



EMPREGOS DO FUTURO NO BRASIL

TRANSIÇÃO JUSTA PARA
ECONOMIAS DE BAIXO CARBONO





EMPREGOS DO FUTURO NO BRASIL

TRANSIÇÃO JUSTA PARA
ECONOMIAS DE BAIXO CARBONO

Ficha técnica:

Coordenação geral e edição:
Sergio Andrade

Autores:
José Maicol Villarreal, Maria José Charfuelan Villarreal e Thais Galdino.

Transição Justa para Economias de Baixo Carbono: Empregos do Futuro no
Brasil © 2025 por Agenda Pública está licenciada sob CC BY-NC-SA 4.0



APRESENTAÇÃO

Esta publicação parte do entendimento de que a mudança para uma economia de baixo carbono constitui oportunidade concreta de desenvolvimento para territórios hoje fortemente vinculados a cadeias carbono-intensivas. Essas atividades são base da economia e organizam modos de vida. No marco da transição justa, o objetivo é apoiar sua transformação e requalificação por meio de ganhos de eficiência, inovação, novos modelos de negócio e diversificação produtiva orientada pelas vocações do território, em uma realidade competitiva global profundamente influenciada por critérios socioambientais e pela geoeconomia.

Trata-se de uma agenda que alcança muitos atores sociais e se apoia em evidências e em experiências, nacionais e internacionais, apresentadas ao longo do relatório. Com esse suporte, propomos mapas do caminho, ou trajetórias de transição, para cada território aqui estudado, com ganhos para trabalhadores, empresas e governos, no desafio de criar ambientes institucionais que favoreçam o desenvolvimento econômico inclusivo e sustentável.

Para que essas oportunidades se materializem, tratamos a transição como um processo complexo que exige protagonismo das áreas responsáveis pelas políticas de desenvolvimento econômico, sobretudo em nível subnacional, e repertórios específicos de planejamento, execução e

financiamento. É a essa lacuna que a publicação responde: **oferecer referenciais práticos para que estados e municípios construam estratégias territorializadas de diversificação e reconversão econômica.**

Nosso compromisso é triplo: com os trabalhadores, para proteger condições de vida, garantir requalificação e abrir portas para novas ocupações; com as empresas, para preservar e modernizar a capacidade produtiva, reduzir riscos da transição e reforçar competitividade; e com os governos, para fortalecer a resiliência fiscal, reduzir a dependência setorial e criar empregos de qualidade, os empregos do futuro. Nesta perspectiva, **transição justa significa equilíbrio econômico, social e ambiental: diversificar sem romper o tecido produtivo e comunitário.**

O objetivo da Plataforma de Transição Justa é oferecer caminhos concretos para elaborar estratégias e planos territoriais de transição para uma economia de baixo carbono, adaptados a cada realidade e sustentados por dados e evidências de experiências nacionais e internacionais. Para torná-los exequíveis, é necessária a criação de ambientes institucionais. Isso envolve pactos entre poder público, empresas, sindicatos, academia e sociedade civil; a organização de regras, incentivos e rotinas de coordenação; e a estruturação de carteiras de projetos com responsabilidades, prazos e fontes de financiamento. Nesse sentido, nosso papel é contribuir para o desenvolvimento de

capacidades locais, promover inovação aberta, inteligência de dados e soluções baseadas em evidências, incluindo suporte a núcleos executivos (delivery units) dedicados a acelerar a implementação e resolver gargalos, bem como à formulação de planos e projetos territoriais, de modo a dar tração à implementação.

Nessa perspectiva, o relatório combina análise setorial com leitura fina das realidades locais e apresenta ferramentas de apoio à decisão. Entre elas, o Índice de Capacidade de Transição Sustentável Municipal (ICTSM), instrumento exploratório que organiza evidências sobre vulnerabilidade socioeconômica e capacidade adaptativa, orientando prioridades, ritmos e responsabilidades por perfil de município. O objetivo é territorializar riscos e ativos, priorizar investimentos e estruturar portfólios que façam sentido para cada região.

Por fim, o convite desta publicação é claro: transformar o imperativo climático e as mudanças tecnológicas em estratégia de desenvolvimento territorial. Com ação coordenada, a transição justa deixa de ser promessa e se torna proteção de renda e novas ocupações, modernização competitiva das empresas e estabilidade das finanças locais. Este é o sentido do trabalho e o norte da Plataforma para os próximos passos.

Sergio Andrade

Diretor Executivo da Agenda Pública | Coordenador da Plataforma de Transição Justa



RESUMO EXECUTIVO

TRANSIÇÃO JUSTA E EMPREGOS DO FUTURO NO BRASIL

1. Contexto e Objetivos

A transição para uma economia de baixo carbono é simultaneamente um **imperativo climático** e uma **oportunidade de reposicionamento competitivo** para o Brasil. Este relatório analisa desafios e oportunidades da transição justa em seis territórios com alta dependência de cadeias carbono-intensivas, oferecendo **subsídios para políticas territorializadas e estratégias empresariais de reconversão produtiva**. Partimos da premissa de que descarbonização **não é eliminação** de cadeias tradicionais, mas **transformação progressiva** via eficiência, inovação e novos modelos de negócio. A pesquisa combina revisão documental, literatura especializada e dados secundários (2018–2024) para: **Rio de Janeiro (petróleo e gás); Bahia e Pernambuco (petroquímica); São Paulo (automotiva); Pará e Maranhão (mineração e papel/celulose); Mato Grosso (agropecuária extensiva); Minas Gerais (mineração).**

2. Metodologia e o Índice de Capacidade de Transição Sustentável Municipal (ICTSM)

O presente relatório introduz, de forma exploratória e inovadora, o Índice de Capacidade de Transição Sustentável Municipal (ICTSM), concebido como uma ferramenta metodológica de análise territorial e apoio à decisão. O ICTSM organiza e sintetiza variáveis de vulnerabilidade socioeconômica e capacidade adaptativa, oferecendo aos gestores públicos um retrato sobre o grau de preparo dos territórios para uma transição justa.

O índice adota uma escala de 0,01 a 0,99, com base em dados secundários (2018–2024), permitindo observar o posicionamento atual dos municípios. Sua fórmula ICTSM = $\sqrt{[(1-VSE) \times CA]}$, expressa de forma simplificada a interação entre risco e resiliência.

O modelo combina duas dimensões principais:

- ▶ **Vulnerabilidade Socioeconômica (VSE):** dependência setorial, informalidade e pressão demográfica;
- ▶ **Capacidade Adaptativa (CA):** capital humano, inovação, diversificação econômica, capacidade fiscal e empreendedorismo.

Para fins comparativos, os municípios foram classificados em quatro perfis: Resilientes ($\geq 0,70$); Emergentes (0,50–0,69); Vulneráveis (0,25–0,49); Críticos ($< 0,25$). Embora exploratório, o ICTSM agrega robustez analítica à pesquisa e constitui um instrumento útil para orientar políticas públicas territorializadas, permitindo que tomadores de decisão direcionem recursos e estratégias de reconversão produtiva de forma mais precisa.

3. Panorama dos Territórios e Setores-Chave

A aplicação do ICTSM revelou um quadro marcado por **profunda heterogeneidade entre os municípios analisados**, reforçando que a transição justa no Brasil exige respostas diferenciadas e territorializadas.

No **Rio de Janeiro**, a capital se destaca como **resiliente (0,753)**, enquanto Niterói aparece como **emergente (0,673)**. Já **Macaé**, Rio das Ostras e Duque de Caxias permanecem **vulneráveis**, evidenciando que a forte dependência do petróleo não garante, por si só, capacidade de transição sem diversificação e bases institucionais sólidas.

Em **São Paulo**, a indústria automotiva apresenta contrastes: **São Caetano do Sul (0,769)** figura como **resiliente**, Campinas, Indaiatuba e Santo André são emergentes, e São **Bernardo do Campo (0,132)** aparece como **crítico**. O desafio do estado é consolidar um **plano de reconversão**

automotiva que apoie as empresas já instaladas na migração para a eletromobilidade.

Em **Minas Gerais**, o Quadrilátero Ferrífero confirma sua vulnerabilidade estrutural. **Nova Lima (0,738)** desponta como **resiliente**, e **Ipatinga (0,665)** como **emergente**, mas **Itabira (0,498)** e **Ouro Preto (0,267)** permanecem **vulneráveis**, enquanto **Mariana (0,059)** figura como caso **crítico**. Isso reforça a urgência de **planos de diversificação e proteção social** em territórios mais expostos.

Na **Bahia** e em **Pernambuco**, os polos petroquímicos revelam caminhos distintos: **Simões Filho (0,531)**, **Ipojuca (0,527)** e **Cabo de Santo Agostinho (0,526)** são **emergentes**, com espaço para reconversão verde; **Camaçari (0,287)** é **vulnerável** e **Candeias (0,201)**, **crítica**, exigindo respostas rápidas com foco em **química verde e circularidade** apoiadas por crédito e instrumentos fiscais.

No **Pará** e **Maranhão**, o cenário também é desigual. **Imperatriz (0,718)** aparece como **resiliente**, enquanto **Canaã dos Carajás (0,395)**, **Parauapebas (0,389)** e **Marabá (0,343)** são **vulneráveis**, e **Açailândia (0,236)** é **crítica**. As soluções passam por **fundos regionais de bioeconomia, reprocessamento de rejeitos e inclusão socioprodutiva**.

Por fim, em **Mato Grosso**, a agropecuária extensiva revela tanto riscos quanto potencial de inovação. **Sorriso (0,760)**

é **resiliente**, enquanto **Campo Novo do Parecis (0,438)**, **Diamantino (0,419)** e **Sapezal (0,303)** permanecem **vulneráveis**. **Nova Ubiratã (0,099)**, classificada como **crítica**, reforça a necessidade de crédito e assistência técnica para expansão de sistemas Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e agricultura regenerativa.

4. Oportunidades para o Futuro: Emprego Verde e Juventude

A transição abre **novas fronteiras produtivas** em todos os setores analisados. No petróleo e gás, a expansão da **eólica offshore**, o **descomissionamento de plataformas** e a **biotecnologia marinha** surgem como vetores de diversificação. A indústria automotiva se reposiciona com a chegada dos **veículos elétricos** e da **manufatura digital**, exigindo modernização das plantas e programas de requalificação. Na petroquímica, a **química verde** e a **economia circular de plásticos** abrem espaço para reconversão, enquanto a mineração demanda avanços em **automação limpa**, **recuperação ambiental** e **reciclagem de rejeitos**. Já a agropecuária extensiva encontra na **integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF)**, nos **bioinsumos** e na **agricultura regenerativa** caminhos para alinhar competitividade e sustentabilidade.

Um ativo transversal é a juventude: **mais de 3 milhões de jovens entre 15 e 29 anos** concentram-se nos territórios

estudados. Transformar esse contingente em força de trabalho qualificada requer **programas de primeiro emprego verde**, incubadoras de negócios sustentáveis e formação técnica continuada. Nesse campo, a **Agenda Pública** já atua com metodologias de **diálogo social**, **laboratórios de co-inovação (SolutionLabs)** e **programas territoriais de capacitação**, que podem ser aplicados para conectar juventude local às novas oportunidades da transição.

5. Marcos Institucionais e Políticas Públicas

O Brasil conta com um **arcabouço estratégico em consolidação** – o **Plano de Transformação Ecológica (PTE)**, a **Nova Indústria Brasil (NIB)**, a **Taxonomia Sustentável Brasileira** e o **Plano Nacional de Transição Energética (PLANTE)**. O desafio é **territorializar** esses instrumentos, articulando-os às realidades locais. Nesse sentido, a **Plataforma Transição Justa** já oferece metodologias que podem ser aplicadas em escala:

- ▶ **Delivery Units** para estruturar equipes locais de implementação de planos de transição;
- ▶ **Inteligência de Dados** para organizar diagnósticos customizados por território;

- ▶ **Planos e projetos territoriais** que estruturam carteiras de diversificação produtiva em parceria com governos e empresas;

- ▶ **Diálogo Social** como ferramenta de pactuação entre poder público, setor privado, sindicatos e sociedade civil.

Essas metodologias permitem transformar políticas nacionais em resultados concretos, especialmente nos territórios mais vulneráveis.

6. Recomendações Estratégicas

As recomendações derivadas do ICTSM mostram que não há uma única rota para a transição justa. **Cada tipologia de município exige um tipo de resposta política e institucional.**

Nos territórios **resilientes**, como Rio de Janeiro, Sorriso, São Caetano do Sul, Nova Lima e Imperatriz, o desafio é **liderar processos de inovação e difusão tecnológica**. Nesses casos, iniciativas já utilizadas pela Plataforma Transição Justa, como os **SolutionLabs**, podem impulsionar agendas de ponta, seja em energias offshore, agricultura regenerativa ou siderurgia verde.

Entre os **emergentes**, como Niterói (RJ), Ipatinga (MG),

Simões Filho (BA) e Santo André (SP), a prioridade é **consolidar ativos adaptativos já existentes**. Aqui, o uso de **Delivery Units** locais se mostra fundamental para transformar diagnósticos em planos de ação, articulando governos, empresas e sociedade civil em torno de estratégias de médio prazo.

Nos municípios classificados como **vulneráveis**, como Macaé (RJ), Itabira (MG), Camaçari (BA), Diamantino (MT) e Marabá (PA), o imperativo é **reduzir riscos sociais e econômicos** por meio de **diversificação produtiva, crédito direcionado e qualificação profissional**. As metodologias de **Inteligência de Dados** e de **Projetos Territoriais** aplicadas pela Agenda Pública oferecem ferramentas concretas para organizar investimentos e orientar políticas setoriais com base em evidências.

Por fim, os territórios **críticos**, como Mariana (MG), São Bernardo do Campo (SP), Candeias (BA) e Nova Ubiratã (MT), exigem **respostas urgentes e integradas**. Nessas localidades, a experiência da Agenda Pública com **Diálogo Social Emergencial e pesquisas de impacto socioeconômico**

já demonstrou capacidade de gerar pactos mínimos para evitar o colapso social, ao mesmo tempo em que orienta políticas de proteção imediata e projetos de reconversão acelerada.

Em síntese, a transição justa só terá êxito se combinar **planos diferenciados para cada tipologia de município com instrumentos de governança participativa e inovação financeira**, transformando diagnósticos em agendas efetivas de reconversão produtiva e preservação de empregos.

7. Síntese e Caminhos para Implementação

A **transição justa no Brasil é irreversível e estratégica**, mas sua efetividade depende de transformar diagnósticos em ação concreta. O ICTSM se mostra promissor para orientar políticas territorializadas, e sua aplicação nesta pesquisa abre caminho para o desenvolvimento de metodologias de acompanhamento da transição justa no Brasil.

Entre os próximos passos, destacam-se: a **quantificação dos impactos climáticos e socioeconômicos da transição**, de modo a subsidiar decisões com dados objetivos; o fortalecimento de **mecanismos de participação social e governança participativa**, garantindo legitimidade e pactos duradouros; e a **integração de políticas por cadeias de valor**, alinhando setores produtivos às metas climáticas nacionais e compromissos internacionais.

A diversidade territorial brasileira é um **ativo estratégico**. É essa pluralidade que permite construir um modelo de transição justa capaz de **combinar competitividade econômica, inclusão social e sustentabilidade ambiental**. Se bem conduzida, a descarbonização poderá ser acompanhada pela **preservação e geração de empregos de qualidade**, pelo fortalecimento da **resiliência fiscal municipal** e pela **redução das desigualdades regionais e sociais** que ainda marcam o país.



Lista de Gráficos

Gráfico 1 - População residente estimada de 15 a 29 anos nos municípios, em 2018 e 2024	37
Gráfico 2 - População residente estimada de 15 a 29 anos nos municípios, em 2018 e 2024	44
Gráfico 3 - População residente estimada de 15 a 29 anos nos municípios, em 2018 e 2024	49
Gráfico 4 - População residente estimada de 15 a 29 anos nos municípios, em 2018 e 2024	56
Gráfico 5 - População residente estimada de 15 a 29 anos nos municípios, em 2018 e 2024	63
Gráfico 6 - População residente estimada de 15 a 29 anos nos municípios, em 2018 e 2024	71

Lista de Quadros

Quadro 1 - Regiões analisadas na pesquisa sobre Transição Justa e Futuro do Emprego	22
Quadro 2 - Indicadores de Avaliação das Características Socioeconômicas dos Territórios	24
Quadro 3 - Indicadores de Avaliação do Potencial de Transição para Territórios	26
Quadro 4 - Interpretação dos Resultados do ICTSM	30
Quadro 5 - Regiões Selecionadas e Vetores Estratégicos da Transição Justa	32

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Indicadores Socioeconômicos dos Municípios da Cadeia de Petróleo e Gás do RJ (2024)	34
Tabela 2 - Resultados do ICTSM para municípios do setor de Petróleo e Gás Natural no Rio de Janeiro (2024)	36
Tabela 3 - Indicadores Socioeconômicos da Petroquímica na Bahia e Pernambuco (2024)	41
Tabela 4 - Resultados do ICTSM para municípios do setor Petroquímico em Pernambuco e Bahia (2024)	43
Tabela 5 - Indicadores Socioeconômicos da Indústria Automobilística em São Paulo (2024)	47
Tabela 6 - Resultados do ICTSM para municípios do setor Automobilístico em São Paulo (2024)	48
Tabela 7 - Indicadores Socioeconômicos da Indústria da Mineração no Pará e do Papel no Maranhão (2024)	53
Tabela 8 - Resultados do ICTSM para municípios dos setores de Mineração e Papel e Celulose no Pará e Maranhão (2024)	55
Tabela 9 - Indicadores Socioeconômicos da Indústria da Mineração em Minas Gerais (2024)	60
Tabela 10 - Resultados do ICTSM para municípios do setor de Mineração (2024)	62
Tabela 11 - Indicadores Socioeconômicos dos Municípios da Cadeia de Agropecuária Extensiva em MT (2024)	68
Tabela 12 - Resultados do ICTSM para municípios do setor de Agropecuária Extensiva em Mato Grosso (2024)	69

Lista de Figuras

Figura 1 - Políticas e Instrumentos para a Transição Justa no Rio de Janeiro	38
Figura 2 - Políticas e Instrumentos para a Transição Justa na Indústria Petroquímica na Bahia e Pernambuco	45
Figura 3 - Políticas e Instrumentos para a Transição Justa e Reversão Industrial e Inovação na Cadeia Automotiva	50
Figura 4 - Políticas e Instrumentos para a Transição Justa no estado Para e Maranhão	57
Figura 5 - Políticas e Instrumentos para a Transição Justa na Indústria Minerometalúrgica e Siderúrgica	64
Figura 6 - Políticas e Instrumentos para a Transição Justa na Indústria Agro no Estado de Mato Grosso	70

Lista de Siglas

- ABC – Região do ABC Paulista (Santo André, São Bernardo do Campo e São Caetano)
- AM – Amazonas
- AC – Acre
- ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
- BA – Bahia
- BID – Banco Interamericano de Desenvolvimento (Inter-American Development Bank – IDB)
- BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
- CAGED – Cadastro Geral de Empregados e Desempregados
- CCUS – Carbon Capture, Utilization and Storage (Captura, Utilização e Armazenamento de Carbono)
- CEPAL – Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (Economic Commission for Latin America and the Caribbean – ECLAC)
- CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas
- CNI – Confederação Nacional da Indústria
- CNPE – Conselho Nacional de Política Energética
- CPRM – Serviço Geológico do Brasil
- CPI – Climate Policy Initiative
- ENIMPACTO – Estratégia Nacional para a Economia de Impacto
- FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos
- GEE – Gases de Efeito Estufa
- GRID – Green, Resilient and Inclusive Development (Banco Mundial)
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- ICT – Instituição Científica e Tecnológica

ICTSM – Índice de Capacidade de Transição Sustentável Municipal

IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

IDH-M – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

IRRF – Imposto de Renda Retido na Fonte

ISS – Imposto Sobre Serviços

IUCN – International Union for Conservation of Nature

MA – Maranhão

MDR – Ministério do Desenvolvimento Regional

MEC – Ministério da Educação

MEI – Microempreendedor Individual

MG – Minas Gerais

MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços

MT – Mato Grosso

NDC – Nationally Determined Contribution (Contribuição Nacionalmente Determinada)

NIB – Programa Nova Indústria Brasil

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE)

OIT – Organização Internacional do Trabalho (International Labour Organization – ILO)

PA – Pará

PE – Pernambuco

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento (Research and Development – R&D)

PIB – Produto Interno Bruto (Gross Domestic Product – GDP)

PLANTE – Plano Nacional de Transição justa Justa
PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PNDR – Plano Nacional de Desenvolvimento Regional
PNMC – Política Nacional sobre Mudança do Clima
PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (United Nations Development Programme – UNDP)
POF – Pesquisa de Orçamentos Familiares
RAIS – Relação Anual de Informações Sociais
RFB – Receita Federal do Brasil
RJ – Rio de Janeiro
RPPS – Regime Próprio de Previdência Social
SEEG – Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa
SEF – Secretaria da Fazenda
SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SIGA Brasil – Sistema Integrado de Administração Financeira do Governo Federal
SICONFI – Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro
SP – São Paulo
TSB – Taxonomia Sustentável Brasileira
UF – Unidade da Federação
UNEP – United Nations Environment Programme (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente)
UNIDO – United Nations Industrial Development Organization
WRI – World Resources Institute
ZEE – Zoneamento Ecológico-Econômico
ZFM – Zona Franca de Manaus

SUMÁRIO

1. Introdução	14
1.1. Objetivo e Abordagem Analítica	16
1.2. Dimensões estratégicas da transição justa	16
2. Organização analítica da pesquisa	19
2.1. Revisão Documental e Bibliográfica	20
2.2. Análise Territorial e Setorial	21
2.3. Critérios e Indicadores para Análise Territorial	23
2.4. Estruturação do Índice de Capacidade de Transição Sustentável Municipal (ICTSM)	27
3. Transições em Cadeias de Valor Carbono-Intensivas - Análise Setorial e Territorial	31
3.1 Rio de Janeiro – A força do Petróleo e Gás e Laboratório da Transição Justa para Economia de Baixo Carbono	33
3.2 Bahia e Pernambuco – Reconversão Verde da Indústria Petroquímica do Nordeste	40
3.3. São Paulo – Reconversão Industrial e Inovação na Cadeia Automotiva Brasileira	47
3.4. Pará e Maranhão – Mineração Sustentável e Papel Verde	53
3.5. Minas Gerais – Reconversão Minerometalúrgica e Liderança na Transição Justa	60
3.6. Mato Grosso – Transição Sustentável na Agropecuária Extensiva	67
4. Uma Transição Justa, Territorialized e Estruturante	74
5. Referências	77
Apêndices	81



1. INTRODUÇÃO

A transição para uma economia de baixo carbono deixou de ser apenas uma agenda ambiental e consolidou-se como uma estratégia de reposicionamento competitivo nos mercados globais. No caso brasileiro, setores como petróleo e gás, mineração, siderurgia e agropecuária desempenham papel central na geração de riqueza, resiliência fiscal e socioeconômica, emprego e capacidade exportadora dos territórios. Entretanto, enfrentam pressões crescentes por descarbonização, vindas de mercados consumidores, investidores e reguladores.

Esse cenário impõe desafios significativos, mas também abre oportunidades estratégicas. Adaptar as cadeias produtivas às novas exigências climáticas e de mercado pode fortalecer a competitividade, atrair investimentos verdes, estimular inovação tecnológica e promover uma economia mais diversificada. Assim, o Brasil tem a chance de ampliar seu protagonismo internacional e impulsionar o desenvolvimento sustentável nos territórios. Nesse contexto de redefinição dos vetores globais de competitividade, o país inicia um movimento de alinhamento das políticas públicas à agenda de baixo carbono. Mais do que uma resposta às mudanças climáticas, essa transição representa uma oportunidade de transformação estrutural. Para isso, torna-se essencial considerar os padrões territoriais, as vocações produtivas regionais e as capacidades locais, elementos

que moldam a viabilidade das estratégias de reconversão e a eficácia dos instrumentos de política pública.

Nos últimos anos, o país passou a incorporar sistematicamente o conceito de transição justa em seu marco legal e programático. Isso se evidencia em documentos como a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), o Plano de Transformação Ecológica (PTE), o Programa Nova Indústria Brasil (NIB) e a Taxonomia Sustentável Brasileira (TSB), os quais reconhecem que a modernização das cadeias carbono-intensivas requer mais do que metas de redução de emissões: exige qualificação da força de trabalho, inclusão produtiva e fortalecimento das economias locais.

Esse alinhamento crescente entre metas ambientais e estratégias de geração de riqueza é particularmente relevante em cadeias produtivas de forte expressão territorial, como petróleo, mineração, siderurgia e agropecuária extensiva. A reconversão desses setores não se traduz em sua eliminação, mas em sua transformação progressiva, por meio de investimentos em eficiência, inovação tecnológica e práticas sustentáveis. Como reconhecido no Plano de Transformação Ecológica (2024), “modernizar processos, adotar práticas mais eficientes, qualificar a força de trabalho e incorporar critérios ambientais no planejamento empresarial são condições imprescindíveis para preservar a relevância econômica dessas cadeias e gerar valor local.”

Esses setores sustentam economias regionais inteiras, respondendo por uma parcela significativa da arrecadação pública e do emprego formal. Sem diretrizes claras de reconversão – como estratégias de inovação, incentivos compatíveis com o mercado e programas robustos de qualificação – corre-se o risco de estagnação em polos industriais estratégicos, com impactos negativos sobre as cadeias de suprimento, a arrecadação fiscal e a geração de valor agregado nos territórios.

Para decisores empresariais e públicos, no entanto, esse desafio configura uma janela de oportunidade. A modernização produtiva passa a ser vista como diferencial de competitividade, capaz de atrair investimentos, aumentar a produtividade e reposicionar polos industriais em cadeias globais cada vez mais orientadas à descarbonização. O Future of Jobs Report 2025 (WEF, 2025) destaca que setores alinhados à transição verde e à digitalização liderarão os fluxos de capital e inovação, com destaque para ecodesign, manufatura limpa, cadeias circulares e habilidades verdes como vetores de vantagem comparativa.

Focar na reconversão produtiva eleva a eficiência e a competitividade regional. Além disso, sem um planejamento estruturado, as disparidades territoriais se ampliam e o crescimento sustentável fica ameaçado (CEPAL, 2023). A falta de integração entre políticas industriais, climáticas e sociais também pode gerar desequilíbrios e reduzir o dinamismo econômico (BID, 2022).

Alinhar incentivos à inovação, atualizar marcos regulatórios e integrar estratégias de desenvolvimento produtivo é decisivo para que a transição seja, simultaneamente, competitiva, robusta e promotora de equidade regional.

O Doing Business Subnacional Brasil 2021 (Banco Mundial) mostra que custos operacionais elevados, especialmente em abertura de empresas, pagamento de impostos e execução de contratos, ainda reduzem a produtividade e limitam a expansão de setores tradicionais. Conforme dados mais recentes do IBGE, a taxa de informalidade entre a população ocupada foi de 37,8 % no trimestre abril–junho de 2025, correspondente a 38,7 milhões de trabalhadores informais, o que restringe diretamente a formalização dos negócios e a qualificação da força de trabalho, afetando a capacidade de crescimento das empresas (IBGE, 2025).

A modernização das cadeias produtivas, portanto, não é apenas uma questão ambiental, mas um imperativo de competitividade. Como aponta o Banco Mundial (2018), o “Custo Brasil” – que inclui custos elevados de infraestrutura, impostos complexos e processos administrativos onerosos – desincentiva a entrada de novos participantes e reduz a produtividade. Nesse sentido, a transição para práticas de baixo carbono, ao promover eficiência energética, economia circular e inovação tecnológica, atua diretamente na redução desses custos, fortalecendo o ambiente de negócios e a capacidade de competir em mercados globais.

Em polos especializados em cadeias produtivas carbono-intensivas, essas restrições regulatórias e estruturais podem ser convertidas em vetores de competitividade, por meio de estratégias de modernização, atualização regulatória e adaptação às exigências de mercado. Contudo, tais estratégias só serão efetivas se acompanhadas por políticas que ampliem as oportunidades de ascensão econômica da população local.

Dados do Atlas da Mobilidade Social (IMDS, 2025) evidenciam o desafio: 66,6% dos filhos de famílias situadas na metade de menor rendimento permanecem nesse mesmo estrato, enquanto apenas 1,8% alcançam o décimo mais rico da população. Esse quadro de baixa mobilidade intergeracional mostra que, sem investimentos consistentes em formação técnica e fomento ao empreendedorismo regional, os benefícios da transição produtiva tendem a se concentrar em poucos grupos, limitando seu alcance sobre o desenvolvimento territorial e a atração de novos investimentos.

Esse cenário exige políticas de reconversão produtiva territorializadas, capazes de combinar crescimento econômico com inclusão social e reposicionamento estratégico frente à transição justa. Mais do que um desafio, a transição para uma economia de baixo carbono representa um vetor de dinamização econômica. Segundo o relatório Greener Shores: Brazil's \$100 Billion Decarbonization Opportunity, da McKinsey & Company (2024), a adoção coordenada de soluções de descarbonização pode acrescentar até US\$

100 bilhões ao PIB brasileiro e gerar 6,4 milhões de empregos até 2030.

A restauração ecológica é apontada como uma solução climática natural relevante para a geração de empregos em regiões vulneráveis. O relatório *Jobs in a Net-Zero Emissions Future in Latin America and the Caribbean* (IDB; ILO, 2020) projeta um aumento líquido de até 15 milhões de empregos na região até 2030, destacando setores como agricultura, energia renovável, silvicultura e turismo, com forte adaptação territorial. O relatório da McKinsey (2024) também reforça a importância de consolidar um ambiente de negócios favorável à transição, com financiamento sustentável, governança eficiente e formação de talentos.

A análise desenvolvida nesta pesquisa parte da premissa de que a transição justa representa, mais do que um imperativo ambiental, uma oportunidade estratégica de reposicionamento produtivo. No caso brasileiro, ela possibilita a reestruturação de cadeias intensivas em carbono, dinamiza mercados de trabalho regionais e amplia a inserção competitiva global. O *Future of Jobs Report 2025* reforça essa visão ao indicar que as transformações tecnológicas e regulatórias em curso criam janelas concretas para ganhos de produtividade, captação de investimentos e geração de empregos qualificados.

Diante disso, esta pesquisa sustenta que os territórios mais expostos à transição justa e às transformações eco-

nômicas globais podem não apenas preservar empregos estratégicos, mas também criar novos postos de trabalho qualificados, desde que contem com políticas públicas adequadas, marcos regulatórios estáveis e estratégias empresariais voltadas à reconversão produtiva. O objetivo é garantir que a transição justa combine competitividade com inclusão, fortalecendo as cadeias existentes e viabilizando os empregos do futuro.

1.1 Objetivo e Abordagem Analítica

Esta pesquisa busca oferecer um modelo analítico territorializado da transição justa. O objetivo é apoiar a construção de planos para transição justa e reconversão produtiva de cadeias carbono-intensivas em regiões estratégicas. Com isso, pretende-se:

- ▶ Mapear os fatores socioeconômicos que influenciam a vulnerabilidade e a capacidade de resposta dos territórios diante da descarbonização;
- ▶ Identificar ativos locais, vantagens comparativas e capacidades institucionais que possam ser mobilizadas como oportunidades de transformação produtiva;
- ▶ Subsidiar políticas públicas, estratégias empresariais e decisões de investimento com base em evidências e no potencial competitivo de cada território.

1.2 Dimensões estratégicas da transição justa

Para orientar a análise das transformações em curso, esta seção detalha as dimensões estratégicas que estruturam a transição justa nos territórios: reconversão produtiva, inclusão sociolaboral, qualificação profissional e modernização das cadeias intensivas em carbono. Esses vetores servem de base para os eixos analíticos do relatório e ajudam a identificar os desafios e oportunidades nos setores prioritários:

- ▶ **Transição Justa como estratégia integrada de política pública e macroeconômica:** A OIT e a CEPAL convergem ao afirmar que a transição justa deve ser guiada por políticas articuladas que combinem metas ambientais com desenvolvimento econômico e proteção social. No Brasil, essa diretriz começa a se consolidar com o Plano de Transformação Ecológica, que reconhece que a transição só será viável se territorializada — ou seja, se levar em conta a realidade socioeconômica de cada região. O risco de uma transição descoordenada é claro: exclusão social, perda de empregos em massa, retração de economias locais e ampliação de desigualdades.
- ▶ **Empregos verdes e reconversão produtiva como resposta ao desemprego estrutural:** A transformação da base produtiva não ocorre apenas pela introdução de novas tecnologias — ela exige me-

canismos de reconversão que evitem o colapso das economias regionais dependentes. Segundo o BID (2022), a falta de ação coordenada pode agravar vulnerabilidades já existentes: informalidade, baixa diversificação econômica e limitada capacidade institucional nos municípios. Em contrapartida, setores como bioeconomia, energia renovável, agricultura regenerativa e restauração ecológica — todos intensivos em mão de obra — representam vetores estratégicos de absorção de trabalhadores, especialmente em territórios com menor densidade industrial.

O desafio, como apontam Clement et al. (2024) e Dordmond et al. (2021), é transformar essas oportunidades em realidades de mercado, com cadeias de valor estruturadas, crédito acessível, capacitação profissional e apoio a pequenos produtores e empreendedores locais.

Onde Estão os Empregos da Transição justa?

A reconversão produtiva se materializa em setores específicos. Segundo o World Energy Employment Report (IEA, 2023), mais da metade dos 65 milhões de empregos em energia no mundo já estão em setores de baixo carbono. A geração de novos postos de trabalho é liderada por cinco áreas principais:



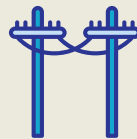
Energia Solar Fotovoltaica



Energia Eólica



Veículos Elétricos



Infraestrutura Elétrica



Eficiência Energética

Para o Brasil, isso significa que a reconversão produtiva em territórios como o Quadrilátero Ferrífero (MG) ou o ABC Paulista pode se beneficiar diretamente do crescimento das cadeias de baterias, componentes para veículos elétricos e modernização de redes, gerando empregos de maior qualidade e alinhados à nova economia.

► **Formação e requalificação, o elo frágil da transição:** Uma transição justa não será possível sem uma estratégia robusta de antecipação de competências. A literatura é categórica: as regiões mais vulneráveis à transição são também as que menos dispõem de infraestrutura educacional e menos acesso a políticas de qualificação (Baptista et al., 2024; CEPAL, 2023). A iniciativa "Educa Indústria Verde", prevista no Nova Indústria Brasil (NIB), representa um passo promissor, ao propor a articulação entre o setor produtivo e instituições como IFs, SENAI e arranjos locais de inovação. No entanto, será preciso ampliar escala, garantir financiamento continuado e criar mecanismos de formação permanente voltados às demandas emergentes.

► **Competitividade setorial e modernização das cadeias intensivas em carbono:** Não haverá futuro sustentável no Brasil sem a adaptação de setores estruturantes da economia. A ideia de que é possível descarbonizar simplesmente substituindo cadeias tradicionais por novos setores não é realista — tampouco desejável. Como mostra o Doing Business (Banco Mundial, 2021), países que conseguem combinar ambição climática com segurança jurídica, acesso a crédito e marcos regulatórios claros são aqueles que melhor posicionam suas empresas no novo cenário competitivo. O BID (2022) acrescenta que instrumentos como títulos sustentáveis,

fundos de transição e taxonomias robustas serão cada vez mais decisivos para o custo de capital e a atração de investimento estrangeiro direto.

► **Transição com competitividade, a equação do século XXI:** A literatura recente converge para uma mensagem clara: transição justa e competitividade não são agendas opostas, são interdependentes. Uma estratégia de reconversão produtiva que combine segurança social, inovação tecnológica e coordenação federativa pode transformar o risco da descarbonização em oportunidade de desenvolvimento.

Essa leitura integrada da transição justa dialoga diretamente com as diretrizes analíticas do Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial (IEDI), que ressalta que o sucesso da transição justa no Brasil dependerá da articulação com estratégias industriais modernas, orientadas à inovação, produtividade e qualificação do capital humano (IEDI, 2021; 2024a; 2024b).

Autores como Mariana Mazzucato (2021; 2025) reforçam esse entendimento ao defenderem políticas públicas orientadas por missões, nas quais o Estado atua como catalisador de inovação e coordenador de investimentos estratégicos, estabelecendo direções claras e reduzindo barreiras à transformação produtiva.

Também a Organização Internacional do Trabalho (OIT, 2025) destaca a importância de processos planejados, pactuados e integrados à política pública, ampliando a noção de transição justa para além da mitigação climática, incluindo a transformação das cadeias produtivas e a criação de empregos qualificados.

Na mesma direção, o Banco Mundial (2021), por meio do marco Green, Resilient and Inclusive Development (GRID), afirma que políticas climáticas eficazes devem estar conectadas a estratégias de desenvolvimento produtivo, inovação e fortalecimento institucional, em especial nos setores intensivos e de potencial diversificação, como bioeconomia, economia circular, azul e criativa.

Trata-se, portanto, de uma estratégia de transição que combina ambição climática com viabilidade econômica — orientada por evidências, vocações territoriais e indução institucional. Mais do que abandonar cadeias produtivas tradicionais, o objetivo é reposicioná-las para que sigam gerando valor, empregos e vantagens competitivas. Esse é o sentido da transição justa aqui adotado.



2. ORGANIZAÇÃO ANALÍTICA DA PESQUISA

A pesquisa adota uma abordagem qualitativa e exploratória, voltada a gerar subsídios estratégicos para políticas públicas de transição justa em territórios brasileiros de alta intensidade de carbono. O ponto de partida é o reconhecimento de que a transição para uma economia de baixo carbono não se limita à substituição tecnológica: ela exige a reconversão estrutural das cadeias produtivas, com impactos diretos sobre emprego, inclusão produtiva e desenvolvimento regional.

A metodologia foi concebida para oferecer uma leitura integrada entre desafios socioeconômicos e oportunidades de reconversão produtiva. Para isso, combina-se a revisão documental e bibliográfica especializada com a sistematização de dados secundários, o que permite identificar riscos de desmobilização produtiva e, ao mesmo tempo, mapear ativos locais capazes de sustentar uma transição justa e ambientalmente responsável.

O estudo será desenvolvido em duas etapas complementares. A primeira etapa corresponde à revisão de diretrizes nacionais e internacionais de transição justa, abrangendo políticas públicas, planos estratégicos e literatura especializada. Já a segunda etapa consiste em uma análise territorial e setorial baseada em dados secundários, estruturada em quadros-síntese que evidenciam padrões de dependência produtiva, vulnerabilidade socioeconômica e potencial de transformação em cada território.

Essas duas etapas convergem em um eixo transversal de definição de indicadores estratégicos, que terá três funções principais: orientar recomendações de política pública, apoiar a priorização de regiões e contribuir para processos de reconversão econômica em consonância com os objetivos da Plataforma de

Transição Justa. A fim de operacionalizar essa abordagem, a pesquisa organiza-se em duas frentes complementares, cada uma voltada a um conjunto específico de atividades e resultados, descritos a seguir:

- ▶ **Etapa 1** – Revisão Documental e Bibliográfica: sistematização de diretrizes nacionais e internacionais sobre transição justa, desenvolvimento regional e reconversão econômica, com ênfase em políticas públicas de reindustrialização verde, bioeconomia e fomento ao trabalho decente.
- ▶ **Etapa 2** – Análise Territorial e Setorial: levantamento e interpretação de dados secundários socioeconômicos, produtivos e ambientais, voltados à caracterização de padrões de dependência setorial, riscos de desmobilização produtiva e potencial de reconversão dos territórios selecionados.

Essas duas frentes foram integradas à luz dos objetivos da Plataforma de Transição Justa, permitindo identificar fatores críticos e oportunidades estratégicas para reconversão econômica em setores-chave como petróleo e gás, mineração, papel e celulose, cimento e agropecuária. Como eixo transversal, a análise busca construir uma matriz de indicadores inovadora, voltada à priorização territorial, à formulação de políticas públicas e ao apoio a decisões de investimento em uma economia de baixo carbono com inclusão socioprodutiva.

Como desdobramento da matriz de indicadores, foi desenvolvido, de forma exploratória e inovadora, o Índice de Capacidade de Transição Sustentável Municipal (ICTSM). Esse índice constitui uma ferramenta indicativa, destinada a apoiar diagnósticos comparativos e subsidiar recomendações estratégicas, funcionando como um ponto de partida para o aprimoramento de políticas públicas e decisões de investimento em uma economia de baixo carbono com inclusão socioprodutiva. Seu caráter pioneiro está em oferecer, uma métrica integrada para analisar a capacidade de adaptação dos municípios brasileiros à transição justa, criando insumos práticos para gestores públicos e atores privados.

2.1 Revisão Documental e Bibliográfica

A primeira etapa da metodologia consistiu em uma ampla revisão documental e bibliográfica, com foco em diretrizes nacionais e internacionais que tratam de transição justa, reconversão produtiva, inclusão sociolaboral e desenvolvimento regional sustentável. Foram analisados planos, relatórios e políticas públicas produzidos por instituições nacionais (como Ministério da Fazenda, MDIC, MME, MMA, IPEA e BNDES), organismos internacionais (como CEPAL, OIT, Banco Mundial, BID e OCDE), além de centros de pesquisa e redes especializadas em transição justa e políticas de inovação industrial.

A seleção dos documentos considerou tanto sua relevância analítica quanto sua capacidade de oferecer diretrizes

práticas para a construção de estratégias de transição em contextos de alta intensidade de carbono. Também foram incorporados relatórios técnicos e estudos de caso produzidos por organizações da sociedade civil, como WRI Brasil, Instituto Clima e Sociedade (iCS), Observatório do Clima, Climate Policy Initiative (CPI/PUC-Rio), Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM), Instituto de Desenvolvimento Sustentável (IDS) e Agenda Pública.

Do ponto de vista temático, os documentos analisados abordam cinco eixos principais:

- ▶ **políticas industriais verdes e estratégias de reindustrialização sustentável;**
- ▶ **transição justa e descarbonização setorial;**
- ▶ **bioeconomia, economia circular e inovação produtiva;**
- ▶ **reconversão de territórios e cadeias carbono-intensivas;**
- ▶ **geração de empregos verdes e inclusão sociolaboral.**

A revisão documental também buscou identificar critérios analíticos e conjuntos de indicadores utilizados por instituições como a OIT, a CEPAL e a Climate Policy Initiative para avaliar riscos de transição e potencial de transformação produtiva em contextos territoriais diversos. Esses insumos serviram de base para a construção dos quadros analíticos apresentados nas etapas seguintes.

Por fim, foram considerados casos internacionais relevantes que oferecem referências comparativas úteis para o contexto brasileiro. A Alemanha destaca-se pelo investimento em programas de descarbonização da siderurgia, com uso de hidrogênio verde e contratos de diferença de carbono para garantir competitividade e preservação de empregos. O Canadá combina fundos federais e bancos públicos de desenvolvimento para modernizar indústrias carbono-intensivas, assegurando postos de trabalho qualificados. Já a África do Sul incorporou em sua estratégia de transição justa medidas de proteção social e requalificação profissional voltadas a comunidades dependentes do carvão.

Outros exemplos também foram considerados: a Escócia, cujo fechamento da refinaria de Grangemouth sem plano de reconversão ilustra os riscos da ausência de planejamento, contrastando com programas de reconversão offshore; a Noruega, que converteu plataformas de petróleo e gás em infraestrutura de eólica offshore e hidrogênio

verde; e iniciativas em China, União Europeia e Índia, que apontam caminhos em setores como agricultura inteligente, uso de tecnologias digitais no campo e produção de biogás em pequena escala.

Essas experiências demonstram que a combinação de reconversão produtiva, estímulo à inovação e políticas sociais ativas é condição necessária para que a transição justa seja também um vetor de desenvolvimento regional, oferecendo elementos comparativos valiosos para pensar políticas adaptadas à realidade brasileira.

2.2 Análise Territorial e Setorial

A segunda etapa da metodologia concentrou-se na análise de dados secundários com recorte territorial e setorial, voltada à identificação de padrões de especialização produtiva, riscos socioeconômicos e potenciais de reconversão em regiões associadas a cadeias carbono-intensivas. Essa abordagem permitiu evidenciar os desafios concretos da transição e mapear ativos locais com capacidade de sustentar estratégias de desenvolvimento sustentável e inclusivo.

A análise foi estruturada a partir da construção de quadros-síntese territoriais, com base em dados de fontes oficiais compatíveis com os indicadores definidos no ICTSM. Foram utilizadas informações da Relação Anual de Informações

Sociais (RAIS) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), referentes a vínculos formais e massa salarial; do IBGE (Censos e Estimativas Populacionais), para população residente e população em idade ativa; do SICONFI/IBGE, para receitas municipais próprias; e da Receita Federal/SIMEI, relativas ao registro de microempreendedores individuais.

Na dimensão de capacidade adaptativa, foram incorporados dados a qualificação profissional dos trabalhadores formais e o contingente alocado formalmente de profissionais de P&D nos municípios através da RAIS; além de inserir as matrículas em educação técnica nos territórios analisados a partir de dados Censo Escolar do Ministério de Educação (MEC).

Essas fontes foram organizadas em nível municipal e aplicadas sobre cadeias produtivas intensivas em carbono como petróleo e gás, mineração, papel e celulose, indústria automotiva e agropecuária extensiva, permitindo identificar riscos socioeconômicos e potenciais de reconversão produtiva.

A seguir, apresenta-se o Quadro 1 – Riscos e oportunidades em territórios carbono-intensivos, que sintetiza as regiões analisadas com base na sobreposição entre dependência setorial, vulnerabilidade socioeconômica e ativos de transição produtiva.

Quadro 1 - Regiões analisadas na pesquisa sobre Transição Justa e Futuro do Emprego

Região/UF	Municípios	Setor Carbono- Intensivo	Diagnóstico preliminar	Potencial de Transição
RJ - Bacia Petrolífera	Duque de Caxias, Macaé, Niterói, Rio das Ostras, Rio de Janeiro	Petróleo e Gás	<ul style="list-style-type: none"> Alta dependência fiscal da cadeia do petróleo Risco de retração com descarbonização. 	<ul style="list-style-type: none"> Energia offshore Diversificação portuária Requalificação técnica.
MG – Quadrilátero Ferrífero	Ipatinga, Itabira, Nova Lima, Ouro Preto, Mariana	Mineração e Siderurgia	<ul style="list-style-type: none"> Concentração de empregos em mineração de ferro e siderurgia Impacto ambiental acumulado. 	<ul style="list-style-type: none"> Reindustrialização verde H₂V, reflorestamento Logística sustentável.
MT	Campo Novo do Parecis, Diamantino, Nova Ubiratã, Sapezal, Sorriso	Agropecuária extensiva	<ul style="list-style-type: none"> Baixa diversificação econômica Emissões elevadas e pressão sobre ecossistemas. 	<ul style="list-style-type: none"> Agricultura regenerativa Bioinsumos Logística verde Pastagens recuperadas.
PA e MA	Canaã dos Carajás (PA), Marabá (PA), Parauapebas (PA), Açailândia (MA), Imperatriz (MA),	Mineração, Papel e Celulose	<ul style="list-style-type: none"> Produção voltada à exportação Conflitos fundiários e baixa agregação de valor local. 	<ul style="list-style-type: none"> Bioeconomia florestal Cadeias da sociobiodiversidade Arranjos produtivos locais.
SP – ABC Paulista	Campinas, Indaiatuba, Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul	Indústria automotiva	<ul style="list-style-type: none"> Automação e deslocamento de plantas Risco de vacância e desemprego. 	<ul style="list-style-type: none"> Veículos elétricos Manufatura digital Requalificação de trabalhadores.
BA e PE	Camaçari (BA), Cabo de Santo Agostinho (PE), Candeias (BA), Ipojuca (PE), Simões Filho (BA)	Petroquímica	<ul style="list-style-type: none"> Complexos industriais em desaceleração; Impactos ambientais relevantes. 	<ul style="list-style-type: none"> Cadeias circulares Reconversão industrial Materiais sustentáveis.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os territórios apresentados no Quadro 1 foram selecionados a partir de critérios metodológicos, considerando: a presença de cadeias produtivas carbono-intensivas, sua relevância para a geração de emprego na economia local, e a existência de ativos institucionais e logísticos capazes de sustentar trajetórias alternativas de desenvolvimento.

Essa seleção não pretende ser exaustiva, mas sim exploratória e comparativa, buscando contemplar riscos potenciais da descarbonização ao lado de oportunidades estratégicas de reconversão produtiva. A identificação desses territórios foi fundamental para a construção dos critérios e indicadores metodológicos apresentados na próxima seção.

2.3 Critérios e Indicadores para Análise Territorial

Com base nas etapas anteriores, definiram-se critérios para selecionar territórios prioritários e avaliar sua capacidade de reconversão produtiva, inspirados em modelos utilizados por organismos internacionais, como OIT, CEPAL, OCDE e Climate Policy Initiative, e adaptados à realidade brasileira com base nos dados territoriais disponíveis.

A construção dos indicadores e critérios de análise territorial foi guiada por cinco princípios fundamentais:

1. **Comparabilidade entre territórios:** todos os indicadores foram extraídos de bases públicas com cobertura nacional e metodologia padronizada, garantindo a replicabilidade da análise em diferentes regiões do país.
 - ▶ **Integração de dimensões econômicas, sociais e institucionais:** a análise considera simultaneamente aspectos estruturais do mercado de trabalho, capacidades de inovação e dinamismo produtivo local, buscando capturar o potencial de reconversão e os riscos sociais da transição.
2. **Foco em empregabilidade e reindustrialização sustentável:** os critérios foram escolhidos com ênfase na geração de valor econômico, emprego qualificado e diversificação de base produtiva nos territórios.
3. **Aplicabilidade em múltiplas escalas decisórias:** os dados utilizados permitem desdobramentos em políticas públicas locais, regionais e federais, além de orientar decisões de investimento do setor privado.
4. **Alinhamento com marcos nacionais e internacionais:** a matriz de análise dialoga com parâmetros utilizados por organizações como OIT, CEPAL e Banco Mundial, e incorpora os objetivos da Plataforma de Transição Justa no Brasil.

O Quadro 2 sintetiza as variáveis utilizadas para mensurar a exposição dos municípios aos riscos sociais e econômicos da transição para uma economia de baixo carbono

Quadro 2 - Indicadores de Avaliação das Características Socioeconômicas dos Territórios

	Indicador	Definição	Interpretação
Estrutura do Mercado de Trabalho	Vínculos no Setor Carbono-Intensivo	Número absoluto de vínculos empregatícios formais no setor específico.	Mede a exposição direta do mercado de trabalho local a atividades vulneráveis à transição justa.
	Proporção de Vínculos no Setor (%)	Participação percentual dos vínculos do setor no total de empregos formais do município.	Indica o grau de dependência da economia local em relação a setores carbono-intensivos.
	Taxa de Formalização do Trabalho (%)	Percentual da população ocupada que possui vínculo de trabalho formal.	Quanto maior a taxa, mais estruturado e resiliente tende a ser o mercado de trabalho do município.
Demografia	População em Idade Ativa	População residente entre 18 e 64 anos no município.	Define a base demográfica de mão de obra disponível para a economia local.
Massa Salarial	Massa Salarial do Setor Carbono-Intensivo	Soma total das remunerações pagas aos trabalhadores formais do setor específico.	Reflete a importância econômica do setor em termos de geração de renda.
	Proporção da Massa Salarial do Setor (%)	Participação da massa salarial do setor específico no total da massa salarial do município.	Indica a concentração de renda e a dependência econômica do município em relação ao setor.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Esses indicadores permitem mensurar o grau de exposição dos territórios a riscos sociais, econômicos e institucionais diante da transição para uma economia de baixo carbono. A avaliação concentra-se no mercado de trabalho formal como dimensão central de vulnerabilidade, organizando os dados em três categorias principais: estrutura do mercado de trabalho, demografia e massa salarial.

A estrutura do mercado de trabalho reflete o número absoluto de vínculos em setores carbono-intensivos e sua participação no total de empregos formais do município, sinalizando o grau de dependência econômica local em relação a atividades potencialmente impactadas pela descarbonização. Essa categoria também considera a taxa de formalização da população em idade ativa, indicador importante para compreender a inserção ocupacional e a proteção social dos trabalhadores.

A categoria demográfica capta o contingente economicamente disponível no município. Para isso, observa-se a população em idade ativa (18–64 anos) residente a nível municipal para identificar a base demográfica de mão de obra que participa da economia local.

Por fim, a massa salarial mostra a importância econômica dos setores carbono-intensivos ao mensurar o volume de renda por eles gerado e sua participação no total municipal. Essa dimensão evidencia não apenas o peso dessas atividades na economia local, mas também a concentração de renda associada ao emprego formal.

De forma integrada, essas três categorias compõem a base socioeconômica do ICTSM, permitindo identificar territórios mais vulneráveis à transição e orientar estratégias de reconversão produtiva capazes de preservar empregos e sustentar o desenvolvimento local. O Quadro 3 apresenta os indicadores que compõem a dimensão de Potencial de Transição do ICTSM, voltada à avaliação da capacidade instalada dos territórios para promover reconversão produtiva com geração de empregos sustentáveis. Essa dimensão contempla ativos institucionais, qualificação da força de trabalho, base produtiva e ambiente empreendedor, identificados como elementos-chave para a adaptação das economias locais à transição para uma economia de baixo carbono.



Quadro 3 - Indicadores de Avaliação do Potencial de Transição para Territórios

Categoria	Indicador	Definição	Interpretação
Capital Humano	Densidade de Profissionais com Ensino Médio	Número de profissionais com ensino médio completo por 1.000 habitantes.	Qualificação básica da força de trabalho
	Densidade de Profissionais com Ensino Superior	Número de profissionais com ensino superior completo por 1.000 habitantes.	Qualificação avançada da força de trabalho
	Índice de Matrículas em Educação Técnica por Jovens (EPT)	Relação entre o total de matrículas em cursos de educação profissional técnica de nível médio e a população jovem residente (15-29 anos), multiplicada por 1.000.	Capacidade de formação técnica para atender às novas demandas do mercado.
Inovação e Tecnologia	Densidade de Profissionais de P&D	Número de profissionais em ocupações de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) por 1.000 habitantes.	Capacidade de absorção e criação de soluções tecnológicas para a transição.
Diversificação Econômica	Índice de Concentração Setorial (IHH)	Medida de concentração da estrutura produtiva, calculada com base na participação dos setores no total de empregos formais.	Quanto menor o índice, mais diversificada e resiliente é a economia local.
Capacidade Fiscal	Receita Própria per Capita	Receitas municipais próprias divididas pela população total.	Capacidade de investimento público em políticas de desenvolvimento e transição.
Dinamismo Empresarial	MEIs Registrados per Capita	Microempreendedores individuais por 1.000 hab.	Propensão ao empreendedorismo e flexibilidade do mercado de trabalho local.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A análise do potencial de transição foi estruturada em cinco categorias principais: capital humano, inovação e tecnologia, diversificação econômica, capacidade fiscal e dinamismo empresarial. Os indicadores selecionados, todos relacionados ao mercado de trabalho, foram definidos com base em disponibilidade pública, atualização periódica e aplicabilidade em análises territoriais comparativas.

A dimensão de capital humano avalia a qualificação da força de trabalho, considerando três indicadores: densidade de profissionais com ensino médio, densidade de profissionais com ensino superior e índice de matrículas em educação técnica entre jovens de 15 a 29 anos. Este último indicador, calculado como a razão entre o número total de matrículas em cursos técnicos de nível médio e a população jovem residente multiplicada por mil, permite estimar a capacidade formativa dos territórios, sendo especialmente relevante para avaliar o preparo local diante das demandas ocupacionais da economia de baixo carbono.

A capacidade de inovação e tecnologia aplicado é representada pela densidade de profissionais em pesquisa e desenvolvimento (P&D), que sinaliza a capacidade dos territórios de absorver, adaptar e gerar soluções tecnológicas voltadas à reconversão produtiva.

A diversificação econômica foi mensurada por meio do Índice de Concentração Setorial (IHH) que mede o grau de concentração dos vínculos empregatícios em poucos seto-

res. Estruturas produtivas mais diversificadas tendem a ser menos vulneráveis a choques econômicos e mais preparadas para realocar empregos em cadeias emergentes.

A capacidade fiscal dos municípios foi representada pela receita própria per capita, indicador da autonomia financeira local para planejar e executar políticas públicas voltadas à reconversão econômica e à proteção do emprego formal. Territórios com maior arrecadação tendem a possuir melhores condições para implementar ações estruturantes em qualificação profissional e apoio a cadeias produtivas sustentáveis.

Por fim, o dinamismo empresarial foi medido pela densidade de microempreendedores individuais (MEIs) por 1.000 habitantes, indicador que expressa a propensão ao empreendedorismo local e a flexibilidade do mercado de trabalho diante de transformações estruturais. Esse sinal reforça a capacidade de reorganização econômica e de geração de renda alternativa em contextos de transição.

Em conjunto, essas categorias estruturam a dimensão de Potencial de Transição do ICTSM, fornecendo subsídios estratégicos para identificar territórios aptos à reconversão produtiva e apoiar políticas públicas voltadas à transição justa e ao desenvolvimento local sustentável.

2.4 Estruturação do Índice de Capacidade de Transição Sustentável Municipal (ICTSM)

O Índice de Capacidade de Transição Sustentável Municipal (ICTSM) foi elaborado como uma ferramenta exploratória e comparativa, voltada a avaliar o grau de preparo dos municípios brasileiros diante da transição para uma economia de baixo carbono. Seu objetivo é oferecer uma visão integrada das vulnerabilidades socioeconômicas e da capacidade adaptativa dos territórios, permitindo identificar tanto riscos quanto oportunidades estratégicas.

Na prática, o ICTSM funciona como instrumento de apoio à decisão, oferecendo subsídios iniciais para a formulação de políticas territoriais e estratégias empresariais voltadas à transição justa.

O índice apresenta variação entre 0,01 e 0,99, onde valores mais altos indicam maior capacidade adaptativa e produtiva dos municípios, enquanto valores mais baixos revelam limitações estruturais e maior exposição a riscos.

Essa métrica não deve ser interpretada como um retrato definitivo, mas sim como uma ferramenta indicativa e inovadora, concebida para organizar informações socioeconômicas de forma comparável. Com isso, apoia o planejamento territorializado, a definição de prioridades para investimentos públicos e privados e o fortalecimento da tomada de decisão em contextos locais.

Por que criar este índice?

A transição justa e produtiva afeta os territórios de forma desigual. Alguns municípios possuem maior capacidade adaptativa, enquanto outros enfrentam maior vulnerabilidade socioeconômica. O ICTSM busca:

- ▶ **Identificar** municípios mais expostos à transição;
- ▶ **Direcionar** políticas públicas específicas de apoio;
- ▶ **Comparar** municípios em função do setor carbono-intensivo predominante.

A construção do ICTSM combina dimensões de vulnerabilidade socioeconômica (VSE) e capacidade adaptativa (CA), seguindo seis etapas metodológicas:

1. Coleta e preparação dos dados

Os indicadores foram extraídos de bases públicas nacionais, com série histórica entre 2018 e 2024, assegurando comparabilidade e replicabilidade.

2. Normalização setorial

Cada município é comparado apenas com aqueles pertencentes ao mesmo setor carbono-intensivo, evitando distorções entre setores de escalas distintas (como agropecuária e petróleo).

3. Tratamento de valores extremos (winsorização)

Aplicação da técnica de winsorização nos percentis 5% e 95%, substituindo valores extremos para reduzir distorções estatísticas.

4. Reescalação [0,01 – 0,99]

Todos os indicadores foram transformados para o intervalo [0,01 – 0,99]. Essa escolha evita interpretações absolutas como “ausência total” (0) ou “perfeição” (1), garantindo maior realismo e estabilidade na composição do índice.

5. Aplicação de pesos diferenciados

A definição dos pesos atribuídos a cada indicador buscou refletir a sua relevância relativa para explicar a exposição dos territórios à transição e sua capacidade de resposta.

Vulnerabilidade Socioeconômica (VSE)

Proporção de vínculos no setor: **40%**

Proporção da massa salarial do setor: **40%**

Taxa de formalização do trabalho: **20%**

Capacidade Adaptativa (CA):

Densidade de profissionais com ensino médio: **20%**

Densidade de profissionais com ensino superior: **20%**

Densidade de profissionais de P&D e atividades científicas: **20%**

Diversificação econômica: **20%**

Capacidade fiscal: **10%**

Dinamismo empresarial: **10%**

6. Cálculo das dimensões e índice final

O ICTSM resulta da combinação entre duas dimensões: Vulnerabilidade Socioeconômica (VSE) e Capacidade Adaptativa (CA). Ambas são calculadas como médias ponderadas de seus indicadores, de acordo com os pesos definidos com base na literatura e em evidências empíricas.

a) Vulnerabilidade Socioeconômica (VSE)

A VSE mede o grau de exposição de um município a riscos associados à dependência de setores carbono-intensivos. Sua fórmula é:

$$VSE = \text{Emprego}_{\text{setor}} \times 0,40 + \text{Renda}_{\text{setor}} \times 0,40 + 1 - \text{Formalização} \times 0,20$$

Onde,

$\text{Emprego}_{\text{setor}}$ = proporção de vínculos formais vinculados ao setor carbono-intensivo;

$\text{Renda}_{\text{setor}}$ = proporção da massa salarial proveniente desse setor;

$1 - \text{Formalização}$ = são o complemento da taxa de formalização do trabalho na população em idade ativa, entre 18 e 64 anos (PIA). Representa, de forma agregada, a lacuna de formalização no município: quanto maior o valor, maior a vulnerabilidade. É inserido no cálculo da VSE na forma invertida, pois a formalização é considerada neste trabalho

como fator protetivo e condição para a promoção do trabalho decente.

Assim, quanto maior a dependência de empregos e renda de setores carbono-intensivos e quanto menor a formalização do trabalho, maior será a vulnerabilidade socioeconômica (VSE) do município.

b) Capacidade Adaptativa (CA)

Representa os recursos que um município tem para enfrentar os impactos da transição, considerando três fatores principais: capital humano, diversificação produtiva e capacidade institucional. Essa dimensão mostra se o território dispõe de ativos que aumentam sua adaptação e competitividade, e foi definida como:

$$CA = (\text{EnsinoMédio} \times 0,20) + (\text{EnsinoSuperior} \times 0,20) + (\text{Pesquisa} \times 0,20) + (\text{Diversificação} \times 0,20) + (\text{CapacidadeFiscal} \times 0,10) + (\text{Empreendedorismo} \times 0,10)$$

Onde,

EnsinoMédio e EnsinoSuperior é a densidade de trabalhadores qualificados por nível educacional;

Pesquisa , é a densidade de profissionais de P&D e atividades científicas;

Diversificação , traz o grau de diversidade da estrutura econômica local;

CapacidadeFiscal , incorpora a receita própria municipal por habitante;

Empreendedorismo , representa a densidade de microempreendedores individuais no município;

Quanto mais elevados forem esses indicadores, maior será a capacidade adaptativa do município.

c) Fórmula final do ICTSM

Após o cálculo das duas dimensões (VSE e CA), o índice final é obtido pela fórmula:

$$ICTSM = \sqrt{[(1 - VSE) \times CA]}$$

Essa estrutura apresenta três propriedades fundamentais:

I. Interdependência: O resultado só é alto quando o município apresenta baixa vulnerabilidade e alta capacidade adaptativa. Caso um dos fatores seja baixo, o índice é penalizado.

II. Não-linearidade: A raiz quadrada suaviza valores extremos, evitando distorções quando há pequenas variações em VSE ou CA.

III. Consistência temporal: O cálculo garante que os municípios mantenham comparabilidade entre si e ao longo da série histórica.

Dessa forma, o ICTSM representa uma medida equilibrada entre risco (VSE) e resiliência (CA), permitindo identificar não apenas municípios preparados, mas também aqueles que exigem apoio prioritário para enfrentar a descarbonização de setores importantes para sua dinâmica econômica a partir de um processo de transição justa.

A seguir, apresenta-se o Quadro 4, que detalha a escala de classificação e a interpretação dos resultados do ICTSM.

Quadro 4 - Interpretação dos Resultados do ICTSM

Faixa do ICTSM	Faixa do ICTSM	Interpretação
0,70 - 0,99	0,70 - 0,99	Municípios bem posicionados para liderar a transição sustentável, com baixa vulnerabilidade e alta capacidade adaptativa.
0,50 - 0,69	0,50 - 0,69	Municípios com potencial moderado, que precisam estruturar melhor seus ativos adaptativos.
0,25 - 0,49	0,25 - 0,49	Municípios que precisam de investimentos direcionados para reduzir vulnerabilidades.
0,01 - 0,24	0,01 - 0,24	Municípios que requerem intervenções prioritárias e abrangentes para evitar exclusão produtiva.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Essa estrutura garante que o índice final reflita a interação entre risco (VSE) e resiliência (CA). Mesmo que um município tenha alta capacidade adaptativa, sua nota será limitada se apresentar vulnerabilidade elevada. De modo análogo, municípios com baixa vulnerabilidade, mas capacidade ainda insuficiente, tendem a resultados moderados.

As melhores pontuações ocorrem quando há baixa vulnerabilidade combinada a alta capacidade adaptativa.

Nota: Os detalhes metodológicos completos — incluindo equações, normalizações e banco de dados utilizados — encontram-se disponíveis na Nota Metodológica anexa a este relatório.



3. TRANSIÇÕES EM CADEIAS DE VALOR CARBONO-INTENSIVAS

ANÁLISE SETORIAL E TERRITORIAL

Este capítulo apresenta a análise setorial e territorial da transição justa no Brasil, tomando como referência as seis regiões priorizadas a partir da aplicação do ICTSM. A seleção desses territórios levou em conta tanto a dependência das cadeias produtivas carbono-intensivas quanto a capacidade de reconversão socioeconômica diante das exigências da economia de baixo carbono.

Para facilitar a leitura comparada, o Quadro 5 sintetiza os territórios analisados, destacando seus setores predominantes, os principais desafios identificados e os vetores estratégicos de transição que orientam a abordagem territorial desenvolvida neste relatório.

Quadro 5 - Regiões Seleccionadas e Vetores Estratégicos da Transição Justa

Região / UF	Setor Predominante	Desafios Identificados	Vetores Estratégicos da Transição
RJ – Bacia Petrolífera	Petróleo e Gás	Alta dependência fiscal e de empregos	<ul style="list-style-type: none"> • Energia offshore • Diversificação portuária • Requalificação
MG – Quadrilátero Ferrífero	Mineração e Siderurgia	Impactos ambientais acumulados, concentração setorial	<ul style="list-style-type: none"> • Siderurgia verde • H₂V • Reflorestamento produtivo
MT – Agropecuária Extensiva	Agropecuária extensiva	Emissões elevadas, baixa diversificação econômica	<ul style="list-style-type: none"> • Agricultura regenerativa • Bioinsumos • Logística sustentável
PA e MA – Carajás e Imperatriz	Mineração, Papel e Celulose	Baixa agregação de valor, conflitos fundiários	<ul style="list-style-type: none"> • Bioeconomia florestal • Cadeias da sociobiodiversidade
SP – ABC Paulista e Campinas	Indústria automotiva	Automação, risco de desemprego	<ul style="list-style-type: none"> • Veículos elétricos • Manufatura digital • Requalificação

Fonte: Elaborado pelos autores.

Antes de apresentar os casos territoriais, convém recapitular o que é o ICTSM e como interpretar seus resultados. O Índice de Capacidade de Transição Sustentável Municipal (ICTSM) integra dois conjuntos de evidências: Vulnerabilidade Socioeconômica (VSE) — informalidade, renda, escolaridade e capacidade fiscal — e Capacidade Adaptativa (CA) — qualificação da força de trabalho, infraestrutura educacional e industrial, ativos de P&D/Inovação e mobilização institucional. Os resultados variam de 0 a 1: quanto mais próximo de 1, maior a capacidade do município de sustentar uma transição justa. Para fins de leitura, cada município é classificado em quatro perfis:

- ▶ **Resiliente:** baixa vulnerabilidade e alta capacidade adaptativa — forte preparação para liderar e escalar reconversão produtiva.
- ▶ **Emergente:** baixa/moderada vulnerabilidade e capacidade adaptativa intermediária — condições para avançar, requerendo reforços institucionais e tecnológicos.
- ▶ **Vulnerável:** vulnerabilidade elevada e capacidade adaptativa insuficiente — demanda políticas robustas de qualificação, formalização e atração de investimentos.
- ▶ **Crítico:** vulnerabilidade extrema e capacidade adaptativa muito baixa — requer intervenção urgente e ampla diversificação.

Na prática, a tabela do ICTSM apresenta, para cada município, os valores de VSE e CA, o índice consolidado e a respectiva classificação. Essa estrutura permite comparações rápidas e evidencia diferenças tanto dentro de cada território quanto entre diferentes regiões.

Assim, cada análise territorial segue um mesmo formato: inicia com a contextualização do território e do setor, trazendo os principais indicadores socioeconômicos; apresenta o ICTSM aplicado aos municípios e o gráfico sobre a evolução demográfica da juventude; detalha a interpretação dos resultados do índice; discute juventude, instrumentos e oportunidades; e se conclui com um conjunto de prioridades estratégicas.

3.1 Rio de Janeiro – A força do Petróleo e Gás e Laboratório da Transição Justa para Economia de Baixo Carbono

Em 2022, o Rio de Janeiro concentrou 80% da produção nacional de petróleo e quase 70% da arrecadação de royalties, segundo a ANP. Essa centralidade garante receitas fiscais robustas, mas também intensifica a exposição à volatilidade de preços e pressões regulatórias. Entre 2018 e 2024, os cinco municípios analisados para esta cadeia produtiva fóssil adicionaram mais de 300 mil vínculos formais, a expansão, contudo, é desigual: Rio das



Ostras cresceu +235 %, enquanto Macaé avançou apenas +28 %. Em 2024 os royalties somaram R\$ 100 bilhões no país, com o RJ como principal beneficiário. O desafio é preservar a competitividade atual enquanto se constrói uma economia azul, baseada em portos sustentáveis, eólica offshore, descomissionamento e biotecnologia marinha.

Neste capítulo, analisamos cinco territórios com inserção direta na cadeia do petróleo e gás: Macaé, Rio das Ostras, Duque de Caxias, Niterói e Rio de Janeiro (capital). Esses municípios desempenham funções complementares na configuração produtiva estadual – ora como base operacional, ora como centros logísticos, de inovação ou de formulação institucional. A diversidade entre eles expressa a complexidade do desafio da transição justa no Rio: como preservar empregos, gerar novas ocupações e promover reconversão produtiva sem aprofundar desigualdades históricas?

Os royalties do petróleo alcançaram, em 2024, o valor recorde de R\$ 100 bilhões no Brasil, evidenciando a centralidade do setor para a economia nacional. O Rio de Janeiro segue como o principal estado beneficiário dessa arrecadação, em função de sua expressiva participação na produção nacional de petróleo e gás. Este cenário reforça a dependência fiscal do estado em relação às receitas provenientes da exploração de

hidrocarbonetos e destaca a importância de políticas de gestão desses recursos diante dos desafios impostos pela transição justa e pelas mudanças regulatórias nos mercados internacionais (JARDIM, 2025).

Entre 2014 e 2024 a produção saltou de 1,6 Mbpd para 2,8 Mbpd (+75 %), porém a intensidade de carbono médio da carteira da ANP caiu apenas 4 %, revelando margem limitada do 'business-as-usual'. Esses números dimensionam o desafio de reconverter ativos sem comprometer competitividade fiscal e ocupacional.

Indicadores socioeconômicos

A seguir, apresenta-se a Tabela 1, que sintetiza os principais indicadores socioeconômicos dos municípios analisados, com destaque para a dependência da cadeia fóssil, o grau de formalização do mercado de trabalho, a densidade educacional e o crescimento dos vínculos formais entre 2018 e 2024.

Tabela 1 – Indicadores Socioeconômicos dos Municípios da Cadeia de Petróleo e Gás do RJ (2024)

Município	Dependência de vínculos formais (%)	Dependência da massa salarial (%)	Formalização (%)	MEI per capita (mil hab.)	Jovens (15–29)	Crescimento de Vínculos (2018–2024) (%)
Macaé	17,99	45,00	75,18	130,43	57.188	28%
Rio das Ostras	12,03	35,96	8,75	171,84	34.986	235%
Duque de Caxias	1,21	9,40	26,91	159,93	191.423	14%
Rio de Janeiro	1,46	9,41	43,23	167,94	1.384.328	48%
Niterói	0,72	3,41	50,75	168,01	96.424	22%

Fonte: Elaborado pelos autores, com base em dados municipais da RAIS, IBGE e SINCOFI (2024).

Os dados revelam fortes assimetrias entre os municípios fluminenses vinculados à cadeia de petróleo e gás, tanto em termos de dependência econômica quanto de estrutura do mercado de trabalho e capacidade de transição.

Macaé apresenta a maior dependência da cadeia fóssil no estado: 18% dos vínculos formais e 45% da massa salarial estão diretamente ligados ao setor de petróleo e gás. Além disso, concentra quase 25 mil vínculos na cadeia e uma das maiores massas salariais setoriais do país (R\$ 457 milhões). Em contrapartida, possui a maior taxa de formalização (75%), e elevada densidade de profissionais com ensino superior (185,29 por mil habitantes). Esses dados indicam que, embora altamente exposta, Macaé possui capacidade técnica, institucional e fiscal para liderar a reconversão produtiva da cadeia fóssil, consolidando-se como polo offshore da transição justa.

Rio das Ostras, com mais de 3.600 vínculos no setor e 12% do total municipal atrelados à cadeia de petróleo e gás, vivenciou um crescimento expressivo do emprego formal (235%) entre 2018 e 2024. No entanto, convive com alta informalidade (apenas 8,75% de formalização do emprego em relação à população em idade ativa) e baixos níveis de qualificação profissional, apesar de apresentar um dos maiores índices de microempreendedores per capita (171,84 por mil habitantes). Isso revela um padrão de expansão desestruturada, com risco de precarização e vulnerabilidade socioeconômica, demandando ações

urgentes de qualificação da força de trabalho e diversificação produtiva.

Duque de Caxias possui quase 2 mil vínculos diretos no setor e R\$ 41,7 milhões de massa salarial associada à cadeia de petróleo e gás. Apesar da baixa participação proporcional (1,2% dos vínculos e 9,4% da massa salarial), o município abriga grande população jovem, relevante base industrial e uma economia em processo de diversificação. Sua baixa formalização do emprego (26,91%) e menor receita municipal per capita entre os analisados (R\$ 1.359) indicam desafios institucionais, mas também potencial para receber investimentos logísticos e industriais associados à transição, especialmente se acompanhados de programas de qualificação profissional.

Niterói, embora tenha apenas 1.279 vínculos no setor de petróleo e gás (0,7% do total), abriga R\$ 17,6 milhões de massa salarial associada à atividade e apresenta alta qualificação da força de trabalho, com mais de 26 mil trabalhadores formais com ensino superior e densidade de 148 profissionais com ensino superior por mil habitantes. Com alta arrecadação per capita (R\$ 4.739) e proximidade dos polos de inovação da capital e da região oceânica, o município reúne condições para se firmar como núcleo acadêmico e tecnológico voltado à transição para economia de baixo carbono e à economia do mar.

Por fim, o município do Rio de Janeiro, com mais de 29 mil vínculos no setor de petróleo e gás e uma massa salarial

associada de R\$ 756 milhões, configura-se como o maior polo urbano e institucional da cadeia no estado, mesmo que a dependência relativa seja modesta (1,46% dos vínculos e 9,41% da massa salarial). Com a maior população jovem do estado (mais de 1,3 milhão entre 15 e 29 anos), estrutura educacional ampla e capacidade fiscal significativa, a capital desponta como principal articuladora da governança climática no território fluminense, com potencial para liderar iniciativas de formação, planejamento e inovação voltadas à transição para economia de baixo carbono.

Resultados do ICTSM

Para aprofundar a análise da capacidade de transição dos municípios fluminenses, foi aplicado o ICTSM. O índice utiliza normalização interna baseada na série histórica 2018–2024 de cada município, permitindo avaliar o posicionamento atual de cada território em relação ao seu próprio desenvolvimento.

Os resultados do ICTSM, apresentados na Tabela 2, evidenciam significativa heterogeneidade entre os municípios do Rio de Janeiro vinculados ao setor de petróleo e gás. A capital fluminense apresenta o melhor desempenho (ICTSM = 0,753), classificada como resiliente, enquanto Macaé (0,383), Rio das Ostras (0,375) e Duque de Caxias (0,365) se posicionam como vulneráveis. Niterói, por sua vez, figura como município emergente, com índice de 0,673.

Tabela 2 - Resultados do ICTSM para municípios do setor de Petróleo e Gás Natural no Rio de Janeiro (2024)

Município	VSE	CA	ICTSM	Classificação
Rio de Janeiro	0,207	0,714	0,753	Resiliente
Rio das Ostras	0,707	0,479	0,375	Vulnerável
Niterói	0,105	0,506	0,673	Emergente
Macaé	0,794	0,714	0,383	Vulnerável
Duque de Caxias	0,264	0,181	0,365	Vulnerável

Fonte: Elaborado pelos autores, com base na metodologia ICTSM (2025).

Os resultados revelam padrões territoriais importantes para o desenho de políticas de transição justa com foco em reconversão produtiva e geração de emprego. Ainda que o índice não estabeleça causalidades diretas, os dados demonstram que a dependência setorial não determina, por si só, a capacidade de transição.

O caso de Macaé é emblemático: embora concentre forte inserção no setor, combina vulnerabilidade socioeconômica elevada (VSE = 0,794) com capacidade adaptativa relativamente alta (CA = 0,714), resultando em ICTSM de 0,383 e classificando o município como vulnerável. Essa condição

reforça a urgência de políticas de diversificação produtiva e requalificação profissional para mitigar riscos sociais e econômicos em um cenário de descarbonização.

Rio das Ostras, por sua vez, apresenta vulnerabilidade igualmente elevada (VSE = 0,707) e baixa capacidade adaptativa (CA = 0,479), alcançando o segundo menor ICTSM entre os municípios analisados (0,375). Esse resultado confirma a forte exposição da economia local à retração da cadeia fóssil. Já Duque de Caxias apresenta vulnerabilidade moderada (VSE = 0,264), mas sua baixíssima capacidade adaptativa (CA = 0,181) leva o município a figurar como vulnerável, com ICTSM de 0,365.

No caso de Niterói, a baixa vulnerabilidade (VSE = 0,105) combinada a uma capacidade adaptativa intermediária (CA = 0,506) gera ICTSM de 0,673, classificando-o como emergente. O município se beneficia de menor dependência do setor e maior diversificação econômica, fatores que reforçam sua resiliência relativa.

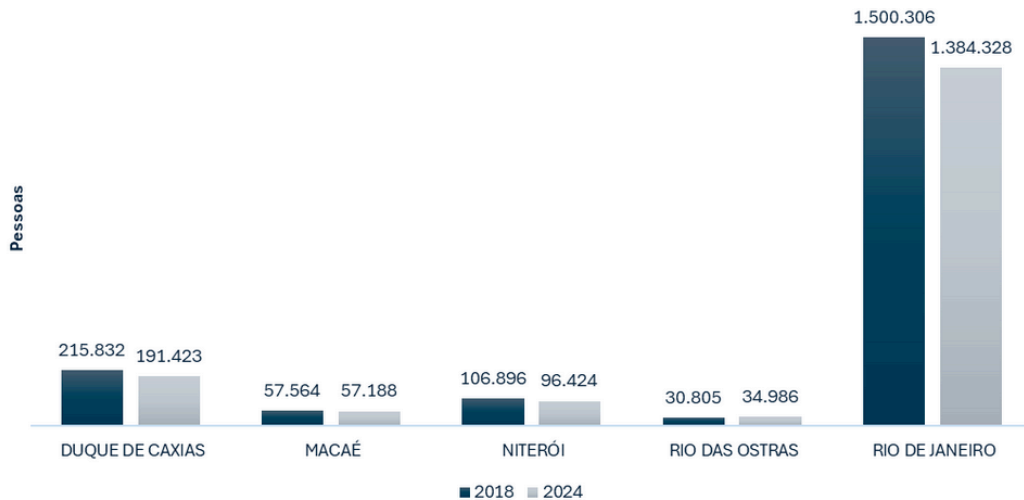
Por fim, o município do Rio de Janeiro se destaca pela baixa vulnerabilidade (VSE = 0,207) associada à maior capacidade adaptativa do conjunto (CA = 0,714), o que resulta no ICTSM mais elevado da amostra (0,753). Esse desempenho posiciona a capital fluminense como resiliente, refletindo sua base institucional diversificada, a densidade de profissionais qualificados e a capacidade de sustentar políticas de reconversão produtiva diante da transição energética.



Juventude e oportunidades estratégicas

A dimensão demográfica é um elemento-chave para a reconversão produtiva em territórios carbono-intensivos. Municípios com alta presença de juventude concentram uma força de trabalho em formação, capaz de acelerar a adoção de novas tecnologias e práticas sustentáveis. Nesse sentido, o Gráfico 1 ilustra a estimativa populacional de jovens entre 15 e 29 anos nos cinco municípios analisados, comparando os anos de 2018 e 2024.

Gráfico 1 - População residente estimada de 15 a 29 anos nos municípios, em 2018 e 2024



Fonte: Elaborado pelos autores, com base no IBGE (2024).

Como mostra o gráfico, esses municípios somam, em 2024, mais de 1,76 milhão de jovens, com destaque para o município do Rio de Janeiro. Esse volume demográfico representa uma janela de oportunidade estratégica para ativar cadeias produtivas de baixo carbono por meio da qualificação técnica e reestruturação dos arranjos locais de emprego.

A mobilização dessa força de trabalho emergente pode ser articulada a setores com alto potencial de absorção, como energia eólica offshore, biotecnologia marinha, serviços ambientais costeiros e mobilidade elétrica. Um destaque particular recai sobre o descomissionamento e reaproveitamento de infraestrutura fóssil: segundo a FGV Energia

(2023), a Petrobras planeja descomissionar 23 plataformas e unidades de produção entre 2024 e 2028.

A Bacia de Campos, que reúne 59 plataformas, das quais 26 já superaram 25 anos de operação, e concentra 28 Programas de Descomissionamento de Instalações (PDIs) aprovados, representa hoje o principal foco nacional dessa atividade. Esse processo exigirá mão de obra qualificada em engenharia submarina, desmontagem industrial, gestão de resíduos e reaproveitamento de materiais, impulsionando novas cadeias ligadas à economia circular no setor.

Nesse cenário, o Programa Empregos Azuis, lançado pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro em 2022, configura-se como uma resposta estratégica à reconversão da cadeia fóssil nos territórios costeiros. A iniciativa atua em cinco eixos estruturantes:

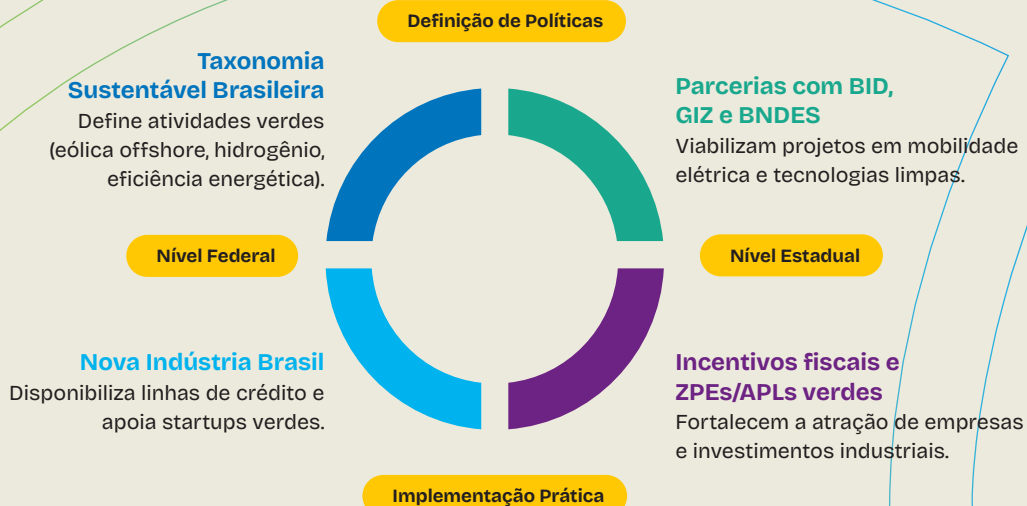
- ▶ Mapeamento de oportunidades verdes no litoral fluminense;
- ▶ Oferta de trilhas formativas e cursos técnicos em áreas como operação portuária, manutenção industrial, eólica offshore e turismo náutico;
- ▶ Estímulo ao empreendedorismo sustentável em comunidades costeiras;
- ▶ Fortalecimento de parcerias entre instituições de ensino, centros de pesquisa e setor produtivo;
- ▶ Articulação com políticas de desenvolvimento regional.

Em sua fase inicial, o programa cadastrou mais de 1.700 interessados, especialmente nos municípios de São João da Barra, Niterói e Angra dos Reis. Com apoio da FIRJAN, universidades públicas e instituições do terceiro setor, a iniciativa representa um marco na construção de uma política estadual integrada de transição justa, ancorada nos ativos econômicos e humanos da economia do mar.

Esse potencial já encontra respaldo institucional. O estado conta com um arcabouço de políticas públicas estratégicas para sustentar essa reconfiguração. O Plano Estratégico de Desenvolvimento Econômico e Sustentável (2023) articula metas de descarbonização com industrialização verde. O Programa Rio Capital da Energia (2022–2026) atua na estruturação de polos regionais de inovação em energia, com destaque para Macaé, Itaguaí e o Grande Rio.

Entretanto, para além da dimensão ocupacional, a transição justa no Rio de Janeiro exige instrumentos de financiamento, inovação regulatória e novas formas de governança territorial. Trata-se de um ambiente em que a capacidade do Rio de Janeiro de articular instrumentos públicos e privados será determinante para manter sua competitividade energética e industrial durante a transição. A Figura 1 sintetiza como políticas nacionais e estaduais se conectam aos eixos de financiamento verde, atração de empresas e impactos sobre o emprego.

Figura 1 - Políticas e Instrumentos para a Transição Justa no Rio de Janeiro



Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 1 destaca que o Rio de Janeiro dispõe hoje de uma combinação diferenciada de instrumentos: acesso a crédito verde via Taxonomia Sustentável Brasileira, novos mecanismos de green bonds e fundos climáticos previstos no Plano de Transformação Ecológica, e incentivos a distritos industriais de baixo carbono pelo Nova Indústria Brasil. No nível estadual, iniciativas como as parcerias com BID, GIZ e BNDES já sinalizam uma trajetória em curso.

O desafio, porém, é territorializar esses instrumentos. Para isso, será decisiva a criação de Comitês Territoriais de Transição justa em cidades-chave como Macaé, Duque de Caxias e Rio de Janeiro, capazes de articular empresas, universidades e governos locais. Essa institucionalidade permitiria alinhar investimentos às vocações regionais e evitar que os empregos verdes fiquem concentrados fora das áreas mais vulneráveis da cadeia fóssil.



Lições Internacionais para a Transição Justa Offshore

A experiência internacional mostra que processos de transição em cadeias de óleo e gás são mais bem-sucedidos quando governos, empresas e trabalhadores compartilham estratégias claras de reconversão produtiva e requalificação profissional.

Na Escócia, o fechamento da refinaria de Grangemouth, sem plano de reconversão, expôs os riscos de uma transição mal conduzida: insegurança entre trabalhadores, desconfiança social e perda de capacidades técnicas. Em contraste, programas de reconversão da cadeia offshore e pilotos de hidrogênio vêm demonstrando que, com planejamento e governança estável, é possível gerar valor e evitar crises sociais.

A Noruega, por sua vez, transformou parte de sua infraestrutura de óleo e gás em plataformas para eólica offshore e hidrogênio verde, abrindo novos mercados de exportação e preservando empregos de alta qualificação. Estudos internacionais reforçam que a transição ganha força quando entendida não apenas como agenda ambiental, mas também como estratégia industrial, capaz de reforçar a segurança energética, estimular inovação tecnológica e abrir novas cadeias produtivas.

No Brasil, iniciativas privadas já em curso se alinham a essas trajetórias internacionais:

- Equinor + UFRJ – projetos de hidrogênio offshore.
- Petrobras + Porto do Açu – eólica offshore na costa fluminense.
- White Martins/Linde – hidrogênio verde em Macaé e Duque de Caxias.
- Shell + SENAI CIMATEC – hubs de inovação e capacitação em energias limpas.

Fontes: Just Transition Commission (2024); Skjærseth et al. (2024); ClimateXChange (2023).

Para o Rio de Janeiro, abre-se a possibilidade de transformar o descomissionamento de plataformas, a juventude qualificada e as novas políticas em vantagem competitiva global. A transição pode ser compreendida como uma oportunidade concreta de desenvolvimento, com potencial para atrair empresas verdes, gerar empregos de qualidade e projetar o estado como referência internacional na economia de baixo carbono. Esse caminho pode ser fortalecido pela territorialização dos instrumentos nacionais – como a Taxonomia Sustentável Brasileira, o Plano de Transformação Ecológica e a Nova Indústria Brasil – a partir de comitês locais de transição, alinhando crédito, inovação e formação profissional às vocações de Macaé, Duque de Caxias e Niterói. Se conduzidas com visão estratégica, essas medidas tendem a converter a atual dependência da cadeia fóssil em uma plataforma de reconversão industrial, posicionando o Rio como um verdadeiro laboratório global da transição justa no setor offshore.



Prioridades estratégicas para o Rio de Janeiro

As recomendações a seguir se aplicam aos municípios analisados no estado, aproveitando seus ativos e respondendo aos desafios da transição:

- Expandir programas de requalificação voltados ao descomissionamento offshore, à eólica marinha e à biotecnologia do mar;
- Territorializar crédito e incentivos por meio de Comitês Locais de Transição em Macaé, Duque de Caxias e Niterói;
- Fomentar arranjos produtivos locais e zonas industriais verdes, integrando fornecedores regionais;
- Atrair investimentos privados com contrapartidas sociais e tecnológicas, fortalecendo inovação e empregos qualificados.

A heterogeneidade presente nos municípios analisados, reforça que a transição justa no estado depende de estratégias diferenciadas, voltadas tanto para reconversão produtiva quanto para proteção social. A articulação das prioridades poderá posicionar o estado como referência internacional em transição justa, transformando riscos setoriais em novas oportunidades de emprego e inovação.

3.2 Bahia e Pernambuco Reconversão Verde da Indústria Petroquímica do Nordeste

A cadeia petroquímica instalada nos polos de Camaçari (BA) e Suape (PE) combina a herança de políticas industriais centralizadas com a força de grandes complexos integrados. Esses polos formam um arranjo logístico e industrial de alta complexidade, cuja relevância econômica ultrapassa as fronteiras estaduais e conecta o Nordeste ao comércio internacional de químicos e derivados.

A região abriga empresas líderes, como a Braskem, referência global em biopolímeros, e mantém relações com setores que vão da farmacêutica à produção de embalagens. Hoje, esses polos têm a oportunidade de se tornar vitrines da nova economia. A agenda de descarbonização, circularidade e rastreabilidade abre espaço para atualizar rotas tecnológicas e ampliar a inserção territorial desses complexos em

bases mais sustentáveis. A transição não é apenas energética; é estrutural, exigindo mudanças tecnológicas, ocupacionais e regulatórias, ao mesmo tempo em que ativa capacidades e potenciais locais.

Indicadores socioeconômicos

É nesse contexto que se insere a análise dos cinco municípios considerados neste capítulo: Camaçari, Simões Filho e Candeias (BA); Ipojuca e Cabo de Santo Agostinho (PE). Esse recorte territorial, apoiado em dados socioeconômicos, evidencia a concentração produtiva, o peso do emprego formal e a presença de uma juventude economicamente ativa — fatores decisivos para compreender os limites da dependência petroquímica e, ao mesmo tempo, apontar caminhos para uma reconversão gradual em sintonia com os princípios da transição justa.

Para sustentar essa análise, a Tabela 3 apresenta os indicadores centrais sobre dependência econômica, formalização e perfil demográfico.



Tabela 3 - Indicadores Socioeconômicos da Petroquímica na Bahia e Pernambuco (2024)

Município	Dependência de vínculos formais (%)	Dependência da massa salarial (%)	Formalização (%)	MEI per capita (mil hab.)	Jovens (15–29 anos)	Crescimento Vínculos (2018–2024)
Camaçari (BA)	3,74	12,92	33,35	113,46	71.016	17,10%
Simões Filho (BA)	0,91	1,46	50,58	117,02	28.173	397%
Candeias (BA)	3,25	14,39	25,86	73,33	16.313	-23,60%
Ipojuca (PE)	1,8	5,60	45,05	91,22	26.793	9,70%
Cabo de Sto. Agostinho (PE)	0,27	0,46	28,61	78,87	49.986	-46,60%

Fonte: Elaborado pelos autores, com base em RAIS, IBGE e dados municipais (2024).

A análise integrada revela trajetórias bastante contrastantes. Camaçari, principal polo industrial da região, mantém forte dependência da cadeia petroquímica (3,7% dos vínculos e 12,9% da massa salarial) e abriga uma base jovem expressiva, com mais de 71 mil pessoas entre 15 e 29 anos. Apesar do dinamismo produtivo e da infraestrutura consolidada, a baixa taxa de formalização (33,3%) evidencia a necessidade de políticas que articulem qualificação profissional, formalização do trabalho e reconversão produtiva voltada à química verde e à economia circular.

Simões Filho se destaca pelo dinamismo recente. O município registrou crescimento de 397% nos vínculos formais e apresenta uma das maiores taxas de formalização da amostra (50,6%). Com indicadores robustos de empreendedorismo — 117 MEIs por mil habitantes —, combina base produtiva diversificada e juventude ativa, sugerindo condições para se consolidar como plataforma de inovação e capacitação em química sustentável, logística e serviços industriais.

Em contraste, Candeias apresenta sinais de fragilidade. Embora mantenha alta dependência da cadeia petroquímica (3,2% dos vínculos e 14,4% da massa salarial), perdeu quase um quarto dos empregos formais entre 2018 e 2024 e possui baixa taxa de formalização (25,9%). Esse quadro

indica necessidade de ações emergenciais de reconversão produtiva, com requalificação da força de trabalho e atração de investimentos em setores adjacentes, como reciclagem industrial, serviços técnicos e logística.

No caso de Pernambuco, o panorama também é desigual. Ipojuca combina localização estratégica no entorno do Complexo de Suape com bons índices de formalização (45%) e dependência moderada da cadeia (1,8%). Entretanto, a baixa densidade de microempreendedores (91 MEIs por mil habitantes) e a juventude reduzida (26,7 mil jovens) podem limitar sua renovação produtiva. Já o Cabo de Santo Agostinho, mesmo reunindo quase 50 mil jovens em idade ativa, sofre com forte retração do emprego formal (-46,6%) e baixa taxa de formalização (28,6%). Esse paradoxo — juventude numerosa diante da falta de oportunidades — exige políticas específicas de formação técnica, inserção produtiva e atração de cadeias de valor verdes.

No conjunto, os cinco municípios somam mais de 192 mil jovens entre 15 e 29 anos. Esse contingente representa um ativo estratégico para a reconversão industrial e a criação de empregos verdes, sobretudo em áreas como reciclagem química, recondicionamento de materiais e logística reversa (UNICEF, 2024).

Resultados do ICTSM

A seguir, a Tabela 4 apresenta os resultados do ICTSM, permitindo uma leitura comparativa entre os municípios em termos de vulnerabilidade socioeconômica (VSE) e capacidade adaptativa (CA). Enquanto Cabo de Santo Agostinho, Ipojuca e Simões Filho alcançam a condição de emergentes, combinando níveis intermediários de vulnerabilidade e capacidade adaptativa, Camaçari aparece como vulnerável, em razão da forte concentração setorial e da exposição social, e Candeias se destaca como o caso mais crítico entre os municípios analisados.

Os complexos petroquímicos de Camaçari (BA) e Suape (PE) constituem alguns dos principais polos industriais do país, reunindo infraestrutura logística, base empresarial diversificada e histórico de atração de investimentos. Contudo, os resultados do ICTSM indicam forte heterogeneidade entre os municípios que compõem esses territórios, revelando tanto oportunidades de reconversão quanto situações de maior fragilidade diante da transição justa.

Tabela 4 - Resultados do ICTSM para municípios do setor Petroquímico em Pernambuco e Bahia (2024)

Município	VSE	CA	ICTSM	Classificação
Simões Filho (PE)	0,095	0,312	0,531	Emergente
Ipojuca (PE)	0,361	0,434	0,527	Emergente
Cabo de Santo Agostinho (PE)	0,187	0,341	0,526	Emergente
Camaçari (BA)	0,897	0,797	0,287	Vulnerável
Candeias (BA)	0,943	0,702	0,201	Crítico

Fonte: Elaborado pelos autores, com base na metodologia ICTSM (2025).

Os resultados reforçam a condição dos polos petroquímicos do Nordeste como territórios estratégicos, mas desiguais em sua capacidade de enfrentar a transição. Municípios como Simões Filho (ICTSM = 0,531), Ipojuca (0,527) e Cabo de Santo Agostinho (0,526) foram classificados como emergentes. Todos apresentam níveis intermediários de adaptação, combinando vulnerabilidade relativamente controlada com capacidade adaptativa ainda limitada. A proximidade de infraestrutura logística e a presença de empresas de médio e grande porte conferem

a esses municípios potencial para atrair investimentos em atividades correlatas, como química verde e reciclagem avançada de plásticos.

Já Camaçari (ICTSM = 0,287), classificado como vulnerável, ilustra os riscos da forte concentração em uma única cadeia produtiva. Apesar de sua capacidade adaptativa relativamente elevada (CA = 0,797), a vulnerabilidade socioeconômica muito alta (VSE = 0,897) restringe o espaço para enfrentar os impactos da descarbonização, podendo afetar

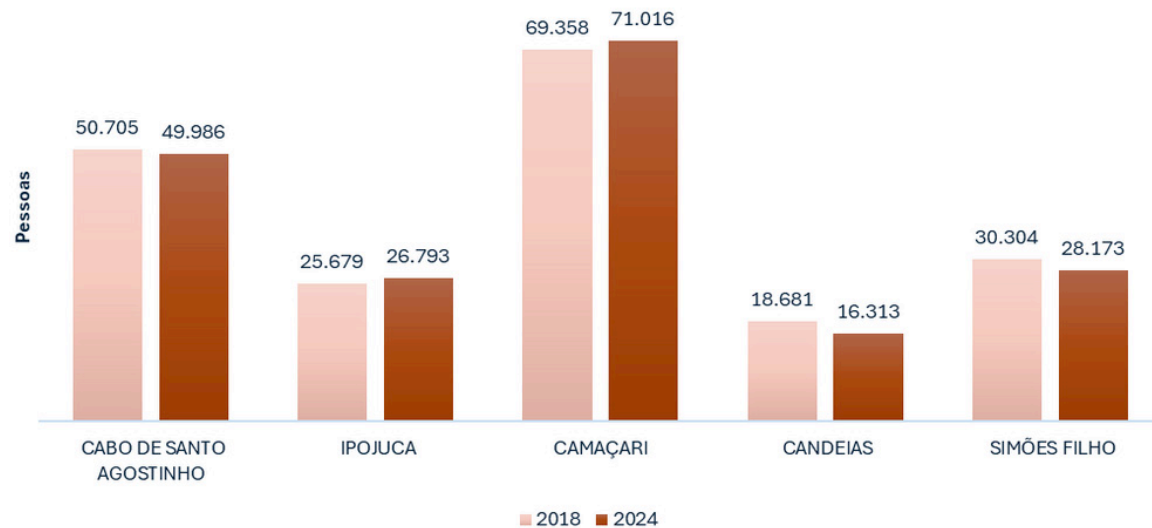
diretamente emprego e arrecadação. Candeias, por sua vez, aparece como o município mais frágil, classificado como crítico (ICTSM = 0,201). Sua altíssima vulnerabilidade (VSE = 0,943) não é compensada pela capacidade adaptativa (CA = 0,702), revelando a situação de localidades em que a dependência setorial e a fragilidade institucional se combinam para ampliar os riscos de exclusão produtiva.

Esse quadro aponta que a reconversão produtiva não pode ser uniforme. Enquanto os municípios emergentes podem se tornar laboratórios de diversificação setorial e inovação tecnológica, Camaçari e Candeias demandam políticas urgentes de mitigação de riscos sociais e fortalecimento das finanças municipais, sob pena de aprofundar desigualdades regionais e comprometer a sustentabilidade dos complexos industriais do Nordeste.



Juventude e oportunidades estratégicas

A dimensão demográfica é um fator estratégico na análise da transição justa. Territórios com elevado contingente jovem reúnem condições para ativar cadeias produtivas emergentes, desde que apoiados por políticas de qualificação técnica e inclusão produtiva. O Gráfico 2, a seguir, apresenta a evolução da população residente entre 15 e 29 anos nos cinco municípios da cadeia petroquímica, comparando os anos de 2018 e 2024.

Gráfico 2 - População residente estimada de 15 a 29 anos nos municípios, em 2018 e 2024

Fonte: Elaborado pelos autores, com base no IBGE (2024).

Os dados revelam que Camaçari e Cabo de Santo Agostinho concentram os maiores contingentes juvenis, seguidos por Simões Filho. Apesar da leve queda recente, o número absoluto continua expressivo, com destaque para Camaçari, que ultrapassa os 71 mil jovens em 2024. Essa presença jovem é uma vantagem competitiva em si: representa energia, renovação e capacidade de aprender rápido, exatamente o que a nova economia verde exige.

Em municípios como Candeias e Cabo de Santo Agostinho, que enfrentam retração do emprego formal, essa juventude pode ser a chave da virada — desde que haja investimento direcionado para inclusão produtiva e oportunidades ligadas à reindustrialização de baixo carbono. Se bem conectada, a força jovem pode transformar vulnerabilidade em oportunidade.

Ao mesmo tempo, a cadeia petroquímica passa a demandar novas habilidades: automação de processos, gestão de dados industriais, rastreabilidade ambiental e tecnologias para circularidade. Programas de capacitação em indústria 4.0 e certificações ambientais, integrando instituições como o SENAI CIMATEC, o IFBA e o IFPE, tornam-se estratégicos para dar forma a esse potencial.

A Figura 2 sintetiza os principais instrumentos de política pública e exemplos privados alinhados à reconversão verde da indústria petroquímica no Nordeste, com destaque para os polos de Camaçari (BA) e Suape (PE).

Figura 2 - Políticas e Instrumentos para a Transição Justa na Indústria Petroquímica na Bahia e Pernambuco



Fonte: Elaborado pelos autores.

Assim, evidencia-se como instrumentos nacionais e estaduais se articulam em três eixos centrais: financiamento e crédito verde, atração de empresas e impactos sobre emprego e trabalho.

O cenário atual mostra que os marcos nacionais e estaduais oferecem um arcabouço consistente de crédito, incentivos e formação técnica para apoiar essa transformação. A Taxonomia Sustentável e o Plano de Transformação Ecológica criam caminhos de financiamento por meio de ativos verdes e fundos garantidores; a Nova Indústria Brasil direciona crédito e estímulos para plantas e startups de baixo carbono; e os estados avançam com estratégias próprias, a Bahia aposta no PROTENER e no Plano de Reindustrialização Sustentável, enquanto Pernambuco investe no Plano de Economia Regenerativa e no Desenvolvimento de Suape.

Essa convergência de políticas cria condições reais para transformar os polos petroquímicos em núcleos de inovação tecnológica, atração de empresas verdes e inclusão socioproductiva.



Lições Internacionais para Portos, Hidrogênio Verde e Química Circular (BA & PE)

Projetos internacionais mostram que a transição em polos portuários e petroquímicos é mais eficaz quando há infraestrutura habilitadora (hidrogênio, CO₂, energia, dutos e terminais) e integração porto-indústria-logística, enquanto empresas lideram inovação e capacitação. O resultado é redução de custos energéticos, atração de investimentos e novos empregos qualificados.

Hidrogênio Verde e Clusters Industriais (Holanda – Porto de Rotterdam): o porto se posiciona como hub europeu de H₂, com plano de importar até 20 Mt/ano até 2050 (=20% da demanda da UE). A estratégia combina infraestrutura portuária, corredores logísticos e projetos locais, criando condições para reduzir custos, atrair investimentos e gerar empregos. Insight: integração porto-indústria-logística como vetor de competitividade e desenvolvimento regional, aplicável a Suape (PE) e Camaçari (BA).

Economia Circular de Plásticos (União Europeia – Estratégia de Novos Plásticos): a estratégia (2018) estabelece que até 2030 toda embalagem plástica seja reutilizável ou reciclável; mais de 50% dos resíduos plásticos reciclados; a capacidade de triagem quadruplicada; e até 10 Mt de reciclado usados em novos produtos (2025). O plano alia mitigação ambiental e geração de 200 mil empregos, servindo de roteiro para a química circular nos polos nordestinos.

Fonte: FAHY; CLARK; ZUCKER (2023); OECD/IEA (2018).

As lições internacionais demonstram que hubs industriais e portuários podem se reposicionar como plataformas de energia limpa e circularidade quando combinam infraestrutura habilitadora, inovação empresarial e políticas públicas estáveis. Esse aprendizado é diretamente aplicável a Camaçari (BA) e Suape (PE), que reúnem ativos logísticos e industriais de porte, mas precisam direcionar investimentos para reconversão tecnológica e novos modelos produtivos.



Bahia e Pernambuco: Do Polo Petroquímico ao Hub da Química Verde

Os polos de Camaçari (BA) e Suape (PE), símbolos da industrialização do século XX, estão diante de uma encruzilhada: podem se tornar os laboratórios da reindustrialização verde no Brasil. A combinação entre infraestrutura instalada, juventude abundante e ativos logísticos cria as bases para um salto em bioeconomia, química circular e hidrogênio verde.

Exemplos de Transformação em Curso

- ▶ **Unigel (Camaçari):** pioneira em hidrogênio verde, posicionando o Nordeste no mapa global de combustíveis limpos.
- ▶ **Braskem:** metas de carbono neutro até 2050, com reciclagem química e biopolímeros como novas fronteiras industriais.
- ▶ **Complexo de Suape:** projetos de logística sustentável e bioeconomia, ancorados no Plano de Economia Regenerativa.

Oportunidade Estratégica

Transformar Camaçari e Suape em um Hub Latino-Americano de Química Verde, capaz de atrair investimentos internacionais, criar empregos de qualidade e reposicionar o Nordeste no comércio global de insumos sustentáveis.

Fontes: Braskem, 2025; CEPAL – Vahdat et al, 2024; Unigel, 2024; Governo de PE, 2024.

A experiência de Bahia e Pernambuco mostra que o futuro da indústria pode nascer de estruturas já existentes. Esses estados reúnem condições únicas para liderar a transição da indústria petroquímica: ativos produtivos consolidados, juventude abundante e capacidade logística estratégica.

Para transformar esse potencial em resultados concretos, recomenda-se:



Prioridades estratégicas para Bahia e Pernambuco

As recomendações a seguir estão orientadas aos municípios analisados nos dois estados, visando potencializar seus ativos e acelerar a reconversão produtiva:

- ▶ **Conectar juventude e indústria verde** – estruturar programas de formação técnica em química verde, logística sustentável e circularidade.
- ▶ **Transformar o polo em laboratório de inovação** – apoiar startups e projetos de biotecnologia e reciclagem química, aproximando empresas, centros de pesquisa e universidades.
- ▶ **Aproveitar a infraestrutura portuária** – posicionar os polos de Camaçari e Suape como hubs de exportação de derivados verdes (hidrogênio, biopolímeros, amônia).
- ▶ **Ampliar a cooperação público-privada** – territorializar os instrumentos de fomento já existentes para acelerar a reconversão produtiva e atrair investimentos.

Se bem conduzida, essa agenda pode transformar o polo petroquímico em um caso exemplar de reindustrialização verde, capaz de gerar empregos de qualidade, diversificar a base produtiva e consolidar o Nordeste como referência na economia do futuro.

3.3 São Paulo – Reconversão Industrial e Inovação na Cadeia Automotiva Brasileira

São Paulo, epicentro da industrialização nacional e berço da cadeia automotiva brasileira, o estado abriga a mais robusta estrutura produtiva do setor na América Latina, reunindo montadoras globais, fornecedores de primeira linha, centros de engenharia e pesquisa aplicada, além de uma rede de ensino técnico e superior altamente capilarizada. São Paulo é, portanto, território-chave para liderar uma transição industrial orientada por inovação, sustentabilidade e competitividade.

Ao mesmo tempo, essa centralidade expõe vulnerabilidades. O risco de desatualização tecnológica e esvaziamento industrial é real, sobretudo em municípios cuja economia depende da produção de veículos a combustão interna e de componentes convencionais (motores, transmissões e sistemas mecânicos).

A transição global para veículos elétricos, conectados e de baixa emissão já modifica os modelos produtivos e os per-

fis de qualificação profissional. A reconversão produtiva, portanto, não pode ser uniforme. Ela precisa ser territorializada, reconhecendo desigualdades regionais e o papel estratégico de cada município no novo arranjo produtivo.

Indicadores socioeconômicos

A Tabela 5 apresenta os principais indicadores da indústria automotiva nos cinco municípios analisados.

Tabela 5 - Indicadores Socioeconômicos da Indústria Automobilística em São Paulo (2024)

Município	Dependência de vínculos formais (%)	Dependência da massa salarial (%)	Formalização (%)	MEIs per capita (mil hab.)	Jovens (15–29)	Crescimento dos Vínculos (2018–2024)
São Bernardo do Campo	9,67	26,26	45,91	141,57	172530	-15,4%
São Caetano do Sul	4,47	5,28	94,41	151,40	29.062	-52,5%
Indaiatuba	6,11	9,11	49,58	139,02	52.798	0,50%
Santo André	0,77	3,50	39,52	141,52	152.040	21,1%
Campinas	1,89	4,68	52,01	164,94	246.973	- 7,45%

Fonte: Elaborado pelos autores, com base em RAIS, IBGE e dados municipais (2024).

A análise da Tabela 5 revela três perfis territoriais complementares na indústria automotiva paulista. No ABC Paulista, a indústria continua vital, mas com sinais de desgaste. São Bernardo do Campo enfrenta queda de -15,4% nos vínculos e depende fortemente do setor (9,7% dos vínculos e 26,3% da massa salarial), o que torna urgente a modernização das plantas e políticas de requalificação profissional.

São Caetano do Sul, por sua vez, combina altíssima formalização (94,4%) com a perda mais expressiva da amostra: -52,5% dos postos de trabalho desde 2018. O município é um exemplo claro de como a transição justa pode acelerar a perda de competitividade se não houver atualização das competências locais.

O caso de Santo André contrasta com seus vizinhos: embora a dependência direta da indústria automobilística seja mínima (0,8% dos vínculos), o município registrou crescimento de 21,1% no emprego do setor e concentra uma população jovem expressiva (152 mil habitantes entre 15 e 29 anos). Esse perfil demográfico o credencia a sediar políticas-piloto de requalificação e inclusão produtiva voltadas para a transição automotiva.

Indaiatuba, com dependência intermediária (6,1%) e leve crescimento (+0,5%), mantém formalização em torno de 50%. Já atrai segmentos de maior valor agregado, como automação e integração de sistemas, e pode se consolidar como polo tecnológico da nova indústria automotiva.

Campinas reúne dois ativos estratégicos: a maior densidade de MEIs (165 por mil habitantes) e a maior população jovem (247 mil). Porém, a queda de -7,5% nos vínculos sinaliza que, sem políticas de reconversão, esses ativos podem não se traduzir em novos empregos industriais.

Em síntese, o ABC precisa segurar perdas estruturais, Santo André e Indaiatuba oferecem espaço para inovação e diversificação, enquanto Campinas concentra o potencial jovem e tecnológico da reconversão automotiva paulista.

Resultados do ICTSM

A Tabela 6 apresenta os resultados do ICTSM para os cinco municípios da cadeia automobilística, permitindo uma leitura comparativa de seus níveis de exposição e capacidade de adaptação frente à transição justa.

Tabela 6 - Resultados do ICTSM para municípios do setor Automobilístico em São Paulo (2024)

Município	VSE	CA	ICTSM	Classificação
Campinas	0,229	0,374	0,537	Emergente
Indaiatuba	0,502	0,715	0,597	Emergente
Santo André	0,206	0,383	0,552	Emergente
São Bernardo do Campo	0,967	0,534	0,132	Crítico
São Caetano do Sul	0,204	0,743	0,769	Resiliente

Fonte: Elaborado pelos autores, com base na metodologia ICTSM (2025).

A indústria automobilística paulista, analisada pelo ICTSM, apresenta um quadro de marcada heterogeneidade. São Caetano do Sul se destaca como município resiliente, com ICTSM de 0,769, resultado da combinação de baixa vulnerabilidade (VSE = 0,204) e alta capacidade adaptativa (CA = 0,743). Sua posição reforça a relevância de ativos territoriais diversificados e da qualificação da força de trabalho, que podem sustentar empregos de qualidade diante da eletrificação e digitalização do setor.

Na faixa dos emergentes estão Campinas (ICTSM = 0,537), Indaiatuba (0,597) e Santo André (0,552). Campinas alia vulnerabilidade relativamente baixa (VSE = 0,229) a capacidade adaptativa limitada (CA = 0,374), sinalizando a necessidade de transformar sua robusta base científica e tecnológica em vetor efetivo de reconversão produtiva. Indaiatuba apresenta equilíbrio moderado entre vulnerabilidade (VSE = 0,502) e capacidade adaptativa mais elevada (CA = 0,715), o que indica potencial, mas requer políticas ativas para consolidar vantagens na transição automotiva. Santo André, por sua vez, combina vulnerabilidade baixa (VSE = 0,206) com capacidade adaptativa reduzida (CA = 0,383), o que limita seu avanço no processo de reconversão.

São Bernardo do Campo aparece como o caso mais crítico, com ICTSM de apenas 0,132. O município apresenta vulnerabilidade extremamente elevada (VSE

= 0,967), que não é compensada por sua capacidade adaptativa intermediária (CA = 0,534). Apesar de sua histórica centralidade na indústria automotiva, esse resultado evidencia fragilidades estruturais e a necessidade urgente de investimentos em modernização de plantas industriais, inovação tecnológica e requalificação profissional para evitar a exclusão produtiva.

Em síntese, os resultados do ICTSM revelam que a transição da indústria automotiva paulista não se apoia em ampla resiliência, mas sim em situações contrastantes: de um lado, São Caetano do Sul como polo resiliente; de outro, municípios emergentes que precisam consolidar sua adaptação e São Bernardo do Campo, em condição crítica, que demanda atenção urgente em políticas de diversificação produtiva, qualificação profissional e atração de investimentos tecnológicos.



Juventude e oportunidades estratégicas

A juventude dos polos automobilísticos paulistas é um ativo vital para a reconversão industrial. Programas como o Jovem Aprendiz Automotivo Verde podem vincular formação e prática profissional, maximizando esse potencial. A seguir, apresenta-se o Gráfico 3, que compara a população residente entre 15 e 29 anos nos cinco municípios analisados, nos anos de 2018 e 2024.

Gráfico 3 - População residente estimada de 15 a 29 anos nos municípios, em 2018 e 2024



Fonte: Elaborado pelos autores, com base no IBGE (2024).

A análise do Gráfico 3 mostra que Campinas, Santo André e São Bernardo do Campo concentram os maiores contingentes juvenis, com mais de 150 mil jovens em 2024. Indaiatuba e São Caetano do Sul apresentam volumes menores, porém estáveis. Esse cenário demográfico representa uma oportunidade concreta de ativação produtiva, especialmente em setores emergentes da indústria automotiva.

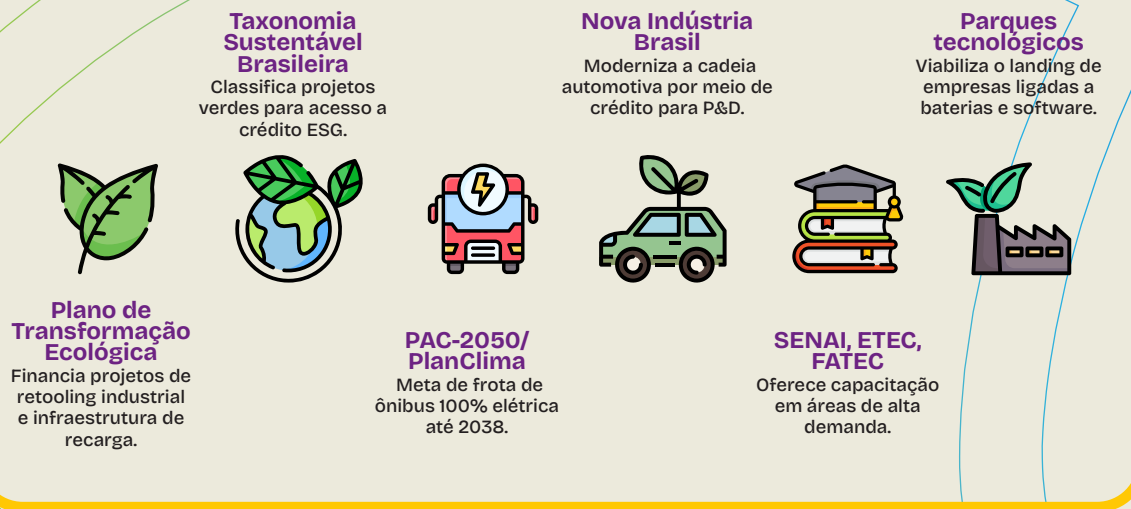
A formação técnica é essencial para a transição sustentável. Integração de instituições como ETECs e SENAI aos arranjos produtivos locais pode impulsionar essa mudança. Recomenda-se que Santo

André e Campinas avancem em programas como o Jovem Aprendiz Automotivo Verde, vinculando formação e prática profissional. Já São Bernardo do Campo e São Caetano do Sul podem fortalecer sua vocação fabril por meio de residências tecnológicas e incentivos à contratação de jovens qualificados.

Com juventude abundante, base educacional sólida e estrutura produtiva instalada, São Paulo tem todas as condições para fazer da qualificação técnica um motor estratégico da reindustrialização verde no setor automotivo. Esses resultados apontam que, embora os municípios paulistas apresentem trajetórias diferenciadas, a reconversão industrial só será viável com o alinhamento entre políticas públicas estruturantes, estratégias empresariais de descarbonização e investimentos direcionados à inovação.

A Figura 3 sintetiza os principais instrumentos já disponíveis em nível nacional e estadual que podem sustentar essa transformação, com destaque para os eixos de financiamento, inovação tecnológica e qualificação profissional.

Figura 3 - Políticas e Instrumentos para a Transição Justa e Reconversão Industrial e Inovação na Cadeia Automotiva



Fonte: Elaborado pelos autores.

O cruzamento dos marcos nacionais e estaduais evidencia oportunidades práticas para a indústria automotiva. Em financiamento, a combinação de PPAs renováveis e retrofit de linhas de pintura, prensas e HVAC pode reduzir custos de energia (R\$/MWh) e consumo por veículo (kWh/veículo). Em atração de empresas, destaca-se a homologação e instalação local de fornecedores de packs, BMS e inversores na região ABC-Campinas, com apoio da InvestSP. No campo do trabalho e qualificação, a meta é estruturar turmas especializadas em baterias e sistemas de alta tensão, com compromisso de inserção dos egressos em até 12 meses.



Lições Internacionais em Reconversão Automotiva

A reconversão da indústria automotiva tem se mostrado mais efetiva quando governos assumem papel ativo no financiamento, na inovação tecnológica e na requalificação da força de trabalho.

Na Alemanha, a criação de um fundo nacional de €1 bilhão apoiou fornecedores na modernização tecnológica, digitalização e adaptação à eletromobilidade. Foram também estruturados polos regionais de inovação que conectam empresas, universidades e centros de pesquisa, acelerando a difusão tecnológica.

Nos Estados Unidos, o estado de Michigan consolidou-se como polo da mobilidade elétrica. A combinação de incentivos fiscais e linhas de crédito da Inflation Reduction Act atraiu bilhões em investimentos para fábricas de baterias e veículos elétricos, envolvendo montadoras como GM, Ford e Stellantis e fortalecendo a cadeia local de fornecedores.

A China, por sua vez, estruturou uma estratégia de longo prazo com o Plano de Veículos de Nova Energia (2021-2035). O plano estabeleceu metas obrigatórias de vendas de elétricos, garantiu subsídios a P&D e incentivou a infraestrutura de recarga. O resultado foi a ascensão de empresas nacionais, como BYD e CATL, hoje líderes globais em veículos elétricos e baterias.

Estudos internacionais reforçam esses aprendizados: pesquisas recentes mostram que o apoio estatal à P&D e subsídios direcionados foram centrais para o sucesso europeu; no Japão, políticas de longo prazo em tecnologias híbridas sustentaram competitividade industrial; e revisões globais destacam que a digitalização e a requalificação da força de trabalho são dimensões críticas ainda pouco priorizadas, mas indispensáveis para uma transição justa.

Fontes: IEA (2021); Electrification Coalition (2023); ICCT (2021); Sustainable Development of the Automobile Industry in the United States, Europe, and Japan (2021).

O papel do setor empresarial é determinante nesse processo. Montadoras e fornecedores instalados no estado vêm direcionando investimentos para a eletrificação de frotas, desenvolvimento de novos componentes e automação dos processos produtivos. Tecnologias associadas à Indústria 4.0, como inteligência artificial e Internet das Coisas, têm sido incorporadas às plantas industriais, gerando ganhos de eficiência, redução de desperdícios e maior aderência às exigências ambientais e digitais do mercado automotivo global.



Experiências Nacionais em Reversão Automotiva

O Brasil já apresenta casos concretos de transição automotiva conduzidos pelo setor privado, em sintonia com tendências globais:

- ▶ Volkswagen (Anchieta e Taubaté): opera com eletricidade 100% renovável certificada por I-RECs e, desde 2024, utiliza biometano principalmente na etapa de Pintura, com potencial de redução de até 99% das emissões desse processo; ações alinhadas à estratégia global Way to Zero.
- ▶ GM (Brasil): o Relatório de Sustentabilidade 2023 (pub. 2024) apresenta iniciativas de economia circular e gestão do ciclo de vida de baterias; em comunicação oficial, a empresa informa recuperação/reciclabilidade superior a 95% de materiais de baterias, reforçando a circularidade.
- ▶ Stellantis (Brasil): anúncio oficial do Governo Federal (MDIC) registra R\$ 30 bilhões (2025–2030) em investimentos no país, com foco em descarbonização da cadeia de suprimentos, desenvolvimento Bio-Hybrid e lançamento de 40+ produtos no período.

Fonte: Volkswagen do Brasil (2024); General Motors (2024); General Motors (2022); Brasil – MDIC (2024).

A leitura integrada dos resultados territoriais, dos instrumentos nacionais/estaduais e das experiências internacionais mostra que São Paulo não parte do zero: já dispõe de ativos estratégicos para liderar a transição. Campinas e São Bernardo concentram a infraestrutura científica e fabril necessária para absorver investimentos em eletrificação, enquanto Santo André e Indaiatuba oferecem bases para inclusão produtiva e logística verde. Essa diversidade territorial permite que cada município assuma papéis complementares em uma mesma cadeia de valor.



Prioridades estratégicas para São Paulo

O diferencial de São Paulo reside em articular três eixos complementares, que se materializam em recomendações aplicáveis aos municípios analisados (Campinas, São Bernardo do Campo, Santo André, São Caetano do Sul e Indaiatuba), de forma a potencializar o papel de cada um na transição justa:

- ▶ Políticas públicas que viabilizam crédito e inovação – combinar PPAs renováveis com retrofit de plantas industriais, incentivos fiscais e programas de modernização.
- ▶ Empresas que já investem em digitalização e eletrificação – apoiar montadoras e fornecedores que atuam na transição para veículos elétricos, conectados e de baixo carbono.
- ▶ Uma base juvenil numerosa e educacionalmente estruturada, pronta para assumir funções críticas da indústria do futuro.

Não se trata de ruptura, mas de reversão territorial progressiva: apoio ao reequilíbrio fabril no ABC, fomento à inovação em polos como Indaiatuba e fortalecimento de Campinas como base tecnológica da mobilidade elétrica. Com juventude abundante, capacidade científica instalada e instrumentos institucionais já em operação, São Paulo pode transformar a transição automotiva em uma agenda de prosperidade social e competitividade global.

3.4 Pará e Maranhão – Mineração Sustentável e Papel Verde

A Amazônia Oriental, representada pelos estados do Pará e Maranhão, configura hoje uma das regiões mais estratégicas para a transição justa no Brasil. Reunindo alta concentração de recursos minerais, florestais e logísticos, esses territórios desempenham um papel duplo: são, ao mesmo tempo, motores da economia extrativa e zonas críticas de desigualdade, informalidade e vulnerabilidade social. A complexidade desse paradoxo exige abordagens territoriais diferenciadas, capazes de articular reconversão produtiva com inclusão sociolaboral, fortalecimento institucional e geração de riqueza a partir da sociobiodiversidade.

O Pará abriga o maior polo minerometalúrgico do país, a Província Mineral de Carajás, que articula extração de ferro, cobre e níquel com cadeias de siderurgia, metalurgia e logística de exportação. Já o Maranhão, em especial em sua faixa centro-sul, destaca-se pelo avanço do setor de papel e celulose e pela formação de novos arranjos logísticos e agroindustriais.

Ambos os estados estão inseridos em cadeias intensivas em carbono, mas também em territórios de importância estratégica para a conservação ambiental e o equilíbrio climático global. Nesse cenário, a transição justa ganha contornos particularmente sensíveis, exigindo pactuação federativa, marcos regulatórios robustos e mecanismos concretos de redistribuição territorial de oportunidades.

Indicadores socioeconômicos

Para ilustrar os diferentes perfis produtivos e as potencialidades de reconversão, foram analisados cinco municípios: Canaã dos Carajás, Parauapebas e Marabá (no Pará), além de Açailândia e Imperatriz (no Maranhão). A Tabela 7, a seguir, apresenta os principais indicadores socioeconômicos e de transição justa observados nesses territórios.

Tabela 7 - Indicadores Socioeconômicos da Indústria da Mineração no Pará e do Papel no Maranhão (2024)

Município	Dependência de vínculos formais (%)	Dependência da massa salarial (%)	Formalização (%)	MEIs per capita (mil hab.)	Jovens (15–29)	Crescimento dos Vínculos (2018–2024)
Canaã dos Carajás - PE	10,7	32,93	37,4	70,61	16.962	23,60%
Parauapebas - PE	6,8	23,09	42,3	54,35	53.256	10,20%
Marabá - PE	2,1	23,18	32,6	71,44	61.182	19,70%
Açailândia - PE	2,4	0,03	44,6	52,12	21.899	31,60%
Imperatriz - PE	0,8	6,15	58,5	97,30	57.082	18,30%

Fonte: Elaborado pelos autores, com base em RAIS, IBGE e dados municipais (2024).

A leitura integrada dos dados evidencia fortes contrastes entre os municípios analisados. Canaã dos Carajás desponta como o território mais dependente da mineração: 10,7% da economia e 32,9% da massa salarial estão ligados ao setor, com crescimento expressivo de vínculos formais (23,6%). Porém, a baixa formalização (37,4%) e a reduzida base jovem indicam riscos de fragilidade social e falta de diversificação.

Em Parauapebas, a dependência da massa salarial é também elevada (23,1%), mas o crescimento do emprego formal foi modesto (10,2%). A baixa formalização (42,3%) e o baixo índice de MEIs per capita revelam desafios adicionais para inclusão produtiva. A juventude local já soma mais de 53 mil pessoas — um contingente que, sem políticas ativas, corre o risco de ficar à margem da diversificação econômica.

Marabá apresenta um perfil mais equilibrado. Além de concentrar a maior população jovem da amostra (61 mil pessoas), registra crescimento robusto do emprego formal (19,7%) e o maior índice de MEIs per capita (71,4). Sua diversificação produtiva — mineração, metalurgia, agroindústria e logística ferroviária — sugere forte capacidade de se tornar um polo de reconversão produtiva na Amazônia Oriental.

No Maranhão, Açailândia surpreende pelo maior crescimento de vínculos formais (31,6%). Contudo, sua dependência da massa salarial é praticamente nula (0,03%), e o baixo índice de MEIs per capita (52,1) limita o dinamismo local.

Trata-se de um território em transformação, mas que ainda carece de um ecossistema empreendedor sólido.

Já Imperatriz se consolida como polo regional: maiores níveis de formalização (58,5%), liderança em MEIs per capita (97,3) e base jovem expressiva (57 mil pessoas). Com baixa dependência setorial, a cidade reúne condições para se afirmar como eixo de diversificação econômica, logística e formação de competências verdes.

O panorama revela um mosaico regional: enquanto alguns municípios permanecem altamente dependentes da mineração e vulneráveis à informalidade, outros já demonstram sinais claros de diversificação e dinamismo. Essa heterogeneidade deve orientar políticas públicas adaptadas a cada perfil, com foco em diversificação econômica, empreendedorismo e inserção qualificada da juventude.

Resultados do ICTSM

Os resultados do ICTSM, apresentados na Tabela 8, permitem observar como municípios dos setores de mineração e papel e celulose no Pará e Maranhão combinam diferentes níveis de vulnerabilidade socioeconômica (VSE) e capacidade adaptativa (CA). A comparação desses indicadores evidencia a heterogeneidade regional e oferece subsídios para identificar onde a transição justa tende a enfrentar maiores desafios e onde pode encontrar condições mais favoráveis.



Tabela 8 - Resultados do ICTSM para municípios dos setores de Mineração e Papel e Celulose no Pará e Maranhão (2024)

Município	VSE	CA	ICTSM	Classificação
Canaã dos Carajás	0,794	0,759	0,395	Vulnerável
Marabá	0,748	0,466	0,343	Vulnerável
Parauapebas	0,707	0,516	0,389	Vulnerável
Açailândia	0,206	0,070	0,236	Crítico
Imperatriz	0,257	0,694	0,718	Resiliente

Fonte: Elaborado pelos autores, com base na metodologia ICTSM (2025).

Os resultados do ICTSM para os municípios da cadeia mineral e de papel e celulose no Pará e Maranhão revelam cenários contrastantes. Açailândia (MA) apresenta o pior desempenho regional (ICTSM = 0,236), classificado como crítico. O município combina baixíssima capacidade adaptativa (CA = 0,070) com vulnerabilidade relativamente controlada (VSE = 0,206). Esse quadro evidencia fragilidades severas, sobretudo pela limitada base institucional e produtiva, reforçando a necessidade de políticas urgentes de reconversão industrial e fortalecimento da economia local.

No Pará, os municípios mineradores exibem desempenho próximo, mas igualmente preocupante. Marabá registra ICTSM de 0,343 e Parauapebas 0,389, ambos enquadrados como vulneráveis. Em Marabá, a vulnerabilidade elevada (VSE = 0,748) associada a uma capacidade adaptativa limitada (CA = 0,466) restringe o potencial de diversificação, enquanto em Parauapebas a vulnerabilidade (VSE = 0,707) combinada com capacidade adaptativa pouco superior (CA = 0,516) coloca o município em situação de forte exposição aos riscos da descarbonização. Canaã dos Carajás apresenta o mesmo padrão, com ICTSM de 0,395,

vulnerabilidade muito alta (VSE = 0,794) e capacidade adaptativa relativamente elevada (CA = 0,759), mas ainda insuficiente para compensar sua forte dependência setorial.

Por outro lado, Imperatriz (MA) se destaca com ICTSM de 0,718, o mais elevado entre os municípios analisados, o que a posiciona como resiliente. O município alia vulnerabilidade relativamente baixa (VSE = 0,257) a uma capacidade adaptativa robusta (CA = 0,694), sustentada por infraestrutura diversificada e maior densidade institucional. Esse perfil reforça seu potencial de se consolidar como centro regional de qualificação e reconversão produtiva, especialmente em atividades ligadas ao papel e celulose e à economia verde.

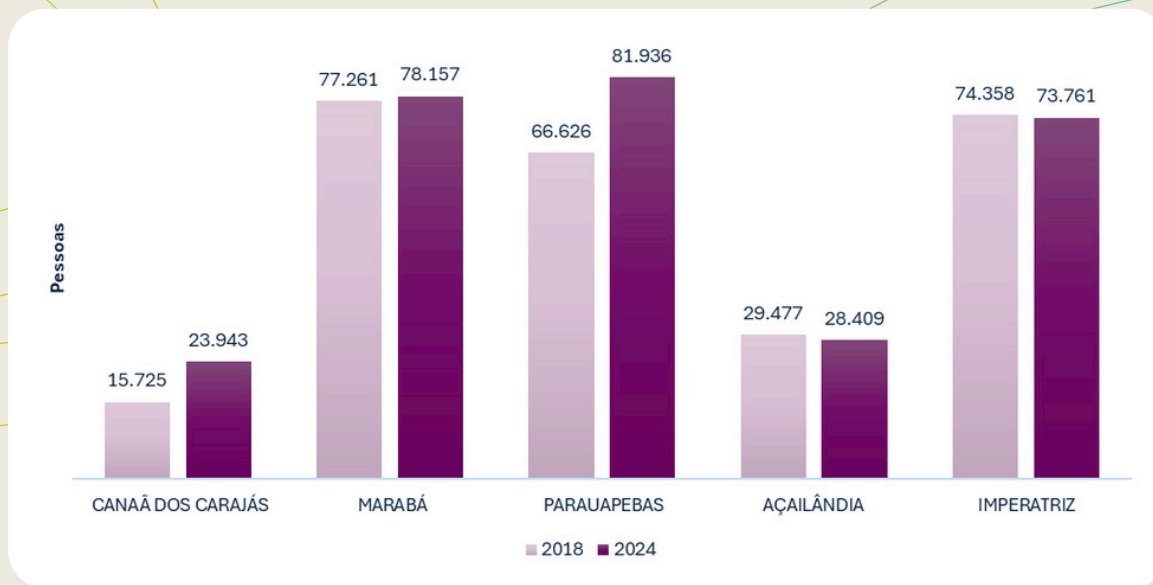
No conjunto, os resultados evidenciam que os municípios paraenses exigem estratégias de diversificação produtiva e fortalecimento institucional devido sua condição vulnerável. Já Açailândia demanda respostas imediatas para evitar o aprofundamento das desigualdades estruturais e a exclusão produtiva em um cenário de transição energética.



Juventude e oportunidades estratégicas

A juventude expressiva nesses territórios, estimada em mais de 200 mil jovens, pode ser catalisadora da reconversão produtiva, desde que integrada a políticas de capacitação técnica, empreendedorismo verde e inovação social. A seguir, apresenta-se o Gráfico 4, que mostra a evolução da população jovem (15–29 anos) entre 2018 e 2024 nos municípios analisados.

Gráfico 4 - População residente estimada de 15 a 29 anos nos municípios, em 2018 e 2024



Parauapebas lidera em volume absoluto de juventude, com 81.936 jovens em 2024, seguido de perto por Marabá (78.157) e Imperatriz (73.761). Esses três municípios concentram o maior contingente juvenil da região, o que os torna territórios prioritários para políticas de qualificação profissional, empregos verdes e inovação tecnológica.

Canaã dos Carajás, por sua vez, registrou o maior crescimento proporcional, saltando de 15.725 para 23.943 jovens no período analisado. Esse avanço expressivo reforça a necessidade de ampliar com urgência a infraestrutura de formação e inclusão produtiva, sobretudo em contextos ainda muito dependentes da mineração.

Já Açailândia e Imperatriz mantêm bases juvenis estáveis, com leve redução entre 2018 e 2024. Entretanto, sua melhor estrutura educacional e maior formalização do mercado de trabalho ampliam a capacidade de liderar programas técnicos voltados à bioeconomia florestal, à economia circular e às energias renováveis.

A juventude é, portanto, o ativo estratégico da Amazônia Oriental. Para transformar esse bônus demográfico em vantagem competitiva, será fundamental associar qualificação técnica, inovação e diversificação produtiva a um arcabouço institucional robusto que dê sustentação às iniciativas locais.

Fonte: Elaborado pelos autores, com base no IBGE (2024).

Figura 4 - Políticas e Instrumentos para a Transição Justa no estado Para e Maranhão

Esse respaldo institucional já está em construção. No nível federal, a Taxonomia Sustentável Brasileira (2024), o Plano de Transformação Ecológica (2024) e a Nova Indústria Brasil (2024) criam bases para financiamento verde, atração de empresas de baixo carbono e programas de requalificação profissional. Já em âmbito estadual, o Plano Amazônia Agora (Pará) e a Estratégia Maranhão 2050 avançam com incentivos fiscais, fundos de crédito e iniciativas voltadas à mineração sustentável, ao papel e celulose e à bioeconomia.

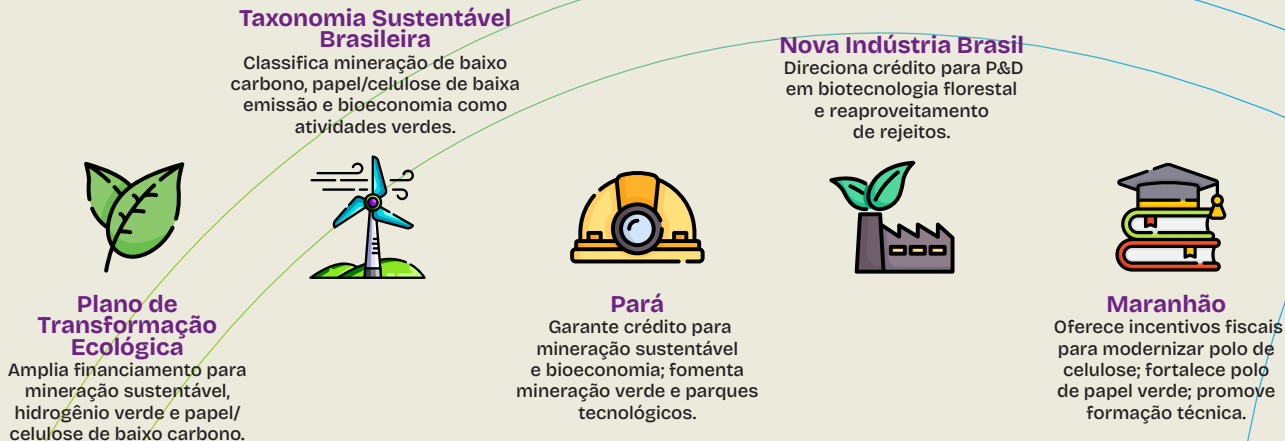
A Figura 4 mostra como esses marcos podem ser aplicados de forma prática às cadeias de mineração e papel/celulose, conectando financiamento, atração de investimentos e impactos sobre o trabalho.

A Amazônia Oriental já conta com instrumentos relevantes em diferentes níveis de governo. O desafio, contudo, não é acumular políticas, mas transformá-las em trajetórias concretas de reconversão produtiva.

No Pará, o Plano Amazônia Agora fortalece a mineração sustentável e a bioeconomia florestal; no Maranhão, a Estratégia Maranhão 2050 incentiva a modernização do polo de papel e celulose. Esses marcos se articulam a

políticas federais, Taxonomia Sustentável, Nova Indústria Brasil e Plano de Transformação Ecológica, que ampliam crédito verde e inovação.

O ponto central é a articulação: quando financiamento, tecnologia e formação se encontram, os resultados vão além da redução de emissões — criam novos mercados, diversificam economias e fortalecem a coesão social nos territórios.



Fonte: Elaborado pelos autores.



Lições Internacionais para Mineração, Aço e Papel Verde

Projetos de sucesso em outros países mostram que a transição justa em setores como mineração e papel e celulose é mais eficaz quando há colaboração. Governos viabilizam a infraestrutura necessária (energia, hidrogênio, etc.), enquanto as empresas lideram com projetos inovadores e capacitação de equipes. O resultado dessa parceria é a redução de custos operacionais (OPEX), acesso a mercados exigentes e a garantia de novos contratos.

Experiências de Sucesso no Mundo:

Gestão de Água e Parceria Público-Privada (Peru): Na mina de cobre Cerro Verde, um projeto inovador de parceria público-privada (PPP) para tratamento de esgoto e água garantiu $\sim 1 \text{ m}^3/\text{s}$ de efluente tratado. Essa iniciativa não só permitiu a expansão da produção da mina com segurança hídrica, mas também atendeu às necessidades da cidade de Arequipa. Esse modelo de PPP é totalmente aplicável a polos minerários no Brasil, como o corredor Carajás-São Luís.

Eficiência Energética e Bioenergia (Finlândia): A fábrica de celulose da Metsä Kemi se tornou "energia-positiva", produzindo $\sim 2 \text{ TWh}/\text{ano}$ de eletricidade renovável e vendendo o excedente para a rede local. Mais de 50% da energia do setor de papel e celulose europeu vem de resíduos de biomassa (como o licor negro). A adoção de tecnologias como a cogeração (CHP) e as bombas de calor elétricas para recuperação de calor do processo, pode suprir até 65% das necessidades de calor da indústria. Isso representa uma grande oportunidade para modernizar as fábricas no Maranhão e Pará, tornando-as mais competitivas e sustentáveis.

Fonte: IEA (2022, 2023); WORLD BANK (2019); FURSZYFER DEL RIO et al. (2022).

As experiências internacionais e os movimentos empresariais já em curso mostram que a Amazônia Oriental tem condições de alinhar reconversão produtiva com inserção competitiva em mercados globais cada vez mais exigentes. O desafio estratégico é garantir que esses avanços se traduzam em oportunidades distribuídas entre territórios e trabalhadores, fortalecendo cadeias de valor locais.

Marabá e Imperatriz podem liderar como plataformas de diversificação e inovação, conectando cadeias minerais e florestais. Já Parauapebas e Canaã dos Carajás exigem ações urgentes de qualificação e estímulo ao empreendedorismo, reduzindo a dependência da mineração. Açailândia, por sua vez, oferece um modelo de economia mais diversificada, capaz de sustentar experimentações em bioeconomia e circularidade industrial.





Estratégias Empresariais em Curso

As grandes empresas já estão mobilizando investimentos robustos para alinhar suas operações às exigências de descarbonização e inovação. No setor mineral, a Vale vem liderando com projetos voltados à redução de emissões e maior eficiência produtiva. No setor florestal e de papel, a Suzano tem apostado em soluções baseadas na natureza e no fortalecimento das cadeias locais como diferencial competitivo.

Vale – Mineração Sustentável

- ▶ Meta: neutralidade de carbono até 2050, com US\$ 6 bilhões em investimentos até 2030
- ▶ Inovações-chave: produção de aço verde com hidrogênio, uso ampliado de energia renovável e eletrificação de equipamentos pesados
- ▶ Eficiência e tecnologia: veículos autônomos, monitoramento em tempo real e gestão hídrica e energética de alta performance

Suzano – Papel Verde e Bioeconomia

- ▶ Meta: remover 40 milhões tCO₂ até 2030
- ▶ Prática: manejo florestal de precisão e expansão de áreas de silvicultura certificada
- ▶ Inovação em produtos: desenvolvimento de biomateriais a partir da celulose e outras soluções florestais
- ▶ Impacto territorial: fortalecimento de fornecedores locais e diversificação de cadeias produtivas na região de Imperatriz (MA)

Fontes: (SUZANO, 2021) (VALE, 2021).

Mais do que instrumentos, a região conta com ativos estratégicos: a infraestrutura educacional consolidada do Maranhão, capaz de formar técnicos para bioeconomia e energias limpas; a numerosa juventude paraense, que precisa ser incorporada em programas de capacitação e empreendedorismo; e polos logísticos como Marabá, com potencial para integrar cadeias minerais e florestais em uma base inovadora de desenvolvimento.



Prioridades estratégicas para Pará e Maranhão

As recomendações a seguir se aplicam aos municípios analisados nos dois estados, destacando seus papéis estratégicos na reconversão produtiva:

- ▶ Transformar a juventude em vetor de reconversão, com políticas de qualificação técnica para mineração verde, papel/celulose e bioeconomia.
- ▶ Alinhar crédito e inovação tecnológica a projetos-âncora empresariais, ampliando encadeamentos produtivos locais.
- ▶ Consolidar municípios estratégicos como plataformas regionais, a exemplo de Marabá (logística integrada), Imperatriz (qualificação técnica) e Açailândia (diversificação industrial).

Enxergar a transição justa como vetor de desenvolvimento econômico é compreender que o futuro da Amazônia Oriental depende não apenas da extração de recursos, mas da capacidade de inovar, formar talentos e gerar valor de maneira sustentável e competitiva.

3.5 Minas Gerais – Reconversão Minerometalúrgica e Liderança na Transição Justa

Minas Gerais ocupa uma posição singular na economia brasileira. Seu nome carrega, há séculos, a força da mineração, atividade que ainda hoje sustenta seu protagonismo: o estado responde por 62% da produção nacional de minério de ferro (IBRAM, 2023) e abriga, no Quadrilátero Ferrífero, um dos complexos minerometalúrgicos mais relevantes do mundo. Com cerca de 7 mil km², essa região concentra operações de grande escala, como a mina Casa de Pedra da CSN, e articula extração, beneficiamento e transformação industrial em aço, apoiada por infraestrutura logística robusta, mão de obra especializada e instituições de pesquisa que a tornam um polo de inovação.

Estruturado em torno das cidades de Nova Lima, Itabira, Mariana, Ouro Preto e Ipatinga, o Quadrilátero integra cadeias produtivas de alta intensidade energética e técnica, conectadas a mercados globais.

Hoje, porém, esse território enfrenta o desafio de uma reconversão profunda. A pressão internacional por descarboniza-

ção industrial e os limites de um modelo excessivamente dependente da mineração impõem a necessidade urgente de uma transição justa. Não se trata apenas de preservar a posição do estado na cadeia minerometalúrgica global, mas de reposicioná-lo estrategicamente, combinando competitividade, sustentabilidade e inclusão produtiva.

Indicadores socioeconômicos

É nesse contexto que a Tabela 9 apresenta os principais indicadores socioeconômicos dos cinco municípios mineradores analisados, sintetizando fatores-chave para avaliar sua capacidade de resposta à transição: dependência setorial, vínculos formais, nível de formalização, base educacional, população jovem e evolução recente do emprego.

Tabela 9 - Indicadores Socioeconômicos da Indústria da Mineração em Minas Gerais (2024)

Município	Dependência de vínculos formais (%)	Dependência da massa salarial (%)	Formalização (%)	MEIs per capita (mil hab.)	Jovens (15–29)	Crescimento dos Vínculos (2018–2024)
Ipatinga	9,57	19,86	41,43	160,71	49.380	-7,70
Itabira	13,98	28,61	42,28	107,53	24.010	18,44
Mariana	13,07	25,02	43,17	97,53	14.759	3,27
Nova Lima	12,46	29,47	72,91	122,02	23.176	1,37
Ouro Preto	23,24	35,49	40,45	117,55	16.845	52,93

Fonte: Elaborado pelos autores, com base em RAIS, IBGE e dados municipais (2024).



A diversidade de perfis municipais dentro do Quadrilátero Ferrífero evidencia contrastes importantes entre vulnerabilidade e potencial de reconversão produtiva. Ouro Preto apresenta a maior dependência da mineração, com 23,24% dos vínculos formais de trabalho e 35,49% da massa salarial ligados ao setor, além de baixa formalização (40,45%) e uma base jovem de 16.845 pessoas. Apesar de ter registrado crescimento expressivo de vínculos formais entre 2018 e 2024 (+52,93%), sua estrutura segue fortemente concentrada no extrativismo. Isso significa que qualquer transição desordenada pode gerar impactos sociais severos.

Mariana exibe um perfil semelhante, com 13,07% dos vínculos e 25,02% da massa salarial dependentes da mineração, além de crescimento modesto no emprego formal (+3,27%). Sua fragilidade institucional reforça a necessidade de políticas de diversificação produtiva e qualificação emergencial.

Em contraste, Nova Lima apresenta um cenário mais robusto. Embora ainda mantenha 12,46% dos vínculos e 29,47% da massa salarial associados à mineração, o município possui o maior nível de formalização entre os analisados (72,91%) e crescimento estável de vínculos (+1,37%). É o território mais bem posicionado para liderar a reconversão minerometalúrgica, funcionando como vitrine tecnológica do Quadrilátero.

Itabira, por sua vez, combina dependência significativa (13,98% dos vínculos; 28,61% da massa salarial) com uma

base educacional sólida. Registrou crescimento expressivo de empregos formais no período (+18,44%), resultado de parcerias institucionais e investimentos em formação técnica. Esse dinamismo recente indica que o município pode se tornar um polo regional de inovação verde.

Ipatinga apresenta maior fragilidade. Embora tenha a menor dependência relativa da mineração (9,57% dos vínculos; 19,86% da massa salarial), registrou queda acentuada no emprego formal (-7,70%) e mantém baixo nível de formalização (41,43%). A cidade vive um paradoxo: menos dependente da mineração, mas mais vulnerável pela perda de empregos e pela permanência em modelos produtivos intensivos em carbono.

Assim, enquanto Ouro Preto e Mariana revelam maior exposição aos riscos da transição, Nova Lima e Itabira se destacam por reunir condições socioeconômicas capazes de sustentar a reconversão. Ipatinga, por sua vez, demanda atenção imediata para evitar o agravamento de sua crise ocupacional. O desafio central é equilibrar os diferentes ritmos de transição dentro do mesmo território.

Resultados do ICTSM

A Tabela 10, a seguir, aprofunda essa análise por meio do Índice de Capacidade de Transição Sustentável Municipal (ICTSM), que sintetiza vulnerabilidades e capacidades adaptativas de cada município diante da transição justa.

Tabela 10 - Resultados do ICTSM para municípios do setor de Mineração (2024)

Município	VSE	CA	ICTSM	Classificação
Itabira	0,715	0,871	0,498	Vulnerável
Ipatinga	0,125	0,506	0,665	Emergente
Mariana	0,649	0,01	0,059	Crítico
Nova Lima	0,205	0,685	0,738	Resiliente
Ouro Preto	0,851	0,478	0,267	Vulnerável

Fonte: Elaborado pelos autores, com base na metodologia ICTSM (2025).

Os resultados do ICTSM mostram um cenário de forte heterogeneidade entre os municípios mineradores do Quadrilátero Ferrífero. As classificações variam de críticos a resilientes, revelando tanto fragilidades estruturais quanto potenciais de reconversão produtiva.

Mariana apresenta o quadro mais preocupante, com ICTSM de apenas 0,059, o menor da amostra. Apesar de sua relevância histórica na mineração, o município combina vulnerabilidade socioeconômica elevada (VSE = 0,649) com baixíssima capacidade adaptativa (CA = 0,010), o que o posiciona na condição crítica. Essa situação demanda ações imediatas de diversificação econômica e proteção social para mitigar riscos de exclusão produtiva.

Na faixa intermediária, Itabira (ICTSM = 0,498) e Ouro Preto (ICTSM = 0,267) figuram como vulneráveis. Itabira, embora possua alta capacidade adaptativa (CA = 0,871), apresenta vulnerabilidade elevada (VSE = 0,715), o que limita seu potencial de transição. Ouro Preto, por sua vez, combina a maior vulnerabilidade do grupo (VSE = 0,851) com capacidade adaptativa moderada (CA = 0,478), refletindo sua forte dependência da mineração e fragilidades sociais acumuladas.

Ipatinga desponta como município emergente, com ICTSM de 0,665. Sua baixa vulnerabilidade (VSE = 0,125) combinada a uma capacidade adaptativa intermediária (CA = 0,506) reforça sua posição estratégica para liderar processos de inovação tecnológica e reconversão produtiva na siderurgia e setores associados.

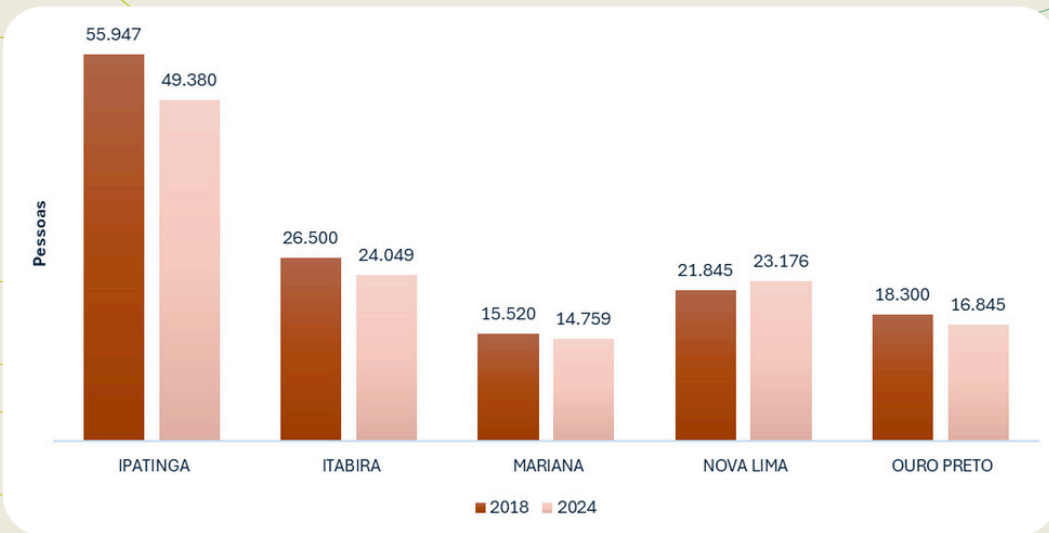
Nova Lima se destaca como o único município resiliente, com ICTSM de 0,738. Esse resultado decorre da combinação de baixa vulnerabilidade (VSE = 0,205) com alta capacidade adaptativa (CA = 0,685), apoiada em diversificação econômica, qualificação da mão de obra e maior densidade institucional.

No conjunto, os resultados reforçam que a transição justa na mineração de Minas Gerais não é homogênea. Enquanto municípios como Nova Lima e Ipatinga apresentam condições favoráveis para avançar gradualmente em direção a uma economia de baixo carbono, Mariana, Itabira e Ouro Preto exigem respostas urgentes em termos de reconversão produtiva, proteção social e políticas de qualificação profissional.



Juventude e oportunidades estratégicas

A expressiva base jovem da região, com mais de 128 mil pessoas entre 15 e 29 anos, pode se tornar um ativo decisivo, desde que mobilizada por políticas de qualificação, empreendedorismo verde e inovação territorializada. A seguir, o Gráfico 5 apresenta a evolução da população jovem nos principais municípios mineradores, comparando os anos de 2018 e 2024.

Gráfico 5 - População residente estimada de 15 a 29 anos nos municípios, em 2018 e 2024

Fonte: Elaborado pelos autores, com base no IBGE (2024).

O gráfico evidencia que Ipatinga concentra a maior população jovem da região, com 49.380 pessoas em 2024, seguida por Itabira (24.049), Nova Lima (23.176), Ouro Preto (16.845) e Mariana (14.759). Todos os municípios apresentaram queda ou estabilidade em relação a 2018, o que reforça a urgência de políticas voltadas à retenção e valorização dessa juventude nos próprios territórios.

Esse perfil demográfico é um insumo estratégico para a reconversão. A transição verde só terá êxito se conseguir transformar esse contingente em mão de obra qualificada para setores emergentes. Conforme apontado pelo UNICEF (2024), atividades

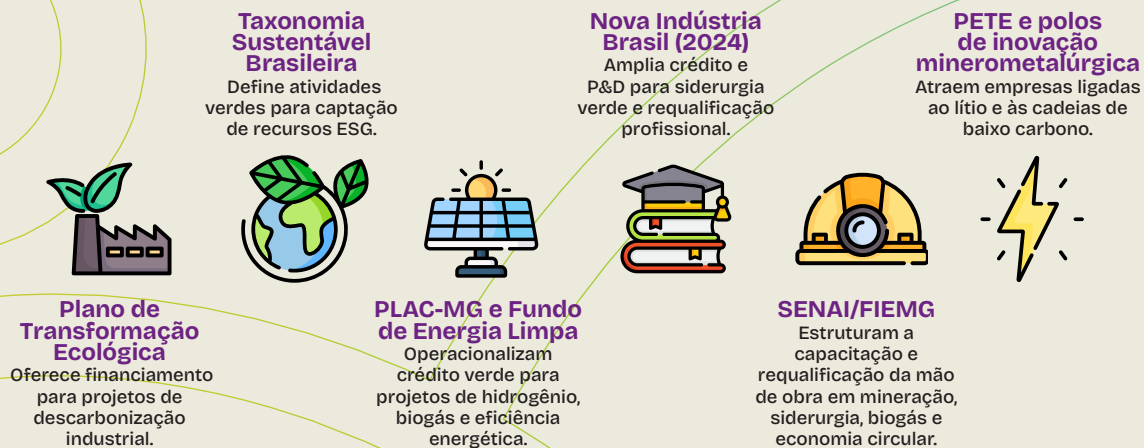
como retrofit industrial, recondicionamento de equipamentos, serviços ambientais e economia circular oferecem alto potencial de absorção dessa força de trabalho, desde que articuladas a programas territorializados de capacitação.

As vocações locais reforçam essa necessidade de diferenciação. Em Nova Lima e Itabira, a infraestrutura educacional instalada favorece a formação técnica avançada em tecnologias limpas e mineração de precisão. Em Mariana e Ouro Preto, a alta dependência setorial e os baixos índices de formalização exigem programas emergenciais de qualificação voltados à bioeconomia mineral, restauração ecológica e manejo sustentável de rejeitos. Já em Ipatinga, a prioridade é alinhar a juventude ao desafio da siderurgia verde, preparando-a para atuar em processos de descarbonização industrial e inovação tecnológica.

A mobilização dessa juventude e a capacidade de reconversão produtiva dos municípios só serão viáveis se houver um ambiente institucional e de financiamento capaz de sustentar a transição. Minas Gerais dispõe hoje de um conjunto de instrumentos nacionais e estaduais que oferecem essa base, articulando crédito verde, atração de empresas estratégicas e programas de requalificação profissional.

A Figura 5 a seguir, representa como a Taxonomia Sustentável Brasileira (2024), o Plano de Transformação Ecológica (2024), a Nova Indústria Brasil (2024) e as políticas estaduais se conectam para apoiar a transição justa da indústria minerometalúrgica.

Figura 5 - Políticas e Instrumentos para a Transição Justa na Indústria Minerometalúrgica e Siderúrgica



A Figura 5 evidencia que Minas Gerais já conta com uma base sólida para sustentar a transição minerometalúrgica. Instrumentos federais como a Taxonomia Sustentável Brasileira, o Plano de Transformação Ecológica e a Nova Indústria Brasil já criam acesso a crédito verde e orientam recursos para inovação em setores estratégicos.

No âmbito estadual, iniciativas como o PLAC-MG, a Política Estadual de Transição justa (PETE) e a Rota da Descarbonização da Indústria Mineira reforçam essa direção. A combinação desses mecanismos posiciona Minas como um dos poucos estados capazes de conectar financiamento, inovação e emprego de forma integrada.

Mais do que um arcabouço regulatório, trata-se de um diferencial competitivo: o desafio agora é transformar instrumentos em resultados concretos, acelerando a reconversão produtiva e distribuindo oportunidades entre os territórios do Quadrilátero



Lições Internacionais em Reconversão Minerometalúrgica

A reconversão da mineração e da siderurgia é mais efetiva quando governos assumem papel ativo no financiamento direcionado, criam sinais de demanda (padrões e compras públicas) e investem em qualificação da força de trabalho. Esse conjunto de políticas tem permitido transformar setores intensivos em carbono em polos competitivos de baixo carbono.

Alemanha — Conversão tecnológica com apoio estatal e mecanismo condicional.

A União Europeia aprovou €1 bilhão para o programa SALCOS/Salzgitter, que substitui altos-fornos a carvão pela rota de redução direta do ferro combinada a fornos elétricos a arco, utilizando hidrogênio renovável. Em paralelo, o projeto tkH₂Steel (thyssenkrupp) recebeu €550 milhões em subvenção direta, além de um mecanismo de pagamento condicional inspirado em contratos por diferença de carbono. Esses instrumentos aceleraram a adoção de novas rotas produtivas e consolidaram a Alemanha como referência global em aço de baixas emissões.

Canadá — Retrofit de altos-fornos com fundos federais e banco público.

O governo federal destinou C\$400 milhões por meio do Strategic Innovation Fund para a ArcelorMittal Dofasco, em Ontário, viabilizando a conversão de altos-fornos em fornos elétricos a arco, com contrapartida de C\$500 milhões do governo provincial. Já a Algoma Steel recebeu até C\$200 milhões do mesmo fundo, além de C\$220 milhões do Canada Infrastructure Bank, em um projeto de modernização produtiva avaliado em C\$703 milhões. Essa combinação de recursos públicos e privados permitiu acelerar a descarbonização da siderurgia, preservando empregos de qualidade e criando novas oportunidades técnicas.

Padrões e demanda: referência internacional para compras e crédito.

A Agência Internacional de Energia estabeleceu parâmetros de “aço quase zero” (near-zero steel), com limites de emissões entre 50 e 400 kg de CO₂ por tonelada, dependendo do teor de sucata utilizado. Também recomenda o uso de compras públicas verdes e contratos de longo prazo como instrumentos para destravar os primeiros projetos e dar previsibilidade de receita.

Fontes: (SUZANO, 2021) (VALE, 2021).

A posição internacional demonstra que setores intensivos em carbono só avançam quando políticas públicas, infraestrutura e inovação caminham em paralelo. Para Minas, isso implica preparar o terreno para novas rotas tecnológicas — da siderurgia verde ao reaproveitamento de rejeitos — e criar condições para atrair investimentos de longo prazo.

Essas iniciativas confirmam que a transição minerometalúrgica já é uma realidade em curso no Brasil. Para Minas Gerais, o desafio não é começar do zero, mas acelerar a transformação, convertendo instrumentos e pilotos em resultados de escala.



Experiências Nacionais em Reversão Minerometalúrgica

O Brasil já avança em iniciativas empresariais que iluminam caminhos para Minas Gerais:

- ▶ **Vale:** investimentos anunciados até 2030 para neutralidade de carbono, com ênfase em eletrificação de equipamentos, briquetes de minério de alta eficiência e expansão do transporte ferroviário eletrificado.
- ▶ **Usiminas:** parcerias com universidades e centros tecnológicos para rotas de hidrogênio verde aplicadas à siderurgia, conectando P&D e demonstração.
- ▶ **CSN Mineração:** operação de caminhões elétricos em minas e acordo com órgão de fomento para substituição de combustíveis fósseis em processos térmicos.
- ▶ **Gerdau:** PPAs de energia solar de longo prazo para reduzir custo e volatilidade da energia e assegurar fornecimento renovável nas plantas.

Fontes: Vale (2021; 2024); Finep (2023); Usiminas (2023); Gerdau (2022).



Prioridades estratégicas para Minas Gerais

As recomendações a seguir estão orientadas aos municípios analisados no estado (Ipatinga, Mariana, Ouro Preto, Itabira e Nova Lima), considerando suas vocações e desafios na transição minerometalúrgica:

- ▶ Atração de investimentos de baixo carbono, direcionando recursos para siderurgia verde e mineração sustentável; Ipatinga pode consolidar-se como polo da siderurgia verde.
- ▶ Formação de capital humano qualificado, com programas de capacitação técnica e tecnológica alinhados à nova siderurgia e mineração de precisão; mobilizar juventude e instituições de ensino para transformar esse contingente em motor de inovação e produtividade.
- ▶ Diversificação territorial, incentivando cadeias emergentes que reduzam a dependência do extrativismo: Mariana e Ouro Preto exigem políticas urgentes de diversificação econômica e recuperação ambiental; Itabira e Nova Lima reúnem condições de se tornarem laboratórios de inovação minerária.

A análise integrada dos territórios confirma que a transição justa não pode ser entendida apenas como um processo de substituição tecnológica, mas como uma estratégia de desenvolvimento territorial. Ao orientar recomendações específicas para cada município analisado, o estudo demonstra que é possível alinhar descarbonização, preservação de empregos e diversificação econômica. Essa abordagem territorializada reforça o papel das políticas públicas e das parcerias com o setor privado em converter ativos locais em oportunidades de futuro, assegurando que a transição seja socialmente inclusiva e economicamente sustentável.

3.6 Mato Grosso – Transição Sustentável na Agropecuária Extensiva

Mato Grosso consolidou-se, nas últimas décadas, como o epicentro da agropecuária extensiva brasileira, respondendo por aproximadamente 30% da produção nacional de soja (IBGE, 2023) e 15% do rebanho bovino do país (IBGE, 2022). Essa centralidade produtiva garante ao estado uma posição estratégica no agronegócio mundial, mas também o expõe a pressões crescentes relacionadas à sustentabilidade ambiental, rastreabilidade das cadeias produtivas e adequação a protocolos de mercados internacionais cada vez mais restritivos (OECD et al., 2024; CEPAL, 2022).

Entre 2018 e 2024, os cinco municípios analisados para esta cadeia – Diamantino, Sorriso, Campo Novo do Parecis, Nova Ubiratã e Sapezal – concentraram mais de 22 mil vínculos formais diretos na agropecuária extensiva. Esses territórios expressam diferentes graus de dependência setorial e capacidade de adaptação, o que reforça a necessidade de estratégias territorializadas de reconversão produtiva. O desafio central é preservar a competitividade econômica, ao mesmo tempo em que se incorporam práticas regenerativas, diversificação produtiva e inovação tecnológica.

Em 2024, o complexo agropecuário segue como base do PIB estadual e sustenta milhares de famílias nos municípios analisados. Entretanto, o crescimento contínuo da produção agrícola vem acompanhado de pressões cada vez mais fortes por modernização e rastreabilidade, tornando urgente a adoção de sistemas produtivos alinhados às exigências internacionais de sustentabilidade.

Indicadores socioeconômicos

A Tabela 11 sintetiza os principais indicadores socioeconômicos dos municípios analisados, destacando a dependência da cadeia agropecuária extensiva, o grau de formalização do mercado de trabalho, a densidade educacional e as características demográficas que influenciam a capacidade de transição sustentável.



Tabela 11 - Indicadores Socioeconômicos dos Municípios da Cadeia de Agropecuária Extensiva em MT (2024)

Município	Dependência de vínculos formais (%)	Dependência da massa salarial (%)	Formalização (%)	População jovem (15-29 anos)	Vínculos na agropecuária
Nova Ubiratã	64,13	69,90	46,87	3.218	2.465
Sapezal	53,87	63,46	59,51	8.398	7.232
Campo Novo do Parecis	35,34	43,74	51,02	9.127	6.357
Diamantino	34,74	39,71	62,35	5.982	3.299
Sorriso	10,87	12,29	45,39	32.262	4.157

Fonte: Elaborado pelos autores, com base em dados municipais da RAIS, IBGE e SINCOFI (2024).

Os dados revelam fortes assimetrias entre os municípios mato-grossenses vinculados à cadeia da agropecuária extensiva, tanto em termos de dependência econômica quanto de estrutura do mercado de trabalho e capacidade de transição.

Nova Ubiratã apresenta a maior especialização produtiva do grupo: 64,13% dos vínculos formais e 69,90% da massa salarial estão diretamente ligados ao setor. Com 2.465 vínculos na agropecuária e uma população jovem de 3.218 pessoas, o município combina dinamismo local com baixa formalização (46,87%), revelando vulnerabilidades que exigem diversificação produtiva e qualificação da força de trabalho.

Sapezal, com 7.232 vínculos no setor e 53,87% do total municipal atrelados à agropecuária, alia alta dependência econômica a uma base jovem expressiva (8.398 pessoas). Apesar da formalização moderada (59,51%), a forte concentração (63,46% da massa salarial) demanda estratégias de inovação e diversificação econômica para reduzir riscos e ampliar empregos qualificados.

Campo Novo do Parecis ocupa posição intermediária, com 6.357 vínculos no setor e dependência moderada (35,34% dos vínculos e 43,74% da massa salarial). A presença de 9.127 jovens e formalização de 51,02% indicam equilíbrio maior,

mas ainda com desafios de capacitação e modernização. O município tem condições de se consolidar como polo de transição, combinando tradição produtiva e inovação.

Diamantino se destaca pela maior taxa de formalização (62,35%) e dependência setorial moderada. Com 3.299 vínculos e 5.982 jovens, o território mostra estrutura de mercado mais diversificada e equilibrada, configurando-se como espaço estratégico para políticas-piloto de transição sustentável.

Sorriso, por sua vez, apresenta apenas 10,87% de vínculos dependentes da agropecuária, mas concentra a maior população jovem do grupo (32.262 pessoas). Sua economia diversificada e dinâmica, associada a esse contingente demográfico, posiciona o município como líder natural dos processos de transição justa na região.

Resultados ICTSM

Para aprofundar a comparação entre os municípios, a Tabela 12 apresenta os resultados do ICTSM, que oferece uma lente analítica para compreender as diferenças territoriais na agropecuária extensiva de Mato Grosso. O índice permite identificar não apenas os níveis de vulnerabilidade socioeconômica (VSE) e capacidade adaptativa (CA), mas também como essas dimensões se combinam para definir potenciais caminhos de reconversão produtiva e sustentabilidade.

Tabela 12 - Resultados do ICTSM para municípios do setor de Agropecuária Extensiva em Mato Grosso (2024)

Município	VSE	CA	ICTSM	Classificação
Sorriso	0,206	0,922	0,856	Resiliente
Campo Novo do Parecis	0,508	0,390	0,438	Vulnerável
Diamantino	0,340	0,266	0,419	Vulnerável
Nova Ubiratã	0,976	0,403	0,099	Crítico
Sapezal	0,713	0,320	0,303	Vulnerável

Fonte: Elaborado pelos autores, com base na metodologia ICTSM (2025).

Os resultados revelam padrões territoriais relevantes para o desenho de políticas de transição justa, evidenciando que a dependência da agropecuária extensiva se articula de formas distintas com vulnerabilidade socioeconômica (VSE) e capacidade adaptativa (CA).

Campo Novo do Parecis apresenta ICTSM de 0,438, resultado da combinação entre vulnerabilidade elevada (VSE = 0,508) e baixa capacidade adaptativa (CA = 0,390). O município está classificado como vulnerável, indicando a necessidade de consolidar estratégias de reconversão produtiva e fortalecimento institucional.

Diamantino registra ICTSM de 0,419, com vulnerabilidade intermediária (VSE = 0,340) e baixa capacidade adaptativa (CA = 0,266). Sua classificação como vulnerável aponta para a urgência em ampliar a infraestrutura educacional e políticas de diversificação econômica.

Nova Ubiratã é o caso mais crítico, com ICTSM de apenas 0,099. O município apresenta a maior vulnerabilidade do grupo (VSE = 0,976) e baixa capacidade adaptativa (CA = 0,403), o que o coloca entre os críticos. Essa condição demanda intervenções urgentes em qualificação profissional, inclusão social e diversificação produtiva.

Sapezal também se encontra em situação vulnerável, com ICTSM de 0,303, elevada vulnerabilidade (VSE = 0,713) e capacidade adaptativa limitada (CA = 0,320). Políticas multiescalares de apoio a cooperativas, transição agroecológica e agricultura sustentável se tornam prioritárias nesse contexto.

Por outro lado, Sorriso se destaca como município resiliente, alcançando ICTSM de 0,856, com a maior capacidade adaptativa (CA = 0,922) e a menor vulnerabilidade do grupo (VSE = 0,206). Seu desempenho confirma a relevância de ativos territoriais — como diversificação econômica, qualificação da força de trabalho e capacidade institucional — para liderar a transição sustentável no setor.

Em conjunto, os cinco municípios mostram que a vulnerabilidade social não é determinada apenas pela especialização produtiva, mas também pela presença (ou ausência) de infraestrutura educacional, capacidade institucional e diversificação econômica. Esses fatores serão determinantes para que a transição justa se traduza em manutenção e geração de empregos de qualidade no território.

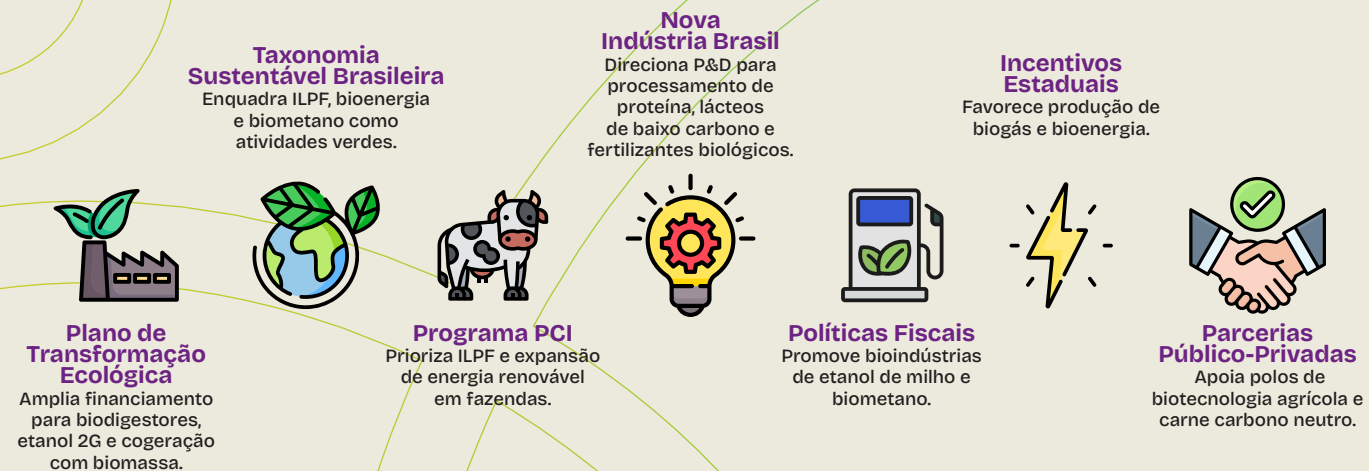


Juventude e oportunidades estratégicas

A dimensão demográfica é um ativo estratégico. Os cinco municípios analisados somam mais de 58 mil jovens (15–29 anos) em 2024, revelando uma janela de oportunidade para acelerar a adoção de tecnologias sustentáveis e consolidar cadeias produtivas de baixo carbono.

Para que esse potencial se converta em resultados concretos, é necessário alinhar os padrões territoriais identificados com os instrumentos de política pública já disponíveis em nível nacional e estadual. A Figura 6 representa como a Taxonomia Sustentável Brasileira, o Plano de Transformação Ecológica, a Nova Indústria Brasil e as políticas estaduais de Mato Grosso podem ser articuladas para estruturar a transição justa no setor agropecuário

Figura 6 - Políticas e Instrumentos para a Transição Justa na Indústria Agro no Estado de Mato Grosso



Fonte: Elaborado pelos autores.

A articulação entre os instrumentos apresentados no Quadro 05 e os padrões territoriais identificados nos municípios analisados evidencia que a transição justa no agro mato-grossense depende não apenas de crédito, inovação e regulação, mas também da capacidade de mobilizar sua base demográfica. O capital humano, especialmente a juventude rural, é o elo que conecta políticas de financiamento e inovação tecnológica à transformação efetiva das cadeias produtivas.

O Gráfico 6, a seguir, apresenta a população jovem (15–29 anos) residente nos municípios selecionados em 2018 e 2024, destacando a dimensão demográfica como ativo estratégico. Esses dados reforçam a centralidade da juventude como vetor de reconversão produtiva, sobretudo em áreas de maior vulnerabilidade socioeconômica, onde a criação de empregos verdes e programas de qualificação são determinantes para evitar que a transição se converta em exclusão social.

Gráfico 6 - População residente estimada de 15 a 29 anos nos municípios, em 2018 e 2024



Fonte: Elaborado pelos autores, com base no IBGE (2024).

Esse volume demográfico representa uma força de trabalho emergente que pode ser articulada a setores com alto potencial de absorção, como agricultura de precisão, biotecnologia agrícola, energias renováveis no campo, processamento de alimentos sustentáveis e turismo rural. Um destaque particular recai sobre as oportunidades de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), sistemas agroflorestais e desenvolvimento de bioinsumos, que exigem mão de obra qualificada em manejo sustentável, tecnologias digitais aplicadas ao campo e gestão ambiental.

A mobilização dessa força de trabalho já encontra respaldo em iniciativas estaduais e federais. O Programa Mato Grosso Sustentável (2023) foi lançado como resposta estra-

tégica à reconversão da cadeia agropecuária, estruturado em cinco eixos: mapeamento de oportunidades verdes, oferta de cursos técnicos, estímulo ao empreendedorismo rural, fortalecimento de parcerias com instituições de ensino e integração de municípios em arranjos produtivos locais. Em sua fase inicial, já cadastrou mais de 2.300 interessados, com destaque para Sorriso, Campo Novo do Parecis e Diamantino.



Prioridades estratégicas para Minas Gerais

A experiência internacional mostra que a transição no agro pode gerar ganhos de eficiência, redução de custos e acesso a mercados exigentes, quando articulada a políticas públicas e inovação tecnológica.

- ▶ China (Leste) – Programas governamentais de incentivo tecnológico elevaram a eficiência energética agrícola em larga escala, tornando a produção mais competitiva e resiliente às pressões ambientais (Luan et al., 2024).
- ▶ Agricultura 5.0 (Europa) – Uso de IoT, sensores e inteligência artificial em fazendas inteligentes reduziu custos operacionais e ampliou a eficiência energética e hídrica, consolidando margens de competitividade (Ragazou et al., 2022; Araújo et al., 2021).
- ▶ Índia – Projetos de biogás em propriedades familiares fortalecem a autonomia energética no campo, ao mesmo tempo em que reduzem emissões e reaproveitam resíduos agrícolas (Pestisha et al., 2023).
- ▶ FAO – Agricultura Climaticamente Inteligente (CSA) – Práticas de manejo sustentável, diversificação produtiva e sistemas integrados têm ampliado a resiliência climática e a competitividade de cadeias agroalimentares, mostrando que inovação e sustentabilidade podem caminhar juntas (FAO, 2022).

Insight-chave: Essas experiências demonstram que inovação tecnológica e modelos regenerativos podem alinhar competitividade com sustentabilidade, caminho essencial também para Mato Grosso.

Fonte: Luan et al. (2024); Ragazou et al. (2022); Araújo et al. (2021); Pestisha et al. (2023); FAO (2022).

Esse arcabouço institucional se soma ao Plano Estadual de Agricultura Sustentável (2023), que combina metas de produtividade agrícola e redução de emissões; ao Programa MT Mais Verde (2022–2026), voltado à inovação em agricultura regenerativa; e ao Plano Estadual de Educação Profissional Rural (2024), que amplia cursos técnicos em áreas estratégicas. No nível federal, o Plano de Transformação Ecológica (2023) e a Nova Indústria Brasil (2024) reconhecem o papel de Mato Grosso e destinam instrumentos de crédito, capacitação e modernização produtiva.



Experiências Empresariais em Transição Sustentável no Agro de Mato Grosso

O setor privado em Mato Grosso já apresenta iniciativas concretas de reconversão verde, alinhadas às exigências internacionais de mercado:

- ▶ **Amaggi:** rastreabilidade total da soja exportada, integrando certificações ambientais e logística com energia renovável.
- ▶ **JBS:** sistema de monitoramento geoespacial de fornecedores de gado e meta de “carne carbono neutro” até 2040.
- ▶ **BRF:** integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) em áreas fornecedoras, aliando ganhos de produtividade e redução de emissões.
- ▶ **FS Bioenergia:** produção de etanol de milho com cogeração a biomassa e biogás, consolidando o estado como polo de bioenergia.

Fonte: Amaggi (2023); JBS (2022); BRF (2023); FS Bioenergia (2023).

Apesar dos avanços, a transição exige planejamento integrado. Experiências em outros estados do Cerrado mostram que pressões externas por sustentabilidade, quando não acompanhadas de alternativas produtivas, levaram à retração de investimentos, resistência de produtores e perda de capacidades técnicas. Para Mato Grosso, esse risco é particularmente relevante em municípios como Nova Ubiratã e Sapezal, que dependem fortemente da agropecuária extensiva e apresentam maior vulnerabilidade social.

As oportunidades, contudo, são expressivas. Estima-se que mais de 2 milhões de hectares possam receber sistemas ILPF até 2030, gerando demanda por profissionais especializados em manejo sustentável, tecnologias digitais e certificação de produtos. Essa frente, articulada a biotecnologia agrícola, bioenergia e processamento sustentável de alimentos, pode transformar passivos ambientais em ativos produtivos, promovendo diversificação econômica com menor impacto ambiental.

Sorriso e Diamantino têm condições de liderar como plataformas de inovação agropecuária, aproveitando sua infraestrutura educacional e base produtiva consolidada. Campo Novo do Parecis e Nova Ubiratã exigem ações urgentes de diversificação, enquanto Sapezal se apresenta como caso crítico, demandando políticas intensivas de reconversão e geração de empregos verdes.

Mais do que programas, Mato Grosso dispõe de ativos estratégicos: milhões de hectares aptos para agricultura regenerativa, uma juventude rural numerosa e instituições de ensino capazes de formar técnicos em larga escala.

Prioridades estratégicas para Mato Grosso

As recomendações a seguir se aplicam aos municípios analisados no estado (Sorriso, Diamantino e Campo Novo do Parecis), considerando seus diferentes papéis na transição da agropecuária extensiva:

- ▶ Transformar a juventude rural em vetor de reconversão, com programas de qualificação voltados a agricultura de precisão, bioinsumos e manejo sustentável.
- ▶ Ampliar crédito verde e inovação tecnológica para apoiar projetos-âncora, garantindo encadeamentos produtivos locais.
- ▶ Consolidar municípios estratégicos como plataformas regionais, a exemplo de Sorriso (inovação tecnológica), Diamantino (educação técnica) e Campo Novo do Parecis (agricultura regenerativa).

Enxergar a transição justa como vetor de desenvolvimento significa compreender que o futuro de Mato Grosso não está em expandir fronteiras agrícolas, mas em inovar, diversificar e liderar uma nova geração de sistemas produtivos sustentáveis. Se bem articulado, o estado pode se consolidar como referência internacional em agropecuária sustentável, reposicionando-se como líder global da transição justa no campo.





4. UMA TRANSIÇÃO JUSTA, TERRITORIALIZADA E ESTRUTURANTE

A transição para uma economia de baixo carbono representa um novo ciclo de desenvolvimento para o Brasil. Mais do que uma resposta à crise climática, trata-se de um reposicionamento competitivo, capaz de redefinir as bases da economia, gerar empregos qualificados e ampliar a inclusão social. A análise realizada neste relatório, com a aplicação do Índice de Capacidade de Transição Sustentável Municipal (ICTSM), confirma que os municípios analisados apresentam forte heterogeneidade: alguns despontam como resilientes, enquanto outros permanecem em condição crítica. Essa diversidade exige respostas diferenciadas, territorializadas e integradas.

A transição justa não pode se restringir à qualificação profissional. Para consolidar-se como agenda estruturante, precisa articular quatro pilares centrais:

- ▶ (i) o fortalecimento de instrumentos de financiamento inovadores, como fundos regionais e municipais de transição justa;
- ▶ (ii) a superação dos gaps tecnológicos, com investimentos em ciência, tecnologia e inovação;

- ▶ (iii) a atração e consolidação de novas empresas verdes, apoiadas por incentivos fiscais e compras públicas sustentáveis; e
- ▶ (iv) a institucionalização de modelos de governança territorial, por meio de comitês locais integrados a planos estaduais e nacionais, alinhados ao PTE, NIB e PLANTE.

A aplicação desses quatro pilares, contudo, não se dá de forma abstrata: ela precisa ser territorializada e setorializada, reconhecendo a diversidade de desafios e oportunidades em cada cadeia produtiva analisada. Os resultados do ICTSM evidenciam que a transição justa só será viável se traduzida em estratégias concretas, capazes de alinhar os marcos nacionais a soluções locais. É nesse sentido que se apresentam, a seguir, ações específicas por cadeia produtiva, detalhando caminhos de reconversão, financiamento, inovação e governança que respondem às condições singulares de cada território.



Rio de Janeiro

Petróleo e Gás: A reconversão da cadeia exige a criação de um programa de diversificação portuária voltado à energia offshore, com parques eólicos marítimos e biotecnologia marinha. Além disso, linhas de crédito do Fundo Clima e do BNDES devem apoiar o descomissionamento e reaproveitamento de plataformas, garantindo reemprego dos trabalhadores. Por fim, a instalação de uma zona de inovação em transição

energética em Niterói e Macaé pode conectar universidades, empresas e startups de tecnologia limpa.



Minas Gerais

Mineração e Siderurgia: Municípios como Nova Lima e Ipatinga têm condições de liderar a transição com projetos de hidrogênio verde aplicado à siderurgia e mineração de precisão. Já Ouro Preto, Mariana e Itabira precisam de planos de diversificação econômica que combinem turismo patrimonial, serviços ambientais e reciclagem mineral, articulados a linhas internacionais de crédito climático.



São Paulo

Indústria Automotiva: A transição requer a implementação de um Plano Estadual de Reconversão Automotiva, orientado ao apoio das empresas já instaladas no setor para que adaptem suas cadeias à mobilidade elétrica. Esse plano deve combinar incentivos fiscais, linhas de crédito direcionadas para mobilidade elétrica, atraindo montadoras e programas de inovação tecnológica, garantindo que a base produtiva existente seja protagonista no processo de fornecimento de baterias e semicondutores. Fundos específicos para a modernização e reconversão de plantas industriais no ABC Paulista devem acelerar a migração para adaptação à eletromobilidade. Em Campinas e Indaiatuba, a base científica pode ser transformada em clusters de manufatura avançada e digitalização automotiva, ampliando as sinergias com o setor consolidado.



Bahia e Pernambuco

Petroquímica: A reconversão gradual do setor deve priorizar química verde, biotecnologia química e reciclagem avançada de plásticos. Camaçari e Candeias precisam de planos fiscais específicos e linhas de financiamento do BNDES e Banco do Nordeste, enquanto Cabo de Santo Agostinho, Ipojuca e Simões Filho podem atuar como laboratórios de circularidade, conectando grandes empresas a startups de materiais sustentáveis.



Pará e Maranhão

Mineração e Papel e Celulose: Em Parauapebas, Marabá e Canaã dos Carajás, políticas devem fomentar o reprocessamento de rejeitos minerais e reciclagem industrial, com apoio de fundos verdes internacionais. No Maranhão, Impetatriz pode consolidar-se como polo educacional e agroflorestal com apoio de fundos regionais de bioeconomia articulados à Sudam e ao Banco da Amazônia. Já Açailândia requer políticas emergenciais de inclusão socioprodutiva, voltadas a cooperativas e cadeias locais.



Mato Grosso

Agropecuária Extensiva: Sorriso e Campo Novo do Parecis têm potencial para liderar com a expansão dos sistemas integrados Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e da agricultura regenerativa. É necessário criar linhas de crédito diferencia-

das para pecuaristas em transição, além de programas de qualificação territorializada para Nova Ubiratã e Sapezal, priorizando inclusão social e inovação rural.

Juventude como vetor de transformação

Os seis territórios concentram mais de 3 milhões de jovens entre 15 e 29 anos, que representam uma janela estratégica para a nova economia. Transformar esse ativo em vantagem competitiva exige programas de primeiro emprego verde, incubadoras de empreendedorismo sustentável e bolsas de formação técnica em bioeconomia, energia limpa e manufatura avançada.

Caminhos para implementação

O Brasil já dispõe de marcos nacionais robustos como PTE, NIB, PLANTE e a Taxonomia Sustentável Brasileira. O desafio é territorializar esses instrumentos e conectá-los às realidades locais. O ICTSM mostrou que os resilientes devem liderar a inovação; os emergentes precisam consolidar ativos; os vulneráveis exigem reforço institucional e crédito direcionado; e os críticos necessitam de intervenções emergenciais para evitar colapso social e econômico.

A transição justa no Brasil é irreversível e estratégica. O país pode combinar competitividade econômica, inclusão social e sustentabilidade ambiental em um modelo próprio de desenvolvimento. Para isso, deve avançar além da qualificação profissional e estruturar financiamento inovador, superação de gaps tecnológicos, atração de empresas verdes, marcos legais claros e governança territorializada. Somente assim será possível transformar riscos em oportunidades e consolidar uma transição justa inclusiva, competitiva e duradoura para todos os territórios brasileiros.



5. REFERÊNCIAS

AGENDA PÚBLICA. Resultados do Índice de Capacidade de Transição Sustentável Municipal (ICTSM). São Paulo: Agenda Pública, 2025.

AGENDA PÚBLICA. Transição justa para uma economia de baixo carbono no Brasil. 2023. Disponível em: <https://materiais.agendapublica.org.br/white-paper-transicao-justa>. Acesso em: 13 maio 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. Boletim de Produção de Petróleo e Gás Natural. Brasília: ANP, 2023.

ANDRADE, Israel de O. et al. Economia azul e crescimento econômico: o mar brasileiro em perspectiva. 2024. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/14504>. Acesso em: 2 maio 2025.

ANFAVEA. Avançando nos caminhos da descarbonização automotiva no Brasil. São Paulo: ANFAVEA, 2024.

ARAÚJO, S. et al. Characterising the Agriculture 4.0 Landscape—Emerging Trends, Challenges and Opportunities. *Agronomy*, v. 11, n. 667, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/AGRO-NOMY11040667>.

BANCO MUNDIAL. Green, resilient and inclusive development (GRID). 2021. Disponível em: <http://documents.worldbank.org/curated/en/285171633074966748>. Acesso em: 10 maio 2025.

BANCO MUNDIAL. Wastewater: From Waste to Resource – The Case of Arequipa, Peru. Washington, DC: World Bank, 2019.

BATISTA, Deborah Câmara. O setor empresarial no Brasil e a adaptação ao risco climático. 2021. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10438/31094>. Acesso em: 2 maio 2025.

BID – BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO. Os efeitos da transição justa sobre o emprego no setor elétrico na América Latina. Washington, DC: BID, 2023.

BID – BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO. Productive Development Policies for Green and Inclusive Growth in Latin America and the Caribbean. Washington, DC: BID, 2022. Disponível em: <https://publications.iadb.org/en/productive-development-policies-green-and-inclusive-growth>. Acesso em: 10 maio 2025.

BID – OIT BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO; ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. Empregos em um futuro de emissões líquidas zero na América Latina e no Caribe. Washington, DC: BID e OIT, 2020.

BILALI, H. The Multi-Level Perspective in Research on Sustainability Transitions in Agriculture and Food Systems: A Systematic Review. *Agriculture*, v. 9, n. 74, 2019.

BRASIL. Ministério da Fazenda. Plano de Transformação Ecológica do Brasil. Brasília: MF, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/fazenda/pt-br/assuntos/noticias/2023>. Acesso em: 26 jul. 2025.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. Nova Indústria Brasil: Estratégia de neointustrialização para o desenvolvimento sustentável do país. Brasília: MIND, 2024.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. Stellantis anuncia investimento de R\$ 30 bilhões no Brasil até 2030. 6 mar. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/2024/marco/stellantis-anuncia-investimento-de-r-30-bilhoes-no-brasil-ate-2030>. Acesso em: jul. 2025.

CARVALHO, Andrea Bento et al. PIB do mar brasileiro: motivações sociais, econômicas e

ambientais para sua mensuração e seu monitoramento. 2022. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/11092>. Acesso em: 2 maio 2025.

CEBRAP. Vantagens competitivas do Brasil na mobilidade elétrica. São Paulo: Centro Brasileiro de Análise e Planejamento, 2024.

CEBRI. Transição justa para Indústrias Intensivas em Energia no Brasil. Rio de Janeiro: Centro Brasileiro de Relações Internacionais, 2023.

CEPAL – COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE. Perspectivas Econômicas da América Latina 2022: rumo a uma transição verde e justa. 2023. Disponível em: <https://hdl.handle.net/11362/48426>. Acesso em: 10 maio 2025.

CLIMATEXCHANGE (CXC). Just Transition in Scotland: 2023 Annual Report. Edinburgh: ClimateXChange, 2023.

CLEMENT, C. R. et al. Challenges for a Brazilian Amazonian bioeconomy based on forest foods. *Plants, People, Planet*, v. 6, n. 2, p. 196–208, 2024.

DORDMOND, N. et al. The complexity of green job creation: An analysis of green job development in Brazil. *Cleaner Environmental Systems*, v. 3, 100055, 2021.

ELECTRIFICATION COALITION. Inflation Reduction Act and EV Policy. Washington, DC: Electrification Coalition, 2023.

FINEP. CSN Mineração firma parceria com a Finep para substituição de combustíveis fósseis em seus fornos siderúrgicos. Rio de Janeiro: Finep, 2023.

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS – FGV ENERGIA. Descomissionamento Offshore no Brasil: Perspectivas e Alternativas para um Futuro Sustentável. Rio de Janeiro: FGV Energia, 2023.

GENERAL MOTORS. 2023 Sustainability Report – Journey to Zero. 30 abr. 2024. Disponível em: https://www.gm.com/content/dam/company/docs/us/en/gmcom/company/GM_2023_SR.pdf. Acesso em: jul. 2025.

GENERAL MOTORS. GM and Lithion announce investment toward EV battery recycling. 22 set. 2022. Disponível em: <https://news.gm.com/home.detail.html/Pages/news/us/en/2022/sep/0922-lithion.html>. Acesso em: jul. 2025.

GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO. Plano Estadual de Agricultura Sustentável. Cuiabá: Secretaria de Desenvolvimento Econômico, 2023.

GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO. Plano Estadual de Educação Profissional Rural. Cuiabá: SEDUC/SEDEC, 2024.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Estatísticas Socioeconômicas Municipais. Rio de Janeiro: IBGE, 2024.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa da Pecuária Municipal 2022.

IBP – INSTITUTO BRASILEIRO DE PETRÓLEO E GÁS. Relatório sobre Descomissionamento Offshore no Brasil. Rio de Janeiro: IBP, 2024.

IBRAM – INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. Anuário Mineral Brasileiro 2023. Brasília: IBRAM, 2023.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

INTERNATIONAL COUNCIL ON CLEAN TRANSPORTATION (ICCT). China New Energy Vehicle Industry Development Plan 2021–2035. Washington, DC: ICCT, 2021.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA. Iron and Steel Technology Roadmap. Paris: IEA, 2020.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA. Renewed support for the automotive sector. Paris: IEA, 2021.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA. The Future of Heat Pumps. Paris: IEA, 2022.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA. Paper (Industry sector page). Paris: IEA, 2023.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA. Definitions for Near-Zero and Low-Emissions Steel and Cement. Paris: IEA, 2024.

JARDIM, Lauro. Royalties do petróleo renderam R\$ 100 bilhões em 2024 no Brasil. O Globo, 2 fev. 2025.

JUST TRANSITION COMMISSION. Scotland's Retrofit Workforce. 2023.

JUST TRANSITION COMMISSION. The Grangemouth Refinery Closure: Workers' Perspectives. 2024.

LUAN, X.; YASMEEN, R.; SHAH, W. Assessing energy efficiency in the agricultural sector of China. *Heliyon*, v. 10, e35043, 2024.

MARANHÃO. Lei nº 12.301/2024, que institui a Política Estadual de Enfrentamento das Mudanças Climáticas. São Luís: Governo do Estado do Maranhão, 2024.

MAZZUCATO, Mariana. Principles for an inclusive and sustainable global economy. 2025.

MELCHIOR, I.; NEWIG, J. Governing Transitions towards Sustainable Agriculture. *Sustainability*, v. 13, n. 20528, 2021.

NARDO, M. et al. Handbook on Constructing Composite Indicators. Paris: OECD, 2008.

OECD; CEPAL. Latin American Economic Outlook 2024: Financing Sustainable Development. Paris: OECD Publishing, 2024.

OIT – ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. Guidelines for a just transition. Geneva: ILO, 2015.

OIT – ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. Skills for a greener future. Geneva: ILO, 2019.

OIT – ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. Unlocking more and better jobs. Geneva: ILO, 2025.

OIT – ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO; UNEP; IUCN. Decent work in nature-based solutions. Geneva: ILO, 2023.

PARÁ. Decreto nº 491/2020, que institui o Plano Estadual Amazônia Agora (PEAA). Belém: Governo do Estado do Pará, 2020.

PEMBINA INSTITUTE; CANADIAN LABOUR CONGRESS. A Sustainable Jobs Blueprint. 2023.

PETROBRAS. Plano Estratégico 2024–2028. Rio de Janeiro: Petrobras, 2024.

ROMEIRO, Viviane et al. A new economy for a new era. São Paulo: WRI Brasil, 2020.

SEIXAS, Cristiana Simão; TURRA, Alexander; FERREIRA, Beatrice Padovani. Diagnóstico brasileiro marinho-costeiro. 2024.

SKJÆRSETH, Jon Birger; EIDE, Ane; NIELSEN, Hege Westskog; TVEDTEN, Ingrid. The political economy of just transition in oil and gas-dependent countries. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, v. 194, 2024.

SUZANO. Estratégia de sustentabilidade e bioeconomia. Disponível em: <https://www.suzano.com.br>. Acesso em: 20 jul. 2025.

UNITED KINGDOM. North Sea Transition Deal. London: HM Government, 2021.

VALE. Estratégia de neutralidade de carbono até 2050. Disponível em: <https://www.vale.com>. Acesso em: 20 jul. 2025.

VALE. Relatório de Sustentabilidade 2021. Rio de Janeiro: Vale S.A., 2021.

VALE. Transição justa e Inovação na Mineração: Projetos de eletrificação, briquete e logística verde. Rio de Janeiro: Vale S.A., 2024.

VOLKSWAGEN DO BRASIL. Relatório de Sustentabilidade 2024 – Estratégia e Gestão. 2024. Disponível em: <https://relatostar.com.br/2024/estrategia-e-gestao/>. Acesso em: jul. 2025.

WORLD ECONOMIC FORUM. The Future of Jobs Report 2025. Geneva: WEF, 2025.

APÊNDICES

Nota Metodológica: Transição Justa e Empregos do Futuro no Brasil

Esta nota metodológica apresenta a estrutura analítica desenvolvida para o estudo "Transição Justa e Empregos do Futuro no Brasil", conduzido pela Agenda Pública com recorte temporal de dados entre 2018 e 2024. O trabalho propõe um modelo analítico territorializado da transição justa, a partir da construção do Índice de Capacidade de Transição Sustentável Municipal (ICTSM) aplicado a 30 municípios brasileiros distribuídos em seis setores carbono-intensivos estratégicos.

A metodologia integra duas dimensões complementares de análise: características socioeconômicas dos territórios (exposição territorial) e potencial de transição produtiva (capacidade adaptativa). O estudo utiliza códigos da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) alinhados à Taxonomia Sustentável Brasileira (TSB), com exceção do setor de petróleo e gás natural, que não está contemplado na TSB e requer tratamento metodológico específico.

Códigos CNAE Utilizados

A TSB, elaborada pelo Ministério da Fazenda, é um instrumento que define critérios técnicos para identificar atividades econômicas compatíveis com a transição para uma economia verde, auxiliando o direcionamento de investimentos e políticas públicas sustentáveis. Ela utiliza a CNAE para delimitar os setores produtivos contemplados em sua primeira versão. Com base na análise dos documentos e na estrutura metodológica adotada, os códigos subclasse da CNAE específicos utilizados para cada setor do estudo são:

► Agropecuária Extensiva

0115-6/00 - Cultivo de soja
0111-3/02 - Cultivo de milho

0112-1/01 - Cultivo de algodão herbáceo
0113-0/00 - Cultivo de cana-de-açúcar
0151-2/01 - Criação de bovinos para corte
0152-1/01 - Criação de bovinos para leite
0151-2/03 - Criação de bovinos, exceto para corte e leite
0161-0/99 - Atividades de apoio à agricultura não especificadas anteriormente
0162-8/99 - Atividades de apoio à pecuária não especificadas anteriormente

► Indústria Petroquímica

2011-8/00 - Fabricação de cloro e álcalis
2012-6/00 - Fabricação de intermediários para fertilizantes
2014-2/00 - Fabricação de gases industriais
2021-5/00 - Fabricação de produtos petroquímicos básicos
2022-3/00 - Fabricação de intermediários para plastificantes, resinas e fibras
2029-1/00 - Fabricação de produtos químicos orgânicos não especificados anteriormente
2031-2/00 - Fabricação de resinas termoplásticas
2032-1/00 - Fabricação de resinas termofixas
2033-9/00 - Fabricação de elastômeros
2093-2/00 - Fabricação de aditivos de uso industrial

► Indústria da Mineração

0710-3/01 - Extração de minério de ferro
0710-3/02 - Pelotização, sinterização e outros beneficiamentos de minério de ferro
0721-9/01 - Extração de minério de alumínio
0721-9/02 - Beneficiamento de minério de alumínio
0729-4/01 - Extração de minérios de nióbio e titânio
0729-4/03 - Extração de minério de níquel
0729-4/04 - Extração de minérios de cobre, chumbo, zinco e outros minerais metálicos não-ferrosos não especificados anteriormente

0729-4/05 - Beneficiamento de minérios de cobre, chumbo, zinco e outros minerais metálicos não-ferrosos não especificados anteriormente

0899-1/01 - Extração de grafita

0899-1/02 - Extração de quartzo

2411-3/00 - Produção de ferro-gusa

2412-1/00 - Produção de ferroligas

2422-9/01 - Produção de laminados planos de aço ao carbono, revestidos ou não

2422-9/02 - Produção de laminados planos de aços especiais

2423-7/01 - Produção de tubos de aço sem costura

2423-7/02 - Produção de laminados longos de aço, exceto tubos

2424-5/01 - Produção de arames de aço

2424-5/02 - Produção de relaminados, trefilados e perfilados de aço, exceto arames

2441-5/01 - Produção de alumínio e suas ligas em formas primárias

2441-5/02 - Produção de laminados de alumínio

► Indústria do Papel e Celulose

17.10-9/00 - Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel

17.21-4/00 - Fabricação de papel

17.22-2/00 - Fabricação de cartolina e papel-cartão

17.31-1/00 - Fabricação de embalagens de papel

17.32-0/00 - Fabricação de embalagens de cartolina e papel-cartão

17.33-8/00 - Fabricação de chapas e de embalagens de papelão ondulado

17.41-9/02 - Fabricação de produtos de papel, cartolina, papel-cartão e papelão ondulado para uso comercial e de escritório, exceto formulário contínuo

17.42-7/99 - Fabricação de produtos de papel para uso doméstico e higiênico sanitário não especificados anteriormente

17.49-4/00 - Fabricação de produtos de pastas celulósicas, papel, cartolina, papel-cartão e papelão ondulado não especificados anteriormente

► Indústria do Petróleo e Gás

06.00-0/01 - Extração de petróleo e gás natural

09.10-6/00 - Atividades de apoio à extração de petróleo e gás natural

19.21-7/00 - Fabricação de produtos do refino de petróleo

19.22-5/01 - Formulação de combustíveis

19.22-5/02 - Rerrefino de óleos lubrificantes

19.22-5/99 - Fabricação de outros produtos derivados do petróleo, exceto produtos do refino

35.20-4/01 - Produção de gás; processamento de gás natural

► Indústria Automobilística

29.10-7/01 - Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários

29.10-7/02 - Fabricação de chassis com motor para automóveis, camionetas e utilitários

29.10-7/03 - Fabricação de motores para automóveis, camionetas e utilitários

29.20-4/01 - Fabricação de caminhões e ônibus

29.20-4/02 - Fabricação de motores para caminhões e ônibus

29.30-1/01 - Fabricação de cabines, carrocerias e reboques para caminhões

29.30-1/02 - Fabricação de carrocerias para ônibus

29.30-1/03 - Fabricação de cabines, carrocerias e reboques para outros veículos automotores, exceto caminhões e ônibus

29.41-7/00 - Fabricação de peças e acessórios para o sistema motor de veículos automotores

29.42-5/00 - Fabricação de peças e acessórios para os sistemas de marcha e transmissão de veículos automotores

29.43-3/00 - Fabricação de peças e acessórios para o sistema de freios de veículos automotores

29.44-1/00 - Fabricação de peças e acessórios para o sistema de direção e suspensão de veículos automotores

29.45-0/00 - Fabricação de material elétrico e eletrônico para veículos automotores, exceto baterias

29.49-2/01 - Fabricação de bancos e estofados para veículos automotores

29.49-2/99 - Fabricação de outras peças e acessórios para veículos automotores não especificadas anteriormente

29.50-6/00 - Reconhecimento e recuperação de motores para veículos automotores

Estrutura Geral dos Indicadores

A metodologia desenvolvida estrutura-se em dois conjuntos complementares de indicadores que alimentam as dimensões do Índice de Capacidade de Transição Sustentável Municipal (ICTSM):

► Vínculos no Setor Carbono-Intensivo

Definição: Número absoluto de vínculos empregatícios formais no setor carbono-intensivo específico do município

Fonte: RAIS/Ministério do Trabalho

Periodicidade: Anual

Unidade: Número de vínculos

► Vínculos Formais Totais

Definição: Número total de vínculos empregatícios formais no município

Fonte: RAIS/Ministério do Trabalho

Periodicidade: Anual

Unidade: Número de vínculos

► Proporção de Vínculos no Setor Carbono-Intensivo

Definição: Participação percentual dos vínculos do setor carbono-intensivo no total de vínculos formais do município

Fórmula: $\text{Proporção (\%)} = (\text{Vínculos no Setor Carbono-Intensivo} / \text{Vínculos Formais Totais}) \times 100$

Fonte: Calculado com base na RAIS

Interpretação: Quanto maior o percentual, maior a dependência econômica do setor Indicadores Demográficos e de Mercado de Trabalho

► População Residente Estimada

Definição: Estimativa da população total residente no município

Fonte: IBGE/Estimativas Populacionais

Periodicidade: Anual

Unidade: Número de habitantes

► População em Idade Ativa (15-64 anos)

Definição: População residente com idade entre 15 e 64 anos

Fonte: IBGE/Censo Demográfico e Estimativas

Periodicidade: Anual

Unidade: Número de habitantes

► População em Idade Ativa (18-64 anos)

Definição: População residente com idade entre 18 e 64 anos

Fonte: IBGE/Censo Demográfico e Estimativas

Periodicidade: Anual

Unidade: Número de habitantes

► Taxa de Formalização do Trabalho

Definição: Proporção da população em idade ativa que possui vínculo empregatício formal

Fórmula: $\text{Taxa de Formalização (\%)} = (\text{Vínculos Formais Totais} / \text{População 18-64 anos}) \times 100$

Fonte: Calculado com base na RAIS e IBGE

Interpretação: Indica o grau de formalização do mercado de trabalho local Indicadores de Massa Salarial

► Massa Salarial do Setor Carbono-Intensivo

Definição: Soma total dos salários pagos pelos estabelecimentos do setor carbono-intensivo de análise no município

Fonte: RAIS/Ministério do Trabalho

Periodicidade: Anual

Unidade: Reais (valores correntes deflacionados pelo IPCA 2024)

► Massa Salarial dos Vínculos Formais

Definição: Soma total dos salários pagos por todos os estabelecimentos formais no município

Fonte: RAIS/Ministério do Trabalho

Periodicidade: Anual

Unidade: Reais (valores correntes deflacionados pelo IPCA 2024)

► Proporção da Massa Salarial do Setor Carbono-Intensivo

Definição: Participação percentual da massa salarial do setor carbono-intensivo na massa salarial total do município

Fórmula: $\text{Proporção (\%)} = (\text{Massa Salarial do Setor} / \text{Massa Salarial Total}) \times 100$

Fonte: Calculado com base na RAIS

Interpretação: Indica a importância econômica do setor em termos de geração de renda.

► Matrículas no Ensino Profissional Técnico

Definição: Número de matrículas em cursos de educação profissional técnica de nível médio no município

Fonte: INEP/Censo da Educação Básica

Periodicidade: Anual

Unidade: Número de matrículas

► Índice de Matrículas em Educação Profissional e Tecnológica

Definição: Relação entre matrículas em educação profissional técnica e população jovem (15-29 anos)

Fórmula: $\text{Índice} = (\text{Matrículas Ensino Técnico} / \text{População 15-29 anos}) \times 1000$

Fonte: Calculado com base no INEP e IBGE

Interpretação: Indica a capacidade de formação técnica da população jovem

► Vínculos Formais com Ensino Médio

Definição: Número de vínculos empregatícios formais cujos trabalhadores possuem ensino médio completo

Fonte: RAIS/Ministério do Trabalho

Periodicidade: Anual

Unidade: Número de vínculos

► Densidade de Profissionais com Ensino Médio

Definição: Número de profissionais com ensino médio por 1.000 habitantes

Fórmula: $\text{Densidade} = (\text{Vínculos com Ensino Médio} / \text{População Total}) \times 1000$

Fonte: Calculado com base na RAIS e IBGE

Interpretação: Indica a qualificação média da força de trabalho

► Vínculos Formais com Ensino Superior

Definição: Número de vínculos empregatícios formais cujos trabalhadores possuem ensino superior completo

Fonte: RAIS/Ministério do Trabalho

Periodicidade: Anual

Unidade: Número de vínculos

► Densidade de Profissionais com Ensino Superior

Definição: Número de profissionais com ensino superior por 1.000 habitantes

Fórmula: Densidade = (Vínculos com Ensino Superior / População Total) × 1000

Fonte: Calculado com base na RAIS e IBGE

Interpretação: Indica o nível de qualificação superior da força de trabalho
Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação

► Vínculos Formais de Profissionais de P&D e Atividades Científicas

Definição: Número de vínculos empregatícios formais em atividades de pesquisa e desenvolvimento e atividades científicas

Fonte: RAIS/Ministério do Trabalho (CNAEs específicas de P&D)

Periodicidade: Anual

Unidade: Número de vínculos

► Densidade de Profissionais de P&D e Atividades Científicas

Definição: Número de profissionais de P&D por 1.000 habitantes

Fórmula: Densidade = (Vínculos P&D / População Total) × 1000

Fonte: Calculado com base na RAIS e IBGE

Interpretação: O indicador reflete a presença de trabalhadores qualificados em atividades de pesquisa e desenvolvimento, evidenciando a capacidade local de absorver e criar tecnologias, elemento essencial para diversificação produtiva e transição para setores de maior valor agregado

► Receita Própria Real

Definição: Receitas próprias do município deflacionadas para valores constantes

Fonte: SICONFI/Secretaria do Tesouro Nacional

Periodicidade: Anual

Unidade: Reais (valores constantes)

Rubricas Incluídas: Receitas de competência municipal ou arrecadadas diretamente pelo município

• Impostos Municipais:

IPTU (1.1.1.8.01.1.0) - Imposto Predial e Territorial Urbano

ISS (1.1.1.8.02.3.0) - Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza

ITBI (1.1.1.8.01.4.0) - Imposto sobre Transmissão de Bens Imóveis

IRRF (1.1.1.3.00.0.0) - Imposto sobre Renda Retido na Fonte

• Taxas e Contribuições:

Taxas (1.1.2.0.00.0.0) - Taxas pelo exercício do poder de polícia e prestação de serviços

CIP (1.2.4.0.00.0.0) - Contribuição para Custeio do Serviço de Iluminação Pública

Contribuições Sociais (1.2.1.0.00.0.0) - Contribuições para RPPS municipal

• Outras Receitas Próprias:

Receita Patrimonial (1.3.0.0.00.0.0) - Juros, rendimentos e dividendos do patrimônio municipal.

Receita de Serviços (1.6.0.0.00.0.0) - Serviços administrativos e comerciais prestados pelo município.

► Receita Própria per Capita

Definição: Receita própria real dividida pela população total do município

Fórmula: Receita per Capita = Receita Própria Real / População Total

Fonte: Calculado com base no SICONFI e IBGE

Interpretação: Indica a capacidade fiscal e arrecadatória do município
Indicadores de Diversificação Econômica

► Índice de Concentração Setorial de Vínculos

Definição: Medida de concentração da estrutura produtiva baseada no Índice de Herfindahl-Hirschman para vínculos empregatícios por setor

Fórmula: $IHH = (\text{Participação do Setor } i)^2$, onde a participação é calculada como: $(\text{Vínculos do Setor } i / \text{Total de Vínculos})$

Fonte: Calculado com base na RAIS

Interpretação: Valores próximos a 0 indicam alta diversificação; valores próximos a 1 indicam alta concentração

► Classificação de Concentração Setorial de Vínculos

Definição: Classificação qualitativa baseada no Índice de Concentração Setorial

Critérios:

Muito Diversificada: $IHH \leq 0,15$

Diversificada: $0,15 < IHH \leq 0,25$

Moderadamente Concentrada: $0,25 < IHH \leq 0,40$

Concentrada: $0,40 < IHH \leq 0,60$

Muito Concentrada: $IHH > 0,60$

Fonte: Calculado com base no IHH

Interpretação: Indica o grau de diversificação da estrutura produtiva local
Indicadores de Empreendedorismo e Dinamismo Empresarial

► Total de Empresas Optantes no SIMEI

Definição: Número de microempreendedores individuais (MEIs) registrados no município

Fonte: Receita Federal/SIMEI

Periodicidade: Anual

Unidade: Número de MEIs

► MEIs Registrados per Capita

Definição: Número de MEIs por 1.000 habitantes

Fórmula: $\text{MEIs per Capita} = (\text{Total de MEIs} / \text{População Total}) \times 1000$

Fonte: Calculado com base na Receita Federal e IBGE

Interpretação: O indicador expressa a capacidade local de geração de trabalho autônomo e a propensão ao empreendedorismo de pequena escala, especialmente relevante em contextos de transição econômica.

Índice de Capacidade de Transição Sustentável Municipal (ICTSM)

Estrutura Conceitual do ICTSM

O ICTSM é construído a partir de duas dimensões complementares que capturam diferentes aspectos da capacidade municipal de transição:

Dimensão 1: Vulnerabilidade Socioeconômica (VSE)

Esta dimensão mensura o grau de **exposição a risco** derivado da dependência setorial e da estrutura do mercado de trabalho de atividades intensivas em carbono no município, considerando:

Dependência Setorial (40%): proporção de **vínculos formais do setor carbono-intensivo** no total de vínculos formais do município.

Interpretação: quanto maior, **maior a exposição**.

Renda Setorial (40%): proporção da **massa salarial do setor carbono-intensivo** na massa salarial total do município.

Interpretação: quanto maior a participação, **maior a exposição da renda local** ao setor.

Formalização do Trabalho (20%): vínculos formais/PIA (18–64), normalizado por setor.

Interpretação: aplicado no cálculo da VSE como $(1 - \text{Formalização_normalizada})$, pois maior formalização reduz a vulnerabilidade.

Dimensão 2: Capacidade Adaptativa (CA)

Esta dimensão sintetiza os **ativos adaptativos** disponíveis no município para promover a transição justa, incluindo:

Capital Humano (40% = 20% EM + 20% ES): densidade de trabalhadores com ensino médio e com ensino superior (por 1.000 hab.).

Interpretação: maior densidade indica base de mão de obra qualificada/qualificável, reduz custos e tempo de requalificação, e acelera a absorção tecnológica e a realocação setorial.

Inovação e Tecnologia (20%): densidade de profissionais de P&D (por 1.000 hab.).

Interpretação: sinaliza capacidade de gerar e adaptar tecnologia, apoiar reconversão produtiva e sustentar ganhos de produtividade.

Diversificação Econômica (20%): grau de diversificação da estrutura produtiva (ex.: HHI invertido).

Interpretação: estruturas mais diversificadas diluem o risco de choques setoriais, protegem a massa salarial e facilitam a realocação de trabalhadores.

Capacidade Fiscal (10%): receita própria per capita.

Interpretação: maior autonomia e margem de investimento para cofinanciar políticas de transição (qualificação, infraestrutura, atração de investimentos).

Dinamismo Empresarial (10%): densidade de MEI (por 1.000 hab.).

Interpretação: reflete vitalidade empreendedora e capacidade de criação de novas ocupações e negócios em períodos de mudança estrutural; deve ser lido em conjunto com os demais ativos para avaliar qualidade e sustentabilidade dessas ocupações.

Metodologia de Cálculo do ICTSM

Preparação e normalização dos

Para garantir comparabilidade e robustez estatística, a preparação dos dados segue três procedimentos encadeados:

- Adota-se normalização setorial: cada município é comparado apenas com seus pares do mesmo setor carbono-intensivo, reconhecendo que as escalas de grandeza diferem por setor (por exemplo, agropecuária vs. petróleo).
- Em seguida, aplica-se winsorização nos percentis 5 e 95 para reduzir a influência de valores extremos sobre o ranqueamento.
- Por fim, realiza-se min-max no conjunto setorial e uma reescala para $[0,01; 0,99]$ a fim de evitar zeros e uns absolutos na composição do índice. Esse encadeamento aumenta a relevância comparativa, a estabilidade do resultado e a coerência interpretativa das notas.

Agregação das Dimensões

Cálculo da Vulnerabilidade Socioeconômica (VSE):

A VSE agrega três componentes:

- (i) proporção de vínculos formais do setor carbono-intensivo no total de vínculos formais do município (Empregosetor);
- (ii) proporção da massa salarial do setor na massa salarial total (Rendasetor); e
- (iii) componente de risco do trabalho derivado da taxa de formalização (definida como vínculos formais/PIA). Como a formalização é um fator protetivo, ela entra na VSE pelo complemento $(1 - \text{Formalização})$.

$$VSE = (\text{Empregosetor} \times 0,40) + (\text{Rendasetor} \times 0,40) + (1 - \text{Formalização}) \times 0,20$$

Os pesos adotados são 0,40, 0,40 e 0,20, respectivamente, mantendo a direção “maior VSE = pior”.

Cálculo da Capacidade Adaptativa (CA):

A CA, por sua vez, sintetiza seis ativos:

- ▶ (i) qualificação básica com a densidade de trabalhadores com ensino médio (por 1.000 hab.) (EnsinoMédio);
- ▶ (ii) qualificação avançada a partir da densidade de trabalhadores com ensino superior (por 1.000 hab.) (EnsinoSuperior);
- ▶ (iii) profissionais de P&D através da densidade de profissionais de P&D e atividades científicas (por 1.000 hab.) (Pesquisa);
- ▶ (iv) diversificação econômica por meio do grau de diversificação da estrutura produtiva com o HHI invertido (Diversificação);
- ▶ (v) capacidade fiscal a partir da receita própria per capita, para identificar a autonomia municipal para financiar a transição. (CapacidadeFiscal); e
- ▶ (vi) dinamismo empresarial com a densidade de MEI pela população (por 1.000 hab.) (Empreendedorismo).

$$CA = \text{EnsinoMédio} \times 0,20 + \text{EnsinoSuperior} \times 0,20 + \text{Pesquisa} \times 0,20 + \text{Diversificação} \times 0,20 + \text{CapacidadeFiscal} \times 0,10 + (\text{Empreendedorismo} \times 0,10)$$

Os pesos são 0,20, 0,20, 0,20, 0,20, 0,10 e 0,10, respectivamente, a partir da direção de “maior CA = melhor”. Em ambos os casos, todos os indicadores entram normalizados na

escala [0,01; 0,99].

Cálculo Final do ICTSM

O ICTSM é calculado como uma função que combina as duas dimensões, priorizando municípios com baixa vulnerabilidade e alta capacidade adaptativa:

$$ICTSM = \sqrt{[(1 - VSE) \times CA]}$$

Esta formulação garante que:

Municípios com alta vulnerabilidade (VSE próximo a 1) tenham ICTSM baixo, mesmo com alta capacidade adaptativa

Municípios com baixa capacidade adaptativa (CA próximo a 0) tenham ICTSM baixo, mesmo com baixa vulnerabilidade

A combinação ótima de baixa vulnerabilidade e alta capacidade adaptativa produza os maiores valores de ICTSM

Interpretação do ICTSM

Escala de Classificação

O ICTSM varia de 0 a 1 e pode ser interpretado através da seguinte classificação:

Faixa do ICTSM	Classificação	Interpretação
0,70 - 0,99	Resilientes	Municípios bem posicionados para liderar a transição sustentável.
0,50 - 0,69	Emergentes	Municípios com potencial moderado, e que podem precisar de alguns ajustes.
0,25 - 0,49	Vulneráveis	Municípios que precisam de investimentos direcionados para reduzir vulnerabilidades.
0,01 - 0,24	Críticos	Municípios que requerem intervenções prioritárias e abrangentes

Aplicações do Índice

O ICTSM pode ser utilizado para:

- **Priorização de Políticas Públicas:** Identificar municípios que requerem intervenções prioritárias
- **Alocação de Recursos:** Orientar investimentos públicos e privados em transição sustentável
- **Monitoramento de Progresso:** Acompanhar a evolução da capacidade de transição ao longo do tempo
- **Benchmarking:** Comparar o desempenho entre municípios similares
- **Planejamento Regional:** Desenvolver estratégias territorializadas de desenvolvimento sustentável

Exemplo prático completo: Município Sorriso (MT) – Agropecuária extensiva

Para ilustrar a aplicação da metodologia, apresenta-se o cálculo do ICTSM para Sorriso (MT) em 2024, município especializado na agropecuária extensiva que é altamente intensivo em emissão de carbono. O ponto de partida são os dados brutos:

Vulnerabilidade:

- (a) Empregos na agropecuária extensiva: 10,87% do total de vínculos formais;
- (b) Renda na agropecuária extensiva: 12,29% da massa salarial;
- (c) Formalização do trabalho Sorriso (MT): 45,39% (vínculos formais/PIA).

Capacidade:

- (a) Ensino médio: 583,61 por 1.000 hab.;
- (b) Ensino superior: 98,58 por 1.000 hab.;
- (c) Profissionais de P&D: 4,39 por 1.000 hab.;
- (d) Diversificação: 0,1595
- (e) Receita própria: R\$ 2.437,98 por habitante;
- (f) Microempreendedores: 135,10 por 1.000 hab.

Normalização passo a passo (exemplo detalhado em Empregosetor)

Considerando o conjunto setorial “no setor C”, os valores observados para a dependência de empregos incluem: Sorriso (MT) (10,87%), Campo Novo do Parecis (35,34%), Diamantina (34,74%), Nova Ubiratã (53,87%) e Sapezal (64,13%).

Após winsorização (P5=15,64%; P95=62,08%), o valor de Exemplo 1 é ajustado para 15,64%.

A normalização min-max dentro do setor fica:

$$(15,64-15,64)/(61,04-15,64)=0,000$$

Por fim, a reescala para [0,01; 0,99] resulta em 0,010. Esse procedimento é replicado para Rendasetor; e para os indicadores da CA, cada qual no seu conjunto setorial.

Valores normalizados consolidados

No caso da VSE de Sorriso (MT), os resultados normalizados (após winsorização, min-max setorial e reescala) são:

Empregosetor = 0,010,

Rendasetor = 0,010 e,

1- Formalização = 0,990

Com os pesos definidos, a VSE de Sorriso (MT) é calculada:

$$VSE = 0,4(0,010) + 0,4(0,010) + 0,2(0,990) = 0,206$$

Na CA de Sorriso (MT), os valores normalizados são:

EnsinoMédio = 0,990,

EnsinoSuperior = 0,990,

Pesquisa = 0,990,

Diversificação = 0,990,

CapacidadeFiscal = 0,315 e,

Empreendedorismo = 0,990.

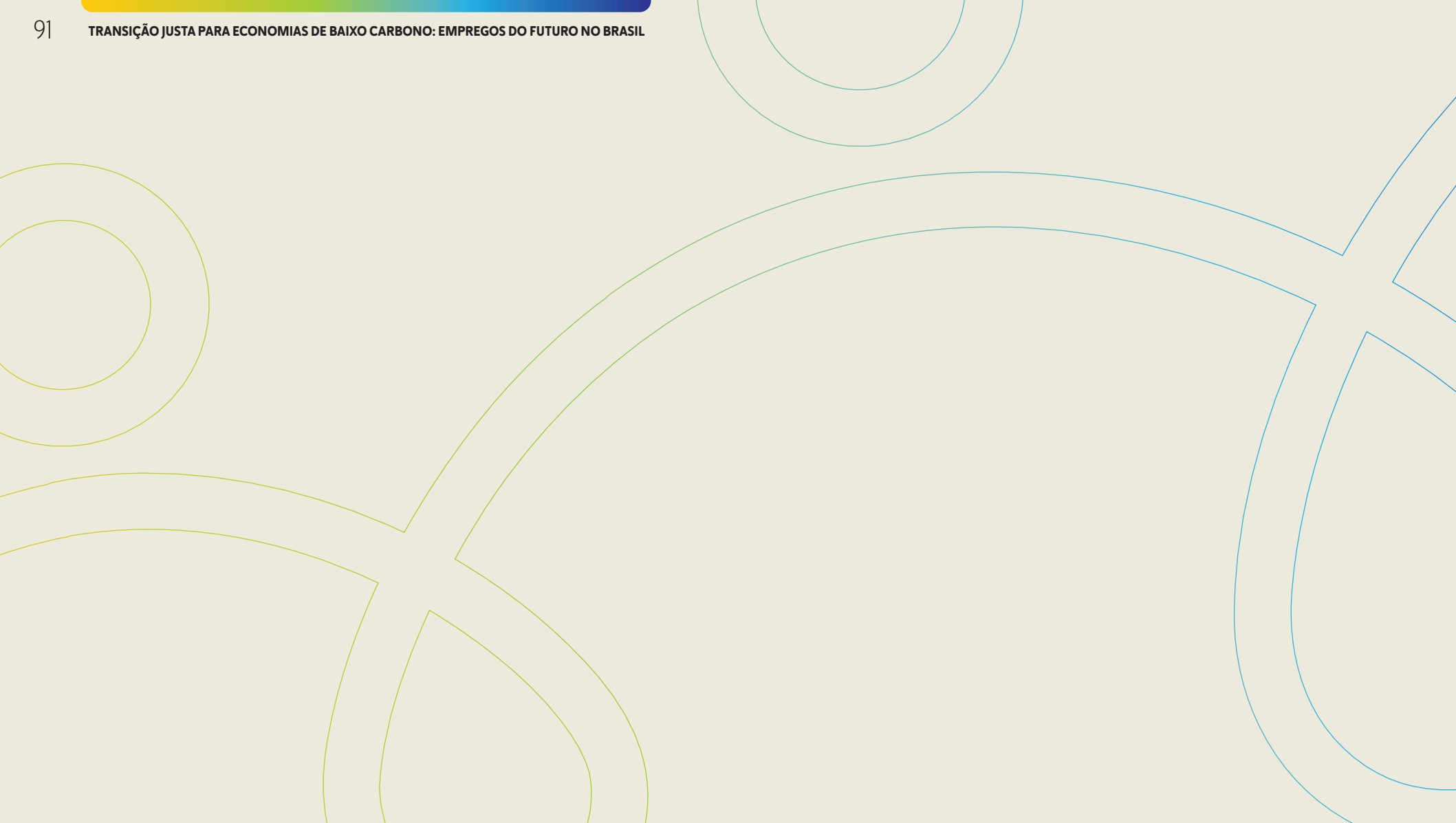
Com os pesos definidos, a CA de Exemplo 1 é:

$$CA = (0,990 \times 0,20) + (0,990 \times 0,20) + (0,990 \times 0,20) + (0,990 \times 0,20) + (0,315 \times 0,10) + (0,990 \times 0,10)$$

Com o VSE e CA definido, o ICTSM de Exemplo 1 é:

$$ICTSM = (1 - 0,206) \times 0,922 = (0,794 \times 0,922) \approx 0,856$$

A combinação entre VSE e CA gera o ICTSM = 0,856, classificando o município de Sorriso (MT) como Resiliente na escala do índice. Em termos práticos, a prioridade de política é elevar a formalização e a cobertura do emprego formal (intermediação, qualificação focalizada na PIA subformalizada e incentivos à formalização), preservando os ativos que já ancoram a capacidade — qualificação, inovação e diversificação — para consolidar a trajetória de reconversão produtiva.





EMPREGOS DO FUTURO NO BRASIL

TRANSIÇÃO JUSTA PARA
ECONOMIAS DE BAIXO CARBONO

REALIZAÇÃO



AGENDA
PÚBLICA

PATROCÍNIO



Fundação Grupo
Volkswagen



PLATAFORMA DE
**TRANSIÇÃO
JUSTA**