




MITIGAÇÃO CLIMÁTICA: AGENDAS GLOBAIS, TECNOLOGIAS VERDES E TECNOLOGIA SOCIAL PARA O BRASIL

 <https://doi.org/10.56238/levv16n46-027>

Data de submissão: 10/02/2025

Data de publicação: 10/03/2025

Roberto Mauro da Silva Fernandes

Doutor em Geografia pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)
Instituto de Pesquisa GeoLAB/Center for Brazil Studies-University of Oklahoma/UEMG
E-mail: robertosilva2457@hotmail.com

RESUMO

Há três grandes agendas globais na atualidade que tem em comum o combate as mudanças climáticas por meio de estratégias de mitigação, são elas: a Agenda 2030, o Acordo de Paris e o Marco de Sendai para Redução do Risco de Desastres. Estes grandes planos de ação estão gerando projetos e inovações interessantes no âmbito do combate ao aquecimento global. Neste artigo será apresentado algumas das tecnologias verdes produzidas em diferentes países e apresentar uma tecnologia social para o Brasil com base nas experiências. Para tal, realizamos pesquisa exploratória, com técnica de coleta utilizando fontes primária e secundárias sobre o assunto.

Palavras-chave: Agenda 2030. ODS 13. Mitigação Climática. Aquecimento Global.

1 INTRODUÇÃO: AS AGENDAS GLOBAIS

Atualmente existem três grandes agendas globais que se conectam em torno do combate as mudanças climáticas, em especial, possuem relação a partir das premissas do ODS 13 (“Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos”). São elas: a Agenda 2030, o Acordo de Paris e o Marco de Sendai para Redução do Risco de Desastres. Além disso, do ponto de vista Geopolítico são instrumentos de suma importância para promover processo de cooperação técnica e política entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento.

A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, publicada em setembro de 2015, tem como objetivo promover ações relacionadas ao campo do desenvolvimento sustentável, trata-se de um plano de ação que tem como objetivo promover prosperidade para as pessoas e o planeta (ONU, 2015). É composta por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável:

- 1) Objetivo 1. Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares;
- 2) Objetivo 2. Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável;
- 3) Objetivo 3. Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades;
- 4) Objetivo 4. Assegurar a educação inclusiva e equitativa de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos;
- 5) Objetivo 5. Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas;
- 6) Objetivo 6. Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos;
- 7) Objetivo 7. Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia, para todos;
- 8) Objetivo 8. Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo, e trabalho decente para todos;
- 9) Objetivo 9. Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação;
- 10) Objetivo 10. Reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles;
- 11) Objetivo 11. Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis;
- 12) Objetivo 12. Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis;
- 13) Objetivo 13. Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos;
- 14) Objetivo 14. Conservar e usar sustentavelmente os oceanos, os mares e os recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável;
- 15) Objetivo 15. Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra, e deter a perda de biodiversidade;
- 16) Objetivo 16. Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis;
- 17) Objetivo 17. Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento ((UNITED NATIONS, 2015).

Os idealizadores da Agenda 2030 se preocuparam com temas caros para as diferentes sociedades ao redor do mundo e os 17 Objetivos universais foram pensados com base em discussões

contemporâneas importantes e amplamente discutidas, cuja base se sustentam em questões políticas, sociais e econômicas, além disso, a intenção é criar políticas adaptadas a diferentes territórios¹.

O outro plano de ação mundial é o Acordo de Paris, adotado pelos países membros das Nações Unidas (entre os quais o Brasil), em dezembro de 2015. Trata-se de um acordo climático global que introduz um importantíssimo mecanismo de redução de emissões de gases do efeito estufa (GEE), a intenção é limitar o aumento da temperatura a menos de 1,5 graus celsius no mundo desenvolvido e em desenvolvimento. Para os idealizadores, taxas acima desse nível significa aumentar os riscos resultantes das alterações climáticas, tais como secas, inundações, fenômenos meteorológicos extremos, etc. (IPCC, 2018). A previsão é que as partes alcancem a neutralidade climática até 2050.

Além da redução nas emissões de gases nocivos a atmosfera, o artigo 2.º do Acordo de Paris deseja: a) aumentar a adaptação aos impactos negativos das alterações climáticas e b) gerar fluxos financeiros (privado e público). No intuito de atingir os três objetivos, a agenda estabeleceu um mecanismo para elaboração de planos de ação climáticas denominado Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC, sigla em inglês). Os NDC podem incluir metas de redução de GEE e outras ações para alcançar os objetivos, tais como metas de energias renováveis, construção de resiliência para adaptação aos impactos das alterações climáticas e dos fluxos financeiros, bem como trata de diferentes formas de apoio entre as partes (sobretudo aos países em desenvolvimento), como financiamento e apoio técnico (UNITED NATIONS, 2015b).

A terceira agenda de suma importância no contexto global é o “Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030”, a iniciativa foi lançada na Terceira Conferência Mundial da ONU em Sendai, Japão, em 18 de março de 2015. A agenda é resultado de uma grande articulação política, a ONU iniciou as consultas às partes interessadas em março de 2012, assim como o Marco Sendai é resultado de negociações intergovernamentais que ocorreram entre julho de 2014 a março 2015, a iniciativa foi apoiada pelo Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres, a pedido da Assembleia Geral da ONU.

O documento introduz uma série de inovações, com uma forte ênfase na gestão do risco de desastres em oposição à gestão de desastres; e estabelece sete metas globais:

- (a) Reduzir substancialmente a mortalidade global por catástrofes até 2030, com o objetivo de reduzir a taxa de mortalidade global média por 100.000 habitantes na década 2020-2030, em comparação com o período 2005-2015;
- (b) Reduzir substancialmente o número de pessoas afetadas a nível mundial até 2030, com o objetivo de reduzir o valor médio global por 100.000 habitantes na década 2020-2030 em comparação com o período 2005-2015;
- (c) Reduzir as perdas económicas diretas resultantes de catástrofes em relação ao produto interno bruto (PIB) mundial até 2030;
- (d) Reduzir substancialmente os danos provocados por catástrofes em infraestruturas críticas e a interrupção dos serviços básicos, entre eles as instalações de saúde e de ensino, nomeadamente através do desenvolvimento da sua resiliência até 2030;

¹ Entenda território como espaço dotado de diferentes usos, características, conflitos e demandas específicas (SANTOS e SILVEIRA. 2001).

- (e) Aumentar substancialmente o número de países com estratégias nacionais e locais de redução do risco de catástrofes até 2020;
- (f) Melhorar substancialmente a cooperação internacional para os países em desenvolvimento através de apoio adequado e sustentável para complementar as suas ações nacionais para a implementação do presente Quadro até 2030;
- (g) Aumentar substancialmente a disponibilidade e o acesso a sistemas de alerta precoce sobre múltiplos riscos e a informações e avaliações de riscos de desastres para as pessoas até 2030 ((UNITED NATIONS, 2015c).

Ademais, há no Marco de Sendai um conjunto de princípios orientadores, incluindo a responsabilidade primária dos Estados para prevenir e reduzir o risco de catástrofes, o envolvimento da sociedade e das instituições do Estado e a necessidade de fortalecer a resiliência em saúde. A convenção traz a luz a necessidade de centrar atenções nos perigos naturais e naqueles provocados pela ação antrópica, bem como nos riscos ambientais, tecnológicos e biológicos relacionados.

No geral, o Marco de Sendai traz à tona a necessidade de uma melhor compreensão sobre risco de desastres de diferentes dimensões, há o reforço sobre governação do risco de catástrofes, incluindo plataformas nacionais; responsabilização pela gestão do risco de desastres; preparação para “reconstruir melhor”; mobilização de investimentos sensíveis ao risco para evitar novos riscos; resiliência das infraestruturas de saúde, do património cultural e dos locais de trabalho; fortalecimento de cooperações internacionais e parcerias globais; criação de políticas e programas de doadores, incluindo apoio financeiro e empréstimos de instituições financeiras internacionais.

As agendas globais dialogam, sobretudo, acerca da redução das emissões de gases do efeito estufa, políticas e estratégias para a criação de tecnologias verdes² com intuito de descarbonizar os transportes e produzir energia limpa e eficiente e políticas de prevenção e gerenciamento de desastres ambientais. Desse modo, possuem em comum orientações para colocar em ação planos de ação que giram em torno de estratégias de mitigação climática.

São inúmeras as ações de mitigação climática realizadas ao redor do planeta para combater as causas do aquecimento global. São esforços que exigem a união de conhecimento ancestral, riquezas da natureza e ciência. Desse modo, serão apresentadas algumas das estratégias de mitigação climática que estão sendo desenvolvidas em diferentes regiões do mundo. Foram escolhidas tais iniciativas porque a partir delas será proposto uma tecnologia social³ que pode ser aplicada em território nacional, trata-se de estrutura institucional para promoção de pesquisas que tenham o intuito de gerar tecnologias

² Entenda tecnologia verde como um conjunto de produtos, sistemas ou equipamentos que mitigam os efeitos negativos das atividades humanas, cujos objetivos são controlar as alterações climáticas, proteger o ambiente natural, reduzir a nossa dependência de recursos não renováveis (como os combustíveis fósseis) e sanar os danos causados ao ambiente (QAMAR et. al. 2021)

³ Tecnologia Social é o “Conjunto de técnicas e metodologias transformadoras, desenvolvidas e/ou aplicadas na interação com a população e apropriadas por ela, que representam soluções para inclusão social e melhoria das condições de vida” (ITSBRASIL, 2022).

verdes. Para isso, foi instrumentalizada a Lei nº 10.973/2004 (Lei de inovação), o Plano de Transformação Ecológica⁴ e o ODS 13.

Além desta introdução, o texto está dividido em mais duas seções. A segunda está destinada ao debate sobre as estratégias, princípios e ações relacionadas a mitigação climática, serão apresentadas as tecnologias verdes desenvolvidas ao redor do mundo para ajudar no combate ao aquecimento global. A terceira parte ficou reservada para as considerações finais, seção na qual será proposta a tecnologia social.

2 METODOLOGIA

Para realizar o debate, foi realizada uma abordagem interdisciplinar, com base no conceito sobre mitigação apontado no ODS 13, Acordo de Paris e Macro de Sendai; a opção foi por realizar uma pesquisa exploratória, visto o objetivo ser proporcionar visão geral sobre determinado objeto e ampliar o conhecimento sobre este, possibilitando a formulação mais precisa do problema, o que permite avançar para novas hipóteses e realizar pesquisa futura mais estruturada (GIL, 1999).

Neste trabalho, o escopo é fornecer uma outra perspectiva sobre as estratégias de combate as alterações climáticas, apresentando alguns aspectos do debate, no sentido de preparar ambiente teórico para aprofundamentos futuros sobre o tema. Também foi realizado o uso de descrição qualitativa para captar a aparência do fenômeno, mas sobretudo, para a formulação de hipóteses, deste modo, a abordagem hipotético-dedutiva foi fundamental para confeccionarmos as conjecturas.

Quanto a técnica de coleta de dados, foi realizada pesquisa bibliográfica, em fontes primárias e secundárias. No que tange as primeiras, foram utilizados os documentos oficiais das agendas globais mencionadas e outros derivados delas; as fontes secundárias são oriundas livros e artigos e notícias da imprensa, foram acessados, especificamente, sítios da internet e foi feito uso de documentários acessíveis em plataformas de compartilhamento de vídeos.

3 MITIGAÇÃO CLIMÁTICA: CONECTANDO CIÊNCIA, NATUREZA E CONHECIMENTO ANCESTRAL PARA AJUDAR O MUNDO

No que tange a mitigação climática existem uma série de estudos e ações em andamento em diferentes países do mundo, existem estudos para descarbonização dos transportes, construção de cidade resilientes, criação de “empregos verdes”, produção de “tecnologias verdes”, etc. Estes processos ocorrem através de diálogos entre o setor público e privado e os esforços estão apresentando inovações que vão ser importante no contexto de transição verde.

⁴ O Plano de Transformação Ecológica (PTE) foi lançado pelo Ministro da fazenda, Fernando Haddad, na Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas de 2023 (COP28).

No contexto da transição dos combustíveis fósseis para os combustíveis sustentáveis, além dos veículos elétricos, há outros processos de descarbonização dos transportes. Em Singapura já existem projetos em andamento para colocar em circulação navios abastecidos com base em hidrogênio líquido ou mais precisamente “hidrogênio verde”, o grande desafio é produzir o combustível com preços acessíveis no mercado e a partir de energia limpa e renovável. O sucesso desse projeto significa possibilitar uma segunda alternativa de descarbonização para a indústria marítima: a utilização de amônia como combustível. No entanto, a “amônia verde” só pode ser produzida a partir do “hidrogênio verde”. Os dois combustíveis são alternativas limpas até mesmo para o transporte a base de eletricidade (CNA INSIDER, 2023).

Em Singapura o empreendimento está sendo realizado através de parcerias entre o setor público e privado. A Universidade Nacional de Singapura criou um Centro de Inovação em Hidrogênio e está sendo financiada pela empresa Temasek, ambas dialogam com a Sembcorp Marine Ltda e Shell.

Outras intensas pesquisas com intuito de mitigar as alterações climáticas estão sendo conduzidas na Islândia e Alemanha. Na Islândia estão em processo de desenvolvimento tecnologias verdes que tem como base a combinação de energia geotérmica, rochas vulcânicas e água.

A primeira delas é a planta de captura de carbono, chamada pelos idealizadores de Orca. A máquina é composta por coletores gigantes que filtram o dióxido de carbono (CO₂). O filtro captura as moléculas de CO₂ enquanto libera o ar mais limpo de volta para a atmosfera, uma vez que os filtros estão cheios, fecha-se o compartimento e então a Orca emite uma onda de calor a cerca de 100°C, produzido de forma renovável a partir de uma central geotérmica, o que libera o CO₂ para capturar e coletar. O equipamento tem capacidade para absorver 4.000 toneladas por ano, irrisório frente aos 36 milhões de emissões do efeito estufa anuais, mas é uma inovação que no futuro vai ter maior capacidade de absorção, além de se tornar uma ferramenta local importante no presente no combate ao aquecimento global.

Outra ferramenta importante de absorção de GEE está sendo desenvolvida pela Carbfix, o método consiste em armazenar permanentemente o CO₂ em rochas de origem vulcânicas. A Carbfix criou uma planta geotérmica de absorção de gases poluentes na qual uma torre de 13 metros de comprimento dissolve 15 mil toneladas de gás carbônico e 8 mil toneladas de sulfeto de hidrogênio em água todos os anos. A planta absorve o CO₂ e então injeta na rocha basáltica, onde forma minerais sólidos de carbonato e sulfeto. O processo sequestra grandes quantidade de GEE.

De igual modo, estudos estão sendo realizados na Europa e no Estados Unidos utilizando pó de rocha basáltica para remover o CO₂ da atmosfera. O processo é conhecido como “intemperismo acelerado” (FISHER, J. 2023).

As pesquisas demonstram que o Dióxido de Carbono pode ser sequestrado pelo solo sem a utilização de máquinas de alta tecnologia. O processo consiste em espalhar o pó de rocha de basalto

em terras agrícolas para acelerar o processo natural de intemperismo das rochas. No processo de intemperismo, a água da chuva reage com os minerais da rocha, o CO₂ fica retido e fixado pelo produto em decomposição. O Painel Intergovernamental das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas (IPCC) está recomendando o uso da técnica e da tecnologia (CAMPE, 2023; DW DOCUMENTARY, 2023).

As pesquisas estão sendo realizadas pelo Instituto Ithaca para Estratégias de Carbono localizado em Ortenau, Alemanha; e nos Estados Unidos na Universidade de Illinois, a partir de uma parceria que inclui pesquisadores da Universidade do Oeste da Austrália, da Universidade de Wisconsin, da Eion Corporation e do Centro Leverhulme para Mitigação das Mudanças Climáticas da Universidade de Sheffield.

Na Alemanha, o Instituto Max Planck de Meteorologia de Hamburgo está realizando pesquisas com intuito de desenvolver um escudo artificial para proteger a terra dos raios solares, isto é, criar um guarda-sol gigante para resfriar o planeta inteiro. Parece loucura, mas a ideia tem origem em um evento natural.

Em 1991, o vulcão Pinatubo entrou em erupção nas Filipinas e ejetou gás de enxofre na estratosfera, onde reagiu com o oxigênio para formar pequenas partículas, formando uma fina camada que refletia e bloqueava a luz solar, criando um escudo gigante, uma espécie de guarda-sol para a região que foi atingida. Durante meses, as temperaturas foram meio grau mais baixas do que o normal. O evento inspirou os pesquisadores.

Segundo a Doutora Ulrike Niemeier, tecnicamente é possível criar o escudo contra o sol; a grande questão é saber como avaliar os impactos e consequências climáticas de emitir artificialmente enxofre na estratosfera; poderia alterar estações chuvosas e secas, o que prejudicaria as atividades agrícolas. Os pesquisadores ainda não têm certeza sobre o quanto de enxofre seria necessário e de quantas aplicações anuais precisariam ser realizadas (o enxofre tem vida útil de um ano) para manter camada constante. Niemeier acredita que em alguns anos aeronaves adequadas poderão estar disponíveis para realizar a intervenção técnica (DW DOCUMENTARY, 2023).

O setor cimentício também está apresentando soluções para mitigar os efeitos das alterações climáticas, a indústria de cimento é uma das grandes poluidoras ao redor do mundo e no sentido de contribuir para processo de transição verde vem apresentando alternativas que consistem na criação de tecnologias verdes, nesse caso o “cimento verde”.

A ECOCEM LAB, da empresa Ecocem, está desenvolvendo pesquisas e realizando testes com intuito de repensar a indústria de cimento com produtos de baixo carbono; está desenvolvendo um tipo de cimento que utiliza o mínimo possível de materiais poluentes. O concreto é composto de vários ingredientes diferentes, entre os quais o clínquer, que é a parte mais poluente do cimento. O clínquer é composto de minerais de calcário e xisto, que quando aquecidos liberam gases poluentes.

A nova tecnologia da Ecocem visa minimizar o teor de clínquer do concreto, o produto que estão desenvolvendo têm uma redução de 20% na mistura em relação as outras matérias-primas, além disso, estão reutilizando os resíduos da fabricação do aço, misturam as sobras no cimento para reduzir as emissões de carbono.

Trata-se de um recurso finito, mas é um esforço para mitigar efeitos das mudanças climáticas nas cidades; o mais importante, este empreendimento contribui na ampliação das ações de pesquisa no setor cimentício em busca de inovações verdes.

No sentido de produzir cidades mais resilientes e sustentáveis, a Noruega tornou-se pioneira em políticas e ações de transição verde. Oslo, por exemplo, pretende reduzir as emissões de CO₂ para próximo de 0 até 2030.

Uma série de medidas foram tomadas para atingir o objetivo, a prefeitura criou leis que facilitam 1) a instalação e financiamento de “espaços verdes” na cidade, nas escolas e propriedades particulares, 2) a utilização de energia limpa nas casas (através de painéis solares) e compartilhamento de energia entre vizinhos. Além disso, 3) está fomentando o setor de construção civil por meio de construções zero carbono, através de políticas de orientação ao setor imobiliário e construção civil para reutilizar, reaproveitar materiais e fundir novas com antigas construções. Os edifícios são responsáveis por 40% das emissões de carbono e uso de energia em nível mundial; logo, a política em Oslo é mitigar os danos do aquecimento global na cidade reconfigurando o uso do problema para dar uma solução (DW DOCUMENTARY, 2024).

Outro exemplo de inovação para mitigar os efeitos das alterações climáticas está cidade norueguesa de Trondheim. Em 2019, foi inaugurado um edifício na região portuária da cidade: a “Powerhouse”. O equipamento urbano é um exemplo de construção sustentável, foi pensado para desafiar as condições climáticas extremas e redefinir o conceito de autossuficiência energética na área da arquitetura. Os idealizadores do projeto criaram o edifício com intuito de atingir três objetivos: 1) potencializar ao máximo a produção de energia renovável; 2) otimizar o consumo de energia, minimizando os usos para realizar a manutenção do edifício e 3) criar um ambiente confortável e prático para o lazer das pessoas (ARCHDAILY BRASIL, 2019).

O telhado do imóvel é coberto com painéis solares em ângulos ideais para captar os raios solares. O edifício possui 3.000 metros quadrados de painéis e produz uma média anual de 500.000 quilowatts-hora de eletricidade, mais do dobro da quantidade que consome. Deste modo, a eletricidade excedente é utilizada em uma microrrede local que abastece edifícios vizinhos, ônibus e carros elétricos, além da comunidade local que utiliza a infraestrutura próxima (AV, 2024; DW DOCUMENTARY, 2024).

Na China, a líder mundial no processo de transição verde, o governo assumiu um ambicioso projeto de dotar o país com grande parques com painéis solares em regiões montanhosas, sob as águas

de rios e lagos e áreas desérticas, a intenção é abastecer suas megas cidades e plantas industriais com energia limpa, deste modo, a China mitiga os danos ao meio ambiente, reduz custos de produção em sua economia (visto que uma estrutura econômica baseada em combustíveis fósseis é cara) e gera milhões de empregos.

Um dos grandes projetos é a planta de painéis solares que está sendo instalada no deserto de Tengger, vai se tornar uma das maiores plantas do mundo com capacidade para abastecer dois milhões de famílias com energia elétrica. Além disso, essa tecnologia vai acelerar a produção da indústria chinesa; pois vai se tornar detentora de uma das maiores fontes de produção de energia barata do mundo, bem como vai acelerar a produção de inovações no contexto global ((DW DOCUMENTARY, 2024b).

Outra ação digna de ser destacada é a da empresa PYREG GmbH localizada em Dörth, Alemanha. A empresa está desenvolvendo um projeto piloto cuja matéria-prima são resíduos orgânicos nos quais as plantas armazenam carbono naturalmente. O empreendimento consiste em utilizar materiais residuais da produção de aparas de madeira, obtidos da floresta (e quaisquer outros resíduos vegetais secos) para produzir o biochar ou o biocarvão. Ademais, a PYREG possui um equipamento, que não emite gases nocivos, que processa os resíduos de forma muito mais limpa e produz uma biomassa de uso agrônomo, um condicionador de solo, que funciona como uma esponja, que conecta e armazena nutrientes e água, logo, demanda menos água na produção, muito útil com o aumento das temperaturas e diminuição de chuvas em algumas regiões (DW DOCUMENTARY, 2024).

Espécies florestais de rápido crescimento como o eucalipto são ideais para transformar em biochar, no Brasil a Embrapa desenvolve pesquisas nesse setor, no entanto, não existe legislação no país que regulamente a produção e analise a qualidade dessa biomassa. A técnica é oriunda de povos pré-colombianos que viviam às margens de diversos rios na região Amazônica, entre Rondônia e Alto Rio Negro e as regiões do delta do Rio Amazonas (MAIA et. al., 2021).

No Senegal há um superalimento que pode ser cultivado em áreas secas e desérticas e a técnica é oriunda de culturas ancestrais da África. Este alimento é o fonio, grão que está sendo recomendado pela ONU para resolver a questão da insegurança alimentar no continente africano. O fonio está sendo recomendado porque é melhor alternativa a cultura do milho e trigo, que não se adapta na maioria das regiões africanas e tem que ser importados. Além de adaptar a climas secos, germina em poucos dias e pode ser colhido em seis semanas, é nutritivo, saboroso e pode ser armazenado por mais tempo que os outros grãos; além disso cresce naturalmente, sem aditivos químicos (SOSSEGO DA FLORA, 2022)

Ademais, como o fonio cresce em localidades com clima seco (como no Sahel Subsaariano), em solos com baixas taxas de fertilidade, não necessita de grandes quantidades de água para ser cultivado (utiliza-se bem menos água do que o arroz). Além de lidar com facilidade com as condições

de seca, o grão rejuvenesce o solo à medida que cresce (RAMOS, 2020; GATES, 2024). Deste modo, como cresce em solos onde mais nenhum o faz, torna-se uma resposta global contra as mudanças climáticas, é alimento que pode ser produzido em tempo de seca, adaptável e com pouca água.

No Quênia, a empresa CAA, em parceria com a companhia *Terra Ingredients*, já está negociando a inserção do grão em terras americanas e alguns países europeus já começam a ampliar o mercado para o alimento (GATES, 2024; CBI, 2023). A empresa queniana CCA desenvolveu um equipamento para processar o fonio, acelerando etapas do processo de colheita e produção.

O grão é difícil de colher, é muito pequeno, do tamanho de grãos de areia, depois da colheita é preciso tirar a casca, etapa que é realizada tradicionalmente há séculos por mulheres do Sahel, a técnica consiste em triturar a casca com os pés, depois são de seis a sete horas para lavar, secar e pré-cozinhar. O equipamento desenvolvido pela CAA facilita o processo acelerando as etapas (GATES, 2024). Mais um caso de criação de tecnologia e técnica com base no conhecimento ancestral. O fonio é outro elemento fundamental no combate as mudanças climáticas.

Portanto, o debate sobre mitigação climática é muito amplo, está relacionado a investimento em pesquisa, valorização das culturas ancestrais, articulações entre setor público e privado e diálogo entre as áreas de conhecimento.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Bem mais que simplesmente apresentar uma “lista”, a intenção é lançar a seguinte questão: Como colocar o Brasil no contexto de inovações que visam mitigar as causas das mudanças climáticas?

A questão se torna pertinente porque nesse exato momento em que o texto está sendo escrito, o Brasil está vivenciando as consequências de uma tragédia sem precedentes em uma das Unidades Federativas mais ricas do país. No início de 2024, o estado do Rio Grande do Sul sofreu com fortes enchentes, foram 471 cidade atingidas, 169 morte, 600 mil desabrigados e refugiados climáticos. Em maio de 2024 foram mais de R\$ 1 bilhão de recursos federais para auxiliar os municípios atingidos, bem como, uma rede de apoio de solidariedade teve que ser criada para ajudar as vítimas desta catástrofe climática. A tragédia demonstra o quanto o Brasil precisa estar conectado com o debate global, bem como é o sinal de que estratégias eficientes e eficazes no que tange a mitigação climática precisam ser colocados em prática.

É preciso aproveitar o momento em que o Brasil se posiciona como líder mundial no processo de combate as alterações climáticas para colocar em prática as ações apontadas no Plano de

Transformação Ecológica (PTE)⁵ e operacionalizar o Fundo Clima – que em 2024 chegou na ordem R\$ 10 bilhões – e a Lei nº 10.973/ 2004⁶ (regulamentada pelo decreto 9.283/2018).

Desta maneira, com base no questionamento, no contexto de tragédia climática ocorrida no Brasil e no papel do país como liderança no combate as mudanças climáticas; a intenção aqui é propor uma incipiente ideia com o intuito de contribuir com o processo de produção de tecnologias verdes no país.

A tecnologia social que será apresentada tem como ponto de partida a construção de uma rede que visa promover pesquisas e comunicação interinstitucional. Deste modo, como primeiro passo seria interessante criar um programa nacional de pesquisa com intuito de criar tecnologias verdes, a coordenação ficaria a cargo do CNPQ, com apoio das agências estaduais de pesquisa; a sugestão é a padronizar prazos e objetivos, a pesquisa pode ajudar no processo de criação e estruturação das redes vinculadas aos Núcleos de Inovação tecnológica (NIT) sugeridos no eixo 2 do PTE.

Em nossa opinião, os núcleos não podem ter base somente nas instituições de ensino, a pesquisa coordenada deve criar soluções para o estabelecimento de Núcleos Territoriais de Mitigação (NTM), seriam órgãos interinstitucionais (formados por agentes do município, estado e federação), uma “ponte” entre sociedade e instituições de ensino⁷. No interior dos NTMs podem ser instaladas Unidades Temáticas Territoriais (UTT), uma estrutura com ecossistema voltado para criar tecnologias verdes, com um banco de dados, Centros de treinamento/Capacitação e Laboratórios de Inovação e Espaços de participação e deliberação (FERNANDES, 2024).

Tais instituições podem se enquadrar como “mecanismos de geração de empreendimentos”, uma das dimensões dos ambientes promotores de inovação indicados na Lei nº 10.973/ 2004 e no decreto 9.283/2018.

De igual modo, podem ser criados Grupos de Trabalhos interdisciplinares, com base nos eixos do PTE para mapear como os projetos de mitigação estão sendo desenvolvidos (isto é, verificar como foram financiados, discutidos com a sociedade, quais os diálogos entre ciências, etc.). O levantamento deve ter como escopo a criação de acordos de cooperação técnica internacional; a Agência Brasileira de Cooperação (ABC) pode ser destacada para fazer a gestão do GT e coordenar as operações com empresas estrangeiras, prefeituras e outros agentes.

Outro caminho é criar “tentáculos” em território nacional com empresas estrangeiras que tenham filiais no Brasil e que possuem políticas consolidadas no campo da sustentabilidade; a sugestão é que Núcleos de Cooperação Público-Privados (NCPD) sejam criados. Esses núcleos seriam

⁵ O Plano possui seis eixos de ação: 1) Finanças sustentáveis; 2) Adensamento tecnológico do setor produtivo; 3) Bioeconomia e sistemas agroalimentares; 4) Transição energética; 5) Economia circular e 6) Infraestrutura e adaptação à mudança do clima

⁶ A lei versa sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo.

⁷ Essa “ponte institucional” visa contemplar ações do eixo 2 (Adensamento tecnológico do setor produtivo) e eixo 4 (Transição Energética e Adensamento tecnológico do setor produtivo) do PTE.

estruturados a partir do financiamento de órgãos de fomentos nacionais através de programas que permitam que o doutor brasileiro possa criar laboratórios de pesquisa no interior das empresas privadas brasileiras e estrangeiras (daí o apoio da ABC no processo).

Ao mesmo tempo, criar-se-ia oportunidades para a inserção da mão de obra qualificada brasileira para além das universidades; ampliar-se-iam as possibilidades de estabelecer processos de cooperação técnica e criar novas “tecnologias verdes”, assim, os NITs sugeridos no PTE teriam o apoio dos NCPPs e dos NTMs⁸.

O terceiro pilar da estrutura que está sendo proposta, está relacionado a criação de cursos de graduação e de pós-graduação com foco na sustentabilidade. Os cursos podem ser estruturados com base nas premissas das agendas globais aqui mencionadas, mas com adequação a legislação nacional sobre inovação e com base nas demandas dos territórios.

Deste modo, seria interessante que os cursos de sustentabilidade tivessem um arcabouço regimental com mecanismos para atração de centros de pesquisa e desenvolvimento de empresas estrangeiras. De acordo com o artigo 3º-C da Lei nº 10.973/2004, a União, Estados, Distrito Federal e municípios [...] estimularão a atração de centros de pesquisa e desenvolvimento de empresas estrangeiras, promovendo sua interação com ICTs e empresas brasileiras e oferecendo-lhes o acesso aos instrumentos de fomento [...] (BRASIL, 2004).

Os cursos de sustentabilidade podem ser criados no interior das universidades e compor ambientes promotores de inovação com base nos centros de pesquisa e desenvolvimento das empresas estrangeiras e NTIs compostos por Instituição Científica, Tecnológica e de Inovação pública – ICT (segundo o artigo 1º, inciso II da lei, os NTIs podem ser estruturados com um ou mais ICTs).

O acordo entre o curso/programa/universidade e a empresa pode ter como um dos focos a criação de processos de inovação verde desenvolvidos em microempresas e empresas de pequeno porte. Essa rede pode ter o apoio da Financiadora de Estudos e Projetos – Finep; esta agência destinaria recursos a esses ambientes promotores de inovação por meio de subvenção econômica (de acordo com as bases estabelecidas nos artigos 20, 21, 22, 23 e 24 do decreto 9.283/2018).

Daí a importância dos NTMs e NCPPs, bem como da intermediação da ABC no âmbito da região ou município. Os NTMs e os NCPPs seriam os mecanismos de extensão tecnológica prevista no inciso XII do artigo 2º Lei nº 10.973/2004⁹.

O aconselhável é criar cursos/programas de sustentabilidade (com seus ambientes promotores da inovação) dotados de uma estrutura com mais de uma área de conhecimento (agrárias, biológicas, saúde, humanas, sociais aplicadas, engenharias, exatas, etc.). Os mecanismos e estratégias de mitigação (e ainda de adaptação e resiliência) e tecnologias verdes desenvolvidos ao redor do mundo

⁸ A ideia foi inspirada no artigo 19, parágrafo 6º, inciso VII, Lei nº 10.973/2004.

⁹ “XII - extensão tecnológica: atividade que auxilia no desenvolvimento, no aperfeiçoamento e na difusão de soluções tecnológicas e na sua disponibilização à sociedade e ao mercado” (BRASIL, 2004).

estabeleceram diálogos pós-disciplinares, ou se desejar, temáticos. Além disso, é de suma importância que os programas de mestrado/doutorado proporcionem um treinamento que vá para além de inserir os pós-graduandos somente no ambiente universitário.

É preciso reformular estrutura de disciplinas, formas de estágio na pós-graduação e objetivos dos programas. É preciso 1) ampliar o foco dos estágios para além da docência, criando estágios para interagir com espaços não acadêmicos (empresas, ONGs, repartições públicas, entidades, esferas do parlamento, etc.). Atualmente no Brasil, o acadêmico é treinado para trabalhar apenas com docência e pesquisa na Universidade; 2) criar disciplinas que possibilitem o pós-graduando conhecer o universo gigantesco da pesquisa, é preciso treinar o mestre e o doutor brasileiro no sentido de qualifica-lo para disputar editais internacionais em diferentes instâncias de fomento, captar recursos em empresas, fundações, etc.; 3) é preciso treiná-lo para interagir com as novas tecnologias, utilizar Inteligência artificial na pesquisa (fundamental para acelerar a produção de ideias e gerar produtos e patentes); criar estruturas não acadêmicas para realizar pesquisa (como é caso dos NCPPs); 4) os programas precisam de disciplinas que orientem na interpretações de leis, processo fundamental para propor políticas públicas; bem como, que saibam dialogar com outras áreas de conhecimento.

O Brasil é um país sem projeto de nação há mais de vinte anos, atolado em premissas neoliberais, logo, é preciso formar mestres e doutores adaptados as mudanças governamentais; ora vai haver financiamento para pesquisa ora vai haver cortes de orçamento, a depender do chefe do executivo as instâncias de fomento públicas vão possuir orientações de financiamento para uma área e para outras não (basta observar as dinâmicas governamentais nesses últimos anos). Assim, é preciso preparar pesquisadores resilientes, que se adaptem as conjunturas, que tenham condições de buscar recursos em diferentes fontes, que possam criar institutos de pesquisa, centros tecnológicos, escolas de desenvolvimento tecnológico, soluções sustentáveis e inovadoras. Ademais, 6) os programas precisam mudar seus focos, as teses e dissertações devem promover soluções sustentáveis, diretamente relacionados ao território e a região na qual está inserido.

A lei de inovação versa sobre descentralizar a pesquisa para promover inovação, assim, outro caminho possível – e que contemplaria mais diretamente o território – é a criação de Universidades municipais dotadas das estruturas mencionadas, ou seja, especializadas em desenvolvimento sustentável e estruturadas com ambientes promotores da inovação¹⁰. Nesse caso seria interessante a criação de uma Secretaria de Relações Internacionais na prefeitura para que possa participar da entidade gestora dos projetos.

Em suma, os exemplos apresentados servem para demonstrar que existem processos em andamento no que tange a mitigar os efeitos do aquecimento global e que o Brasil pode se inspirar em tais ações. A tecnologia social proposta converge nesse sentido, em especial porque estão no interior

¹⁰ Pickler e Silveira (2021) afirmam que as universidades municipais são instituições de caráter mais especializadas.



do universo da lei de inovação, do PTE e das agendas globais de combate as mudanças climáticas. A estrutura proposta também está pautada nas premissas do ODS 13 - em especial nas metas 13.2¹¹ e 13.3¹² - e visa contribuir com a criação de políticas de mitigação através da produção de tecnologias verdes, mas sobretudo, contribuir para a criação de consciência institucional sobre o combate as mudanças climáticas.

¹¹ Integrar as medidas relativas às alterações climáticas nas políticas, estratégias e planeamento nacionais (UNITED NATIONS, 2015).

¹² Melhorar a educação, a sensibilização e a capacidade humana e institucional em matéria de mitigação das alterações climáticas, adaptação, redução do impacto e alerta precoce (UNITED NATIONS, 2015).



REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. Entenda o Plano de Transformação Ecológica lançado na COP28. Agência Brasil, 2023. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2023-12/entenda-o-plano-de-transformacao-ecologica-lancado-na-cop28>. Acesso em: 11 mai. 2024.

AGÊNCIA BRASIL. Repasse federal ao RS com emendas parlamentares supera R\$ 1 bilhão. Agência Brasil, 2024. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2024-05/repasse-federal-ao-rs-com-emendas-parlamentares-supera-r-1-bilhao>. Acesso em: 12 mai. 2024.

ARCHDAILY BRASIL. Usina Brattørkaia/Snøhetta. ArchDaily Brasil, 2019. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/926936/usina-brattorkaia-snohetta>. Acesso em: 10 mai. 2024.

AV. Powerhouse Brattørkaia, Trondheim. Arquitectura Viva, 2024. Disponível em: <https://arquitecturaviva.com/works/edificio-powerhouse-brattrkaia-trondheim->. Acesso em: 11 mai. 2024.

BRASIL. Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e pesquisa científica e tecnológica. Diário Oficial da União, Brasília, 3 dez. 2004.

BRASIL. Decreto nº 9.283, de 7 de fevereiro de 2018. Regulamenta a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Diário Oficial da União, Brasília, 8 fev. 2018.

CAMPE, J. Rock dust is effective to fight climate change, University of Illinois Energy Farm finds. Remineralize, 2023. Disponível em: <https://www.remineralize.org/2023/10/rock-dust-is-effective-to-fight-climate-change-university-of-illinois-energy-farm-finds/>. Acesso em: 13 mai. 2024.

CARBFIX. Up-scaling geothermal operations: Hellisheiði & Nesjavellir. Carbfix, 2024. Disponível em: <https://www.carbfix.com/geothermalenergyccs>. Acesso em: 12 mai. 2024.

CBI. The European market potential for fonio. Centre for the Promotion of Imports from developing countries, 2020. Disponível em: <https://www.cbi.eu/market-information/grains-pulses-oilseeds/fonio/market-potential>. Acesso em: 12 mai. 2024.

CLIMATE WATCH. NDC Enhancement Tracker. Climate Watch, 2023. Disponível em: <https://www.climatewatchdata.org/2020-ndc-tracker>. Acesso em: 12 mai. 2024.

CNA INSIDER. Decarbonising transport/Climate trailblazers: towards net zero. YouTube, 2023. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=p9N7-NIV3OQ>. Acesso em: 12 mai. 2024.

DW DOCUMENTARY. Global renewables: pioneering the energy transition. YouTube, 2024. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=UVf2Yw7uFoE&t=621s>. Acesso em: 20 mai. 2024.

DW DOCUMENTARY. The climate crisis: can smart ideas save the planet? YouTube, 2023b. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=afPVy0yiLRw>. Acesso em: 14 mai. 2024.

ECOCEM. Our mission. Ecocem, 2024. Disponível em: <https://www.ecocemglobal.com/who-we-are/our-mission/>. Acesso em: 20 mai. 2024.

FERNANDES, R. M. S. Socio-spatial tool for the 2030 agenda: instrumentalizing SDG 17. LinkedIn, 2024. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/socio-spatial-tool-2030-agenda-instrumentalizing-sdg-roberto-mauro-bltzf/>. Acesso em: 20 mai. 2024.



FISHER, J. O. “Pó mágico” que pode ajudar a combater as mudanças climáticas. BBC News Brasil, 2023. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/articles/cnd9ryk444zo>. Acesso em: 14 mai. 2024.

G1. Um mês de enchentes no RS: veja cronologia do desastre que atingiu 471 cidades, matou 169 pessoas e expulsou mais de 600 mil de casa. G1, 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2024/05/29/um-mes-de-enchentes-no-rs-veja-cronologia-do-desastre.ghtml>. Acesso em: 14 mai. 2024.

GATES, B. Could a grain older than the wheel be the future of food? Gates Notes, [s.d.]. Disponível em: <https://www.gatesnotes.com/Fonio>. Acesso em: 14 mai. 2024.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

INSIDER NEWS. The true cost of lithium mining. YouTube, [s.d.]. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=nl0E-UhKB5E>. Acesso em: 12 mai. 2024.

IPEA. ODS – Metas nacionais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: proposta de adequação. Brasília: Ipea, 2018.

IPCC. Global warming of 1.5°C: an IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Geneva: IPCC, 2018.

ITSBRASIL. Tecnologia social. ITS Brasil, 2022. Disponível em: <https://itsbrasil.org.br/institucional-tecnologia-social/>. Acesso em: 4 fev. 2024.

MAIA, L. C. et al. Biochar e eucalipto. Embrapa Florestas, 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/223314/1/EmbrapaFlorestas-2021-LV-EucaliptoEmbrapa-cap13.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2024.

MISTREANU, S. China tenta transformar 'capital do carvão' em meca da energia limpa. National Geographic Brasil, 2022. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2022/04/china-tenta-transformar-capital-do-carvao-em-meca-da-energia-limpa>. Acesso em: 16 mai. 2024.

NAP. Alignment between ‘adaptation to climate change–disaster risk management–sustainable development’. YouTube, 2022. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=XpgOzbeCQdI>. Acesso em: 15 mai. 2024.

NDTV. What is climate adaptation, mitigation & resilience? YouTube, 2023. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=MGdeXn3YV4w>. Acesso em: 15 mai. 2024.

PERRY, W. The role of the Latin American Lithium Triangle in critical mineral availability. Regional Insights, [s.l.], 2023.

PICKLER, C.; SILVEIRA, R. M. C. F. [Título do artigo]. Revista GUAL, Florianópolis, v. 14, n. 3, p. 228-250, set./dez. 2021.

QAMAR, M. Z.; MARIYA; NOOR, M.; WALID, A.; QAMAR, M. O. Green technology and its implications worldwide. The Inquisitive Meridian, [s.l.], mar. 2021.



RAMOS, [NOME]. Fónio, o “milagre” africano. Bantumen, 2020. Disponível em: <https://bantumen.com/fonio-o-milagre-africano/>. Acesso em: 20 mai. 2024.

SANTOS, M.; SILVEIRA, M. L. O Brasil: território e sociedade no início do século XXI. Rio de Janeiro: Record, 2001.

SOSSEGO DA FLORA. Fónio cresce naturalmente: as culturas indígenas antigas podem garantir a segurança alimentar da África? Sossego da Flora, 2022. Disponível em: <https://sossegodaflora.blogspot.com/2022/07/fonio-cresce-naturalmente-as-culturas.html>. Acesso em: 15 mai. 2024.

TOMORROW’S BUILD. The world's biggest flood defence megaprojects. YouTube, 2024. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=WC02xRcRYzs>. Acesso em: 20 mai. 2024.

UNITED NATIONS. Paris Agreement. [S.l.]: United Nations, 2015b.

UNITED NATIONS. Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030. [S.l.]: United Nations, 2015b.

UNITED NATIONS. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. [S.l.]: United Nations, 2015. Disponível em: <https://sdgs.un.org/2030agenda>. Acesso em: 11 mai. 2024.

UNITED NATIONS. United Nations Framework Convention on Climate Change. [S.l.]: United Nations, 1992.

UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs. 13 Take urgent action to combat climate change and its impacts. Sustainable Development Goals, 2023. Disponível em: <https://sdgs.un.org/goals/goal13>. Acesso em: 20 mai. 2024.

UNFCCC. From vision to reality: NDCs 3.0 – bending the curve. [S.l.]: UNFCCC, 2023.