XVIII ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
XIV ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
AMBIENTE CONSTRUÍDO E USUÁRIO: PERSPECTIVAS LATINO-AMERICANAS

Uma breve discussão sobre os diferentes cenários climáticos futuros

Una breve discusión sobre los diferentes escenarios climáticos futuros

A brief discussion on the different future climate scenarios

Clima e planejamento urbano / *Clima y planificación urbana / Climate and urban planning*

Novaes, Gabriel Bonansea de Alencar
Mestre, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e de Design da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, gabriel.novaes@usp.br

Monteiro, Leonardo Marques
Doutor, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e de Design da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, leo4mm@usp.br

Resumo

O artigo tem como objetivo sintetizar uma revisão bibliográfica sobre as mudanças climáticas globais e seus impactos, analisando os principais cenários climáticos futuros e suas premissas e implicações socioeconômicas e ambientais. Para isso, discute os Modelos Climáticos Globais (MCGs) e os cenários prospectivos elaborados pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), incluindo os *Special Report on Emissions Scenarios* (SRES), os *Representative Concentration Pathways* (RCPs) e os *Shared Socio-Economic Pathways* (SSPs), trazendo uma análise crítica sobre os diferentes cenários e suas aplicabilidades no contexto da gestão do espaço urbano. Destaca-se, ainda, o papel das áreas urbanas na adaptação e na mitigação da mudança climática, como grandes emissoras de gases de efeito estufa e sua vulnerabilidade a eventos climáticos extremos, concluindo que a adoção de políticas públicas rigorosas e estratégias de adaptação é essencial para a estratégia climática das cidades.

Palavras-chave: Clima. Modelagem. Projeções. Cenários climáticos. Mudança climática.

Resumen

El artículo tiene como objetivo sintetizar una revisión bibliográfica sobre el cambio climático global y sus impactos, analizando los principales escenarios climáticos futuros, sus premisas e implicaciones socioeconómicas y ambientales. Para ello, se discuten los Modelos Climáticos Globales (MCGs) y los escenarios prospectivos elaborados por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), incluidos el Special Report on Emissions Scenarios (SRES), los Representative Concentration Pathways (RCPs) y los Shared Socio-Economic Pathways (SSPs), proporcionando un análisis crítico de los diferentes escenarios y sus aplicaciones en el contexto de la gestión del espacio urbano. Además, se destaca el papel de las áreas urbanas en la adaptación y mitigación del cambio climático, dado su papel como grandes emisores de gases de efecto invernadero y su vulnerabilidad a eventos climáticos extremos. Se concluye que la adopción de políticas públicas rigurosas y estrategias de adaptación es fundamental para la estrategia climática de las ciudades.

Palabras clave: Clima. Modelización. Proyecciones. Escenarios climáticos. Cambio climático.

Abstract

The article aims to synthesize a literature review on global climate change and its impacts, analyzing the main future climate scenarios, their assumptions, and their socio-economic and environmental implications. To this end, it discusses Global Climate Models (GCMs) and the prospective scenarios developed by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), including the Special Report on Emissions Scenarios (SRES), Representative Concentration Pathways (RCPs), and Shared Socio-Economic Pathways (SSPs), providing a critical analysis of the different scenarios and their applicability in the context of space management. Furthermore, it highlights the role of urban areas in climate change adaptation and mitigation, as major greenhouse gas emitters and highly vulnerable to extreme weather events. The study concludes that the adoption of strict public policies and adaptation strategies is essential for cities' climate strategy.

Keywords: Climate. Modeling. Projections. Climate scenarios. Climate change.

Apresentação e objetivo do trabalho

Para entender as manifestações futuras do clima diante das mudanças climáticas, são produzidas projeções, chamadas de Modelos Climáticos Globais (MCGs), com base em modelos de simulação que consideram as tendências climáticas naturais, as forçantes antrópicas, e as emissões de gases de efeito estufa (GEE) (ALVES e SILVA, 2019), comparando a tendência climática até o final do século XXI com o período pré-industrial (ÁLVARES, 2020).

Os cenários mais conhecidos são os RCPs (*Representative Concentration Pathways*), criados pelo IPCC, que estimam as variantes do clima futuro baseadas nas alterações da composição da atmosfera devido às atividades humanas (HAMADA, GONÇALVES, et al., 2008). Além destes, existem outros cenários que consideram diferentes suposições sobre demanda energética, emissões de GEE, crescimento populacional, uso do solo e avanços tecnológicos.

Em 2022, o IPCC atualizou os cenários RCPs com os SSPs (*Shared Socio-Economic Pathways*), que incorporam o sequestro de carbono, oferecendo uma visão mais detalhada sobre as futuras condições climáticas e os impactos das atividades humanas (SOARES, 2021).

Essas projeções são fundamentais para compreender as mudanças climáticas no longo prazo e desenvolver estratégias para mitigação e adaptação e os cenários socioeconômicos e de emissão de cada país são importantes para fornecer insumos às projeções climáticas (GT CLIMA/ZEE DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2022).

Assim, o objetivo deste trabalho é sintetizar uma vasta revisão bibliográfica sobre a mudança climática global, seus principais efeitos e os cenários climáticos futuros internacionalmente consolidados e suas principais intercorrências no Brasil.

Metodologia

A metodologia deste trabalho é o levantamento bibliográfico, através de pesquisa de referências primárias e secundárias a respeito dos diferentes modelos de projeções de cenários climáticos futuros utilizados pelo IPCC desde o início dos anos 2000.

Special Report on Emissions Scenarios (SRES)

No final dos anos 2000, pesquisadores de todo o mundo começaram a desenvolver cenários climáticos para projetar o comportamento do clima até o final do século XXI. Esse esforço começou nos anos 1990 com a elaboração de cenários que deram origem ao *Special Report on Emissions Scenarios* (SRES), que analisava possíveis condições futuras relacionadas à população, crescimento econômico e emissões de gases de efeito estufa (HAUSFATHER, 2018). O IPCC começou a definir os cenários climáticos com base nessas variáveis.

Os primeiros cenários climáticos propostos pelo IPCC foram apresentados no SRES, parte do Quarto Relatório de Avaliação do IPCC de 2007, que dividiu os cenários em duas grandes categorias (A e B), com duas famílias em cada categoria (A1, A2, B1, B2). Esses cenários abordavam diferentes projeções de emissões de gases de efeito estufa, dependendo de fatores como desenvolvimento social, econômico, tecnológico, demografia, preocupação ambiental e diferenças regionais (HAMADA, GONÇALVES, et al., 2008).

Os cenários A e B diferem significativamente entre si. O cenário A1 é considerado mais otimista e descreve um futuro com rápido crescimento econômico, baixa taxa de crescimento populacional e rápida adoção de novas tecnologias. Esse cenário antecipa um equilíbrio entre combustíveis fósseis e fontes de energia renovável, com uma convergência global e aumento das interações culturais e sociais. Em contraste, o cenário A2 é mais pessimista, com um crescimento populacional alto e uma abordagem mais regionalizada para o desenvolvimento econômico, com um uso predominante de combustíveis fósseis e avanços tecnológicos mais lentos (HAMADA, GONÇALVES, et al., 2008).

Já na família B, o cenário B1 descreve um futuro com baixo crescimento populacional e grande convergência global, focando na sustentabilidade ambiental, com mudanças econômicas globais significativas e a introdução de tecnologias limpas e eficientes, mas sem a necessidade de grandes inovações. Por outro lado, o cenário B2 descreve uma trajetória mais local, com soluções voltadas para a sustentabilidade ambiental a nível regional, com crescimento populacional moderado e níveis intermediários de desenvolvimento econômico e tecnológico (HAMADA, GONÇALVES, et al., 2008).

Representative Concentration Pathways (RCPs)

Os cenários SRES tornaram-se obsoletos devido a mudanças significativas na sociedade, economia e clima global que ocorreram nos primeiros anos do século XXI. Em resposta, pesquisadores desenvolveram os *Representative Concentration Pathways* (RCPs), que, sem incluir narrativas socioeconômicas, representam cenários de de gases de efeito estufa (GEE) até 2100, e suas interações com o clima e as forçantes radiativas (HAUSFATHER, 2018).

O IPCC introduziu o AR5 (2014), que propôs quatro cenários RCPs: RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 e RCP8.5, variando em relação às emissões de GEE e o aumento da temperatura média global. Cada cenário é projetado para fornecer projeções temporais e espaciais de mudanças nas emissões, uso do solo e concentrações de poluentes até 2100 (IPCC, 2014).

O RCP 2.6 é o cenário mais otimista, projetando uma redução substancial das emissões de GEE ao longo do século, com a forçante radiativa atingindo um pico de cerca de 3,1 W/m² e depois decaindo para cerca de 2,6 W/m² até 2100. Já os RCPs 4.5 e 6.0 representam cenários de estabilização das emissões, com uma forçante radiativa adicional de 4,5 W/m² e 6,0 W/m², respectivamente, até o final do século. O RCP 8.5, por outro lado, é o cenário mais pessimista, com um aumento contínuo das emissões e concentrações de GEE, levando a uma forçante radiativa adicional superior a 8,5 W/m² até 2100 (SOARES, 2021).

As projeções do RCP 8.5 indicam um mundo caracterizado pelo crescimento desordenado da população, lenta evolução tecnológica, forte dependência de combustíveis fósseis e a falta de políticas eficazes de redução de emissões (ALVES e SILVA, 2019). Já o RCP 4.5 projeta uma leve redução nas emissões globais e nas principais cidades, com uma estabilização das emissões em níveis semelhantes aos atuais (SAN JOSÉ, PÉREZ, et al., 2016).

No AR6, foram adicionados novos cenários: o RCP 1.9, mais otimista, com foco em uma intensiva redução das emissões, que se alinha com o limite de aquecimento global de 1,5°C do Acordo de Paris, sendo mais rigoroso e exigente do que o RCP 2.6, que focava no limite de 2,0°; o RCP 3.4, um cenário intermediário que oferece um equilíbrio entre o rigor do RCP 2.6 e a mitigação menos intensa do RCP 4.5, oferecendo uma alternativa plausível para o limite de 2,0°C; e o RCP 7.0, um cenário pessimista, mas com algumas reduções nas emissões, embora insuficientes para atingir as metas de mitigação (HAUSFATHER, 2018).

Shared Socio-Economic Pathways (SSPS)

O novo AR6 (IPCC, 2022) introduz uma evolução nos cenários climáticos com a incorporação dos *Shared Socio-Economic Pathways* (SSPs), que adicionam premissas socioeconômicas às modelagens de emissões climáticas. Eles são complementares aos RCPs, adicionando um premissas socioeconômicas para as projeções climáticas, que incluem variáveis como crescimento populacional, economia, urbanização e desenvolvimento tecnológico, refletindo possíveis cenários de emissões de gases de efeito estufa ao longo do século XXI, permitindo analisar como diferentes trajetórias socioeconômicas afetam o alcance das metas climáticas globais e os esforços para mitigar os efeitos das mudanças climáticas (HAUSFATHER, 2018).

Esses cenários variam desde trajetórias mais otimistas (SSP 1), com forte desenvolvimento sustentável, até cenários de crescimento econômico com altas emissões de CO2 (SSP 5) (SOARES, 2021), refletindo hipóteses sobre como as populações e as economias globais podem evoluir, variando as taxas de crescimento e os impactos das políticas climáticas.

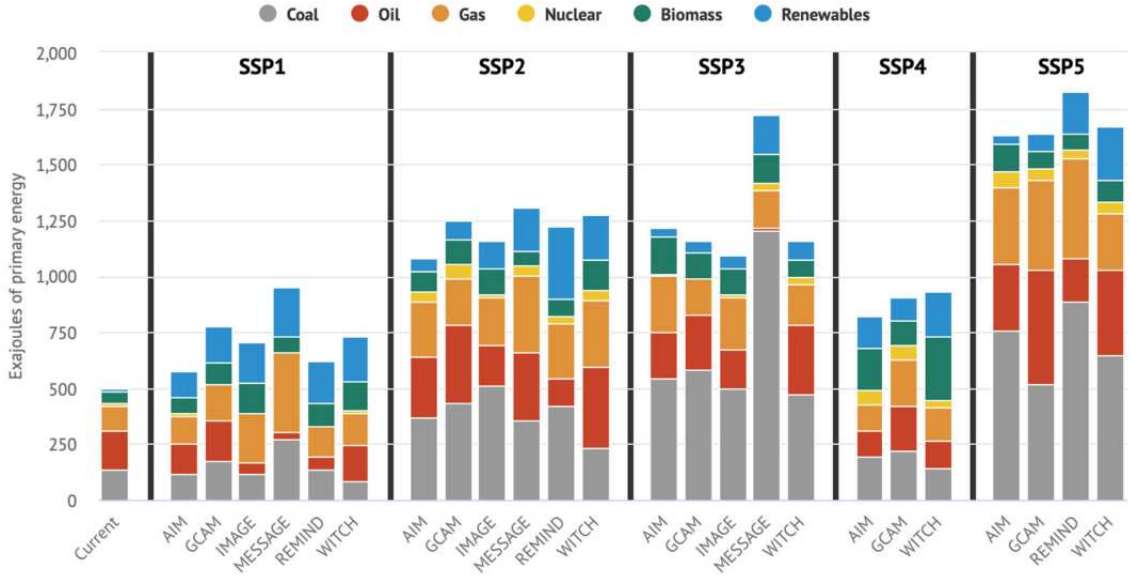
O SSP 1, por exemplo, foca em um mundo sustentável, com baixo desafio de mitigação devido ao alto desenvolvimento tecnológico e baixo nível de desigualdade, permitindo limitar o aquecimento global a 1,5°C até 2100 (SOARES, 2021). O SSP 2 representa um caminho mais lento e desigual, com progresso limitado para atingir as metas de desenvolvimento sustentável, o que resulta em um cenário de aquecimento significativo, mas com desafios intermediários para mitigação e adaptação. Já o SSP 5, mais pessimista, projeta um mundo de crescimento econômico rápido, mas com altos níveis de emissões (HAUSFATHER, 2018).

As principais diferenças entre os SSPs estão nas premissas sobre o crescimento populacional e econômico, incluindo urbanização, uso de recursos e a transição energética. Enquanto os cenários SSP 1 e 5 projetam estabilização populacional após 2050, os cenários SSP 2, 3 e 4 mantêm crescimento populacional até 2100, sendo o SSP 3 o cenário de mais alta fertilidade. Já em termos econômicos, os cenários SSPs preveem uma ampla variação no crescimento do PIB global. Os SSPs 1 e 2 projetam crescimento econômico moderado, enquanto o SSP 5 prevê um grande crescimento impulsionado por combustíveis fósseis. Já o SSP 3 projeta o menor crescimento do PIB, com um desenvolvimento lento e desigual (HAUSFATHER, 2018).

Por fim, as diferenças nos cenários SSPs também envolvem a distribuição do consumo e das fontes de energia até 2100, como visto na Figura 1 a seguir, com o SSP 5 destacando-se pelo maior consumo de energia e uma grande dependência de combustíveis fósseis. Embora haja

variação, os SSPs indicam que, sem políticas climáticas globais eficazes, a transição energética para fontes de baixo carbono será limitada, resultando em um futuro com um domínio de combustíveis fósseis, independentemente da trajetória escolhida (HAUSFATHER, 2018).

Figura 1: Distribuição do consumo e das fontes de energia nos SSPs



Fonte: HAUSFATHER, 2018

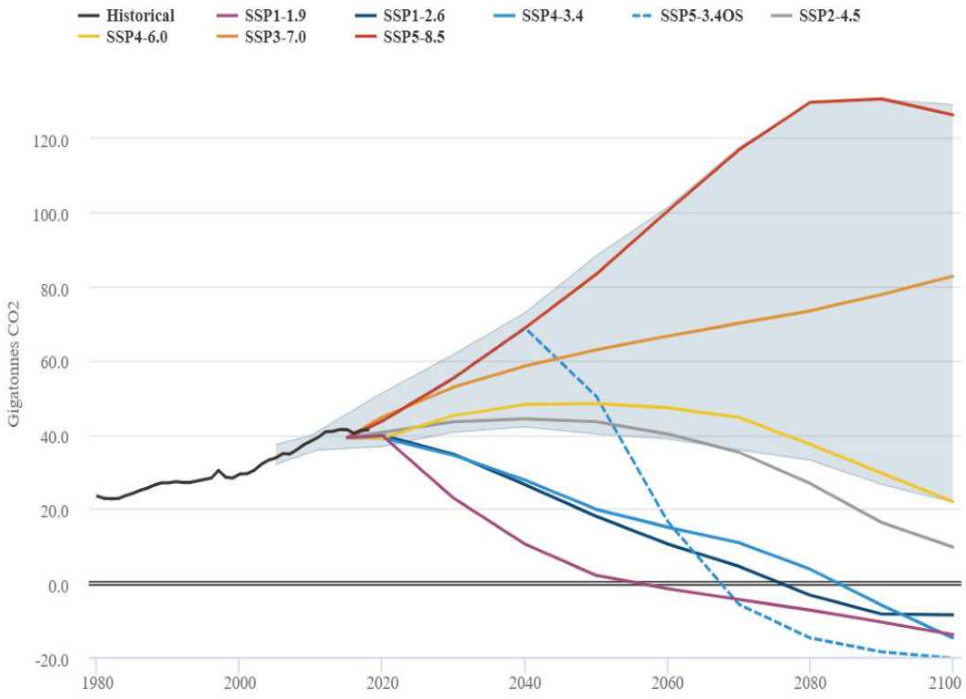
Análise das emissões e dos aumentos globais de temperatura dos SSPs e RCPs

As combinações dos SSPs com os RCPs permitem analisar se os fatores socioeconômicos de cada SSP geram os níveis de mitigação e emissão necessários para cada RCP. Os SSPs analisam premissas socioeconômicas, considerando a intensidade das forçantes radiativas adicionais até 2100 com base nos cenários RCPs (HAUSFATHER, 2018). Dessa forma, os SSPs variam significativamente na forma como percebem a transição energética e as emissões globais de CO2 e são definidos pelos níveis de forçantes radiativas dos RCPs, que estabelecem os níveis esperados de emissões de gases de efeito estufa. As figuras 2 e 3 a seguir apresentam as emissões de GEE esperadas até 2100 e os respectivos cenários associados, com o aumento esperado da temperatura média global. No SSP 1, que apresenta menor crescimento populacional, as emissões atingem o pico entre 2040 e 2060, diminuindo até 2100, resultando

no cenário base mais otimista, com um aumento de temperatura global de cerca de 3,0 a 3,5°C até 2100. O SSP 1, assim como o SSP 4, prevê grandes parcelas de energia renovável e colaboração global em políticas climáticas, além de esforços significativos na redução de emissões provenientes do desmatamento e uso da terra (HAUSFATHER, 2018).

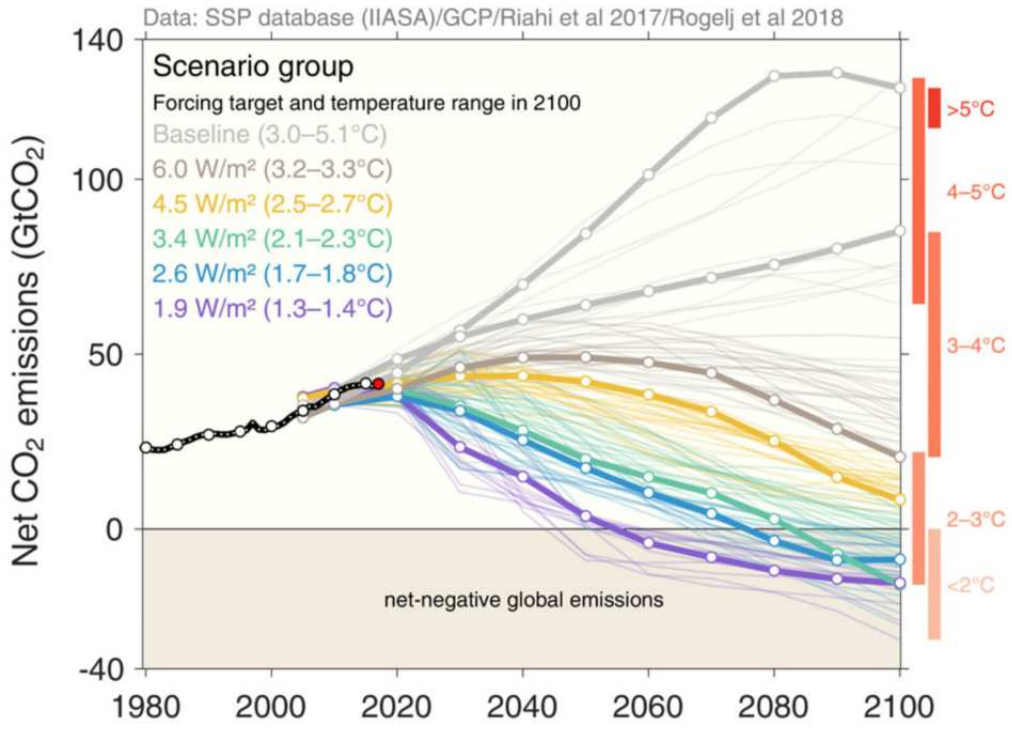
No SSP 2, com crescimento populacional e econômico intermediários, as emissões continuam a crescer até o final do século, resultando em um aumento de temperatura de 3,8 a 4,2°C. No SSP 3, com maior crescimento populacional e menor crescimento econômico, as emissões aumentam de forma contínua, resultando em um aquecimento global estimado de 3,9 a 4,6°C. O SSP 4 projeta emissões baixas devido ao desenvolvimento de tecnologias e transição para uma economia de baixo carbono, mas com grandes desigualdades, com aquecimento global previsto de 3,5 a 3,8°C. Por fim, o SSP 5, com intenso crescimento econômico e baixo crescimento populacional, leva a um aumento das emissões e se alinha ao RCP 8.5, resultando em um aquecimento global entre 4,7 e 5,1°C até 2100 (HAUSFATHER, 2018).

Figura 2: Emissões de CO2 até 2100 nos SSPs e seus cenários associados a partir dos RCPs



Fonte: SOARES, 2021

Figura 3: Emissões ao longo do século XXI nos cenários SSP e RCP e aumentos de temperatura global



Fonte: HAUSFATHER, 2018

Os principais impactos levantados pelos cenários climáticos para o Brasil

Os países em desenvolvimento, de forma geral, são os mais vulneráveis aos potenciais impactos das mudanças climáticas. O contexto específico do Brasil demonstra uma suscetibilidade pronunciada ao aquecimento global, notadamente quando se analisam os efeitos sobre seus ecossistemas e agricultura (HAMADA, GONÇALVES, et al., 2008), já que as mudanças climáticas têm resultado, não só no aumento da temperatura, mas também ao tornar mais frequentes e extremos os eventos climáticos extremos, como secas, estiagens, enchentes e inundações, podendo causar perturbações e impactos significativos nas cidades, no ambiente e na sociedade, mesmo em regiões com maior capacidade de adaptação econômica e social, como nas grandes capitais do Brasil (BOSCO e VALVERDE, 2022).

Neste contexto, o INPE produziu uma série de estudos com o *downscale* dos cenários SSP para o Brasil, permitindo estudar os impactos destes cenários em todo o nosso país nas projeções

ao longo de todo o século XXI (INPE, 2024). Para o Brasil, as projeções do SSP 5-8.5 sugerem um aumento significativo das temperaturas médias, somado a uma redução da umidade relativa e um forte aumento no número de dias por ano com altas temperaturas, redução de precipitação em grande parte do país, e aumento drástico dos números de dias por ano com chuvas intensas (INPE, 2024).

Assim, pesquisas recentes consideram mudanças climáticas em estratégias para melhoria do desempenho termoenergético de edifícios no Brasil, investigando a influência de variáveis como orientação, sombreamento e de abertura de janelas no desempenho de edificações em cenários futuros, avaliando, por exemplo, como as mudanças climáticas afetarão o conforto térmico e a eficiência energética de nossos edifícios (NUNES e GIGLIO, 2020).

Análise crítica dos cenários climáticos e considerações finais

A comparação entre diferentes modelos de projeção climática é crucial para avaliar as diferenças e incertezas nas previsões dos impactos das mudanças climáticas, que decorrem da variabilidade dos cenários futuros, tanto em termos climáticos quanto socioeconômicos, além das diferenças nos parâmetros e premissas utilizados. Essas discrepâncias podem afetar a avaliação dos impactos climáticos, refletindo também nas projeções de emissões de GEE e nas possíveis mudanças no uso da terra (ARNETH, DENTON et al., 2019)

Essas incertezas, provenientes de variáveis socioeconômicas, climáticas, energéticas e tecnológicas, também geram divergências nas simulações dos cenários de linha de base e nos demais cenários analisados. Premissas como as projeções de uso da terra e as variáveis socioeconômicas influenciam diretamente os modelos, o que resulta na criação de cenários como os SRES, RCPs e SSPs, que buscam capturar essa gama de incertezas futuras e projetar hipóteses consistentes sobre o futuro (ARNETH, DENTON et al., 2019).

Ao comparar os cenários mais recentes, como os RCPs do AR5 (IPCC, 2014) e os SSPs do AR6 (IPCC, 2022), percebe-se que os SSPs têm semelhanças com os RCPs, especialmente nos resultados finais de forçantes radiativas ao fim do século. Embora as premissas climáticas e socioeconômicas dos SSPs compartilhem muitos aspectos com os RCPs e os SRES, a principal diferença está no contexto socioeconômico que os SSPs incorporam e narram, o que permite uma análise mais profunda e holística. Em particular, os cenários SSPs introduzem um novo

enfoque ao considerar fatores como o crescimento populacional, as mudanças no uso da terra e os avanços tecnológicos.

No aspecto socioeconômico, as narrativas SSPs alinham-se com os cenários SRES (HAUSFATHER, 2018). Por exemplo, o SSP 1 foca em sustentabilidade, assemelhando-se ao SRES B1, enquanto o SSP 2 é um modelo intermediário, próximo ao SRES B2. Já o SSP 3, que projeta um futuro de heterogeneidade global, é comparável ao SRES A2, enquanto o SSP 5, com um crescimento econômico robusto e dependência de combustíveis fósseis, se alinha ao SRES A1. Já no aspecto climático, os SSPs compartilham as suposições dos RCPs, mas com diferenças significativas nas trajetórias de emissões. O cenário SSP 5, por exemplo, está associado ao RCP 8.5, com altas emissões e grandes mudanças de temperatura, refletindo um contexto socioeconômico de maior desafio para a mitigação. Em contraste, os cenários RCPs buscam limitar o aquecimento global, e sua associação com os SSPs depende da compatibilidade entre as premissas climáticas e socioeconômicas (HAUSFATHER, 2018).

Além disso, enquanto os RCPs se concentram exclusivamente nas trajetórias de emissões e seus impactos climáticos, os SSPs incorporam contextos socioeconômicos e políticos, abrangendo o crescimento populacional, econômico, o desenvolvimento tecnológico e as mudanças na energia. Isso resulta em uma abordagem mais integrada, em que os SSPs são mais flexíveis ao permitir variações nos parâmetros socioeconômicos e climáticos (ARNETH, DENTON et al., 2019). Por exemplo, o SSP 5-8.5, associado ao RCP 8.5, reflete um mundo de grandes emissões e dependência de combustíveis fósseis, não é compatível com os cenários de RCP que limitam o aquecimento global a 1,5°C ou 2,0°C.

A diferença nas trajetórias de emissões entre os RCPs e os SSPs fica evidente nas projeções do século XXI. Por exemplo, o SSP 1-2.6, associado ao RCP 2.6, reflete uma redução gradual das emissões ao longo do século, enquanto o SSP 2-4.5 apresenta um pico de emissões mais alto, mas com uma redução mais lenta. Os cenários mais recentes consideram emissões negativas no final do século para alcançar os limites de temperatura desejados, enquanto os antigos cenários RCPs tinham trajetórias de emissões mais diretas e rígidas (SOARES, 2021).

No cenário SSP 4-6.0, observa-se um futuro com grandes desigualdades regionais, o que limita a adaptação global, especialmente nos países em desenvolvimento. A comparação entre o SSP 4-6.0 e o RCP 6.0 revela uma redução mais rápida nas emissões após 2050 no primeiro, enquanto o segundo apresentava uma redução mais lenta e tardia, resultando em um cenário

mais pessimista. Esses ajustes refletem uma visão mais realista e dinâmica do futuro, considerando variáveis socioeconômicas e políticas (ARNETH, DENTON et al., 2019).

O cenário SSP 5-8.5, por sua vez, é caracterizado por um crescimento econômico elevado, mas com alta dependência de combustíveis fósseis. Nesse cenário, as emissões em 2100 são 20% maiores do que no RCP 8.5, com picos de emissões mais próximos de 2090. Isso reflete uma projeção mais pessimista e realista do futuro, com grandes desafios para a mitigação climática (ARNETH, DENTON et al., 2019).

Essas comparações mostram que a integração de cenários climáticos e socioeconômicos, como ocorre nos SSPs, oferece uma perspectiva mais completa e flexível para avaliar os impactos das mudanças climáticas. Diferentemente dos RCPs, que se concentravam apenas nas forçantes climáticas, os SSPs permitem a consideração de uma gama mais ampla de fatores sociais, econômicos e políticos, essenciais para a construção de cenários de mitigação e adaptação (ARNETH, DENTON et al., 2019).

Em síntese, os RCPs representaram um avanço significativo na avaliação de cenários climáticos, mas a inclusão de premissas socioeconômicas e o refinamento das trajetórias de emissões trazidos pelos SSPs representam um progresso importante para modelar o futuro climático. Ao integrar aspectos climáticos e socioeconômicos, os SSPs possibilitam uma análise mais abrangente e precisa dos desafios climáticos, refletindo melhor as complexas interações entre as mudanças climáticas e os fatores socioeconômicos.

Referências

ÁLVARES, C. A. **Cenários climáticos futuros**. Revista Opiniões, 2020.

ALVES, R. B. O.; SILVA, H. P. **Vulnerabilidade Climática RCP 4.5 e RCP 8.5 dos Municípios de Betânia, Floresta e Itacuruba no Sertão de Pernambuco, Brasil**. Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Santos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. 2019.

ARNETH, A. et al. **2019: Framing and Context**. In: SHUKLA, P. R., et al. Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. [S.l.]: [s.n.], 2019.

BOSCO, R. B.; VALVERDE, M. C. **Projeções climáticas de precipitação e temperatura na Região Metropolitana do Vale do Paraíba – SP simulados por modelos climáticos do CMIP6**. Revista Brasileira de Geografia Física, 15, n. 03, 2022. 1621-1638.

COSTA, R. L. et al. **Cenários de Mudanças Climáticas para a Região Nordeste do Brasil por meio da Técnica de Downscaling Estatístico**. Revista Brasileira de Meteorologia, 35, outubro-dezembro 2020.

GT CLIMA/ZEE DO ESTADO DE SÃO PAULO - IG, CETESB E AI/SIMA. **Nota Técnica sobre as Projeções Climáticas para o Estado de São Paulo, ano base 2040**. São Paulo: Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de São Paulo, 2022.

HAMADA, E. et al. **Cenários climáticos futuros para o Brasil**. In: GHINI, R.; HAMADA, E. Mudanças climáticas - impactos sobre doenças de plantas no Brasil. Brasília; Jaguariúna: Embrapa Informação Tecnológica; Embrapa Meio Ambiente, 2008. p. 25-74.

HAUSFATHER, Z. **Explainer: How 'Shared Socioeconomic Pathways' explore future climate change**. Carbon Brief, 2018.

INPE. Projeções Climáticas no Brasil. **PClima - INPE**, Brasília, 2024. Disponivel em: <http://pclima.inpe.br/>.

IPCC, PAINEL INTERGOVERNAMENTAL DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **IPCC's Fourth Assessment Report – AR4 Climate Change**. IPCC, 2007.

IPCC, PAINEL INTERGOVERNAMENTAL DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **IPCC's Fifth Assessment Report – AR5 Synthesis Report: Climate Change**. IPCC, 2014.

IPCC, PAINEL INTERGOVERNAMENTAL DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **IPCC's Sixth Assessment Report – AR6 Synthesis Report: Climate Change**. IPCC, 2014.

NUNES, G. H.; GIGLIO, T. G. F. **Influência das mudanças climáticas no desempenho térmico de uma habitação com diferentes sistemas construtivos: análise do clima de São Paulo**. Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB — Instituto Federal da Paraiba, João Pessoa, 48, 2020. 46-61.

SAN JOSÉ, R. et al. **Impacts of the 4.5 and 8.5 RCP global climate scenarios on urban meteorology and air quality: Application to Madrid, Antwerp, Milan, Helsinki and London**. Journal of Computational and Applied Mathematics, 293, 2016. 192-207.

SOARES, W. **Cenários de Mudanças Climáticas**. Instituto de Estudos Climáticos da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), 2021.