

**NARRATIVAS SOCIOECONÔMICAS PARA O BRASIL: O CENÁRIO SSP1 E A
CONSTRUÇÃO DE UM FUTURO SUSTENTÁVEL**
**SOCIOECONOMIC NARRATIVES FOR BRAZIL: THE SSP1 SCENARIO AND THE
CONSTRUCTION OF A SUSTAINABLE FUTURE**

Milena Magalhães Oliveira
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
milena.oliveira@colaborador.embrapa.br

Aryeverton Fortes de Oliveira
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ary.fortes@embrapa.br

Vânia Rosa Pereira
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
vania.pereira@colaborador.embrapa.br

Arthur Welle
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
arthur.welle@colaborador.embrapa.br

**Grupo de Trabalho (GT): << GT4. Questão ambiental, agroecologia e
sustentabilidade>>**

Resumo

Este estudo propõe a construção de uma narrativa contextualizada da Shared Socioeconomic Pathway 1 (SSP1) para o Brasil, adaptando os pressupostos globais ao contexto social, institucional, econômico e ambiental do Brasil. Originalmente desenvolvidos em escala global como parte do Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6), os SSPs requerem regionalização para análises nacionais plausíveis e realistas. A narrativa SSP1 representa um caminho de desenvolvimento sustentável com forte governança, redução de desigualdades e transição tecnológica limpa. A adaptação brasileira proposta neste artigo inclui variáveis setoriais como: educação e estilos de vida; políticas de desenvolvimento sustentável; transição energética; gestão social; desenvolvimento humano; economia; urbanização; tecnologia e agricultura. A avaliação da qualidade narrativa considerou seis dimensões fundamentais: plausibilidade, consistência, saliência, legitimidade, riqueza e criatividade (O'Neill et al., 2014; Alcamo, 2008; Mitter et al., 2019). Essa abordagem contribui para o fortalecimento da interface ciência-política, tornando os cenários mais relevantes para formulação de políticas públicas nacionais. A narrativa SSP1-Brasil visa apoiar análises de mitigação e adaptação, fornecendo uma base conceitual e científica sólida e alinhada às especificidades regionais.

Palavras-chave: Mudanças climáticas; Modelagem agroambiental; Cenários socioeconômicos; CMIP6.

Abstract

This study proposes the development of a contextualized narrative for the Shared Socioeconomic Pathway 1 (SSP1) in Brazil, adapting its global assumptions to the country's specific social, institutional, economic, and environmental contexts. Originally developed at the global scale as part of the Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6), the SSPs require regionalization to enable plausible and realistic national-level assessments. SSP1 represents a sustainable development pathway characterized by strong governance, reduced inequalities, and a clean technological transition. The Brazilian adaptation proposed in this paper includes sectoral variables such as: education and lifestyles; sustainable development policies; energy transition; social governance; human development; economy; urbanization; technology; and agriculture. The quality of the narrative was evaluated according to six fundamental dimensions: plausibility, consistency, salience, legitimacy, richness, and creativity, as outlined by O'Neill et al. (2014), Alcamo (2008), and Mitter et al. (2019). This approach contributes to strengthening the science-policy interface by enhancing the relevance of socioeconomic pathways for national public policy formulation. The SSP1-Brazil narrative aims to support climate mitigation and adaptation analyses by providing a robust conceptual and scientific foundation tailored to regional specificities.

Key words: Climate changes; Agro-environmental modeling; Socioeconomic scenarios; CMIP6.

1. Introdução

Nas últimas décadas, a construção de cenários socioeconômicos futuros tornou-se uma ferramenta indispensável para compreender e enfrentar os desafios associados às mudanças climáticas globais. Nesse contexto, os *Shared Socioeconomic Pathways* (SSPs) representam um marco conceitual e metodológico, estruturado em torno de cinco narrativas qualitativas que descrevem trajetórias plausíveis de desenvolvimento futuro, acompanhadas de suas respectivas quantificações por meio de Modelos de Avaliação Integrada (IAMs) (O'Neill et al., 2014; Riahi et al., 2017). Embora essas narrativas tenham sido concebidas inicialmente em escala global e regional ampla, sua utilidade para análises de impacto, vulnerabilidade e adaptação em níveis nacionais e subnacionais depende crucialmente de processos de contextualização.

Dentre os cinco SSPs, a SSP1 – Caminho da Sustentabilidade projeta uma sociedade caracterizada por elevado grau de cooperação internacional, forte governança ambiental, transições energéticas limpas e redução das desigualdades sociais. Contudo, a transposição dessa trajetória para realidades específicas, como a do Brasil, requer a incorporação de particularidades sociais, políticas, econômicas e ambientais que não estão capturadas nas versões originais dos SSPs. O Brasil, como país diverso, altamente urbanizado, com profundas desigualdades socioeconômicas e um papel estratégico na governança ambiental global – sobretudo em função da Amazônia –, demanda uma abordagem narrativa que reflita suas complexidades regionais e institucionais.

Este estudo propõe a construção de uma narrativa contextualizada da *Shared Socioeconomic Pathway 1* (SSP1) para o Brasil, por meio da adaptação dos pressupostos globais de sustentabilidade às realidades sociais, institucionais, econômicas e ambientais do país. Embora os SSPs tenham sido originalmente elaborados em escala global para alimentar o arcabouço do *Coupled Model Intercomparison Project Phase 6* (CMIP6), a aplicabilidade em contextos nacionais pode ser limitada, especialmente em países como o Brasil, com desigualdades regionais e dinâmicas setoriais específicas.

A narrativa SSP1 descreve uma trajetória de desenvolvimento sustentável, caracterizada por forte governança, inclusão social, elevada cooperação internacional e avanços tecnológicos ambientalmente limpos. Este trabalho regionaliza tal narrativa para o caso brasileiro, incorporando aspectos setoriais específicos que incluem: educação e estilos de vida; políticas orientadas ao desenvolvimento sustentável e transição energética; gestão social por meio de políticas, instituições e condições sociais; desenvolvimento humano; economia e padrões de consumo; dinâmica populacional e urbanização; tecnologia e inovação; e agricultura sustentável.

A construção da narrativa considerou seis dimensões fundamentais de qualidade que devem ser aplicadas na avaliação de cenários socioeconômicos, conforme proposto por O'Neill et al. (2014), Alcamo (2008) e Mitter et al. (2019): plausibilidade, consistência interna, saliência (relevância), legitimidade, riqueza descritiva e criatividade. Ao adotar essa abordagem, a narrativa brasileira do SSP1 busca oferecer uma base conceitual mais plausível para análises integradas de mitigação, adaptação e formulação de políticas públicas em nível nacional.

2. O PAPEL DAS NARRATIVAS NO DEBATE DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Os *Shared Socioeconomic Pathways* (SSPs) foram concebidos em escala global como descrições narrativas de possíveis trajetórias de desenvolvimento futuro da sociedade, acompanhadas por sua quantificação por meio de Modelos de Avaliação Integrada (IAMs). Essas quantificações são, em geral, realizadas com resoluções espaciais que vão desde grandes regiões globais até o nível nacional (RIAHI et al., 2017). Ao todo, foram elaboradas cinco

narrativas distintas dos SSPs, que delineiam cenários contrastantes quanto à organização social, econômica e institucional futura, além dos desafios associados à mitigação e adaptação às mudanças climáticas (O'NEILL et al., 2014)(LEHTONEN et al., 2021; LEHTONEN, 2008).

Essas narrativas qualitativas possuem uma importante função ao descrever a evolução de aspectos sociais que – não raro - são difíceis de quantificar diretamente, a exemplo de variáveis como qualidade das instituições, estabilidade política, níveis de conscientização ambiental, entre outros. As narrativas fornecem a lógica subjacente necessária para interpretar elementos dos cenários que podem ser quantificados, bem como suas inter-relações, auxiliando também como base para o desenvolvimento subsequente de cenários por parte dos usuários (O'NEILL et al., 2017a).

As narrativas dos SSPs constituem um conjunto de cinco descrições qualitativas sobre possíveis transformações futuras em áreas como demografia, desenvolvimento humano, economia e estilos de vida, políticas e instituições, tecnologia, além do meio ambiente e dos recursos naturais. Cada narrativa em particular expressa uma trajetória diferente do desenvolvimento futuro do mundo, em relação ao grau de globalização versus regionalização; na ênfase relativa ao crescimento econômico e no nível de proteção ambiental(MITTER et al., 2019).

Essas narrativas foram concebidas como projeções plausíveis de condições futuras em grandes regiões globais, com o propósito de embasar cenários integrados de emissões e uso da terra, bem como subsidiar análises de impactos das mudanças climáticas, adaptação e vulnerabilidade (O'NEILL et al., 2017a).

Quadro 1 – As cinco narrativas do SSPs

Cenário SSP	Nome Original	Foco das Políticas
SSP1 - Sustentabilidade	Taking the Green Road	Desenvolvimento sustentável
SSP2 - Caminho do Meio	Middle of the Road	Manutenção dos padrões atuais de desenvolvimento
SSP3 - Rivalidade Regional	A Rocky Road	Segurança nacional
SSP4 - Desigualdade	A Road Divided	Interesses das elites
SSP5 - Desenvolvimento com Combustíveis Fósseis	Taking the Highway	Mercado livre e crescimento econômico

Fonte: elaborado pelos autores com base em O'Neil et al (2015)

Os cenários qualitativos têm demonstrado grande utilidade tanto na produção científica quanto na formulação de políticas ambientais, ao proporcionarem um meio eficaz de reunir percepções de especialistas e tomadores de decisão sobre possíveis trajetórias futuras da sociedade e suas respectivas implicações ambientais. Do ponto de vista científico, esses exercícios propostos pela construção das narrativas buscam compreender o estado futuro do meio ambiente e mapear as incertezas associadas ao entendimento do sistema ambiental. No campo político, visam identificar problemas emergentes, avaliar as consequências da continuidade das políticas atuais e propor alternativas eficazes para a proteção ambiental (ALCAMO, 2008). Além disso, esses cenários são empregados como ferramentas de sensibilização, voltadas à conscientização de formuladores de políticas, stakeholders, setores sociais, cidadãos e academia científica sobre os desafios ambientais emergentes e as possíveis estratégias para enfrentá-los.

Ademais, os cenários qualitativos podem representar um instrumento eficaz de comunicação entre a ciência e os setores diretamente impactados pelas mudanças climáticas. Ao apresentar estratégias de atuação de forma contextualizada, esses cenários permitem que atores sociais e econômicos se reconheçam nas políticas propostas e nos desenvolvimentos projetados. Essa aproximação permite a compreensão e a internalização das políticas em realidades específicas de atuação, fortalecendo a legitimidade e a aplicabilidade das respostas institucionais diante da crise climática.

Posto isso, os avaliadores dos cenários estabeleceram diretrizes fundamentais para orientar a elaboração de novos cenários. Recomenda-se que os cenários sejam desenvolvidos por meio de um processo aberto e participativo, que contemple uma ampla diversidade de pontos de vista, tanto de especialistas quanto de representantes de grupos de interesse. Além disso, os cenários devem ser verificados quanto à sua consistência com o conhecimento disponível sobre as forças motrizes das emissões. O item a seguir destinará a tratar da metodologia aplicada para a construção de narrativas (Alcamo et al, 1995; Alcamo, 2005).

3. METODOLOGIA

O processo de construção de uma narrativa ambientais é realizado a partir de um protocolo com metodologia estruturada (ALCAMO, 2008; LEHTONEN et al., 2021; MITTER et al., 2019) e é organizado em três grandes fases: etapas organizacionais, desenvolvimento e quantificação das narrativas, e, por fim, síntese, revisão e disseminação. A primeira fase contempla a formação de uma equipe de orientação de cenários e a constituição de um painel multisetorial, o qual deve reunir especialistas, formuladores de políticas e representantes institucionais. Em seguida, a segunda fase envolve a elaboração inicial das narrativas. Nesse momento, constrói-se um rascunho narrativo com base nas tendências identificadas e nos fatores de incerteza, enquanto se inicia a quantificação dos elementos-chave por meio de modelos integrados. As narrativas são então revisadas pelos pares – especialistas – para assegurar coerência e plausibilidade com a trajetória construída. Por fim, a terceira etapa é dedicada à socialização e validação dos cenários. Os produtos preliminares são submetidos à revisão por especialistas e usuários, cujas devolutivas são incorporadas à versão final dos cenários (ALCAMO, 2008; LEHTONEN et al., 2021; MITTER et al., 2019).

A construção de cenários ambientais plausíveis demanda a aplicação de critérios de qualidade bem definidos, que assegurem a relevância científica, utilidade prática e legitimidade social das narrativas produzidas (O'NEILL et al., 2014). Para atender a esses critérios, seis dimensões fundamentais devem ser consideradas na avaliação da qualidade das narrativas de cenários, são eles: plausibilidade, consistência, saliência, legitimidade, riqueza e criatividade (O'NEILL et al., 2014).

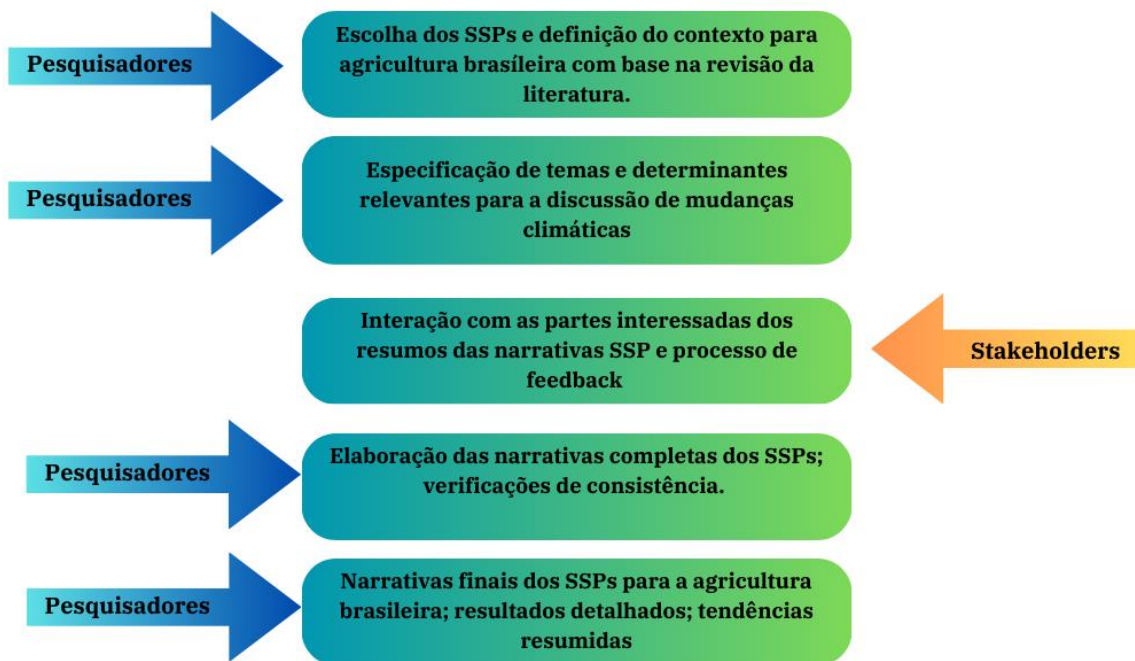
A plausibilidade diz respeito à capacidade da narrativa de representar futuros possíveis e logicamente defensáveis. Nesse sentido, espera-se que as narrativas apresentem visões de futuro que sejam reconhecíveis no presente e que incorporem relações de causalidade razoáveis. No que tange ao critério da consistência, este se refere à coerência interna das narrativas e à sua articulação entre diferentes escalas analíticas. As narrativas desenhadas em escalas menores devem melhorar a resolução espacial e temática, permitindo o reconhecimento e identificação dos participantes desse processo (O'NEILL et al., 2014).

O critério da saliência envolve a assertividade e clareza na comunicação dos cenários. Esse elemento garante que as narrativas serão redigidas de maneira precisa, compreensível e acessível aos usuários-alvo, permitindo o reconhecimento e aplicação prática dos resultados na esfera de atuação dos participantes (O'NEILL et al., 2014). No que diz respeito ao critério da legitimidade, este elemento pressupõe a incorporação de múltiplas formas de conhecimento —

científico, empírico, tradicional e institucional — assegurando representatividade e transparência no processo de construção dos cenários. A inclusão de participantes com diferentes formações e experiências no debate favorece a incorporação de múltiplas perspectivas. Em seguida, o critério da riqueza está relacionado a capacidade de descrever um amplo espectro de futuros possíveis que permitem deduzir os desafios de mitigação e adaptação e apresentar pressuposições genéricas que podem ser detalhados a posteriori a depender da necessidade analítica. Por fim, o critério de criatividade está relacionado à diversidade e originalidade das narrativas (KARNER et al., 2024; LEHTONEN et al., 2021; MITTER et al., 2019; O'NEILL et al., 2014, 2016, 2017b, 2017a).

A construção das narrativas socioeconômicas para o Brasil no contexto das mudanças climáticas foi realizada observando os critérios de plausibilidade, consistência, saliência, legitimidade, riqueza e criatividade, conforme estabelecido por O'Neill et al. (2014) e Alcamo (2008). Durante o processo de desenho das narrativas houve uma intensa interação com especialistas para garantir que as projeções fossem plausíveis e refletissem as trajetórias dos SSP adequados ao Brasil. Durante essa fase, os resultados preliminares foram compartilhados com os envolvidos, permitindo ajustes e aprimoramentos contínuos. Por fim, foi criada a narrativa final para o SSP1, com um direcionamento para o cenário na sustentabilidade e o desenvolvimento agrícola, considerando as particularidades socioeconômicas e ambientais do Brasil, com ênfase em um contexto de esforços reduzidos a adaptação e mitigação o que se refere às mudanças climáticas. As etapas do processo de construção da narrativa SSP1 é descrita pela Figura 1, abaixo:

Figura 1 - Construção da narrativa SSP1 para o Brasil



Fonte: Elaborado pelos autores com base em (Alcamo, 2008; Lehtonen et al., 2021; Mitter et al., 2019; O'Neill et al., 2014).

O item a seguir consistirá na apresentação da narrativa SSP1 desenvolvida para o Brasil, considerando aspectos gerais e análises setoriais, a saber: Educação e estilos de vida; políticas orientadas para o desenvolvimento sustentável e transição energética; políticas, instituições e condições sociais – gestão social; Políticas voltadas para o desenvolvimento sustentável; Desenvolvimento humano; Economia e estilo de vida; População e urbanização; Tecnologia e agricultura.

4. SSP1 – BRASIL E SUSTENTABILIDADE – SEGUINDO O CAMINHO VERDE

O mundo muda gradualmente, mas de maneira abrangente, para um caminho mais sustentável, enfatizando um desenvolvimento mais inclusivo que respeita os limites ambientais percebidos. No Brasil, observa-se um cenário avançado de transição energética em direção a fontes renováveis de energia – solar, eólica, biomassa e, impulsionado por políticas públicas e interação com o mercado privado. O aumento nos níveis educacionais (Beckage et al., 2018), aliado à ampliação da oferta de bens e serviços pelo Estado, foi um componente necessário para a mudança no comportamento social (CHANG; LAM, 2025) que agora se torna mais sensível às questões ambientais e climáticas, é possível perceber a sociedade brasileira mais comprometida com a sustentabilidade e com a mitigação dos impactos das mudanças climáticas.

O custo da degradação ambiental passou a ser incorporado no cálculo do desenvolvimento e na estrutura tributária (ZHANG et al., 2024) brasileira com vistas a promover uma maior eficiência no uso de recursos. (WANG et al., 2022) Ajustes nos impostos e subsídios, com um maior reconhecimento das questões ambientais, aliados ao fortalecimento das regulamentações ambientais em níveis nacional e regional foram necessários para promover uma integração mais eficaz entre desenvolvimento econômico e sustentabilidade.

O Brasil adotou uma taxa de emissão de poluentes para indústrias e transporte (WANG et al., 2022), cobrando valores proporcionais à quantidade de poluição gerada. Regionalmente, o estado de São Paulo introduziu taxas sobre a emissão de CO₂ pelos veículos destinada a gerar fundos para o investimento em infraestrutura verde e saúde pública. Esse fundo é direcionado ao financiamento de clínicas especializadas em doenças respiratórias em decorrência da poluição.

Uma grande coalisão do setor privado foi responsável pela criação do Fundo de Responsabilidade Ambiental Empresarial, idealizado após grandes desastres ambientais, como o ocorrido em Brumadinho e Mariana. Esse fundo visa a internalização dos custos dos danos causados por grandes desastres ambientais, por meio de um sistema de pagamento progressivo e de responsabilidade compartilhada entre as empresas de setores com alto risco ambiental. Este fundo seria composto principalmente por empresas de setores de grande impacto, como Mineração, Energia - especialmente termelétricas -, Indústria Química. O fundo é constituído com uma taxa adicional progressiva, onde o valor pago por cada empresa é calculado com base no risco ambiental potencial de suas atividades. Os recursos deste fundo são responsáveis por financiar tecnologias e infraestrutura que diminuam o risco de desastres ambientais. Ademais, na ocorrência de um desastre ambiental, os recursos do fundo são direcionados à recuperação ambiental, como o reflorestamento de áreas devastadas, a limpeza de rios e solos contaminados, e a restauração de ecossistemas destruídos. A criação desse fundo veio a partir de uma necessidade de sinalização de compromisso ambiental desses setores mencionados para o mercado internacional. Pensando em um mundo que cada vez mais valoriza boas práticas ambientais, a criação desse fundo veio atender requisitos de investidores e consumidores cada vez mais exigentes quanto ao impacto ambiental das empresas com as quais se relacionam.

Por outro lado, o governo promove incentivos fiscais e subsídios financeiros para empresas que adotem tecnologias de baixo carbono e sistemas de filtragem do ar em áreas de

alta concentração poluente. De maneira particular, foram criados subsídios para empresas de transporte público que atuam nas grandes metrópoles para que migrem para as frotas elétricas ou híbridas.

O governo federal elaborou um programa nacional que financia a recuperação de aquíferos e rios poluídos, incentivando projetos de restauração florestal nas bacias hidrográficas e monitoramento da qualidade da água. De forma objetiva, o governo estabeleceu um sistema de créditos de recuperação hídrica, no qual as empresas responsáveis por atividades poluentes, como as dos setores de mineração, energia (particularmente termelétricas), indústria química, agroindústria e transporte, devem financiar, por meio de investimentos específicos, projetos de restauração de fontes hídricas e de infraestrutura de saneamento básico. Essa medida inclui a implementação de ações de monitoramento e fiscalização visando mitigar os impactos ambientais e sociais nas comunidades afetadas.

O Programa de Agricultura de Baixo Carbono ABC foi expandido para financiar projetos de investimento focados na preservação hídrica, oferecendo incentivos financeiros às propriedades agrícolas que adotem tecnologias de irrigação eficiente, como sistemas de irrigação por gotejamento e pivô central que minimizam desperdícios. O programa ainda reforça a implementação de técnicas de manejo agrícola que integrem práticas de adaptação às mudanças climáticas, como a rotação de culturas, o plantio direto e o uso de variedades de culturas mais resistentes a condições climáticas adversas. Soma-se a isso a introdução de tecnologias em larga escala como a utilização de sensores de umidade no solo para otimizar a irrigação e a aplicação de técnicas agroflorestais que integram árvores e culturas agrícolas.

4. 1 Análises setoriais

4. 1.1 Educação e estilos de vida

Investimentos em educação e saúde foram responsáveis por acelerar a transição demográfica no Brasil, levando a uma redução gradual da taxa de crescimento populacional. A melhoria do acesso à educação, particularmente no que se refere à educação sexual e ao planejamento familiar, aliada à ampliação do acesso a contraceptivos e serviços de saúde foram elementos a uma redução na taxa de natalidade, resultando em uma estrutura etária mais equilibrada.

Com o aumento dos níveis educacionais e o fortalecimento da conscientização ambiental, os programas de educação têm mostrado resultados positivos, especialmente nas áreas metropolitanas, onde a informação sobre os impactos ambientais do consumo de certos alimentos tem ganhado maior visibilidade. Campanhas de conscientização que mostram os benefícios ambientais e de saúde de dietas baseadas em alimentos vegetais e proteínas alternativas tem se mostrado eficazes nas regiões cosmopolitas, com foco na substituição de carnes por leguminosas, grãos, hortaliças e alimentos de baixo impacto ambiental, como os produtos à base de plantas (BOSE; HILLS; SGROI, [s.d.]; GONZÁLEZ-BAILÓN et al., [s.d.]; KOLIAKI; KATSILAMBROS; DIMOSTHENOPOULOS, 2024; TURRELL; KAVANAGH, 2005).

Os governos estaduais passaram a incentivar o consumo de alimentos locais e sazonais uma vez que estes se mostraram capaz de reduzir os impactos ambientais do sistema alimentar brasileiro. Ao optar por alimentos produzidos de forma mais sustentável, com menos dependência de transportes de longa distância e práticas agrícolas intensivas, a sociedade reduz a emissão de GEE e estimular a agricultura regenerativa e o uso de práticas agroecológicas. O governo estadual passou a incluir no ICMS de alimentos

Os governos estaduais passaram a incluir no ICMS a tributação diferenciada para alimentos, visando promover políticas públicas que possam taxar alimentos com maior pegada de carbono, ao mesmo tempo em que incentivem o consumo de alimentos com baixo impacto ambiental, como frutas, legumes e proteínas vegetais.

Além disso, adotou-se como política pública a implementação de programas escolares que integrem educação nutricional com conscientização ambiental, com o objetivo de gerar um impacto positivo. Tais programas têm o potencial de formar uma nova geração mais comprometida com a redução dos impactos do sistema alimentar nas mudanças climáticas, incentivando hábitos alimentares mais sustentáveis e conscientes.

No entanto, a mudança de hábitos alimentares ainda enfrenta desafios em muitas regiões, especialmente no interior e nas periferias das grandes cidades, onde a alimentação tradicional, rica em carne, continua sendo predominante.

4. 1.2 Políticas orientadas para o desenvolvimento sustentável e transição energética

Investimentos em tecnologias ambientais e mudanças nas estruturas tributárias levam a uma maior eficiência no uso de recursos, reduzindo o consumo geral de energia e recursos e melhorando as condições ambientais a longo prazo. O Brasil, ao longo dos últimos anos, adotou políticas públicas voltadas ao estímulo da transição energética e da inovação em tecnologias sustentáveis. Dentre essas iniciativas, destacam-se os incentivos fiscais como ferramentas estratégicas para fomentar o desenvolvimento de soluções direcionadas à eficiência energética e à redução das emissões de carbono.

Uma das principais medidas é a dedução fiscal destinada a empresas que investem em pesquisa, desenvolvimento ou implementação de tecnologias limpas. Isso inclui, entre outras, iniciativas como sistemas de armazenamento de energia, melhorias em eficiência energética em processos industriais, e o uso de combustíveis alternativos de baixo carbono, como o hidrogênio verde.

Ademais, o Brasil reforçou políticas públicas de incentivo à eficiência energética no setor residencial e industrial, como a utilização de eletrodomésticos mais eficientes e horários diferenciados de consumo. Foi implementado tarifas de energia mais altas durante os horários de pico que incentivou a mudança de hábitos e rotinas dos consumidores a mudar sua rotina. Essa transição foi responsável por aliviar a pressão sobre a rede elétrica e reduzir as emissões de carbono associadas ao uso excessivo de energia.

A promoção de fontes renováveis de energia no Brasil tem sido intensificada por meio de instrumentos fiscais e regulatórios que visam reduzir barreiras econômicas à adoção de tecnologias limpas. Um exemplo notável é a desoneração tributária aplicada à geração de energia renovável, como solar fotovoltaica, eólica, biomassa e hidrelétrica, contribuindo significativamente para a aceleração da transição energética no país.

No campo dos biocombustíveis, destacam-se avanços tecnológicos relevantes, como a produção de etanol de segunda geração, que utiliza resíduos lignocelulósicos como matéria-prima, promovendo maior eficiência energética e menor impacto ambiental. Adicionalmente, o diesel renovável, conhecido como HVO (*Hydrotreated Vegetable Oil*), apresenta-se como uma alternativa viável ao biodiesel convencional. Produzido por meio de processos de hidrotratamento, o HVO apresenta características superiores de desempenho e estabilidade, podendo ser utilizado em motores a diesel convencionais sem necessidade de modificações.

Outro vetor estratégico é o desenvolvimento de combustíveis sustentáveis para aviação, como o querosene de aviação renovável, classificado como SPK (*Synthetic Paraffinic*

Kerosene), obtido a partir de matérias-primas renováveis. A utilização de materiais de forma mais eficiente tem implicações positivas para a economia e reduz a pressão sobre a mudança climática, a perda de biodiversidade, os sistemas de fornecimento de recursos e o gerenciamento de resíduos. reduzir os fluxos globais de materiais são determinados pelos requisitos materiais de diferentes níveis populacionais, crescimento econômico global, o potencial de melhorar a intensidade material dos sistemas de produção e o comportamento do consumidor (SCHANDL et al., 2020).

4. 1.3 Agricultura

A agricultura brasileira foi direcionada a uma reconfiguração orientada por princípios de sustentabilidade ambiental, segurança alimentar e governança. As pressões globais por descarbonização, somadas à cooperação internacional em clima e biodiversidade, induziram o Brasil a adotar um modelo produtivo de alto rendimento agrícola com baixo impacto socioambiental. Foram introduzidas regulamentações rigorosas para evitar mudanças indevidas no uso da terra, com especial atenção para a expansão da fronteira agrícola sobre áreas de vegetação nativa. Instrumentos como o Código Florestal (Lei 12.651/2012) foram aprimorados e fortalecidos com ações de monitoramento por satélite, rastreabilidade territorial e a responsabilização jurídica em casos de desmatamento ilegal. Programas de pagamento por serviços ambientais (PSA) foram escalados, incentivando a conservação ativa por produtores rurais.

Adicionalmente, foram captados grandes investimentos em tecnologias agrícolas de base sustentável e áreas como Bioengenharia de cultivares adaptadas às mudanças climáticas, como sementes tolerantes à seca, ao calor e a pragas emergentes; digitalização do campo, com plataformas de agricultura de precisão, sensores remotos, e inteligência artificial aplicada à gestão agrícola; bioinsumos e práticas regenerativas, substituindo progressivamente o uso intensivo de agroquímicos e promovendo a restauração da saúde do solo.

A viabilidade de tais ações foi operada por mecanismos financeiros inclusivos, como o financiamento climático agrícola, linhas verdes do crédito rural e fundos garantidores para pequenas propriedades e cooperativas. A inserção dos produtos agroindustriais brasileiros em mercados internacionais com demandas ambientais - impostos de carbono na fronteira, rastreabilidade da soja e da carne - provocou a internalização de padrões sustentáveis como diferencial competitivo. A difusão de boas práticas agropecuárias, com apoio de redes de assistência técnica e extensão rural digital, acelerou a curva de aprendizagem e a adesão a sistemas produtivos sustentáveis. O Quadro 2 apresenta um mapeamento por bioma brasileiro, relacionando cultivares adaptadas às condições climáticas específicas de cada região com tecnologias sustentáveis apropriadas. As informações contidas nesse quadro evidenciam a necessidade de regionalização da produção agrícola frente às mudanças climáticas, destacando o uso de cultivares como a soja tolerante à seca no Cerrado e o feijão-caupi na Caatinga, combinadas com práticas como ILPF (Integração Lavoura-Pecuária-Floresta), agroecologia, bioinsumos, monitoramento remoto e reúso de água:

Quadro 2 - Estratégias Agroecológicas por Bioma Brasileiro

Bioma	Cultivares Adaptadas	Tecnologias Sustentáveis
Cerrado	Soja tolerante à seca (BRS 1010); Milho safrinha BRS 3046	Agricultura de precisão; ILPF; Cobertura vegetal permanente
Amazônia	Cacau de alta produtividade (Cabruca); Açaí BRS Pai d'Égua	Sistemas agroflorestais; Monitoramento remoto; Bioinsumos nativos
Caatinga	Feijão-caupi resistente à seca; Milho BRS Caatingueiro	Captação e reuso de água; Reflorestamento forrageiro; Agroecologia
Mata Atlântica	Café arábica adaptado à sombra; Banana resistente a doenças	Agricultura orgânica; Sistemas silvipastoris; Restauração ecológica
Pantanal	Arroz de terras altas; Pastagens resilientes ao alagamento	Pecuária extensiva sustentável; Manejo rotacionado; Monitoramento hídrico
Pampa	Trigo resistente ao calor; leguminosas adaptadas	Restauração de campos nativos; Rotações de culturas; Cultivo direto

Fonte: elaborado pelos autores.

O Quadro 3 estrutura a transição agroambiental em três fases temporais entre 2025 e 2050, cada uma com marcos estratégicos alinhados a políticas públicas e inovação tecnológica.

Quadro 3 - Etapas Temporais e Marcos Estratégicos da Transição Agroambiental

Período	Fase	Marcos Estratégicos
2025–2030	Fase 1 – Aceleração Tecnológica	Ampliação do crédito verde; Universalização da conectividade rural; Centros de biotecnologia e bioinsumos; Política Nacional de ILPF
2030–2040	Fase 2 – Integração Territorial Sustentável	Código Florestal com MRV digital; Cadeias com rastreabilidade total; Incentivos fiscais verdes; Educação climática rural
2040–2050	Fase 3 – Consolidação de Sistemas Regenerativos	Neutralidade climática no agro; Exportação de soluções tropicais; Agricultura regenerativa em escala; Serviços ecossistêmicos pagos

Fonte: elaborado pelos autores.

4. 1.4 Políticas, instituições e condições sociais – gestão social

A cooperação e colaboração relativamente eficazes e persistentes entre organizações e instituições nacionais e internacionais, o setor privado e a sociedade civil ajudam a impulsionar a transição de uma maior degradação ambiental no curto prazo para uma gestão melhorada do ambiente local e dos bens comuns globais no longo prazo.

Fortalecimento do Investimento Internacional e Apoio aos Países em Desenvolvimento – Países de alta renda, especialmente os industrializados, intensificaram a atuação de financiamento de inovação climática em direção aos países pobres e países em desenvolvimento, visando ajudá-los a atingir suas metas de desenvolvimento sustentável. Essa colaboração decorre de investimentos provenientes de fundos internacionais (Fundo Verde para o Clima – *Green Climate Fund*; *The Adaptation Fund*; Banco Mundial; Fundo Global para a Natureza Global Environmental Fund - GEF), direcionados ao financiamento de tecnologias inovadoras e à promoção de pesquisa e desenvolvimento (P&D) em nações menos desenvolvidas.

Os países desenvolvidos, além de fornecerem apoio financeiro, facilitaram a transferência de tecnologias avançadas, especialmente aquelas voltadas para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas. A flexibilização das regulamentações, como a revisão de patentes ambientais, representou um mecanismo estratégico para permitir o acesso a essas tecnologias de forma mais ágil e acessível. A Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI) exibe protagonismo nesse cenário ao desenvolver tratados de cooperação que promovem a inovação verde. A atuação da OMPI (WIPO Green) é direcionada ao uso de tecnologias ecológicas em apoio à transição para um futuro com baixo teor de carbono.

Um outro exemplo de cooperação internacional no Brasil se dá pela organização UN *Climate Technology Centre & Network*. A UN CTCN tem oferecido assistência técnica e promover a colaboração internacional no desenvolvimento de soluções sustentáveis para o setor de energia hidrogênio. Em resposta à necessidade de fomentar o desenvolvimento sinérgico e a implementação sustentável de tecnologias como a geração de eletricidade distribuída e a mobilidade elétrica/hidrogênio, o CTCN tem compartilhado com instituições e empresas brasileiras as melhores práticas internacionais. Além disso, a rede de especialistas do CTCN tem contribuído para a disseminação de conhecimentos sobre o setor de energia hidrogênio, estimulando o interesse por novos projetos colaborativos e identificando oportunidades de financiamento para atividades científicas e tecnológicas. A assistência oferecida inclui a adoção de códigos e normas para garantir a implementação segura de soluções de engenharia, bem como a identificação de atores chave e potenciais membros para a Associação Brasileira de Hidrogênio, fortalecendo a cooperação nacional e internacional. Ademais, a cooperação internacional foi necessária para a transferência de conhecimento e experiência para outras instituições da América Latina.

Para enfrentar os desafios climáticos no Brasil e no mundo, foi criada uma rede de cooperação internacional que presta assistência em situações de grandes desastres climáticos (BENDELL, 2022; CONEVSKA, 2021; SCHIPPER; PELLING, 2006). Essa cooperação envolve organizações e instituições locais, nacionais e internacionais, além do setor privado e da sociedade civil. Tragédias climáticas recorrentes, como desastres naturais e eventos extremos, têm exposto de forma visível os custos elevados das mudanças climáticas e da falta de preparação. Em resposta, surgiu uma colaboração mais forte entre diferentes atores, com o objetivo de promover o compartilhamento de experiências, o gerenciamento de crises e a

implementação de políticas pós-desastres. Esses esforços não se limitam à resposta imediata, mas incluem o reforço das instituições e das políticas públicas para garantir que medidas preventivas sejam efetivamente implementadas.

4. 1.5 Políticas orientadas para o desenvolvimento sustentável

Nesse aspecto, a transição sustentável com ênfase na equidade e na governança participativa é um pilar central.

O Brasil aprofundou programas como o PROCONVE (Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores), que impõe limites progressivamente mais estritos às emissões de veículos leves e pesados, equiparando-se a padrões europeus. Ademais, políticas estaduais, como o Programa de Inspeção Veicular Ambiental em São Paulo, e medidas emergenciais para controle de queimadas ilegais na Amazônia são exemplos do aprimoramento do esforço regulatório.

Paralelamente, a redução sistêmica da corrupção e o fortalecimento da transparência institucional constituem-se aspectos fundamentais para garantir a efetividade e a continuidade dessas políticas. Nesse contexto, o Brasil tem sido monitorado por organismos internacionais como a *Transparency International* e pelo Banco Mundial, por meio do seu indicador de “Controle da Corrupção” no *Worldwide Governance Indicators* (WGI). Essas organizações atuam como observadores e validadores independentes, promovendo práticas de compliance e integridade institucional no Brasil. Soma-se a esse contexto, iniciativas como a Parceria para Governo Aberto (*Open Government Partnership* – OGP), que têm contribuído para a incorporação de mecanismos de participação cidadã e auditoria pública nas políticas de desenvolvimento sustentável.

4.1.6 Desenvolvimento humano

No contexto de desenvolvimento humano, é possível reconhecer que as políticas públicas brasileira passaram a priorizar o acesso universal a bens e serviços essenciais, ancoradas em elevados investimentos em capital humano e infraestrutura social. O fortalecimento dos sistemas de educação e saúde torna-se um vetor estruturante desse caminho. A universalização do acesso à educação de qualidade, especialmente nas regiões historicamente marginalizadas (como o semiárido nordestino e periferias urbanas), contribui para a formação de uma cidadania ambientalmente consciente e incentivada pela implementação da gestão social. Políticas educacionais integradas a valores de sustentabilidade e cidadania climática foram priorizadas na construção de uma cultura de desenvolvimento.

Em paralelo, o aumento da cobertura e da eficiência dos serviços de saúde reduziu a carga de doenças evitáveis e melhorou os indicadores de bem-estar. A implementação de políticas para ampliação de redes de abastecimento e esgotamento sanitário, em comunidades ribeirinhas, quilombolas e em assentamentos urbanos informais, reduziu a incidência de doenças de veiculação hídrica, como diarreia, dengue e leptospirose, frequentemente agravadas por eventos climáticos extremos. Iniciativas como a ampliação da Estratégia Saúde da Família, a incorporação de tecnologias digitais para saúde preventiva e o fortalecimento da atenção primária foram responsáveis por essa melhoria. A convergência entre educação, saúde, segurança hídrica e saneamento básico é essencial para romper ciclos intergeracionais de pobreza e vulnerabilidade, precisamente diante dos impactos esperados das mudanças climáticas.

Diante desse novo cenário, o crescimento deixou de ser mensurado somente em termos do PIB, e passou a ser avaliado por indicadores de bem-estar, sustentabilidade e coesão social. Nesse contexto, novas formas de provisão de bens públicos passaram a ser aplicadas, com ênfase em transporte coletivo de baixa emissão, energias renováveis descentralizadas e planejamento urbano

4.1.7 Economia e estilos de vida

O Brasil trilha uma trajetória de crescimento econômico moderado, sustentado e, impulsionado por políticas públicas orientadas para o bem-estar social, a equidade distributiva e a sustentabilidade ecológica. Ao contrário dos modelos convencionais centrados no crescimento do PIB, o foco desloca-se para indicadores multidimensionais de progresso, como saúde, educação, coesão social e integridade ecológica. O crescimento econômico brasileiro apresenta taxas moderadas no longo prazo devido à reorientação do modelo econômico: da acumulação material para o bem-estar socioambiental. Esse novo paradigma permite a redução da desigualdade intrarregional no país, especialmente entre o Norte/Nordeste e o Centro-Sul e fortalece a convergência econômica entre os países da América do Sul, através da maior integração cooperativa e redução das assimetrias comerciais regionais.

O setor de serviços expandiu-se de forma acelerada, impulsionado pela digitalização, pelo aumento da escolaridade da população e pela crescente demanda por serviços associados à saúde, educação, mobilidade sustentável e cultura. Conforme já mencionado, o consumo interno tornou-se mais consciente, caracterizado por baixa intensidade material e energética, com redução do consumo de produtos de origem animal. Essa mudança de padrão alimentar é favorecida por políticas públicas de educação nutricional, regulação da cadeia alimentar e incentivos à produção e consumo de proteínas alternativas, como leguminosas, grãos e alimentos de origem vegetal.

Nesse novo arranjo, o comércio internacional assume características mais reguladas e ambientalmente condicionadas. Países com políticas comerciais sustentáveis impõem mecanismos de ajuste de carbono na fronteira, como Carbon Border taxes, o que estimulou mudanças nos processos produtivos e logísticos no Brasil (STAM, 2023). Como resposta estratégica, o país reforça a produção regionalizada e de menor pegada ambiental, com cadeias produtivas mais curtas e rastreáveis. O Brasil fortaleceu a posição como exportador de alimentos de base vegetal, com ênfase em soja, arroz, feijão e outros grãos, que passam a ocupar protagonismo na dieta global como alternativas às proteínas animais.

4.1.8 População e Urbanização

No SSP1, o Brasil segue uma trajetória de crescimento demográfico relativamente baixo, com redução das taxas de fertilidade e mortalidade, e migração moderada, modulada por melhorias estruturais nos determinantes sociais e ambientais do bem-estar. A transição demográfica ocorre de forma acelerada, especialmente em áreas historicamente marcadas por altas taxas de fertilidade, como o Nordeste brasileiro (DELAZERI et al., 2022) (NEB). Esse fato se deve aos investimentos em capital humano, à universalização da educação básica e ao avanço tecnológico nas áreas de saúde pública e planejamento familiar. O resultado é uma estabilização populacional com distribuição etária mais envelhecida, reduzindo a pressão sobre serviços essenciais e sobre os ecossistemas naturais. No campo da urbanização, a expansão urbana no

Brasil ocorre de forma planejada, regulada e com forte governança local, com protagonismo da sociedade civil organizada e de mecanismos participativos de tomada de decisão.

Em termos migratórios, observou-se um padrão intermediário de mobilidade populacional. Apesar da maior conectividade dos mercados de trabalho urbanos, o fortalecimento dos meios de subsistência regionais, especialmente nas áreas rurais do NEB, migração por motivações econômica foi reduzida. Esse contexto ocorre em razão do aumento da renda agrícola, viabilizado por políticas de incentivo à agricultura de base sustentável, acesso ao microcrédito e uso moderado de tecnologias adaptativas.

Nesse contexto, destaca-se a situação de alta escolarização e alfabetização digital, que alimentam demandas por trabalhadores qualificados nas cidades; Infraestrutura urbana resiliente e atrativa, que funciona como polo de retenção populacional e baixas emissões de GEE, resultando em aumentos leves de temperatura média e alterações mínimas nos regimes de precipitação.(Delazeri et al., 2022).

No entanto, apesar dessas melhorias estruturais, persistem assimetrias regionais, especialmente em zonas rurais economicamente mais frágeis. Nessas áreas, agricultores familiares com baixo nível educacional e acesso restrito a crédito rural enfrentam limitações na adoção de tecnologias adaptativas, como irrigação eficiente, sementes resilientes ou monitoramento climático digital.

4.1.9 Tecnologia

No cenário SSP1, o Brasil segue um caminho de desenvolvimento econômico acelerado, ambientalmente sustentável, impulsionado por rápida difusão de tecnologias limpas e pela intensificação da cooperação internacional multilateral. A transferência de tecnologia se dá de maneira rápida, descentralizada e inclusiva, com parcerias entre instituições públicas de pesquisa (como Embrapa, Fiocruz, Inpe), universidades, cooperativas e o setor privado nacional (AgTechs, Parcerias PPP com ICTs) e internacional (*South-South Cooperation for Innovation* (FAO), *Global Innovation Fund*). A partir de acordos de cooperação e acesso a fundos climáticos multilaterais (como o *Green Climate Fund*), o Brasil internaliza inovações tecnológicas a partir da eficiência energética com a disseminação de tecnologias de uso racional da energia em edificações, mobilidade urbana e processos industriais; Com a ampliação da infraestrutura de armazenamento energético, sobretudo por meio de baterias sustentáveis e hidrogênio verde; e partir da modernização de redes elétricas com sistemas inteligentes (*smart grids*), priorizando integração de fontes intermitentes como solar e eólica. Em conjunto, o Brasil passou a implementar tecnologias de alta produtividade da terra com os sistemas de agricultura de precisão, integrando sensores, imagens de satélite e IA na gestão do uso do solo; Com a expansão de sistemas agroflorestais, Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e práticas regenerativas, que aumentam a produtividade sem ampliar a fronteira agrícola; com a introdução de biotecnologias adaptativas, como sementes tolerantes à seca e bioinsumos; e a disseminação de tecnologias digitais no campo, como plataformas de rastreabilidade e gestão hídrica inteligente

5. DESAFIOS - MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO

5.1 Mitigação

No contexto do SSP1, os desafios associados à mitigação das mudanças climáticas no Brasil são considerados baixos em virtude da forte orientação para a sustentabilidade ambiental, instituições cooperativas, e avanços tecnológicos acelerados, sobretudo no setor energético e no uso sustentável da terra. O Brasil adota um modelo de crescimento baseado na eficiência energética, na intensificação sustentável do uso da terra e na contenção da expansão da fronteira agrícola. O avanço de tecnologias como a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), agricultura de precisão e bioenergia sustentável permite aumentar a produtividade sem ampliar emissões. A matriz energética brasileira, já majoritariamente renovável, torna-se ainda mais diversificada, incorporando solar descentralizada, eólica e hidrogênio verde.

A disseminação – induzida – de tecnologias limpas, incluindo veículos elétricos, armazenamento energético, eficiência industrial e bioeconomia florestal, foi acelerada por políticas públicas de inovação. A atuação coordenada entre instituições de pesquisa, organizações internacionais, mercado e governo viabilizou a nacionalização de tecnologias e reduziu a dependência de combustíveis fósseis.

Por fim, a mitigação é facilitada pela governança multilateral eficaz, no qual o Brasil se destacou como protagonistas em pactos climáticos globais, como o Acordo de Paris. A adoção de mecanismos de precificação de carbono, a harmonização regulatória com blocos comerciais e a participação em fundos de financiamento climático ampliaram os meios disponíveis para mitigar emissões. O país se integrou a redes internacionais de inovação climática, promovendo intercâmbio tecnológico e cooperação científica.

5.2 Adaptação

Nesse cenário, o Brasil caminha por uma trajetória de desenvolvimento orientado pela equidade, o que promove uma significativa redução dos desafios à adaptação climática. Essa condição é resultado da atuação integrada de instituições eficazes, da melhoria nos indicadores sociais, do acesso universal a serviços básicos e integração tecnológica. O Estado brasileiro apresenta uma atuação eficiente, transparente e com capacidade de coordenação intersetorial, possibilitando a integração de políticas de adaptação climática com as agendas de saúde, educação, segurança hídrica e ordenamento territorial. Estruturas como os Planos Estaduais e Municipais de Adaptação, e a institucionalização de Sistemas de Alerta Precoce Climático Integrados garantem respostas rápidas e bem articuladas em caso de eventos extremos.

Ademais, o Brasil segue uma trajetória para um modelo socioeconômico equitativo e, como consequência, resulta na redução da vulnerabilidade estrutural de populações historicamente expostas aos riscos climáticos. O acesso ampliado à educação de qualidade, saúde pública, água potável e saneamento básico fortaleceu a capacidade adaptativa individual e coletiva, principalmente nas zonas rurais, periurbanas e regiões semiáridas do Nordeste.

Paralelamente, o Brasil passou a investir fortemente em tecnologias voltadas à adaptação, como os sistemas de previsão climática e modelagem de risco geoespacial (GIS); técnicas de economia de água na agricultura e infraestrutura urbana verde; aplicativos de suporte à decisão para pequenos produtores rurais e municípios vulneráveis. O Quadro 4 resume a situação dos principais fatores estruturais contemplados no SSP1:

Quadro 4 – Situação dos fatores estruturais no SSP1

Fator Estrutural	SSP1
Governança e coordenação intersetorial	Alta capacidade institucional
Desigualdade e pobreza	Fortemente reduzidas
Acesso a infraestrutura básica	Universalizado
Disponibilidade de tecnologias	Alta e descentralizada
Financiamento internacional	Estável e acessível
Cooperação global	Ampla, com partilha de conhecimento e recursos
Cultura de adaptação	Incorporada nas políticas públicas e currículos escolares
Sistema de resposta a desastres	Integrado, ágil e territorializado

Fonte: Elaborado pelos autores.

Por fim, a tabela a seguir apresenta as principais tendências observadas nos critérios centrais adotados no SSP1, evidenciando as direções estratégicas assumidas nessa trajetória de desenvolvimento sustentável.

Quadro 5 – Resumo das suposições referentes aos elementos demográficos e de desenvolvimento humano do SSP1 regionalizado para o Brasil

Critério	Tendência SSP1
População	↘
Solidariedade	↑
Tecnologia	↗
Economia	→
Ambiente	↑
Regulação	↗
Governança Global	↗
Energia	↑
Agricultura	↗
Infraestrutura	↑
Educação & Saúde	↑
Mitigação	↑
Adaptação	↑
Desigualdade	↓
Cooperação	↑

Fonte: Elaborado pelos autores com base em O'Neil et al (2015).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção de uma narrativa contextualizada da *Shared Socioeconomic Pathway 1* (SSP1) para o Brasil representa um avanço estratégico na regionalização de cenários globais desenvolvidos no âmbito do *Coupled Model Intercomparison Project Phase 6* (CMIP6). Ao adaptar os pressupostos globais de sustentabilidade às realidades sociais, institucionais, econômicas e ambientais brasileiras, este estudo atende à limitação de aplicabilidade dos SSPs em contextos nacionais marcados por desigualdades regionais e dinâmicas setoriais distintas, tão dispare das proposições realizadas nos cenários globais.

A trajetória proposta para o SSP1 do Brasil integra princípios de governança forte, inclusão social, transição energética, inovação tecnológica e cooperação internacional. Com base em variáveis setoriais como educação, estilos de vida, políticas públicas, urbanização, agricultura e desenvolvimento humano, a narrativa foi construída considerando seis dimensões essenciais de qualidade — plausibilidade, consistência, saliência, legitimidade, riqueza e criatividade — conforme proposto por O'Neill et al. (2014), Alcamo (2008) e Mitter et al. (2019). A elaboração dessa primeira narrativa regional possibilita maior atenção às disparidades regionais, aos desafios institucionais e às oportunidades locais de transformação sustentável. Além disso, oferece subsídios teóricos e empíricos para pesquisadores e planejadores desenvolverem modelos agroclimáticos, alinhados com os objetivos nacionais de desenvolvimento sustentável e compromissos internacionais.

Ao enfatizar a importância de narrativas regionais, destaca-se que a formulação de respostas eficazes às mudanças climáticas requer abordagens plausíveis fundadas em realidades locais, e que dialoguem com processos e metas globais. Este estudo propõe caminhos para futuras pesquisas no que tange a regionalização para outros países da América Latina, explorando como os SSPs podem ser aplicados para diferentes contextos sociopolíticos e ecológicos.

REFERÊNCIAS

ALCAMO, J. **Chapter Six The SAS Approach: Combining Qualitative and Quantitative Knowledge in Environmental Scenarios**. Developments in Integrated Environmental Assessment, 2008.

ALCAMO, J. **Scenarios as tools for international environmental assessments**. Copenhagen: European Environment Agency, 2001. (Environmental Issue Report, no. 24). Prepared by: Centre for Environmental Systems Research, University of Kassel, Germany.

BECKAGE, B. et al. Linking models of human behaviour and climate alters projected climate change. **Nature Climate Change**, v. 8, n. 1, p. 79–84, 1 jan. 2018.

BENDELL, J. **Replacing Sustainable Development: Potential Frameworks for International Cooperation in an Era of Increasing Crises and Disasters**. Sustainability (Switzerland)MDPI, 1 jul. 2022.

BOSE, N.; HILLS, T.; SGROI, D. **Standard-Nutzungsbedingungen**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/10419/223868>>.

CHANG, J. M. H.; LAM, Y. F. Effect of urban development and anthropocentric behaviors on heat-energy-carbon emission nexus in future urban cities under CMIP6-SSP projections. **Energy and Buildings**, v. 336, 1 jun. 2025.

CONEVSKA, A. International Cooperation and Natural Disasters: Evidence from Trade Agreements. **International Studies Quarterly**, v. 65, n. 3, p. 606–619, 1 set. 2021.

DELAZERI, L. M. M. et al. Rural outmigration in Northeast Brazil: Evidence from shared socioeconomic pathways and climate change scenarios. **Journal of Rural Studies**, v. 91, p. 73–85, 1 abr. 2022.

GONZÁLEZ-BAILÓN, S. et al. **Assessing the Bias in Communication Networks Sampled from Twitter**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://dev.twitter.com/docs/rate-limiting>>.

KARNER, K. et al. Participatory development of Shared Socioeconomic Pathways for Austria's agriculture and food systems. **Land Use Policy**, v. 142, 1 jul. 2024.

KOLIAKI, C. C.; KATSIAMBROS, N. L.; DIMOSTHENOPOULOS, C. The Mediterranean Diet in the Era of Climate Change: A Reference Diet for Human and Planetary Health. **Climate**, v. 12, n. 9, p. 136, 4 set. 2024.

LEHTONEN, H. S. et al. Shared socioeconomic pathways for climate change research in Finland: co-developing extended SSP narratives for agriculture Communicated by Chinwe Ifejika Speranza. 2021.

LEHTONEN, M. **Mainstreaming sustainable development in the OECD through indicators and peer reviews**. *Sustainable Development*, 2008.

MITTER, H. et al. A protocol to develop Shared Socio-economic Pathways for European agriculture. **Journal of Environmental Management**, v. 252, 15 dez. 2019.

O'NEILL, B. C. et al. A new scenario framework for climate change research: The concept of shared socioeconomic pathways. **Climatic Change**, v. 122, n. 3, p. 387–400, 2014.

O'NEILL, B. C. et al. The Scenario Model Intercomparison Project (ScenarioMIP) for CMIP6. **Geoscientific Model Development**, v. 9, n. 9, p. 3461–3482, 28 set. 2016.

O'NEILL, B. C. et al. The roads ahead: Narratives for shared socioeconomic pathways describing world futures in the 21st century. **Global Environmental Change**, v. 42, p. 169–180, 1 jan. 2017a.

O'NEILL, B. C. et al. The roads ahead: Narratives for shared socioeconomic pathways describing world futures in the 21st century. **Global Environmental Change**, v. 42, p. 169–180, 1 jan. 2017b.

RIahi, K. et al. The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview. **Global Environmental Change**, v. 42, p. 153–168, 1 jan. 2017.

SCHANDL, H. et al. Shared socio-economic pathways and their implications for global materials use. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 160, 1 set. 2020.

SCHIPPER, L.; PELLING, M. Disaster risk, climate change and international development: Scopes for, and challenges to, integration. **Disasters**, v. 30, n. 1, p. 19–38, mar. 2006.

STAM, Heloiza Prazeres da Silva. **The European Union deforestation-free policy and the potential impacts on the Brazilian economy: the soy supply chain case**. 2023. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2024. doi:10.11606/D.11.2024.tde-04042024-104552.

TURRELL, G.; KAVANAGH, A. M. Socio-economic pathways to diet: modelling the association between socio-economic position and food purchasing behaviour. 2005.

WANG, R. et al. Carbon footprint patterns of domestic migrants in China and 1.5 °C mitigation pathways. **Environmental Research Letters**, v. 17, n. 12, 1 dez. 2022.

ZHANG, Y. et al. Limited increases in Arctic offshore oil and gas production with climate change and the implications for energy markets. **Scientific Reports**, v. 14, n. 1, 1 dez. 2024.