962-bioeconomia-um-modelo-de-desenvolvimento-para-o-brasil-entrevista-especial-com-carlos-nobre> . Acesso em: 07 nov. 2021.

_____. Amazônia 4.0: a criação de ecossistemas de inovação e o enraizamento de uma nova bioeconomia. Entrevista especial com Carlos Nobre. Por Patrícia Fachin. **IHU On-Line**, 09 ago. 2018. Disponível em: <https://www.amazoniasocioambiental.org/pt-br/radar/amazonia-4-0-a-criacao-de-ecossistemas-de-inovacao-e-o-enraizamento-de-uma-nova-bioeconomia-entrevista-especial-com-carlos-nobre/>. Acesso em: 07 nov. 2021.

NOBRE, I; NOBRE, C. Projeto “Amazônia 4.0”: definindo uma Terceira Via para a Amazônia. **Futuribles em Português**, n. 2, São Paulo, Plataforma democrática, p. 7-22, set. 2019.

O ECO. Dicionário ambiental. **O que é o Protocolo de Nagoia**. 2014. Disponível em: <https://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/28740-o-que-e-o-protocolo-de-nagoia/> Acesso em: 20 abr. 2021.

_____. **Sem floresta, o agro não é nada. Entenda a importância dos colossais “Rios Voadores”**. 2020. Disponível em: <https://www.oeco.org.br/reportagens/sem-floresta-o-agro-nao-e-nada-entenda-a-importancia-dos-colossais-rios-voadores/> Acesso em: 20 abr. 2021.

OCDE. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. Centro de Pesquisa e Inovação em Educação. **Desenvolvimento da criatividade e do pensamento crítico dos**

estudantes: o que significa na escola. [coordenação geral Instituto Ayrton Senna; tradução Carbajal Traduções]. São Paulo: Fundação Santillana, 2020.

OECD. Organization for Economic Cooperation and Development. **What is PISA?** (2020). Disponível em: <https://www.oecd.org/pisa/>. Acesso em: jun. 2020.

OJIMA, R. A vulnerabilidade socioambiental como conceito interdisciplinar: avanços e potencialidades para pensar mudanças ambientais. Dossiê do VI Colóquio Internacional de Ciências Sociais: o mundo contemporâneo, crises, rupturas e emergências. **Cronos: R. Pós-Grad. Ci. Soc. UFRN, Natal**, v.13, n. 1, p. 110-120, jan./jun. 2012.

OLIVEIRA, D. F. de; MONTEIRO, L. de V. G. Ecodesenvolvimento: uma abordagem sob o contributo de Ignacy Sachs. **Revista de Direito, Economia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 1, n. 2, Minas Gerais, p. 29-48, jul./dez. 2015. Disponível em: <https://www.indexlaw.org/index.php/revistaddsus/article/view/939>. Acesso em: nov. 2019.

OLIVEIRA, D. L. de; SOUSA, C. M. de. COVID-19 e Investimento em Ciência e Tecnologia: uma retomada necessária. In: SANTOS, Ronaldo Pereira; POCHMANN, Marcio (Org.). **Brasil pós-pandemia: reflexões e propostas**. São Paulo: Alexa Cultural, 2020. p. 37-56.

ONU. Plataforma Agenda 2030. **Conheça a Agenda 2030**. 2015. Disponível em: <http://www.agenda2030.org.br/sobre/>. Acesso em: fev. 2020.

_____. Sommet mondial pour le développement durable. Département de l'information - Division de l'information et des medias - New York. **17e séance plénière Communiqué final**. Johannesburg, Afrique du Sud 26 août-4 septembre 2002. Disponível em: <https://www.un.org/french/events/wssd/coverage/summaries/envdev33.htm>. Acesso em: 20 abr. 2021.

_____. **The Convention on Biological Diversity. Whats is the Convention?** (s/d) Disponível em: <https://www.cbd.int/convention/>. Acesso em: jan. 2020.

ONU Brasil. **A ONU e o meio ambiente**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>. (s/d). Acesso em: jan. 2020.

ONU MEIO AMBIENTE. **PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente**. <https://nacoesunidas.org/agencia/pnuma/>. (s/d). Acesso em: jan. 2020.

PALMA, C. M.; PALMA, M. S. Bioprospecção no Brasil: análise crítica de alguns conceitos. **Ciência e Cultura**, v. 64, n. 3, São Paulo, 2012. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252012000300009. Acesso em: out. 2019.

PINZAN, M. E.; LIMA, A. P. Iniciação científica na educação básica: uma possibilidade de democratização da produção científica. In: IX EPCT – ENCONTRO DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA (TECNOLOGIAS E UNIVERSIDADE), 9., 2014, Campo Mourão. **Anais [...]**. Campo Mourão: UNESPAR, 2014. Disponível em: http://www.fecilcam.br/nupem/anais_ix_epct/PDF/TRABALHOS-COMPLETO/Anais-CH/10.pdf. Acesso em: 13 dez. 2019.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Progresso multidimensional: o bem-estar para além da renda. Relatório de Desenvolvimento Humano Regional para a América Latina e o Caribe. Resumo executivo.** New York, USA, 2016.

POCHMANN, M. As possibilidades do trabalho e a nova economia no Brasil. In: RUBEN, G.; WAINER, J.; DWYER, T. (Org.). **Informática, organizações e sociedade no Brasil.** São Paulo: Cortez, 2003. p. 93-129.

PONT VIDAL, J. Postpandemia y desarrollo local: reflexiones em tempos de incertidumbre. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 16, n. 4, p. 103-114, dez. 2020. (Edição Especial). Disponível em: <https://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/5979/1019>. Acesso em: 31 jan. 2021.

RAEDER, S. T. O.; MENEZES, P. M. A relação entre interdisciplinaridade e a implementação da Agenda 2030. In: CGEE. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Parcerias Estratégicas**, Edição especial, v. 24, n. 49, p. 5-6, dez. 2019.

RAUPP, M. A.; NADER, H. Educação e ciência & tecnologia. **Parcerias Estratégicas**, Edição Especial, Brasília, DF, v. 16, n. 32, p. 421-426, jan./jul. 2011. Disponível em: http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/455/436. Acesso em: jul. 2019.

REDE CERRADO. **Histórias do Cerrado.** 2021. Disponível em: <http://redecerrado.org.br/historiasdocerrado/>. Acesso em: 13 mar. 2021.

REIGOTA, M. Educação Ambiental: a emergência de um campo científico. *Perspectiva*, Florianópolis, v. 30, n. 2, p. 499-520, maio/ago. /2012.
_____. **O que é Educação Ambiental.** 2ª. ed. São Paulo: Brasiliense, 2016. (Coleção Primeiros Passos, 292).

RESET. **Amazônia 4.0:** as biofábricas de Carlos Nobre começam a sair do papel. Por Vanessa Adachi. 16 jul. 2021. Disponível em: <https://www.capitalreset.com/amazonia-4-0-as-biofabricas-de-carlos-nobre-comecam-a-sair-do-papel/>. Acesso em: 08 nov. 2021.

RIBEIRO, P. V. V. Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação; infraestrutura científica e tecnológica: estudo sobre as instituições de pesquisa do MCTI. In: VII ESOCITE.BR/tecsoc – 7º SIMPÓSIO NACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE. 7., 2017, Brasília. **Anais [...].** Brasília: FINATEC/UnB, 2017. p. 1-15. Disponível em: http://esocite2017.com.br/anais/beta/trabalhoscompletos/gt/29/esocite2017_gt29_publicoVieiraValadaresRibeiro.pdf. Acesso em: 02 fev. 2021.

RIFKIN, J. **O século da biotecnologia:** a valorização dos genes e a reconstrução do mundo. São Paulo: Makron Books, 1999.

ROCHA, S. M. da. **A articulação das políticas de biodiversidade, inovação e biotecnologia nos Estados do Amazonas, Pará e Tocantins.** Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede Bionorte da Amazônia Legal. Manaus, AM, 2016.

ROCHA, S. M. da; ALMEIDA, C. R. de; ROCHA, R. R. de C. Dos “porquês” da infância aos “porquês” da pesquisa: reflexões sobre a importância da educação escolar para a formação de pesquisadores. In: PINTO, R.; GLASENAPP, R. (coords.). **Propostas para uma nova nação: o futuro do Brasil em perspectivas**. Belo Horizonte: Editora D’Plácido. p. 279-293.

ROCHA, S. M. da; ROCHA, R. R. de C.; ALMEIDA, C. R. de. Da tutela ambiental na Constituição Federal de 1988 ao Marco Legal da Biodiversidade. In: MIRANDA, J.; GOMES, C. A. (coords.). **Diálogo ambiental, constitucional e internacional**. Palmas: Editora Esmat, 2020. (vol. 15). p. 60-77.

ROCHA NETO, I. Oferta e demanda de pessoal qualificado no Brasil. In: CGEE. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Formação de recursos humanos em áreas estratégicas de ciência, tecnologia e inovação**. Brasília, DF: CGEE, 2010. p. 17-94. p. 95-174.

ROITMAN, I. **Educação científica: quanto mais cedo melhor**. Brasília: RITLA, 2007. Disponível em: <http://livros01.livrosgratis.com.br/rl000001.pdf>. Acesso em fev. 2020.

SACCARO JUNIOR, N. L. Desafios da bioprospecção no Brasil. **Texto para Discussão**, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), n. 1569, Brasília, DF, 2011. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=7066. Acesso em: jan. 2020.

_____. O uso dos recursos genéticos para o desenvolvimento sustentável brasileiro. **IPEA - boletim regional, urbano e ambiental**, n. 07, jan./jun. 2013. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5575/1/BRU_n07_uso.pdf. Acesso em: maio 2020.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. 3. ed. Organização de Paula Yone Stroh, Tradução de José Lins Albuquerque Filho. Rio de Janeiro, 2002. (Coleção Idéias Sustentáveis).

_____. **Desenvolvimento sustentável**. Brasília: IBAMA/MMA, 1996. (Série Meio Ambiente em debate, 7).

_____. Entrevista. **Jornal O Globo**, Matutina, Razão Social, p. 6-7, 28 de fevereiro de 2012. Disponível em: <https://acervo.oglobo.globo.com/busca/?busca=ignacy+sachs>. Acesso em: 05 out. 2020.

_____. **Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente**. São Paulo: Studio Nobel/FUNDAP, 1993.

_____. Inclusão social pelo trabalho decente: oportunidades, obstáculos, políticas públicas. **Estudos Avançados**, v.18, n. 51, São Paulo, maio/ago. 2004, p. 23-49. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ea/v18n51/a02v1851.pdf>. Acesso em: out. 2019.

_____. O desenvolvimento enquanto apropriação dos direitos humanos. **Estudos Avançados**, v. 12, n. 33, São Paulo, p. 149-156, maio/ago. 1998. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ea/v12n33/v12n33a11.pdf>

_____. Resenha do livro **Desenvolvimento sustentável: desafio do século XXI**, de José Eli da Veiga, Rio de Janeiro, Garamond, 2005. **Ambiente & Sociedade**, v.7, n. 2. Campinas-SP, p. 214-215, jul./dez. 2004. Disponível em:

https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2004000200016. Acesso em: out. 2019.

_____. Sociedade, cultura e meio ambiente. **Mundo & Vida**, v. 2, n. 1, p. 7-13, 2000. Disponível em: <http://ambiental.adv.br/ufvjm/ea2012-1sachs.pdf>. Acesso em: out. 2019.

SANTOS, B. de S. **A cruel pedagogia do vírus**. Coimbra: Almedina, 2020.

SANTOS, T. C. dos; COSTA, M. A. F. da. Um olhar sobre a educação ambiental expressa nas Diretrizes Curriculares para a Educação Ambiental. **Revista Práxis**, Ano VII, n. 13, jan. 2015.

SANTOS, W. L. P dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, set./dez. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbedu/v12n36/a07v1236.pdf>. Acesso em: maio 2020.

SÁ-SILVA, J. R.; ALMEIDA, C. D. de; GUINDANI, J. F. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista Brasileira de História & Ciências Sociais**, ano 1, n. 1, p. 1-14, jul. 2009. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/rbhcs/article/view/10351/0>. Acesso em: nov. 2019.

SBPC. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. **A política brasileira de CT&I e as manifestações da comunidade científica - 2019**. Cadernos SBPC - Edição 2019.

_____. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. **Marcha virtual pela ciência**. 2020. Disponível em: <http://portal.sbpcnet.org.br/marcha-virtual-pela-ciencia/>. Acesso em: 7 maio 2020.

_____. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. Políticas Públicas para o Brasil que queremos. **Cadernos SBPC**, Edição 70 anos, 2018.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/246>. Acesso em: set. 2019.

SCHWARTZMAN, S. (coord.). **Ciência e tecnologia no Brasil: uma nova política para um mundo global**. Documento-síntese do estudo sobre “O estado atual e o papel futuro da ciência e tecnologia no Brasil”, parte do Programa de apoio ao desenvolvimento científico e tecnológico – PADCT II. São Paulo: FGV, 1993. Disponível em: <http://www.schwartzman.org.br/simon/scipol/novapol.pdf>. Acesso em: fev. 2020.

SECRETARIADO DA CONVENÇÃO SOBRE DIVERSIDADE BIOLÓGICA. **O Protocolo de Nagoia sobre acesso e repartição de benefícios**. Tradução de Carlos Potiara Castro. Canadá, 2012. Disponível em:

<https://www.cbd.int/abs/infokit/revised/print/factsheet-nagoia-pt.pdf> Acesso em: 20 abr. 2021.

SEN, A. K. **Desenvolvimento como liberdade**. Tradução de Laura Teixeira Motta. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

SENADO FEDERAL. Rio + 20: em busca de um mundo sustentável. **Em discussão! Revista de audiências públicas do Senado Federal**, ano 3, n. 11, jun. 2012.

SENKEVICS, A S.; CARVALHO, M. P. de. Novas e velhas barreiras à escolarização da juventude. *Estudos Avançados*, v. 34, n. 99, 2020.

SILVA, C. P. da; SANTOS, Í. G. dos; SANTOS, A. F. dos. Contribuição do Estado do Tocantins para as metas da convenção da diversidade biológica. *Revista Desafios*, Palmas-TO, UFT, v. 4, n. 4, 2017. Disponível em:

<https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/view/3879>>. Acesso em: abr. 2019.

SILVA, D. B. da; COUTINHO, S. F. S. Os Planos Nacionais de Educação: encontros e desencontros entre educação e sustentabilidade no âmbito da pesca artesanal. V ENCONTRO DE PESQUISA EDUCACIONAL EM PERNAMBUCO – EPEPE, 5., 2014, Garanhuns-PE. *Anais [...]*. Eixo Temático: Educação Socioambiental. Disponível em: http://www.fundaj.gov.br/images/stories/epepe/V_EPEPE/EIXO_2/DayvisonBorges-CO02.pdf. Acesso em: jul. 2018.

SILVA, R. M. da. A influência do pensamento econômico na ideia de sustentabilidade e suas implicações para a percepção e conservação do mundo natural. *Desenvolvimento e meio ambiente*, v. 46, p. 334-356, ago. 2018. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/55806>. Acesso em: jan. 2020.

SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência e tecnologia: transformando a relação do ser humano com o mundo. IX SIMPÓSIO INTERNACIONAL PROCESSO CIVILIZADOR – TECNOLOGIA E CIVILIZAÇÃO, 9., 2005, Ponta Grossa, Paraná. *Anais [...]*. Disponível em: <http://www.uel.br/grupo-estudo/processoscivilizadores/portugues/sitesanais/anais9/artigos/workshop/art19.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2019.

SILVA, S. do N.; LOUREIRO, C. F. B. As vozes de professores-pesquisadores do campo da Educação Ambiental sobre a Base Nacional Comum Curricular (BNCC): Educação Infantil ao Ensino Fundamental. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 26, e20004, p. 1-15, 2020.

_____. O sequestro da Educação Ambiental na BNCC (Educação Infantil-Ensino Fundamental): os temas Sustentabilidade/Sustentável a partir da Agenda 2030. XII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – XII ENPEC, 12., 2019, Natal-RN. *Anais [...]*. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Disponível em: <https://abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R0724-1.pdf>. Acesso em: 08 set. 2021.

SOUZA, C. Políticas Públicas: uma revisão da literatura. *Sociologias*, Porto Alegre, ano 8, n. 16, p. 20-45, jul./dez. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/soc/n16/a03n16>. Acesso em: set. 2019.

TOZONI-REIS, M. F de C. **Educação ambiental**: natureza, razão e história. Campinas: Autores Associados, 2004.

TOZONI-REIS, M. F de C.; CAMPOS, L. M. L. Educação ambiental escolar, formação humana e formação de professores: articulações necessárias. *Educar em revista*, Editora UFPR, Edição especial n. 1, p. 145-162, 2014.

TRIGUEIRO, M. G. S. A comunidade científica, o Estado e as universidades, no atual estágio de desenvolvimento científico tecnológico. *Sociologias*, Porto Alegre, ano 3, n. 6, p. 30-50,

jul./dez. 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/soc/n6/a03n6.pdf>. Acesso em: ago. 2019.

_____. Bioprospeção; uma nova fronteira da sociedade. XV CONGRESSO BRASILEIRO DE SOCIOLOGIA, 15., 2011, Curitiba-PR. **Anais [...]** Sociedade Brasileira de Sociologia. Disponível em:

http://www.sbsociologia.com.br/portal/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=231&limit=50&limitstart=0&order=hits&dir=DESC&Itemid=171. Acesso em: maio 2019.

_____. Formação de recursos humanos em áreas estratégicas de inovação no Brasil: contribuição para a construção de uma agenda. In: CGEE. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Formação de recursos humanos em áreas estratégicas de ciência, tecnologia e inovação**. Brasília, DF: CGEE, 2010. p. 17-94.

_____. **O conteúdo social da tecnologia**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. (Texto para discussão, 31).

_____. Sociologia da Ciência e da Tecnologia; continuidade e ruptura na teoria social (implicações para o Brasil e a América Latina). SIMPÓSIO INTERNACIONAL “ESTUDOS SOCIAIS CTS E A PRODUÇÃO DE CONHECIMENTO NA UNIVERSIDADE”, 2013, Brasília. **Anais [...]**. UnB. Disponível em:

https://aprender.ead.unb.br/pluginfile.php/125327/mod_resource/content/1/Sociologia_da_Ciencia_e_da_Tecnologia.pdf. Acesso em: jul. 2018.

_____. **Sociologia da Tecnologia: bioprospeção e legitimação**. São Paulo: Centauro, 2009.

TV Cultura. **Ignacy Sachs - o economista e sociólogo que ajudou a formular o conceito que passou a ser chamado desenvolvimento sustentável**. [Entrevista] 1998. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=uYGNwr945-Y&feature=emb_title. Acesso em: dez. 2019. 5:10

VAL, A. L. Conservação da biota aquática da Amazônia. **REB – Revista de Estudios Brasileños**. Número especial: Biota Amazônia. Ediciones Universidad de Salamanca. Vol. 6, n. 11, p. 79-89, 2019. Disponível em: <https://revistas.usal.es/index.php/2386-4540/article/view/reb20196117989>. Acesso em: jan. 2020.

VARGAS, M. **História da ciência e da tecnologia no Brasil: uma súmula**. São Paulo: Humanitas, FFLCH, USP, Centro de interunidade de História da Ciência: 2001

VEIGA, J. E. da. O prelúdio do desenvolvimento sustentável. In: ABRAMOVAY, R. et al. (Org.). **Economia brasileira**. São Paulo: Centro Acadêmico Visconde de Cairu (FEA) – USP, 2005. p. 243-266.

VELOSO FILHO, F. de A.; NOGUEIRA, J. M. O Sistema Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e a promoção econômica de regiões e localidades no Brasil. **Estudos Geográficos**, Rio Claro, 4(2): 01, 15 dez. 2006. Disponível em: www.rc.unesp.br/igce/grad/geografia/revista.htm. Acesso em: set. 2019.

VIEIRA, N. **Literacia Científica e Educação de Ciência: dois objectivos para a mesma aula**. Revista Lusófona de Educação, n. 10, p. 97-108, 2007. Disponível em: <https://revistas.ulusofona.pt/index.php/rfeducacao/article/view/636>. Acesso em: 15 jan. 2021.

WMO. World Meteorological Organization. **WMO confirms 2019 as second hottest year on record**. 2020. Disponível em: <https://public.wmo.int/en/media/press-release/wmo-confirms-2019-second-hottest-year-record>. Acesso em: maio 2020.

WORLDDATLAS. **The World's 17 Megadiverse Countries**. Disponível em: <https://www.worldatlas.com/articles/ecologically-megadiverse-countries-of-the-world.html>. Acesso em: 09 abr. 2021.

WWF-Brasil, 2021. **Histórias de luta e perseverança para manter o Cerrado vivo**. 18 mar. 2021. Disponível em: https://www.wwf.org.br/informacoes/noticias_meio_ambiente_e_natureza/?78008/Historias-de-luta-e-perseveranca-para-manter-o-Cerrado-vivo. Acesso em: 06 abr. 2021.

ANEXO

DESPACHO N. 244/2021/GABSEC, de 25 de fevereiro de 2021

SECRETARIA DA
EDUCAÇÃO, JUVENTUDE
E ESPORTES

TOCANTINS
GOVERNO DO ESTADO



Praça dos Girassóis, Esplanada das Secretarias. S/N
Palmas – Tocantins – CEP 77.001.910
Tel: +55 63 3218 1400|1419
www.seduc.to.gov.br

SGD 2020/27009/014130

PROCESSO: 2021/27000/000189

ASSUNTO: Realização de pesquisa de doutorado intitulada “A Formação de Quadros Profissionais para o Desenvolvimento de CT & I: A Educação Ambiental como Perspectiva”.

INTERESSADA: Cristiane Roque de Almeida

DESPACHO Nº 244/2021/GABSEC

Acolho o **PARECER Nº 11/2021/GFAP**, de 01 de fevereiro de 2021, SGD: 2021/27009/006793, da Gerência de Formação e Apoio à Pesquisa e o **DESPACHO Nº 3/2021/GPAJ**, de 22 de fevereiro de 2021, SGD: 2021/27009/013458, da Gerência de Procedimentos Administrativos e Judiciais, manifestado favorável à autorização para a realização da pesquisa intitulada “**A Formação de Quadros Profissionais para o Desenvolvimento de CT & I: A Educação Ambiental como Perspectiva**”.

Faço remessa dos autos à Gerência de Formação e Apoio à Pesquisa desta Pasta, para análise e fins.

GABINETE DA SECRETÁRIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO, JUVENTUDE E ESPORTES, em Palmas, aos 24 dias do mês de fevereiro de 2021.

(Assinatura digital)

ROBSON VILA NOVA LOPES

Secretário Executivo da Secretaria da Educação, Juventude e Esportes



Documento foi assinado digitalmente por ROBSON VILA NOVA LOPES em 25/02/2021 16:25:41.

A autenticidade deste documento pode ser verificada no site <https://sgd.to.gov.br/verificador>, informando o código verificador: C7C6050C00B8FFF5