

# PRIORIDADES FEDERAIS DOS ESTADOS UNIDOS EM DESCARBONIZAÇÃO, ECONOMIA VERDE E INOVAÇÃO SOCIAL: UMA REVISÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS E OPORTUNIDADES PARA MODELOS DE NEGÓCIOS SUSTENTÁVEIS

José Ronaldo Gomes de Souza Junior

**Resumo:** A transição energética norte-americana tem se consolidado como uma estratégia estruturante de reconfiguração econômica, ambiental e institucional, estimulada por políticas federais que ampliaram investimentos em energia limpa, hidrogênio de baixa emissão, mobilidade elétrica, economia circular e inovação social. O presente estudo teve como objetivo analisar as prioridades federais dos Estados Unidos em descarbonização, economia verde e inovação social, identificando tendências, implicações e oportunidades para modelos de negócios sustentáveis. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, desenvolvida por meio de revisão narrativa e documental baseada em relatórios oficiais, legislações federais, programas governamentais e literatura científica publicada entre 2021 e 2024. A análise foi organizada em três eixos temáticos: descarbonização, economia verde e inovação social, permitindo compreender como políticas públicas como o Inflation Reduction Act e o Federal Sustainability Plan vêm reorganizando incentivos econômicos, ampliando a infraestrutura energética, fortalecendo a competitividade de tecnologias limpas e estimulando iniciativas comunitárias voltadas ao impacto socioambiental. Os resultados evidenciam expansão significativa da economia verde, aumento de investimentos federais em setores estratégicos, fortalecimento da governança climática e emergência de oportunidades para empresas, startups e organizações sociais inseridas no ecossistema de inovação ambiental. Conclui-se que a estratégia climática dos Estados Unidos reforça a combinação entre política industrial, inovação tecnológica, inovação social e sustentabilidade, contribuindo para a consolidação de uma economia de baixo carbono e oferecendo caminhos relevantes para investigações futuras sobre modelos de negócios sustentáveis, governança multinível e impactos territoriais da transição verde.

**Palavras-chave:** Descarbonização; Economia verde; Inovação social; Políticas públicas; Transição energética.

## ***US FEDERAL PRIORITIES IN DECARBONIZATION, GREEN ECONOMY, AND SOCIAL INNOVATION: A REVIEW OF PUBLIC POLICIES AND OPPORTUNITIES FOR SUSTAINABLE BUSINESS MODELS***

**Abstract:** The current U.S. energy transition has emerged as a key strategy for economic, environmental and institutional restructuring, driven by federal policies that have expanded investments in clean energy, low-carbon hydrogen, electric mobility, circular economy initiatives and socially oriented innovation. This study aimed to analyze the federal priorities of the United States regarding decarbonization, green economy and social innovation, identifying trends, implications and opportunities for sustainable business models. The research employed a qualitative approach through a narrative and documentary review based on federal legislation, government programs, official reports and scientific literature published between 2021 and 2024. The analysis was structured into three thematic axes: decarbonization, green economy and social innovation, allowing the identification of how federal policies such as the Inflation Reduction Act and the Federal Sustainability Plan have reorganized economic incentives, strengthened energy infrastructure, enhanced clean-technology competitiveness and supported community-based environmental initiatives. The findings reveal significant expansion of the green economy, increased federal investment in strategic sectors, reinforced climate governance and the emergence of opportunities for companies, startups and social organizations integrated into the environmental innovation ecosystem. It is concluded that the U.S. climate strategy combines industrial policy, technological innovation, social innovation and sustainability, contributing to the consolidation of a low-carbon economy and offering relevant avenues for future research on sustainable business models, multilevel governance and territorial impacts of the ongoing green transition.

**Keywords:** Decarbonization; Green economy; Social innovation; Public policy; Energy transition.

## ***PRIORIDADES FEDERALES DE EE. UU. EN DESCARBONIZACIÓN, ECONOMÍA VERDE E INNOVACIÓN SOCIAL: UNA REVISIÓN DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS Y LAS OPORTUNIDADES PARA MODELOS DE NEGOCIO SOSTENIBLES***

**Resumen:** La transición energética estadounidense se ha consolidado como una estrategia clave para la reconfiguración económica, ambiental e institucional, impulsada por políticas federales que han ampliado las inversiones en energías limpias, hidrógeno de bajas emisiones, movilidad eléctrica, economía circular e innovación social. Este estudio analizó las prioridades federales de Estados Unidos en materia de descarbonización, economía verde e innovación social, identificando tendencias, implicaciones y oportunidades para modelos de negocio sostenibles. Se trata de una investigación cualitativa, desarrollada mediante una revisión narrativa y documental basada en informes oficiales, legislación federal, programas gubernamentales y literatura científica publicada entre 2021 y 2024. El análisis se organizó en torno a tres ejes temáticos: descarbonización, economía verde e innovación social, lo que permitió comprender cómo políticas públicas como la Ley de Reducción de la Inflación y el Plan Federal de Sostenibilidad han reorganizado los incentivos económicos, expandido la infraestructura energética, fortalecido la competitividad de las tecnologías limpias y estimulado iniciativas comunitarias centradas en el impacto socioambiental. Los resultados destacan una expansión significativa de la economía verde, un aumento de la inversión federal en sectores estratégicos, una gobernanza climática más sólida y nuevas oportunidades para empresas, startups y organizaciones sociales dentro del ecosistema de innovación ambiental. Se concluye que la estrategia climática de Estados Unidos refuerza la combinación de política industrial, innovación tecnológica, innovación social y sostenibilidad, contribuyendo a la consolidación de una economía baja en carbono y ofreciendo vías relevantes para futuras investigaciones sobre modelos de negocio sostenibles, gobernanza multinivel y los impactos territoriales de la transición ecológica.

**Palabras clave:** Descarbonización. Economía verde. Innovación social. Políticas públicas. Transición energética.

## Introdução

A agenda climática federal dos Estados Unidos ganhou intensidade desde 2021, quando a administração Biden reposicionou a transição energética como fundamento da política econômica e ambiental ao ampliar investimentos em energia limpa, financiamento sustentável, redução de gases de efeito estufa e fortalecimento de marcos regulatórios que estruturam a descarbonização nacional (Hendrickson *et al.*, 2024). Essa ampliação se torna perceptível no conjunto de iniciativas legislativas e administrativas que reorganizam instrumentos de governança e planejamento multissetorial, repercutindo em diferentes escalas territoriais e setoriais e evidenciando que a política climática norte-americana opera sob lógica integrada que combina incentivos, regulação e estímulos à inovação social com arranjos de cooperação entre governo federal, empresas e universidades (Nnajifor; Nnabuike, 2024).

Nos últimos anos, a formulação federal norte-americana tem sido marcada por aumento expressivo das prioridades em energia limpa, economia verde e inovação orientada à sustentabilidade, especialmente após a institucionalização do *Inflation Reduction Act*, que reorganizou a política industrial verde dos Estados Unidos por meio de subsídios, créditos fiscais e estímulo à manufatura limpa, influenciando cadeias produtivas globais e transformando expectativas de investimento em setores estratégicos como hidrogênio, baterias, captura de carbono e eficiência energética (Suárez-Cuesta; Latorre; Yonezawa, 2024). A incorporação do *Infrastructure Investment and Jobs Act* aprofundou essa reestruturação ao ampliar recursos para infraestrutura resiliente, modernização elétrica, transporte de baixa emissão e projetos de energia renovável, reforçando trajetórias de transição alinhadas à neutralidade de carbono e consolidando uma visão de desenvolvimento baseada na convergência entre crescimento econômico e inovação climática (United States, 2024).

A literatura atual demonstra que a política climática dos Estados Unidos se deslocou de iniciativas fragmentadas para um modelo de ação estruturado por incentivos robustos à descarbonização e apoio às comunidades no processo de transição, o que abrange tanto instrumentos econômicos quanto estratégias de inovação social que buscam ampliar participação pública e fortalecer soluções locais para a crise ambiental (Haskell; Bonnedahl; Stål, 2024). Tal perspectiva também se articula com projeções técnicas de transição energética que indicam caminhos possíveis para que o país alcance emissões líquidas zero, articulando políticas industriais, governança interinstitucional e oportunidades de investimento em tecnologias limpas, conforme analisado em estudos prospectivos que identificam limites, avanços e tendências de longo prazo para o sistema energético norte-americano (Ewing *et al.*, 2022).

Desse modo, a relevância acadêmica desta revisão consiste em examinar como a combinação entre legislação federal, instrumentos econômicos, arranjos de governança e iniciativas de inovação social compõe um cenário favorável à expansão da economia verde e à reconfiguração de modelos organizacionais voltados a impacto positivo (Suárez-Cuesta; Latorre, 2024). A relevância prática se expressa na necessidade de compreender como políticas federais recentes criam novas oportunidades para negócios sustentáveis em setores como energia renovável, transporte limpo, manufatura verde, construção de baixo carbono e soluções tecnológicas com impacto socioambiental, ampliando horizontes para empreendedores, gestores públicos e investidores (Najmaei, 2022).

O objetivo deste estudo consiste em analisar políticas públicas federais de descarbonização,

economia verde e inovação social nos Estados Unidos a fim de compreender seus impactos estratégicos e identificar oportunidades emergentes para modelos de negócios sustentáveis. Para tal foi proposto: a) mapear avanços recentes da legislação e dos programas federais voltados à transição energética; b) examinar abordagens de governança e instrumentos econômicos que estruturam a política climática norte-americana; c) identificar relações entre inovação social e desenvolvimento sustentável no contexto da transição ecológica; e d) discutir oportunidades para modelos de negócios orientados à sustentabilidade com base na política industrial verde norte-americana.

A pergunta-problema que orienta este estudo é: como as prioridades federais dos Estados Unidos em descarbonização, economia verde e inovação social têm reorganizado estratégias de desenvolvimento e criado oportunidades para modelos de negócios sustentáveis no país? Em termos de escopo, este estudo concentra-se em políticas federais entre 2021 e 2024, bem como na literatura científica recente que analisa descarbonização, economia verde, inovação social e transição energética sob perspectiva econômica, sociopolítica e tecnológica.

## **Referencial teórico**

### **1 - Transição Energética e Descarbonização como Motores do Desenvolvimento Sustentável**

A transição energética contemporânea é compreendida como um processo em que sistemas dependentes de combustíveis fósseis são substituídos por matrizes de baixa emissão por meio de estratégias que incluem eletrificação, ampliação das energias renováveis e integração de tecnologias de captura e armazenamento de carbono, sendo essas dinâmicas sustentadas por análises que demonstram a necessidade de políticas públicas robustas para reorganizar investimentos, governança e inovação tecnológica em direção a uma economia de emissões reduzidas (Hendrickson *et al.*, 2024). Esse processo se vincula ao conceito de neutralidade climática, entendido como a busca por balanço entre emissões e remoções de gases de efeito estufa por meio de políticas industriais verdes e mecanismos de planejamento multissetorial, nos quais governos nacionais e instituições federais assumem protagonismo na coordenação de instrumentos regulatórios e econômicos capazes de induzir transformações estruturais no sistema energético (United States, 2024).

A economia verde emerge nesse contexto como estrutura analítica que associa crescimento econômico com redução das emissões, promovendo transformações na alocação de recursos, expansão de setores de energia limpa e estímulo a modelos organizacionais voltados ao impacto ambiental positivo, conforme demonstrado em revisões recentes que destacam rearranjos produtivos e tecnológicos vinculados à transição energética global (Najmaei, 2022). A governança climática federal dos Estados Unidos manifesta essa convergência ao articular normas, incentivos fiscais, compras sustentáveis e programas de investimento público, criando condições para que políticas de descarbonização se difundam em diferentes níveis institucionais e reforcem dinâmicas de cooperação entre governo federal, estados, municípios e agentes privados que operam sob arranjos interdependentes (Nnajifor; Nnabuike, 2024).

Estudos recentes analisam esse movimento como resultado de governança multinível, caracterizada pela atuação simultânea de agentes federais, estaduais e locais em processos decisórios que moldam padrões de emissões e definem prioridades de financiamento público, permitindo que a

transição energética avance de modo integrado e amparado em instrumentos regulatórios, fiscais e tecnológicos que viabilizam a expansão das energias renováveis e a modernização da infraestrutura elétrica (Suárez-Cuesta; Latorre; Yonezawa, 2024). Essa governança se relaciona diretamente à política industrial verde, que intensifica a presença estatal na coordenação da economia limpa e amplia oportunidades de transformação produtiva, favorecendo setores estratégicos como hidrogênio, baterias, eficiência energética e manufatura de baixo carbono (Suárez-Cuesta; Latorre, 2024).

A inovação social aparece nesse quadro como abordagem que reconhece a emergência de iniciativas coletivas capazes de gerar soluções ambientalmente orientadas, articulando participação comunitária, conhecimento local e cooperação entre diferentes atores em processos que respondem à urgência climática e ampliam a capacidade adaptativa das comunidades, como identificado em estudos que examinam iniciativas sociais voltadas à mitigação e adaptação (Haskell; Bonnedahl; Stål, 2024). Tal perspectiva demonstra que inovação tecnológica e inovação social podem atuar de forma complementar na transição energética, fortalecendo políticas públicas e contribuindo para que estratégias de descarbonização adquiram legitimidade social, alcancem maior escala e incorporem dimensões sociais da sustentabilidade que influenciam a efetividade das ações governamentais (Ewing *et al.*, 2022).

## **2 - Política Climática e Energética dos EUA no Século XXI**

A política climática e energética dos Estados Unidos no século XXI passou por alterações significativas que revelam oscilações entre avanços regulatórios e retrações institucionais, especialmente quando se observa a sucessão de governos que imprimiram orientações distintas às estratégias federais de mitigação das emissões, começando pela administração Obama, que promoveu marcos importantes como o *Clean Power Plan*, seguido por um período de desregulamentação ampla durante o governo Trump, que alterou padrões de emissões, flexibilizou fiscalizações e restringiu mecanismos de controle ambiental (Nnajifor; Nnabuike, 2024). A partir de 2021, a administração Biden reconstruiu o aparato climático federal por meio de legislações como o *Inflation Reduction Act* e o *Infrastructure Investment and Jobs Act*, recolocando a descarbonização e a política industrial verde no centro do planejamento econômico nacional, ampliando subsídios, fortalecendo agências federais e reconfigurando a governança climática por meio de instrumentos que conectam política energética, inovação social e crescimento sustentável (Suárez-Cuesta; Latorre, 2024).

A transição entre retrocessos regulatórios e retomada do investimento verde demonstra como mudanças políticas influenciam estruturas de longo prazo, visto que o país experimentou uma retração das agências ambientais durante o governo Trump, o que reduziu pressões regulatórias e modificou parâmetros técnicos de controle de emissões, ao passo que o governo Biden restaurou e ampliou mecanismos de governança pública destinados à energia limpa, sinalizando forte integração entre política industrial, sustentabilidade socioambiental e estímulos federais para inovação em setores estratégicos (Hendrickson *et al.*, 2024). Esse movimento de retomada é reforçado pela expansão do financiamento público voltado à eletrificação, às renováveis e à infraestrutura resiliente, revelando um reposicionamento estratégico em que políticas federais buscam direcionar investimentos estruturantes e ao mesmo tempo incentivar soluções sociais e tecnológicas capazes de acelerar o ritmo de transformação econômica, conforme

analisado por estudos que avaliam o impacto regulatório sobre transições energéticas complexas (Ewing *et al.*, 2022).

A estrutura federal norte-americana desempenha funções fundamentais na coordenação da política climática ao distribuir responsabilidades entre agências como EPA, DOE, USDA, DOT e HUD, cada uma operando em campos específicos que incluem controle de poluição, pesquisa energética, incentivo agrícola sustentável, mobilidade de baixo carbono e desenvolvimento urbano com foco ambiental, produzindo um ambiente institucional diversificado que opera por meio de regulamentos, programas de financiamento, estímulos fiscais e diretrizes técnicas que moldam padrões nacionais de emissões (United States, 2024). Essa arquitetura institucional amplia a capacidade de implementação das metas federais à medida que integra políticas setoriais em sistemas complexos de governança, permitindo que ações de descarbonização, modernização elétrica, transporte limpo e construção sustentável avancem de forma articulada e respaldada por orientações interagências que dialogam com as evidências científicas e projeções de longo prazo sobre transição energética (Hendrickson *et al.*, 2024).

A relação entre federalismo e metas climáticas estaduais caracteriza outro elemento central da política norte-americana, já que estados como Califórnia e Nova York operam sob metas mais ambiciosas que as federais, estabelecendo padrões próprios de emissões, ampliando investimentos em energia limpa e influenciando políticas nacionais por meio de pressões regulatórias, acordos regionais e desenvolvimento de tecnologias sustentáveis (Suárez-Cuesta; Latorre; Yonezawa, 2024). Estados com forte dependência de combustíveis fósseis, como Texas, também integram esse cenário ao considerar incentivos federais para expansão das renováveis e ao mesmo tempo preservar estruturas produtivas tradicionais, configurando dinâmicas territoriais que mostram como o federalismo norte-americano combina cooperação e divergências na implementação da transição energética, conforme indicado por estudos que analisam a interação entre níveis institucionais e a complexidade política da descarbonização (Nnajifor; Nnabuife, 2024).

O século XXI revela, portanto, uma política energética marcada por ciclos de expansão e retração que refletem a influência direta de orientações governamentais e mudanças na percepção pública sobre clima, sendo que a administração Biden consolida um momento de expansão acelerada da economia verde, fortalecimento dos mecanismos regulatórios e estímulo à inovação social voltada à sustentabilidade, fenômenos descritos pela literatura que analisa interfaces entre política industrial verde, governança climática e instrumentos econômicos de amplo alcance (Suárez-Cuesta; Latorre, 2024). Essa conjuntura evidencia que a política climática federal funciona como direção estratégica capaz de orientar investimentos privados, mobilizar programas comunitários, reorganizar cadeias produtivas e redefinir parâmetros de sustentabilidade para setores energéticos e industriais, conforme sugerem estudos que apresentam diagnósticos e projeções para emissões líquidas zero nos Estados Unidos (Ewing *et al.*, 2022).

### **3 - O *Inflation Reduction Act* (IRA) como Marco Regulatório e Econômico**

O *Inflation Reduction Act* consolidou-se como um dos mais abrangentes instrumentos regulatórios já aprovados pelo governo federal dos Estados Unidos ao reorganizar a política industrial verde por meio de incentivos fiscais direcionados à energia limpa, ampliação de créditos tributários e fortalecimento das

linhas de financiamento voltadas à produção de tecnologias sustentáveis, criando condições para que empresas expandam investimentos em setores como energia solar, hidrogênio e armazenamento avançado com base em estruturas fiscais que reduzem custos e ampliam competitividade (Suárez-Cuesta; Latorre, 2024). Esses incentivos abrangem créditos federais para produção e instalação de infraestrutura renovável, subsídios para manufatura doméstica de componentes energéticos estratégicos, estímulos para captura e armazenamento de carbono e incentivos para eletrificação em larga escala, configurando uma arquitetura regulatória capaz de direcionar fluxos de capitais e reposicionar o país como liderança global em energia limpa (United States, 2024).

A estrutura do IRA também incorpora mecanismos que fortalecem o setor de energia solar por meio de créditos para painéis, inversores e componentes de fabricação, ao mesmo tempo em que expande a energia eólica terrestre e offshore com incentivos tributários que estimulam projetos de longo prazo, dando suporte à consolidação de fontes renováveis como bases centrais do sistema elétrico norte-americano (Hendrickson *et al.*, 2024). Em paralelo, o hidrogênio de baixo carbono recebe incentivos diferenciados por meio de créditos por intensidade de emissões, permitindo que novas rotas tecnológicas avancem em competitividade e sejam integradas a cadeias industriais diversas, enquanto as tecnologias de captura de carbono e produção de baterias recebem estímulos para acelerar a descarbonização tanto do setor elétrico quanto de segmentos industriais pesados, conforme mostram projeções técnicas que analisam impactos estruturais das políticas do IRA (Ewing *et al.*, 2022).

Os efeitos esperados para a economia verde incluem a aceleração da demanda por energia limpa, expansão de empregos vinculados à manufatura sustentável, desenvolvimento de polos tecnológicos regionais e aumento da capacidade de produção doméstica de tecnologias consideradas estratégicas para a transição energética, fenômenos observados em análises que reforçam a emergência de novos modelos de negócio orientados à descarbonização (Najmaei, 2022). Além disso, estudos mostram que o IRA tende a influenciar cadeias globais de suprimento ao criar incentivos para produção interna de insumos limpos e ao estimular investimentos que reposicionam os Estados Unidos como ambiente competitivo para tecnologias relacionadas a baterias, semicondutores de energia e hidrogênio, ampliando conectividade entre política industrial, sustentabilidade e inovação (Suárez-Cuesta; Latorre; Yonezawa, 2024).

A dimensão macroeconômica do IRA também se revela no aumento do investimento agregado em infraestrutura de baixo carbono, na expansão do crédito privado direcionado à energia limpa e no surgimento de novas externalidades positivas relacionadas à inovação tecnológica e à modernização industrial, o que produz efeitos multiplicadores sobre produtividade, geração de empregos e redução de desigualdades regionalizadas ao favorecer setores em estados tradicionalmente dependentes de combustíveis fósseis (United States, 2024). Esse processo se conecta às análises sobre projeções de neutralidade climática, que indicam que políticas desse tipo funcionam como motores de reconfiguração econômica capazes de influenciar padrões de produção, consumo e inovação e, ao mesmo tempo, consolidar trajetórias de longo prazo alinhadas aos compromissos globais de mitigação de emissões (Ewing *et al.*, 2022).

Ainda assim, a literatura aponta limitações relacionadas à implementação do IRA, especialmente quando se consideram desigualdades regionais, capacidade administrativa de execução local, burocracias

relacionadas ao acesso aos incentivos e tensões decorrentes da distribuição de investimentos em estados politicamente divergentes, fenômenos analisados em estudos que avaliam criticamente a implementação das políticas climáticas norte-americanas (Nnaji for; Nnabuife, 2024). Além disso, há análises que destacam barreiras associadas ao ritmo de expansão da infraestrutura elétrica, à necessidade de reforço das linhas de transmissão e à adequação das redes às novas cargas de eletrificação, fatores que podem limitar a velocidade com que a política industrial verde produz impactos sistêmicos e amplia sua capacidade de transformar regras do mercado energético e padrões de desenvolvimento econômico (Hendrickson *et al.*, 2024).

O IRA também enfrenta críticas relacionadas à sua dependência de colaboração entre níveis federais, estaduais e locais, visto que a eficácia de seus incentivos depende de intensa coordenação multinível, aspecto central quando se observa que diferentes estados possuem regulações próprias, metas divergentes e níveis distintos de suporte político às energias renováveis e à política industrial verde (Suárez-Cuesta; Latorre, 2024). Essas limitações são reforçadas por estudos que apontam a necessidade de ampliar mecanismos de inovação social e participação comunitária para garantir que a transição energética produzida pelo IRA alcance impactos sociais positivos e evite assimetrias regionais, sobretudo em áreas com menor infraestrutura, menor diversificação econômica e maior vulnerabilidade ambiental (Haskell; Bonnedahl; Stål, 2024).

#### **4 - Inovação Social e Transição Verde Nos Estados Unidos**

A inovação social aplicada à sustentabilidade nos Estados Unidos surge como abordagem que integra tecnologias limpas, participação pública e reorganização institucional para produzir soluções climáticas que combinem descarbonização e desenvolvimento comunitário, aspecto evidenciado por estudos que analisam como iniciativas sociais direcionadas ao enfrentamento das mudanças climáticas mobilizam agentes diversos em processos coletivos de transformação ambiental (Haskell; Bonnedahl; Stål, 2024). Essa perspectiva indica que a transição verde norte-americana incorpora dimensões sociais e territoriais ao considerar que a efetividade das políticas de mitigação depende de formas colaborativas de organização que favorecem tanto a adoção de tecnologias limpas quanto a criação de arranjos inovadores capazes de ampliar a capacidade de resposta de comunidades e instituições aos impactos climáticos (Najmaei, 2022).

Modelos colaborativos que associam governo, universidades e empresas, frequentemente descritos como configurações de *triple helix*, fortalecem a transição verde ao articular pesquisa científica, desenvolvimento tecnológico e políticas públicas em redes que sustentam a aceleração da economia limpa, permitindo que avanços técnicos sejam integrados a incentivos federais e projetos de inovação de forma coordenada por estruturas institucionais que valorizam conhecimento interdisciplinar e cooperação intersetorial (Ewing *et al.*, 2022). Essa integração se manifesta tanto no desenvolvimento de tecnologias energéticas quanto em estratégias de inovação social, pois o modelo de colaboração amplia o acesso à pesquisa aplicada, acelera ciclos de desenvolvimento tecnológico e conecta agendas científicas com as prioridades do governo federal relacionadas à descarbonização, eletrificação e industrialização verde (Hendrickson *et al.*, 2024).

A política climática recente dos Estados Unidos evidencia esse movimento ao expandir programas federais que promovem inovação em energia limpa, entre eles o ARPA-E, que financia projetos de alto risco tecnológico, a *Small Business Administration* com iniciativas voltadas ao empreendedorismo sustentável, e programas vinculados à *National Science Foundation* dedicados a sistemas sustentáveis, todos operando como mecanismos que combinam ciência, tecnologia e experimentação voltada à mitigação de emissões (United States, 2024). Esses programas reforçam a criação de ambientes favoráveis à inovação ao oferecer recursos financeiros, suporte institucional e conexões estratégicas entre diferentes setores, sustentando avanços que influenciam diretamente a modernização da infraestrutura energética e a consolidação da economia verde (Nnajifor; Nnabuife, 2024).

As comunidades, startups e organizações não governamentais também participam de forma decisiva desse processo ao desenvolver iniciativas que conectam necessidades locais às metas federais de transição energética, demonstrando que ações descentralizadas podem gerar impactos amplos quando articuladas com incentivos governamentais e políticas industriais de grande escala (Haskell; Bonnedahl; Stål, 2024). Estudos mostram que essas iniciativas sociais produzem redes de colaboração que fortalecem a adoção de tecnologias de baixo carbono e impulsionam novas formas de organização territorial, contribuindo para que a transição energética seja construída por processos participativos capazes de ampliar legitimidade pública, circulação de conhecimento e vínculos comunitários relacionados à sustentabilidade (Najmaei, 2022).

A atuação de startups ambientais complementa esse movimento ao operar como catalisadora de soluções tecnológicas voltadas para energia solar, hidrogênio, eficiência energética e infraestrutura circular, beneficiando-se de programas de inovação federal e de redes de incubação acadêmica que oferecem recursos, dados e conexões estratégicas entre universidades, governo e mercado, conforme indicam análises sobre tendências de desenvolvimento tecnológico relacionadas à economia limpa (Ewing *et al.*, 2022). Ao mesmo tempo, a presença de organizações da sociedade civil amplia a capacidade de implementação da política climática ao realizar projetos de capacitação, remoção de barreiras socioeconômicas e ampliação do acesso de comunidades vulneráveis às tecnologias limpas, reforçando análises que destacam a importância das iniciativas sociais no processo de transformação ecológica (Haskell; Bonnedahl; Stål, 2024).

A expansão da inovação social vinculada à transição verde revela ainda que políticas climáticas federais influenciam diretamente os ambientes de experimentação social e tecnológica ao criar instrumentos econômicos, redes de colaboração e incentivos institucionais que conectam agentes heterogêneos em processos sistêmicos de reconfiguração produtiva e ambiental, fenômeno observado em análises que tratam da interação entre política industrial verde e governança climática multinível (Suárez-Cuesta; Latorre; Yonezawa, 2024). Assim, a inovação social atua de forma complementar à política federal ao fornecer caminhos alternativos de implementação, democratização do acesso às tecnologias de baixo carbono e consolidação de modelos de negócio sustentáveis, contribuindo para que a transição energética estadunidense avance tanto pela via tecnológica quanto pela via social e organizacional (Hendrickson *et al.*, 2024).



## Metodologia

A presente pesquisa configura-se como uma revisão narrativa e documental voltada ao exame das políticas públicas federais relacionadas à descarbonização, economia verde e inovação social nos Estados Unidos, fundamentando-se em abordagem qualitativa que busca interpretar conteúdos legislativos, relatórios governamentais e estudos científicos à luz de um processo analítico flexível característico de revisões que se orientam pela interpretação abrangente dos materiais selecionados, conforme diretrizes metodológicas que destacam a importância da análise compreensiva para compreender fenômenos sociopolíticos complexos (Gil, 2019). Esse tipo de estudo foi escolhido porque possibilita a integração de fontes heterogêneas, incluindo documentos oficiais, bases governamentais como White House, EPA e DOE, e literatura acadêmica pertinente, permitindo a construção de sínteses interpretativas orientadas por categorias analíticas amplas que refletem a estrutura conceitual definida para esta investigação (Lakatos; Marconi, 2010).

O processo de coleta de dados envolveu a seleção de documentos e artigos publicados entre 2021 e 2024 que tratam das políticas federais norte-americanas relacionadas à transição energética, seguindo critérios de inclusão que privilegiaram materiais que apresentassem análises de programas, legislações ou relatórios governamentais vinculados à descarbonização, economia verde e inovação social, bem como estudos que explorassem impactos econômicos ou institucionais das políticas climáticas federais (Gil, 2019). Foram excluídos materiais sem relação direta com políticas públicas, textos opinativos sem base documental verificável ou estudos cuja abordagem não contemplasse os eixos temáticos definidos, de modo a garantir consistência teórica e clareza na delimitação do corpus documental analisado, em conformidade com a recomendação de selecionar fontes adequadas aos objetivos investigativos (Lakatos; Marconi, 2010).

Após a coleta, os documentos foram organizados e submetidos a processo de codificação temática que permitiu agrupar informações em três eixos analíticos centrais descarbonização, economia verde e inovação social possibilitando a construção de sínteses que articulam tanto perspectivas institucionais quanto projeções técnicas sobre a transição energética estadunidense, conforme indica a literatura metodológica ao destacar que a categorização sistemática favorece a interpretação de fenômenos complexos (Gil, 2019). As interpretações derivadas desse processo foram integradas de modo a produzir compreensão ampla e coerente dos fenômenos investigados, reconhecendo-se limitações inerentes ao método, como dependência de fontes secundárias, impossibilidade de controle sobre variações nos dados oficiais e divergências entre análises institucionais, aspectos que metodologias qualitativas reconhecem como parte da natureza interpretativa das revisões documentais (Lakatos; Marconi, 2010).

## Resultados e discussão

Com o objetivo de organizar de forma sistemática os referenciais que sustentam esta revisão, estruturou-se um quadro sintetizando os principais achados dos estudos selecionados, abrangendo análises sobre descarbonização, economia verde, governança climática federal e inovação social como elementos estratégicos da transição energética norte-americana. A apresentação comparativa dos autores facilita a compreensão da diversidade analítica presente na literatura recente, permitindo identificar

convergências acerca do papel das políticas federais e das transformações econômicas que sustentam a transição verde nos Estados Unidos.

Tabela 1 – Síntese dos artigos selecionados

Autor(es)	Principais Achados	Conclusão
<b>Hendrickson et al. (2024)</b>	Mostram que a descarbonização do sistema energético dos EUA depende da eletrificação ampla, expansão de energias renováveis, modernização da rede elétrica e políticas federais determinantes para remover barreiras estruturais.	A transição energética só avança quando políticas federais criam incentivos tecnológicos e regulatórios robustos que ampliam a capacidade de inovação e investimento.
<b>Nnajifor &amp; Nnabuife (2024)</b>	Avaliam a efetividade das políticas climáticas dos EUA, destacando avanços após retomada regulatória da administração Biden, mas também apontando limites de coordenação e desigualdade regional.	Políticas climáticas federais produzem efeitos significativos quando articuladas com governança multinível e quando programas federais se integram a iniciativas locais.
<b>Suárez-Cuesta, Latorre, Yonezawa (2024)</b>	Analisa impactos do Inflation Reduction Act no cenário internacional, mostrando como incentivos industriais verdes dos EUA alteram mercados globais e fortalecem setores como hidrogênio, baterias e renováveis.	O IRA funciona como marco regulatório e econômico que reorienta cadeias produtivas e consolida os EUA como centro de inovação climática.
<b>Suárez-Cuesta &amp; Latorre (2024)</b>	Discutem implicações políticas e de governança do IRA, revelando como políticas industriais verdes moldam a competitividade e induzem inovação sustentável.	A governança climática norte-americana se fortalece quando políticas industriais verdes atuam como impulsores de inovação econômica e tecnológica.
<b>Haskell, Bonnedahl &amp; Stål (2024)</b>	Investigam iniciativas de inovação social no enfrentamento das mudanças climáticas, evidenciando colaboração comunitária, criação de redes locais e inovação orientada ao impacto ambiental.	A inovação social complementa a transição verde ao gerar soluções comunitárias, ampliar legitimidade pública e reforçar políticas federais.
<b>United States – White House (2024)</b>	O capítulo sobre transição energética do <i>Economic Report of the President</i> detalha prioridades federais em energia limpa, eletrificação, modernização industrial e redução das emissões.	A política climática federal dos EUA prioriza integração entre inovação, infraestrutura e incentivos econômicos para acelerar a descarbonização.
<b>Ewing et al. (2022)</b>	O relatório da Duke University apresenta múltiplos cenários de neutralidade climática para os EUA, analisando políticas necessárias para atingir net-zero até 2050.	Atingir emissões líquidas zero exige políticas federais estáveis, investimento público maciço e incentivo à inovação tecnológica e social.
<b>Najmaei (2022)</b>	Analisa modelos de negócios sustentáveis, discutindo fundamentos teóricos e tendências internacionais que conectam transição verde com estratégias corporativas.	A economia verde cria novos modelos de negócios baseados em inovação, sustentabilidade e integração com políticas industriais limpas.
<b>United States – Council on Environmental Quality (2022)</b>	O <i>Federal Sustainability Plan</i> detalha metas federais para redução de emissões, compras públicas sustentáveis e energia limpa em edifícios, frotas e operações do governo.	A administração federal atua como agente direto da transição verde ao reorientar suas próprias práticas para padrões de neutralidade climática.

Fonte: O autor

A síntese apresentada evidencia que os estudos selecionados convergem ao reconhecer a centralidade das políticas federais na reorganização do sistema energético e na ampliação de oportunidades para modelos de negócios sustentáveis, destacando que a transição verde depende tanto de incentivos econômicos quanto de inovação tecnológica e social. A partir dessa sistematização, torna-se possível avançar para uma análise integrada que articule os eixos teóricos da revisão com os resultados discutidos nas seções posteriores, ampliando a compreensão sobre a estrutura, alcance e implicações das estratégias climáticas dos Estados Unidos.

Segundo Hendrickson et al. (2024), a reorientação das políticas climáticas federais desde 2021 consolidou um conjunto de programas que ampliam o investimento público em energia limpa, hidrogênio de baixa emissão, eficiência energética, eletrificação de transportes e captura de carbono, e os dados apresentados pelo White House Council indicam que esse movimento se expressa por meio de linhas de

financiamento e incentivos fiscais que reorganizam fluxos de capital para setores capazes de acelerar a descarbonização nacional, permitindo que políticas industriais verdes adquiram força ampliada no ciclo recente de expansão tecnológica (United States, 2024). Conforme Nnajofofor e Nnabuife (2024), essa estrutura de incentivos é reforçada pela combinação entre investimento federal e iniciativas estaduais, de modo que a política climática atual se caracteriza pela coexistência entre grande disponibilidade de recursos públicos e tensões políticas entre estados que aderem à transição verde e estados que mantêm dependência histórica de combustíveis fósseis, gerando um cenário no qual avanços e resistências coexistem na mesma estrutura federativa.

Nas análises de Suárez-Cuesta, Latorre e Yonezawa (2024), observa-se que os maiores investimentos federais se concentram em energia solar, hidrogênio limpo e manufatura de baterias, setores considerados estratégicos para reposicionar os Estados Unidos como protagonistas da transição energética global, e esse forte direcionamento de capital é complementado por estímulos à modernização da infraestrutura elétrica e ao desenvolvimento de cadeias produtivas regionais de baixo carbono, o que configura tendência clara de reindustrialização verde. Já Hendrickson *et al.* (2024) destacam que a ampliação desses programas federais resultou em aumentos quantitativos visíveis, como expansão de capacidade instalada de renováveis, crescimento da produção interna de componentes energéticos e incremento de empregos vinculados à economia limpa, apontando para uma mudança estrutural sustentada pela política industrial verde.

Nesse conjunto de evidências, Suárez-Cuesta e Latorre (2024) afirmam que o *Inflation Reduction Act* é o principal mecanismo responsável por ampliar a competitividade dos setores limpos, enquanto Nnajofofor e Nnabuife (2024) observam que, apesar dessa expansão, persistem tensões políticas significativas entre o governo federal e estados de forte base fóssil, especialmente porque estes últimos resistem à adoção plena de metas climáticas, criando assimetrias territoriais que limitam o alcance das políticas federais. Ewing *et al.* (2022) complementam essa avaliação ao demonstrar que, embora o IRA produza efeitos robustos sobre investimentos, sua plena implementação depende da capacidade federativa de integrar estados com diferentes trajetórias econômicas e diferentes estruturas de dependência energética.

Dentro desse quadro, os estudos de Najmaei (2022) demonstram que a economia verde emergente abre novas possibilidades para modelos de negócios sustentáveis, uma vez que setores como energias renováveis, construção de baixo carbono, economia circular, mobilidade elétrica e agricultura inteligente se beneficiam diretamente da política industrial verde e dos incentivos federais vinculados à transição energética. Para Ewing *et al.* (2022), essas oportunidades são potencializadas pelo fato de que o país passou a contar com mecanismos de financiamento que estimulam empreendedorismo e expansão tecnológica, permitindo que empresas adotem estratégias de inovação orientadas pela transição verde ao mesmo tempo em que se beneficiam de marcos regulatórios estáveis e previsíveis.

A análise de Najmaei (2022) demonstra que cadeias ligadas à gestão de resíduos, à reciclagem avançada e às tecnologias circulares tornam-se mais competitivas quando financiadas por incentivos federais, e essa tendência é reforçada pelas políticas descritas pelo *Federal Sustainability Plan*, que estabelecem diretrizes para compras públicas sustentáveis e incentivam empresas a desenvolver produtos

compatíveis com padrões de neutralidade climática (United States, 2022). Já Haskell, Bonnedahl e Stål (2024) mostram que startups e negócios de impacto social também encontram novas oportunidades de atuação nesse cenário, pois a inovação social se integra a políticas públicas ao permitir que soluções comunitárias, cooperativas e tecnológicas dialoguem com os objetivos de longo prazo da transição energética.

Segundo Suárez-Cuesta, Latorre e Yonezawa (2024), esse conjunto de oportunidades é acompanhado de riscos relacionados à capacidade da infraestrutura em absorver o rápido crescimento das energias renováveis, especialmente porque a modernização das linhas de transmissão e a ampliação das redes elétricas exigem investimentos de longo prazo e coordenação institucional avançada. Hendrickson *et al.* (2024) reforçam esse ponto ao afirmar que a infraestrutura atual não está completamente preparada para lidar com a escala de eletrificação proposta pelas políticas federais, e que a velocidade da transição depende da superação de gargalos tecnológicos, como armazenamento energético e interconexão regional.

No que se refere às tensões estruturais, Nnajifor e Nnabuike (2024) apontam que a polarização política permanece como variável decisiva, uma vez que mudanças de governo podem alterar prioridades regulatórias, gerando instabilidade na implementação de programas federais, ao passo que Suárez-Cuesta e Latorre (2024) mostram que a política industrial verde, apesar de robusta, carece de homogeneidade territorial, sendo necessário integrar regiões resistentes à transição para evitar disparidades socioeconômicas ampliadas. Haskell, Bonnedahl e Stål (2024) acrescentam que a ausência de participação comunitária em determinadas regiões limita a difusão de tecnologias limpas e reduz a legitimidade social da transição verde, de forma que a inovação social deve ser compreendida como componente estratégico para tornar a transição mais inclusiva.

Ewing *et al.* (2022) afirmam que, embora a política climática federal crie condições favoráveis ao alcance da neutralidade climática até 2050, sua concretização exige avanços significativos em pesquisa, desenvolvimento e infraestrutura, e demanda capacidade institucional para integrar estados com diferentes agendas energéticas. Já Hendrickson *et al.* (2024) reforçam que, mesmo com o crescimento dos incentivos federais, limitações burocráticas persistem, especialmente no acesso aos créditos fiscais e na execução de programas que dependem de parcerias público-privadas, o que demonstra que a estrutura regulatória ainda precisa de ajustes para garantir uniformidade e abrangência.

### **Considerações finais**

A análise desenvolvida ao longo deste estudo evidenciou que a transição energética norte-americana está sendo construída por uma combinação articulada de políticas industriais verdes, incentivos econômicos federais, expansão tecnológica e fortalecimento institucional, o que permite compreender que a descarbonização vem se consolidando como eixo estruturante da agenda econômica e ambiental dos Estados Unidos em um processo que envolve modernização da infraestrutura, reorganização produtiva e intensificação da pesquisa em energias limpas. Esse conjunto de instrumentos confirma que a economia verde avança de forma mais consistente quando políticas públicas se alinham a dinâmicas empresariais,

iniciativas sociais e reorientações do mercado, formando um ambiente propício para novos modelos de negócios e para a transformação de setores tradicionalmente dependentes de combustíveis fósseis.

Os resultados alcançados mostraram também que a política climática federal passou a operar como vetor de integração entre áreas historicamente tratadas de maneira isolada, conectando crescimento econômico, inovação tecnológica, justiça ambiental e planejamento estratégico, e isso demonstra que a transição verde depende de estruturas regulatórias capazes de induzir investimentos, reduzir barreiras e ampliar a competitividade de setores emergentes. A consolidação desse processo exige continuidade institucional, coordenação entre níveis de governo e fortalecimento das ferramentas que apoiam inovação social, pois iniciativas comunitárias e soluções colaborativas desempenham função significativa na expansão de práticas sustentáveis e na ampliação da legitimidade pública da transição energética.

Outro ponto importante revelado pela discussão é que o avanço da economia verde abre oportunidades reais para empreendedores, investidores e gestores públicos, especialmente em segmentos como energias renováveis, mobilidade elétrica, construção sustentável, soluções circulares e tecnologias agrícolas de baixo carbono, áreas que passam a receber estímulos diretos vinculados às metas federais de neutralidade climática. Esses movimentos expandem o escopo de atuação de novos modelos organizacionais ao mesmo tempo em que incentivam empresas tradicionais a reavaliarem suas estratégias, criando um ambiente em que sustentabilidade, competitividade e inovação se tornam dimensões interdependentes do desenvolvimento econômico contemporâneo.

Por fim, este estudo reforça que a transição energética norte-americana tende a se tornar referência internacional à medida que combina instrumentos econômicos robustos, incentivos tecnológicos, programas de inovação social e diretrizes federais que alinham políticas públicas a metas de longo prazo, permitindo que diferentes setores da sociedade contribuam para a construção de uma economia de baixo carbono. Os resultados obtidos indicam caminhos relevantes para pesquisas futuras, como a análise das implicações territoriais da política industrial verde, os impactos sociais da inovação climática e as possibilidades de ampliação da integração entre políticas federais e iniciativas locais, aspectos que podem aprofundar a compreensão sobre os limites e potencialidades da transição verde em curso nos Estados Unidos.

## Referências

EWING, Jackson; ROSS, Martin; PICKLE, Amy; STOUT, Robert; MURRAY, Brian. *Pathways to net-zero for the US energy transition*. Durham, NC: Energy Transitions Commission (US); Duke University, Nicholas Institute for Energy, Environment & Sustainability, 18 nov. 2022.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Atlas, 2019.

HASKELL, Lucas; BONNEDAHN, Karl Johan; STÅL, Herman I. *Addressing climate change through social innovation initiatives*. *Journal of Social Entrepreneurship*, [S.l.], v. ?, n. ?, p. ?-?, nov. 2024.

HENDRICKSON, T. P. et al. *Decarbonizing the US Energy System*. *Annual Review of Environment and Resources*, v. 49, p. 163-189, 2024.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. *Metodologia científica*. São Paulo: Atlas, 2010.

NAJMAEI, Amir. "Green and sustainable business models: historical roots, current research, future directions". *Journal of Cleaner Production*, v. 376, 2022.

NNAJIOFOR, C. A.; NNABUIFE, S. G. *Evaluating the effectiveness of climate change policies and initiatives in the United States: A comprehensive review*. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 2024.

SUÁREZ-CUESTA, D.; LATORRE, M. C. *Governance and policy implications of the Inflation Reduction Act: A European perspective*. *Global Policy*, v. 15, supl. 8, p. 37-43, 2024.

SUÁREZ-CUESTA, D.; LATORRE, M. C.; YONEZAWA, H. *A policy and quantitative analysis of U.S. climate policy from a global perspective*. *Global Policy*, 2024.

UNITED STATES. Council on Environmental Quality. *Federal Sustainability Plan*. Washington, D.C., 2022.

UNITED STATES. White House. *Accelerating the Clean Energy Transition* (Chapter 6 of Economic Report of the President). Washington, D.C., Mar. 2024.

**Recebido em 2025-04-26.**

**Publicado em 2025-05-26.**