



INFRA
BR

Índice Confea
 de Infraestrutura
 do Brasil

**RELATÓRIO
 METODOLÓGICO**



CONFEA
 Conselho Federal de Engenharia
 e Agronomia



INFRA BR

Índice Confea de Infraestrutura do Brasil

RELATÓRIO METODOLÓGICO

Versão 1.1 – março de 2026



CONFEA
Conselho Federal de Engenharia
e Agronomia

Equipe técnica:

Melissa Wilm, Telma Hoyler, Sergio Marangoni, Ricardo Chaves, Gabriel Gonçalves, Rogério Severo, Rafael Daltro, Raphael Medeiros, Lucas Gama, Alanna Berdine, Julia Campos, Felipe Paradas e Arthur Leardini.

Equipe técnica Confea:

Alexandre Borsato, Bruno de Lima e Souza, Osmar Barros Júnior, Paulo Mauricio Oliveira Pinho, Pedro Henrique Monteiro Celestino e Ricardo Sotto-Maior.

Agradecimentos:

Ademir Santos (doutorando na Universidade do Minho - Portugal), Anderson Kazuo Nakano (Instituto das Cidades - Universidade Federal de São Paulo), Beto Veríssimo (Amazônia 2030 e IPS Brasil), Carlos Tucci (Rhama - Analysis), Ceci Kuncevicus Bueno de Caprio (Centro de Estudos de Infraestrutura e Soluções Ambientais da Fundação Getúlio Vargas - CEISA FGV), Diogo Falchano Bardal (International Finance Corporation - IFC), Fernanda Ramos Coelho Pimentel (jornalista Confea), George Azevedo Lacerda (Axia Energia), Hélio Bomfim de Macêdo Filho (Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome - MDS), Igor Braga Martins (CREA-MG), Ítalo Almeida Lopes (Secretaria de Obras Públicas do Estado do Acre), Jéssica Trevisan Campregher (Instituto Motiva), Julianna Curado (jornalista Confea), João Carlos de Magalhães Gomes (Portal Infranews), Leandro Ogalha (Hyper Data Studio), Lucas Lahoni (Grupo PM21), Luciano Miranda (CEO - Grupo Emtel), Mauricio Renato Pina Moreira (Membro Titular da Academia Nacional de Engenharia), Márcio Lino de Barros (Gerente de Serviços de Mobilidade da Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA), Natalia Zanotti (Instituto Motiva), Pedro Henrique Monteiro Ribeiro Ferreira (Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome - MDS), Renata Ruggiero (Instituto Motiva), Ricardo Takemitsu Simabuku (Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE), Roberto Abreu de Aguiar (Iapó Gestão Ltda), Ronaro Ferreira (Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte - BHTrans e Observatório Nacional de Segurança Viária - ONSV), Saulo Nonato de Souza (mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos na Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG) e Victoria Regina Celso Monteiro (Rhama - Analysis).

Design gráfico e capa:

Luciano Alves da Silva (KATTU Birô Design).

Presidência do Confea:

Vinicius Marchese Marinelli.

Conselheiros Federais:

Álvaro João Bridi, Amarildo Almeida de Lima, Ana Adalgisa Dias Paulino, Brazil Alvim Versoza, Célio de Oliveira, Daniel Montagnoli Robles, Dyego Santana Reis, Emanuel Alves Batista, Francisco Rui Ferreira Machado Júnior, Francis José Saldanha Franco, Giucélia Araújo de Figueiredo, Gutemberg Faria Rios, José Cláudio da Silva Sico, Leonardo Duarte Pimentel, Luis Plécio da Silva Soares, Nielsen Christianni Gomes da Silva, Osmar Barros Júnior e Paulo Mauricio Oliveira Pinho.



MENSAGEM DO PRESIDENTE

O Brasil precisa voltar a planejar. E planejar bem significa olhar para a infraestrutura com dados, visão de longo prazo e decisões técnicas qualificadas. É exatamente nesse contexto que nasce o INFRA-BR, uma iniciativa que busca organizar informações, indicadores e análises sobre a infraestrutura brasileira para apoiar escolhas mais inteligentes para o desenvolvimento do país.

Em um país continental como o Brasil, entender onde estão os gargalos e as oportunidades da infraestrutura não é apenas uma tarefa técnica, é uma necessidade estratégica. Estradas, saneamento, energia, mobilidade e logística impactam diretamente a qualidade de vida da população, a competitividade da economia e a capacidade de reduzir desigualdades regionais.

O INFRA-BR surge justamente para ajudar a iluminar esse caminho. Ao reunir dados e indicadores sobre a infraestrutura nacional, a iniciativa cria uma base sólida para que governo, setor produtivo e sociedade possam discutir prioridades de investimento com mais clareza, responsabilidade e visão de futuro.

Mais do que medir a infraestrutura existente, o INFRA-BR propõe algo ainda mais importante: fortalecer uma cultura de planejamento no Brasil. Países que se desenvolvem não improvisam. Eles planejam, priorizam e executam.

A engenharia brasileira tem papel central nesse processo. São os profissionais das áreas tecnológicas que transformam projetos em obras, planejamento em desenvolvimento e investimento em qualidade de vida para a população.

Com o INFRA-BR, o Confea reafirma seu compromisso de colocar o conhecimento técnico a serviço do país. Porque discutir infraestrutura é, no fundo, discutir o futuro do Brasil.

Eng. Telecom. Vinicus Marchese
Presidente do Confea







SUMÁRIO

- 6** Introdução
- 7** 1. Por que e como medir infraestrutura em 2026?
- 11** 2. Estrutura do INFRA-BR
 - 14** 2.1 Energia e Conectividade
 - 15** 2.2 Mobilidade
 - 18** 2.3 Água
 - 19** 2.4 Bem-estar Social e Cidadania
 - 21** 2.5 Meio Ambiente e Resiliência
 - 23** 2.6 Saneamento Básico
- 25** 3. Como interpretar os resultados: limitações de uso e notas de precaução
- 33** 4. Metodologia de cálculo
- 36** 5. Principais referências nacionais e internacionais
- 38** Referências Bibliográficas
- 41** ANEXO 1 - Fonte e detalhamento de variáveis



INTRODUÇÃO

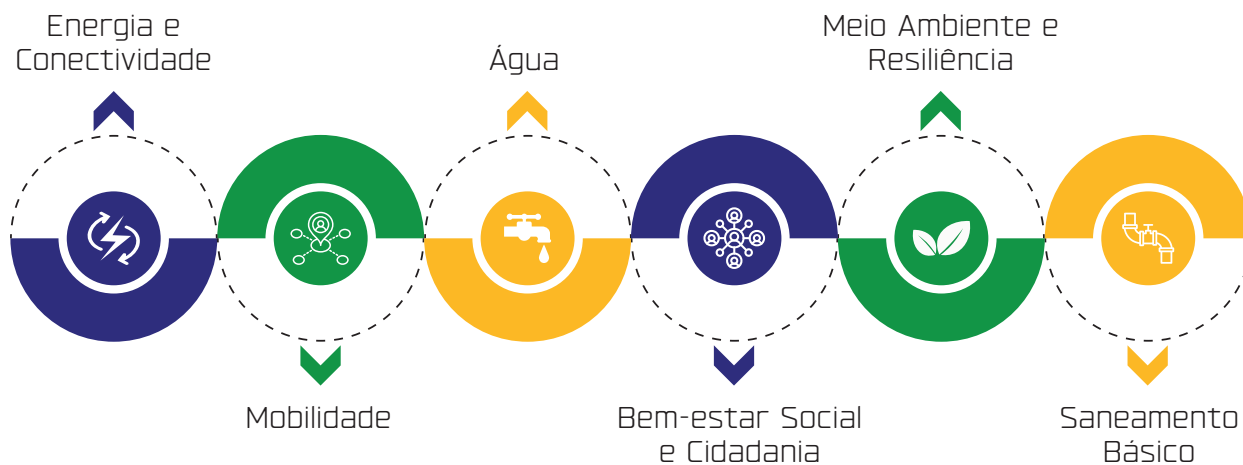
O INFRA-BR é um índice que avalia o desempenho de infraestrutura para as 27 Unidades da Federação (UFs) de forma multidimensional. O objetivo é oferecer uma visão setorial integrada, fundamentando um diagnóstico abrangente da infraestrutura em cada estado do nosso país.

Este relatório detalha o processo de construção do INFRA-BR, sendo organizado em cinco seções. A primeira seção discute com base em referências atuais e, voltadas à infraestrutura e às políticas públicas, por qual motivo e de que maneira se pode mensurar infraestrutura a caminho da terceira década do século XXI. A segunda apresenta a estrutura do índice em suas dimensões e componentes e o detalhamento das escolhas metodológicas. A terceira seção dedica-se à interpretação dos resultados, orientando o leitor quanto à leitura adequada do índice — isto é, notas de precaução que devem ser consideradas, o que uma nota alta ou baixa significa, quais são os limites de interpretação, os riscos de mau uso e como comparar UFs. A quarta seção descreve a metodologia de cálculo, explicitando como o índice foi construído estatisticamente e quais decisões técnicas foram adotadas. Por fim, a quinta seção apresenta, de modo sintético, benchmarks metodológicos com outros índices, detalhando semelhanças e diferenças em relação às decisões de composição do INFRA-BR.

1. POR QUE E COMO MEDIR INFRAESTRUTURA EM 2026?



O INFRA-BR fundamenta-se na ideia de que o investimento sustentável em infraestrutura deve ocorrer de forma transdisciplinar e sistêmica, de modo que a avaliação da qualidade dos ativos e dos serviços públicos possa ser realizada a partir de seis grandes dimensões em cada UF:



“Ao criar métricas de aferição da infraestrutura, governos, gestores e a sociedade podem ampliar sua capacidade de priorizar investimentos, planejar soluções, monitorar resultados e assegurar que cada real gasto produza impactos mensuráveis.”

Pensar a infraestrutura no Brasil contemporâneo exige considerar, para além do volume de investimentos, como esses recursos estão sendo alocados e em que medida se articulam ao desenvolvimento sustentável.

Ao criar métricas de aferição da infraestrutura, governos, gestores e a sociedade podem ampliar sua capacidade de priorizar investimentos, planejar soluções, monitorar resultados e assegurar que cada real gasto produza impactos mensuráveis. Em um país extenso, desigual e historicamente marcado por baixa capacidade de planejamento, a mensuração também assume a função de instrumento de governança, transparência, responsabilização e tomada de decisão baseada em evidências. A infraestrutura constitui um alicerce indispensável para o desenvolvimento econômico, a competitividade global e o bem-estar social. Sem métricas claras, corre-se o risco de concentrar esforços apenas na execução de obras e na alocação financeira, sem saber se

tais ações resultam, de fato, em benefícios concretos para a população.

Nessa perspectiva, medir infraestrutura permite, de maneira não exaustiva: (i) diagnosticar o estado físico dos ativos (rodovias, portos, energia, saneamento, escolas, entre outros); (ii) avaliar se a infraestrutura cumpre sua função final, isto é, garantir acesso a serviços essenciais e qualidade de vida; (iii) identificar gargalos, desigualdades e riscos, como obras paralisadas, falta de manutenção, ociosidade e vulnerabilidade climática; (iv) estabelecer prioridades baseadas em dados, e não apenas em pressões políticas, setoriais ou regionais; e (v) apontar lacunas de sistematização de informações, orientando decisões sobre políticas públicas.

Indicadores aproximam e traduzem, em termos operacionais, dimensões de interesse definidas a partir de escolhas teóricas ou políticas realizadas previamente (Jannuzzi, 2005). Guardam relação direta com objetivos programáticos, na forma como estes são operacionalizados por ações e viabilizados por dados administrativos e estatísticas públicas disponíveis. Podem, assim, mensurar insumos empregados na implementação de políticas (indicadores-insumo), avaliar o esforço operacional ao longo do processo (indicadores-processo), aferir a eficácia das ações



(indicadores-resultado) ou captar efeitos de longo prazo das políticas (indicadores de impacto).

A construção e o uso de indicadores no âmbito do INFRA-BR dialogam diretamente com o debate sobre políticas públicas baseadas em evidências (PPBEs). As PPBEs não possuem definição consensual na literatura, sendo tratadas como abordagem, movimento, paradigma ou prática (Pinheiro, 2020, p. 7). Ademais, o que se entende por evidência em políticas públicas vem sendo elucidado de forma gradual e sistemática a partir do exame de seus usos e contextos (Koga et al., 2022). Historicamente, essa agenda emerge da Medicina Baseada em Evidências, que transformou os padrões de decisão clínica ao exigir que diretrizes fossem fundamentadas em pesquisas científicas, e não apenas em opinião ou consenso tácito (Pinheiro, 2020, p. 18–20). Tal orientação foi posteriormente incorporada ao campo das políticas públicas, sobretudo no início dos anos 2000, com o documento *Modernising Government*, no Reino Unido, que institucionaliza a diretriz de formular políticas com base no que funciona, utilizando dados, avaliações e pesquisas (Pinheiro, 2020, p. 17).

Ainda assim, evidências técnico-científicas constituem apenas um dos elementos que influenciam análises e decisões, ao lado de burocracias, coalizões políticas, arranjos federativos, temporalidades institucionais e valores morais e eleitorais. Produzir evidências é condição necessária, mas não suficiente: é preciso que existam instituições estatais com capacidade de absorver, traduzir e legitimar esse conhecimento no debate democrático (Koga et al., 2022). Como afirma Pawson (2002, p. 176), “evidências, novas ou velhas, numéricas ou narrativas, difusas ou sintéticas, jamais falam por si próprias”.

A esses pressupostos soma-se a constatação de que a avaliação da infraestrutura não pode ignorar a pauta estratégica da resiliência e da adaptação climática. Organismos internacionais têm demonstrado, de forma consistente, que a crise climática constitui um fenômeno sistêmico, de origem predominantemente antrópica, cujos efeitos se expressam de maneira particularmente intensa nas alterações do ciclo hidrológico. O sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) evidencia, com elevado grau de confiança, que o aquecimento global tem intensificado a variabilidade das chuvas, ampliado a frequência e a duração de secas, aumentado a ocorrência de precipitações extremas e acelerado processos de evapotranspiração, comprometendo simultaneamente a disponibilidade e a previsibilidade dos recursos hídricos.





Esses processos se traduzem em maior recorrência de inundações, escassez hídrica, contaminação de mananciais e sobrecarga dos sistemas de drenagem e esgotamento sanitário, afetando diretamente a provisão de serviços essenciais. Nesse cenário, a Organização das Nações Unidas e a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) enfatizam que a resiliência territorial depende, em grande medida, da capacidade de planejar, operar e manter infraestruturas hídricas integradas, que abrangem o abastecimento de água, o saneamento, a drenagem urbana e soluções baseadas na natureza. Por essa razão, por exemplo, dedicou-se todo um componente à inclusão de indicadores associados à adaptação resiliência climática e o ciclo da água em um índice de infraestrutura, justificando-se por seu papel estruturante na redução de vulnerabilidades, na proteção da saúde pública e no fortalecimento da capacidade adaptativa.

Essa abordagem transdisciplinar tem sido discutida nacional e internacionalmente a partir de termos como “efeitos em cascata” e “mudanças climáticas em rede” (Nóbrega e Marengo, 2017). Os termos referem-se a impactos subsequentes e encadeados de eventos extremos sobre sistemas naturais e humanos, gerando perturbações físicas, sociais e econômicas cujo efeito final é significativamente maior que o impacto inicial (Lawrence et al., 2016; Rocha et al., 2018; Willner, Otto e Levermann, 2018; Koks, 2018; Lawrence, Blackett e Craddock-Henry, 2020; Mizrahi, 2020). Evidências empíricas, como o estudo sobre inundações na Tailândia (Hilly et al., 2018), mostram desde perdas de serviços críticos e ativos até congestionamentos, atrasos no transporte e redução de renda.

Ao contrário do que muitas vezes sugere o senso comum, esses impactos são complexos e multidimensionais e se relacionam mais à magnitude da vulnerabilidade dos territórios do que ao perigo isolado em si (IPCC, 2022). Além disso, exigem coordenação de respostas e tomada de decisão por atores em múltiplos níveis (Lawrence, Blackett e Craddock-Henry, 2020). As mudanças climáticas, ademais, atuam como multiplicadores de riscos que agravam a pobreza, comprometem necessidades humanas básicas e podem empurrar mais de 100 milhões de pessoas para a extrema pobreza até 2030, com efeitos severos sobre meios de subsistência, produtividade do trabalho, saúde e segurança alimentar (Dang et al., 2025).

Diante desse quadro, a abordagem de risco em cascata, à qual o INFRA-BR busca se associar, evidencia a complexidade das interações entre setores e dimensões de políticas, orientando avaliações mais precisas e integradas (Galaz et al., 2011; Lawrence et al., 2018; Simpson et al., 2021). Em cada uma das seis dimensões do índice está embutida essa preocupação interdisciplinar, bem como a indicação de lacunas de dados e de indicadores a serem desenvolvidos futuramente.



2. ESTRUTURA DO INFRA-BR

Um índice composto agrega múltiplos indicadores individuais para produzir uma medida sintética de um tema complexo. Para tanto, os indicadores são organizados em subconjuntos que representam dimensões centrais do fenômeno, de modo que o índice final reflete tanto as dimensões nele incorporadas quanto aquelas que ficaram de fora. A explicitação dessas escolhas, assim como limitações dos dados e a identificação de possíveis vieses analíticos, constitui etapa fundamental do processo de validação do índice. As decisões metodológicas tomadas ao longo da construção de um índice composto, portanto, envolvem pressupostos, subjetividades e incertezas que devem ser reconhecidos e comunicados ao longo de todo o processo analítico (Eriksen e Kelly, 2007; OECD, 2008; Balica e Wright, 2010; Sullivan, 2011; Balica, 2012b; Permanyer, 2012; Tate, 2012, 2013).

Esta seção descreve a arquitetura do índice na conceituação das suas dimensões e componentes. O **Quadro 1** a seguir, apresenta um esquema das seis dimensões e componentes (áreas temáticas), em que os indicadores estão organizados para composição do INFRA-BR.



Quadro 1: Estrutura de dimensões e componentes do INFRA-BR.



Para orientar a leitura desta seção, o **Quadro 2** mostra a composição dos 67 indicadores selecionados para o INFRA-BR, e no **Anexo 1** é possível visualizar o detalhamento dos indicadores, as fontes de dados e informações relevantes de seus dicionários de variáveis.



Quadro 2: Grade de indicadores do INFRA-BR, organizado em suas seis dimensões e respectivos componentes.

ENERGIA E CONECTIVIDADE	MOBILIDADE	ÁGUA	BEM-ESTAR SOCIAL E CIDADANIA	MEIO AMBIENTE E RESILIÊNCIA	SANEAMENTO BÁSICO
<p>TELECOMUNICAÇÕES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Qualidade da conexão banda larga 2. Capacidade e cobertura de Telecom 3. Cobertura de sinal de celular (4G e 5G) <p>GERAÇÃO DE ENERGIA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Geração total de energia 2. Potência outorgada 3. Diversidade da matriz 4. Energética <p>TRANSMISSÃO DE ENERGIA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Extensão das linhas de transmissão 2. Capacidade de transformação <p>DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Média de Frequência Equivalente de Interrupção (FEC) 2. Média de Duração Equivalente de Interrupção (DEC) 3. Consumo médio energético por habitante 	<p>DESLOCAMENTO INTRAMUNICIPAL</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Qualidade dos ônibus 2. Infraestrutura cicloviária 3. Presença de transporte de alta capacidade 4. Índice de diversidade modal <p>PORTOS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Volume de movimentação portuária 2. Produtividade média de movimentação 3. Tempo médio de espera para atracação <p>ESCOAMENTO DE CARGA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Volume transportado via cabotagem 2. Arrecadação por atividade logística (aquaviário, aéreo, ferroviário e rodoviário) 3. Tonelada por Quilômetro Útil (TKU) ferroviário 4. Volume de movimentação hidrovieira interior <p>RODOVIAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Qualidade da geometria rodoviária 2. Qualidade das rodovias estaduais 3. Índice de Condição e Manutenção (ICM) das rodovias federais 4. Mortalidade por acidentes de transporte <p>AEROPORTOS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Capacidade de tráfego aéreo instalada 2. Conectividade da malha aeroportuária 3. Densidade de aeródromos 	<p>QUALIDADE DA ÁGUA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Conformidade microbiológica 2. Conformidade de cloro residual <p>DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Acesso à rede geral de água 2. Taxa de distribuição rural 3. Taxa de distribuição urbana 4. Eficiência da distribuição de água 	<p>SAÚDE</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Proporção de estabelecimentos de saúde por população 2. Total de equipamentos médicos 3. Proporção de leitos hospitalares por população <p>EDUCAÇÃO</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Acessibilidade sanitária para Pessoas com Deficiência (PcD) nas escolas 2. Cobertura de abastecimento de água potável nas escolas 3. Percentual de escolas com acesso à internet banda larga 4. Infraestrutura para ensino de ciências 5. Densidade de equipamentos computacionais <p>MORADIA & INFRAESTRUTURA URBANA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Moradias com calçamento no entorno 2. Existência de banheiros exclusivos 3. Adequação construtiva das moradias 4. Déficit habitacional <p>ASSISTÊNCIA SOCIAL</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Média do Índice de Desenvolvimento dos Centros de Referência de Assistência Social (IDCRAS) 2. Média do Índice de Desenvolvimento dos Centros de Referência Especializados de Assistência Social (IDCREAS) <p>CULTURA, LAZER E ESPORTE</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Praças e parques em áreas urbanas 2. Proporção de escolas com biblioteca ou sala de leitura 3. Proporção de escolas com quadra de esporte 4. Proporção de museus no estado por população 	<p>ADAPTAÇÃO E RESILIÊNCIA CLIMÁTICA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Proporção de municípios com planejamento de drenagem e manejo de águas pluviais 2. Índice de capacidade adaptativa 3. Segurança em barragens 4. Redução de emissões brutas de gases de efeito estufa (CO₂e) 5. Cobertura de corpos d'água e áreas úmidas <p>COBERTURA VEGETAL E CONSERVAÇÃO</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Áreas verdes urbanas 2. Taxa total de degradação 3. Grau de impermeabilização urbana 	<p>RESÍDUOS SÓLIDOS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Adequação da destinação final do resíduo 2. Cobertura de coleta de resíduos 3. Taxa de recuperação de materiais recicláveis <p>ESGOTO</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cobertura do tratamento de esgoto coletado 2. Percentual de atendimento total de esgoto 3. Adequação do esgoto sanitário



2.1 Energia e Conectividade

A dimensão Energia e Conectividade do INFRA-BR estrutura-se a partir da compreensão de que a segurança energética e o acesso à infraestrutura de telecomunicações constituem pilares fundamentais para a manutenção da atividade econômica, para a provisão de serviços essenciais e para a redução de desigualdades territoriais. A análise integrada dessa dimensão parte do entendimento de que a segurança energética resulta da interação entre disponibilidade, acessibilidade, sustentabilidade e capacidade de resposta a intercorrências.

Nesse contexto, o INFRA-BR considera como eixos centrais para a mensuração da oferta de energia os segmentos de distribuição, geração e transmissão, incorporando indicadores que captam tanto a escala quanto a confiabilidade do sistema. No âmbito da distribuição, utiliza-se a informação de consumo médio energético por habitante, bem como os indicadores de Frequência Equivalente de Interrupção (FEC) e Duração Equivalente de Interrupção (DEC), esses últimos que expressam, respectivamente, a quantidade média de interrupções e o tempo médio em que os usuários permanecem sem fornecimento de energia elétrica. Esses indicadores permitem aferir a qualidade do serviço prestado e a capacidade operacional das redes locais.

No segmento de geração, o índice incorpora a diversidade de fontes da matriz elétrica, a potência outorgada das usinas e a geração total de energia. Esses indicadores refletem a capacidade instalada, o grau de diversificação tecnológica e o potencial de produção local, elementos diretamente associados à resiliência do sistema frente a choques climáticos, à redução da dependência de fontes específicas e ao avanço da transição para uma economia de baixo carbono.

No que se refere à transmissão, são consideradas a capacidade de transformação e a extensão das linhas de transmissão, que expressam a aptidão do sistema para escoar a energia gerada, integrar regiões produtoras e consumidoras e reduzir gargalos estruturais que podem comprometer a segurança do suprimento.

A dimensão também incorpora a conectividade digital como indissociável da infraestrutura contemporânea, reconhecendo que o acesso a serviços de telecomunicações condiciona a participação econômica, o



acesso a serviços públicos e a integração territorial. Para esse fim, são utilizados indicadores de capacidade e cobertura de Telecom, cobertura de sinal de celular (4G e 5G) e qualidade da conexão de banda larga (acesso à internet). Esses indicadores permitem identificar desigualdades no acesso à conectividade da população e dos territórios ou áreas que podem estar sujeitas a formas de exclusão digital.

Por fim, a dimensão reconhece a crescente interdependência entre transição energética, infraestrutura digital e desenvolvimento econômico. A expansão de centros de dados e de infraestrutura de tecnologia da informação, associada à economia digital e à inteligência artificial, tende a intensificar a demanda por eletricidade, reforçando a importância de planejar a expansão da conectividade em consonância com a disponibilidade de energia, a eficiência energética e a sustentabilidade da matriz elétrica.

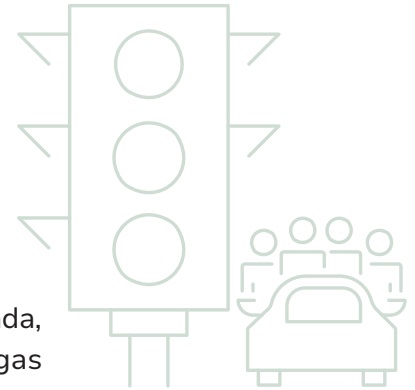


2.2 Mobilidade

A dimensão Mobilidade foi concebida para captar, de forma integrada, as condições de deslocamento de pessoas e de escoamento de cargas no território nacional, considerando tanto a infraestrutura física quanto aspectos de capacidade, eficiência, segurança e integração intermodal. Parte-se do entendimento de que a mobilidade constitui um componente estruturante fundamental do desenvolvimento econômico e social, ao viabilizar acesso a oportunidades, reduzir custos logísticos, ampliar a conectividade territorial e sustentar cadeias produtivas.

A seleção de indicadores busca equilibrar três princípios: (i) cobertura dos principais modais de transporte; (ii) diferenciação entre oferta de infraestrutura, desempenho operacional e condições de uso; e (iii) utilização de bases de dados regulares, públicas e comparáveis no nível estadual. Ao mesmo tempo, adotou-se cautela para evitar redundâncias entre indicadores de quantidade e indicadores de resultado.

Em suma, a categoria de Aeroportos é voltada à caracterização da oferta e da conectividade do transporte aéreo. Mede a capacidade instalada e busca captar o potencial físico e operacional dos aeroportos, enquanto os indicadores de conectividade e capilaridade refletem a inserção do território em que está o aeroporto nas redes aéreas.



O componente rodoviário combina indicadores de capacidade, condição da malha viária (rodovias estaduais e federais) e segurança das vias. A intensidade de modernização busca refletir o esforço de investimento, enquanto os indicadores de robustez, integridade e criticidade captam condições estruturais e gargalos da malha. Os indicadores sobre a qualidade da malha viária provêm da pesquisa anual CNT de rodovias e as projeções para 2025 consolidam-se como o maior banco de dados técnico sobre a infraestrutura rodoviária brasileira, avaliando 100% da malha federal pavimentada e trechos estaduais importantes. O seu relatório técnico enfatiza a integridade da superfície de rolamento como pilar fundamental para a segurança, eficiência logística e redução de custos operacionais, apontando a necessidade de investimentos contínuos para conter a deterioração dos pavimentos.

O componente de escoamento de carga reúne indicadores de infraestrutura e desempenho logístico dos modais ferroviário e hidroviário. A junção de ferrovias e hidrovias reflete a função comum de escoamento de grandes volumes de carga a longas distâncias. Vale destacar que o indicador de Tonelada de Quilômetros Úteis (TKU) ferroviário busca medir a eficiência de escoar carga pela malha ferroviária até os portos, aproximando a métrica de um indicador de funcionalidade sistêmica.

O volume transportado por cabotagem, referente ao transporte de cargas ou pessoas entre portos do mesmo país que navegam próximo à costa ou em rios e lagos destaca-se como alternativa eficiente e sustentável ao transporte rodoviário, ideal para longas distâncias, com fretes menores, alta segurança, menos emissões de poluentes e maior previsibilidade. Os portos constituem pontos estruturantes da navegação de cabotagem, realizada ao longo da costa brasileira, que possibilita o deslocamento de mercadorias por todo o território nacional com custo social inferior ao observado em outros modais, como o rodoviário e o ferroviário. Ademais, a atividade portuária exerce função estratégica na promoção do desenvolvimento nacional, regional e local, ao fomentar a indústria de transformação, o agronegócio e o abastecimento energético; aprimorar a logística de transporte de cargas; consolidar eixos estruturantes de transporte; ampliar o fluxo de divisas internacionais; incentivar a localização de indústrias próximas aos centros de escoamento da produção; criar e sustentar atividades produtivas em diversos setores da economia; gerar arrecadação tributária; e impulsionar a indústria de transporte de cargas e a prestação de serviços correlatos. No plano regional, os portos contribuem para a formação e sustentação de parques industriais e de produtos e serviços associados à carga e às embarcações, para a geração de empregos diretos e indiretos, para a ocupação territorial e para o



surgimento de setores econômicos complementares, como turismo, lazer, cultura e comércio, além de favorecerem a implementação de projetos de compensação ambiental e recuperação de áreas degradadas.

A escolha dos indicadores do componente de portos decorre do entendimento de que a quantidade de ativos não implica, necessariamente, melhor funcionamento do sistema, sendo mais relevante mensurar a capacidade efetiva de operação e a inserção dos portos nas redes logísticas. A ênfase na eficiência é particularmente importante para a interpretação do chamado Custo Brasil, uma vez que tempos elevados de espera para atracação e atrasos em processos de liberação de cargas geram custos adicionais, como maior imobilização de capital, aumento de estoques e perda de produtividade. Assim, os indicadores selecionados permitem aproximar a leitura da infraestrutura portuária de seus efeitos econômicos concretos, captando gargalos que impactam diretamente a competitividade do país.

O componente de Deslocamento Intramunicipal busca captar as condições de mobilidade cotidiana da população, especialmente em áreas urbanas, combinando indicadores de presença de infraestrutura e diversidade de alternativas.

Esse componente está em linha com a Política Nacional para a Mobilidade Urbana Sustentável apresentada pelo Ministério das Cidades, que elegeu quatro eixos estratégicos de ação, que embasam os programas e projetos da SEMOB: i) integração das políticas de transporte com as de desenvolvimento urbano; ii) melhoria do transporte coletivo; iii) tarifas mais baratas; e iv) valorização dos meios de transporte não motorizados. A inclusão de indicadores de ciclovias e da qualidade dos ônibus urbanos amplia a capacidade do índice de refletir modais sustentáveis, para além da capacidade de transporte, o direito à mobilidade da população efetivamente ofertado.

A incorporação de indicadores relacionados à eletrificação da frota de ônibus é atualmente limitada pela ausência de bases nacionais unificadas, padronizadas e atualizadas que sistematizem informações sobre a quantidade, tipologia, idade, desempenho operacional e cobertura territorial de ônibus elétricos nos municípios brasileiros. Embora existam iniciativas pontuais de monitoramento por parte de associações setoriais, governos estaduais, organismos internacionais e projetos piloto, esses dados são dispersos, heterogêneos e frequentemente incompletos, dificultando sua integração em métricas comparáveis em escala nacional. Essa lacuna restringe a capacidade de avaliar de forma consistente o avanço e a necessidade da descarbonização do transporte coletivo e de comparar esforços entre municípios.



A construção da dimensão Mobilidade buscou minimizar redundâncias entre indicadores de quantidade e desempenho, reforçando que a eficiência dos sistemas depende fortemente da integração multimodal. O conjunto de indicadores evidencia a elevada dependência rodoviária do país e reforça a necessidade de diversificação da matriz de transportes.



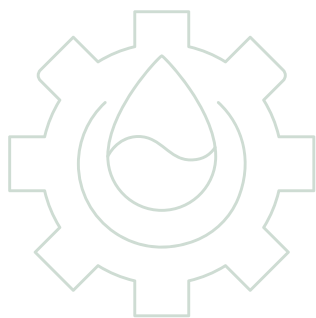
2.3 Água

Nesta dimensão, o foco principal recai sobre a disponibilidade hídrica para consumo humano, concentrando-se nos sistemas de abastecimento, distribuição e na qualidade da água. Parte-se do entendimento de que a infraestrutura hídrica não se esgota na captação ou no volume produzido; ela se concretiza na capacidade de distribuir água de forma contínua, segura e ambientalmente sustentável.

No campo da distribuição e abastecimento, uma preocupação central reside nas desigualdades territoriais de acesso e nas perdas ao longo do sistema. Os indicadores de taxa de distribuição rural e urbano permitem capturar assimetrias históricas na provisão do serviço, evidenciando se a expansão da infraestrutura tem ocorrido de forma inclusiva ou concentrada em áreas urbanas consolidadas. Ao incorporar essa métrica, o índice reconhece que cobertura média elevada pode ocultar bolsões de exclusão.

Complementarmente, o indicador de eficiência da distribuição da água mede a proporção de águas não perdidas na distribuição por UF. Altos níveis de perdas implicam desperdício de recursos naturais, aumento de custos energéticos e maior pressão sobre mananciais. Assim, o indicador desloca a análise do estoque físico de redes para a eficiência efetiva do sistema.

A segurança hídrica depende igualmente da qualidade da água distribuída. Por essa razão, são incorporados indicadores oriundos do SISAGUA, que monitora parâmetros sanitários críticos. O percentual de amostras com cloro residual livre fora do padrão indica falhas na desinfecção, comprometendo a proteção contra agentes patogênicos e a saúde humana. Já o percentual de amostras com presença de coliformes



totais sinaliza risco de contaminação microbiológica, refletindo tanto problemas na rede quanto fragilidades nos sistemas de tratamento.

Ao priorizar esses indicadores, o INFRA-BR evita interpretações baseadas apenas na existência de estações de tratamento ou na extensão física da rede, aproximando a mensuração dos efeitos concretos sobre a saúde pública.

Em síntese, a escolha desse conjunto de indicadores reafirma a orientação metodológica do índice: privilegiar métricas que expressem acesso efetivo, continuidade, qualidade e sustentabilidade, evitando leituras restritas à capacidade instalada ou à mera extensão física da infraestrutura.



2.4 Bem-estar Social e Cidadania

Indicadores de bem-estar permitem avaliar se a infraestrutura existente está, de fato, convertendo-se em resultados socialmente relevantes, superando uma abordagem centrada apenas em estoque de obras ou extensão de redes (Saisana & Tarantola, 2002). Além disso, incorporar essa dimensão no INFRA-BR amplia a capacidade do índice de identificar desigualdades territoriais, orientar priorização de investimentos e aproximar a mensuração infraestrutural de uma lógica orientada a impactos, em consonância com referenciais internacionais que defendem avaliações baseadas em resultados e não apenas em insumos (Ravallion, 2011; Saisana & Tarantola, 2002; USAID, 2014).

A inclusão dessa dimensão tem como objetivo operar como uma camada analítica complementar, voltada a captar se — e em que medida — esses ativos e serviços estão se convertendo em condições efetivas de vida, acesso a direitos e oportunidades sociais (Ravallion, 2011), ainda que por vias indiretas.

No campo da Assistência Social, a Média do Índice de Desenvolvimento dos Centros de Referência de Assistência Social (IDCRAS) e a Média do Índice de Desenvolvimento dos Centros de Referência Especializados da Assistência Social (IDCREAS) capturam o grau de estruturação, qualidade e funcionamento dos equipamentos da proteção básica e especial. Esses indicadores incorporam aspectos como equipe técnica,





serviços ofertados e condições operacionais, aproximando a análise da efetividade institucional da política de assistência.

A inclusão do componente de Cultura, Lazer e Esporte fundamenta-se no reconhecimento de que infraestrutura urbana também envolve espaços de sociabilidade, formação cultural e desenvolvimento integral. A proporção de escolas com quadra de esporte e a proporção de escolas com biblioteca ou sala de leitura ampliam a leitura da infraestrutura educacional para além da sala de aula convencional, captando condições para formação física, cultural e intelectual. Já o indicador de praças e parques em áreas urbanas introduz a dimensão da infraestrutura verde urbana como espaço de convivência, saúde preventiva e coesão social, com impactos indiretos sobre qualidade de vida e segurança urbana.

No componente Saúde, os indicadores selecionados procuram mensurar a capacidade instalada do sistema de atendimento, reconhecendo que a disponibilidade de equipamentos e estabelecimentos constitui condição básica para acesso a serviços. A proporção de leitos hospitalares por população, total de equipamentos médicos e a proporção de estabelecimentos de saúde por população capturam a estrutura física e tecnológica disponível. Ainda que não expressem diretamente qualidade do atendimento ou resultados clínicos, esses indicadores permitem identificar disparidades territoriais relevantes e potenciais vazios assistenciais.

O âmbito habitacional aparece no componente de Moradia & Infraestrutura Urbana e aborda condições materiais mínimas para vida digna. A adequação construtiva das moradias e a existência de banheiros exclusivos captam padrões básicos de habitabilidade e saneamento domiciliar. O indicador de déficit habitacional sintetiza carências estruturais relacionadas à coabitação forçada, adensamento excessivo ou moradias precárias. Já o indicador de moradias com calçamento no entorno aproxima a análise da qualidade do ambiente urbano imediato, refletindo impactos sobre mobilidade, saúde pública e segurança. Essas métricas permitem deslocar o foco da política habitacional do número de unidades construídas para a qualidade efetiva das condições de moradia.

No campo educacional, os indicadores selecionados no componente de Educação buscam capturar condições estruturais que viabilizam aprendizado de qualidade. A acessibilidade sanitária para Pessoas com Deficiência (PcD) mede a adequação das instalações para estudantes com deficiência. A infraestrutura para ensino de ciências, a densidade de equipamentos computacionais e a presença de internet banda larga nas escolas refletem a capacidade de inserção tecnológica e científica, elemento central para desenvolvimento contemporâneo. Por fim, a co-



bertura de abastecimento de água potável nas escolas conecta infraestrutura educacional à segurança hídrica e à saúde escolar, evidenciando a interdependência entre dimensões do índice.



2.5 Meio Ambiente e Resiliência

A seleção de indicadores para o eixo de Meio Ambiente e Resiliência do INFRA-BR orienta-se por recomendações internacionais que enfatizam a necessidade de combinar métricas de exposição a perigos climáticos, condições ecológicas estruturantes, capacidade adaptativa e eficácia das respostas institucionais. Parte-se do entendimento de que os impactos das mudanças climáticas se manifestam de forma sistêmica, com efeitos diretos sobre o ciclo hidrológico, os ecossistemas, a infraestrutura e o bem-estar das populações, exigindo abordagens integradas para sua mensuração. Após cuidadosa inspeção metodológica, optou-se também por incorporar ao INFRA-BR índices compostos já consolidados, produzidos por instituições que atuam no campo da adaptação climática, como o Índice de Capacidade Adaptativa desenvolvido no âmbito do Adapta-Brasil, por compreender que tais instrumentos sintetizam, de maneira robusta, múltiplas dimensões associadas à vulnerabilidade e à capacidade de resposta dos territórios.

A fase de estabilização após eventos extremos demandam ações rápidas e coordenadas para restabelecer serviços essenciais, mitigar riscos residuais e preparar condições mínimas para a recuperação estruturada, sempre com adaptação às realidades específicas dos territórios afetados (Severo et al., 2024).

A dimensão Meio Ambiente e Resiliência contempla, de forma transversal, a relação entre cobertura vegetal, funcionamento hidrológico e redução de riscos, reconhecendo que ecossistemas preservados e soluções baseadas na natureza desempenham papel central na mitigação de enchentes, enxurradas, secas e ilhas de calor, além de contribuir para a qualidade ambiental e a regulação do clima local.

A inclusão de indicadores de infraestrutura verde hídrica fundamenta-se no reconhecimento de que *wetlands* e mangues atuam como zonas naturais de retenção, infiltração e amortecimento de cheias, re-



duzindo a velocidade do escoamento superficial, diminuindo a erosão e protegendo áreas urbanas e costeiras contra inundações e eventos extremos. Esses ecossistemas também contribuem para a recarga de aquíferos, a manutenção da biodiversidade e a provisão de serviços ecossistêmicos essenciais.

Já o indicador de proporção de municípios com planejamento de drenagem urbana e manejo de águas pluviais permite capturar a capacidade dos municípios de lidar com volumes crescentes de precipitação associados às mudanças climáticas, bem como de reduzir alagamentos recorrentes, danos a edificações, interrupções de mobilidade e riscos à saúde pública. A combinação entre infraestrutura cinza e soluções baseadas na natureza é entendida como componente central da resiliência hídrica urbana.

Adicionalmente, o indicador de Redução de Emissões Brutas de Gases de Efeito Estufa (CO₂e) conecta a dimensão ambiental à agenda de mitigação climática, reconhecendo que a transição para padrões de menor intensidade de carbono é indissociável da resiliência de longo prazo como forma de enfrentar os desafios climáticos atuais.

Os indicadores de Adaptação e Resiliência Climática foram selecionados para captar a interação entre perigos hidrometeorológicos — como inundações, enchentes, alagamentos, enxurradas, deslizamentos, secas e queimadas — e a condição de ativos críticos, permitindo a avaliação de riscos potenciais à população e à infraestrutura.

As escolhas para este componente dialogam diretamente com o arcabouço de Tyler e Moench (2012), segundo o qual a resiliência climática urbana resulta da interação entre sistemas (infraestrutura e ecossistemas), agentes (atores capazes de decidir e mobilizar recursos) e instituições (regras e arranjos que estruturam essas interações). Nesse enquadramento, a resiliência envolve diversidade, redundância, flexibilidade e capacidade de manter a funcionalidade diante de perturbações, o que justifica a ênfase em indicadores que ultrapassem a mera mensuração de exposição ao risco e incorporem dimensões de capacidade adaptativa.

O conjunto de indicadores também reflete uma compreensão ampliada de resiliência, reconhecendo sua natureza contestada entre abordagens de engenharia, ecológicas e evolutivas (Davoudi et al., 2012). Enquanto a resiliência de engenharia está associada à proteção de ativos e ao retorno a condições estáveis após perturbações, a resiliência ecológica e evolutiva enfatiza adaptação contínua, transformação e mudança estrutural. Em consonância com essa perspectiva, o INFRA-BR privilegia métricas que expressem processos dinâmicos, como regeneração am-



biental e fortalecimento de capacidades institucionais, e não apenas estoques físicos ou respostas pontuais.

No plano internacional, essa orientação encontra respaldo em iniciativas e publicações voltadas à adaptação e à resiliência urbana, como o guia de cidades resilientes ao clima do Banco Mundial (Prasad et al., 2009), as iniciativas da Rockefeller Foundation (2012), e programas de “cidades resilientes” (UNISDR, 2012; ICLEI, 2012). No âmbito nacional de outros países, destaca-se a Estratégia Nacional para Resiliência a Desastres da Austrália, aprovada pelo *Council of Australian Governments* (COAG, 2009), que reconhece as mudanças climáticas como fator central na ampliação de riscos e na necessidade de fortalecer a resiliência frente a eventos extremos.

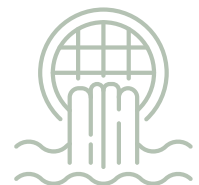


2.6 Saneamento Básico

Nesta dimensão, complementar à dimensão Água, o foco principal recai sobre os serviços de coleta e tratamento de resíduos sólidos e de esgoto, reconhecendo-se que a segurança hídrica urbana depende tanto da oferta de água quanto da qualidade da água devolvida ao meio ambiente após o uso.

Uma das principais preocupações nesse campo é a elevada proporção de esgoto gerado que não recebe tratamento adequado, o que compromete a qualidade dos corpos d’água, reduz a disponibilidade hídrica a jusante e impõe custos adicionais aos sistemas de captação e tratamento, além de favorecer processos de contaminação por micro-organismos. Para lidar com esse problema de forma integrada, especialistas têm proposto indicadores que articulam oferta, consumo e tratamento, como o conceito de vazão de subsídio ambiental, formulado por Tucci (2017), que mede a vazão fornecida pelo ambiente necessária para diluir a contaminação gerada pela ausência de tratamento de esgotos. Nesse enquadramento, a demanda total de água passa a ser entendida como a soma da demanda destinada ao uso direto e da demanda adicional requerida para a diluição da poluição.

No INFRA-BR, a incorporação desse enfoque orienta a priorização de indicadores que expressem condições efetivas de disponibilidade e



qualidade da água, evitando leituras baseadas exclusivamente na extensão das redes ou no volume captado. Dessa forma, busca-se aproximar a mensuração da infraestrutura de seus efeitos práticos sobre a segurança hídrica da população. Nesse sentido, adota-se o indicador calculado pela diferença entre o esgoto total gerado e o esgoto tratado, ambas as informações disponíveis no SNIS.

No que toca aos Resíduos Sólidos, o componente enfoca a cobertura da coleta e a correta destinação, como também se preocupa com a taxa de recuperação de materiais recicláveis. A taxa de recuperação de materiais recicláveis no Brasil permanece baixa quando comparada ao volume total de resíduos gerados e ao potencial técnico de reciclagem existente. A literatura sobre economia circular reforça que o desafio da recuperação de materiais recicláveis não é apenas técnico, mas sistêmico. Geissdoerfer et al. (2017) destacam que a circularidade depende de redes produtivas coordenadas e incentivos regulatórios consistentes. No Brasil, embora a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) tenha introduzido instrumentos como responsabilidade compartilhada e logística reversa, sua implementação permanece heterogênea.





3. **COMO INTERPRETAR OS RESULTADOS: LIMITAÇÕES DE USO E NOTAS DE PRECAUÇÃO**

Esta seção tem por finalidade orientar os usuários do INFRA-BR quanto à interpretação adequada dos resultados do índice, explicitando o significado de pontuações mais elevadas ou mais baixas, os riscos de uso indevido e os cuidados necessários na comparação entre UFs.

A comparabilidade constitui dimensão metodologicamente sensível e exige esclarecimento prévio quanto aos objetivos e critérios da comparação. Em primeiro lugar, é fundamental verificar se os fenômenos analisados são de natureza equivalente e se os indicadores utilizados possuem denominadores compatíveis. No caso do INFRA-BR, a equipe técnica procedeu à padronização estatística das variáveis, convertendo valores absolutos em medidas relativas à população, ao território ou a outras bases de referência pertinentes, com o objetivo de assegurar comparabilidade formal.

Todavia, a comparabilidade não se esgota na padronização estatística. As UFs brasileiras apresentam trajetórias históricas, capacidades institucionais, estruturas econômicas e arranjos político-administrativos



distintos, ainda que compartilhem mesmas instituições e arranjo federativo. Assim, a comparação entre estados deve considerar que diferenças observadas podem refletir não apenas desempenho infraestrutural, mas também contextos estruturais diversos.

Para mitigar riscos de interpretações inadequadas, recomenda-se que a principal forma de análise seja longitudinal, isto é, a comparação da UF consigo mesma ao longo do tempo. Essa abordagem permite observar variações internas no conjunto de variáveis que compõem o índice, favorecendo diagnósticos mais consistentes sobre evolução, estagnação ou regressão em determinadas dimensões.

Comparações interestaduais são metodologicamente possíveis e podem ser úteis para identificar padrões e disparidades. Contudo, devem ser conduzidas sem juízos normativos prévios. Os resultados devem ser

interpretados como ponto de partida para investigação analítica — isto é, como indícios que suscitam perguntas sobre os fatores que explicam determinado desempenho. Cabe reiterar que índices sintéticos constituem instrumentos de mensuração e sinalização; não oferecem, por si, explicações causais sobre os fenômenos observados.

Abaixo, estão detalhadas notas de precaução para cada uma das seis dimensões do INFRA-BR.

ENERGIA E CONECTIVIDADE

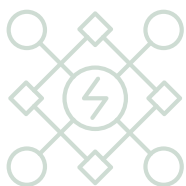
A interpretação dos indicadores da dimensão Energia e Conectividade deve considerar algumas limitações e cuidados analíticos. Em primeiro lugar, indicadores de

distribuição, geração e transmissão captam principalmente a capacidade instalada e o desempenho médio, não refletindo integralmente aspectos como flexibilidade operacional, redundância de sistemas, qualidade da manutenção ou rapidez na recomposição do serviço após falhas.

Em segundo lugar, a diversidade da matriz e a potência outorgada não informam, por si só, sobre a efetiva disponibilidade de energia ao longo do tempo, uma vez que fatores hidrológicos, sazonalidade e restrições operativas podem afetar significativamente a geração.

Quanto à conectividade, indicadores baseados em presença ou ausência de infraestrutura e acesso à internet não captam plenamente

“Os resultados devem ser interpretados como ponto de partida para investigação analítica — isto é, como indícios que suscitam perguntas sobre os fatores que explicam determinado desempenho.”



dimensões como estabilidade do serviço, latência, velocidade efetiva ou custo relativo para os usuários, aspectos relevantes para a qualidade do acesso.

Assim, os resultados da dimensão devem ser interpretados como aproximações da situação estrutural de energia e conectividade dos territórios, recomendando-se cautela em comparações diretas entre UFs e o uso complementar de análises qualitativas e estudos setoriais quando o objetivo for subsidiar decisões de investimento ou planejamento detalhado.

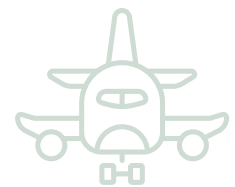
MOBILIDADE

Considerar que a concentração de voos em grandes hubs, associada a processos de concessão e estratégias empresariais das companhias aéreas, faz com que o desempenho observado em um estado nem sempre reflita sua conectividade intrínseca/capacidade de conectividade, mas sim sua posição relativa na rede nacional. Dessa forma, a leitura “por estado” pode superestimar a situação de UFs que concentram hubs e subestimar aquelas que dependem de conexões indiretas.

Da mesma forma, a capilaridade territorial do acesso aéreo apresenta forte heterogeneidade regional e tendência de concentração em polos. Recomenda-se que esses indicadores sejam interpretados em conjunto com informações qualitativas sobre a organização das redes aéreas.

A presença de concessões de infraestrutura introduz heterogeneidade adicional na leitura dos indicadores, uma vez que parte relevante das informações operacionais produzidas pelas concessionárias não se encontra sistematizada em bases públicas abertas, padronizadas e comparáveis em escala nacional. Essa lacuna limita a incorporação de métricas mais diretas de desempenho do serviço e implica que diferenças observadas entre estados reflitam, em parte, distintos arranjos institucionais de gestão da infraestrutura — e não apenas variações no estoque físico ou no esforço de investimento. Como consequência, diversos indicadores potenciais de qualidade operacional não podem ser incorporados ao índice em escala nacional, o que reduz a capacidade de distinguir, com maior precisão, o desempenho entre rodovias concedidas e não concedidas. Por esse motivo, os resultados devem ser interpretados com cautela, especialmente em comparações entre UFs com diferentes graus de concessão rodoviária.

Em suma, os contratos de concessão geram grande volume de informações operacionais, como níveis de serviço, tempos de viagem, interrupções, custos, investimentos realizados e planos de manutenção. Entretanto, tais dados: (i) não estão integralmente disponíveis em





bases públicas abertas; (ii) são divulgados em formatos heterogêneos entre concessionárias; e (iii) nem sempre apresentam séries históricas consolidadas e metodologicamente comparáveis.

Adicionalmente, aspectos contratuais fundamentais para a avaliação da qualidade do serviço — como cumprimento de metas, aplicação de penalidades, nível de atendimento ao usuário, índices de disponibilidade, tempo médio de resposta a incidentes e qualidade da sinalização — não dispõem de bases consolidadas de acesso público. A ausência dessas informações impede a incorporação, no índice, de medidas diretas de desempenho, restringindo a análise, em muitos casos, ao uso de proxies estruturais.

Por fim, as concessões tendem a se concentrar em corredores de maior fluxo econômico, enquanto extensas áreas permanecem sob gestão pública direta. A inexistência de dados desagregados e comparáveis dificulta mensurar diferenças de qualidade entre eixos estratégicos e áreas periféricas, bem como os impactos territoriais desiguais associados às concessões. Esse contexto reforça a necessidade de cautela na interpretação de médias estaduais e na comparação entre UFs.

A dimensão procura apresentar um olhar sobre a eficiência operacional, para além da infraestrutura física. Existem, contudo, lacunas na disponibilidade de dados padronizados de cobertura nacional sobre rodovias concedidas, que diminuem a precisão com que conseguimos acessar a eficiência operacional. Ainda quanto à lacuna de dados, não foram incluídos indicadores como quantidade de postos de abastecimento ou áreas de apoio por quilômetro, em razão da ausência de bases nacionais padronizadas. Da mesma forma, reconhece-se a lacuna de dados sistemáticos sobre pontes.

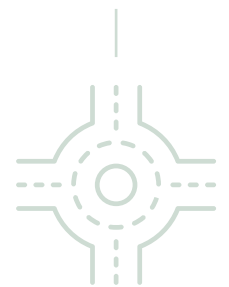
Pontes rodoviárias compõem um ativo crítico da infraestrutura de transportes, pois garantem a continuidade da malha viária em rios, vales e áreas de relevo complexo, influenciando diretamente a segurança viária, os custos logísticos e a resiliência territorial frente a eventos extremos. Embora o Brasil disponha de esforços relevantes de inventário e inspeção de pontes — como o inventário nacional conduzido pelo DNIT na malha federal e bases setoriais mantidas por concessionárias fiscalizadas pela ANTT e agências estaduais, além de estudos acadêmicos recentes sobre gestão e deterioração de pontes, incluindo o conjunto de relatórios “Estado da Arte em Gestão de Pontes”, que tratam de indicadores de qualidade, de procedimentos internacionais de inspeções e do planejamento de inspeções e manutenção em redes rodoviárias (DNIT, 2024a; DNIT, 2024b; DNIT, 2024c). Contudo, essas iniciativas ainda não

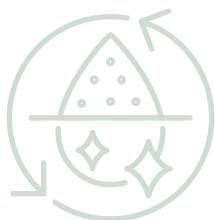
se traduzem em um conjunto sistemático, padronizado e publicamente acessível de indicadores de qualidade que possa ser diretamente incorporado em um índice nacional. Em síntese, hoje é possível saber “quantas” pontes existem em determinados recortes administrativos ou redes concessionadas (DNIT, 2024a; DNIT, 2024c), mas não há, em escala nacional e comparável, informação consolidada sobre seu estado de conservação, desempenho estrutural, risco associado e adequação da manutenção preventiva e corretiva.

Nesse sentido, os indicadores atualmente disponíveis concentram-se sobretudo na dimensão quantitativa de pontes, apoiando-se em cadastros e inventários mantidos por órgãos como DNIT (por meio de sistemas de gestão de pontes e de inspeções inventariais) e por concessionárias de rodovias sob regulação federal e estadual, que registram a existência e algumas características básicas dessas estruturas. Já os indicadores de qualidade — que poderiam abranger notas padronizadas de inspeção, taxas de deterioração, classificação de risco, frequência e tipo de intervenção, aderência a normas técnicas de inspeção e manutenção, entre outros — ainda são fragmentados, com metodologias heterogêneas e bases não integradas, o que impede, no momento, sua incorporação robusta ao índice (DNIT, 2024a; DNIT, 2024b; LIMA, 2022).

Diante desse cenário, revela-se essencial um esforço coletivo entre órgãos federais, concessionárias, agências reguladoras e instituições acadêmicas para a realização de um inventário abrangente e padronizado das Obras de Arte Especiais (OAEs), que contemple não apenas sua quantidade, mas também indicadores de qualidade como estado de conservação, desempenho estrutural e riscos associados. Tal iniciativa criaria as bases para a integração dessa temática ao INFRA-BR em versões futuras, promovendo uma visão mais completa da infraestrutura das rodovias brasileiras.

“ ... hoje é possível saber “quantas” pontes existem em determinados recortes administrativos ou redes concessionadas, mas não há, em escala nacional e comparável, informação consolidada sobre seu estado de conservação, desempenho estrutural, risco associado e adequação da manutenção preventiva e corretiva. ”





ÁGUA

A interpretação dos indicadores de Água deve considerar que as bases nacionais disponíveis permanecem fragmentadas entre setores, com distintos níveis de cobertura, periodicidade e padronização, especialmente no que se refere à articulação entre informações de saneamento, dados hidrológicos e parâmetros de qualidade da água. Essa fragmentação limita, no estágio atual, a plena mensuração integrada das relações entre infraestrutura hídrica, saúde pública e sustentabilidade dos sistemas urbanos.

Indicadores relacionados à intermitência do abastecimento, segurança de mananciais e eficiência energética dos sistemas ainda apresentam lacunas ou heterogeneidades metodológicas, o que pode restringir comparações diretas entre municípios e estados.

No caso de indicadores de proteção de mananciais, medidas baseadas em ocupações irregulares em Áreas de Preservação Permanente (APPs) ou em extensão anual de APP desmatada dependem de sistemas de monitoramento ambiental que podem apresentar defasagens temporais e diferenças de resolução espacial, exigindo cautela na leitura de tendências.

Indicadores de disponibilidade hídrica e escassez, como frequência de interrupções no abastecimento ou percentual da população submetida a cortes, tendem a refletir simultaneamente fatores climáticos, operacionais e institucionais, não sendo possível isolar, apenas a partir desses dados, a contribuição específica de cada componente.

Da mesma forma, indicadores de eficiência no uso da água na produção agrícola e industrial, bem como aqueles relativos à geração e destinação de efluentes, estão fortemente condicionados à disponibilidade e qualidade de dados setoriais, podendo apresentar subnotificação ou ausência de padronização nacional.

BEM-ESTAR SOCIAL E CIDADANIA

Os indicadores da dimensão Bem-estar Social e Cidadania captam majoritariamente capacidade instalada e disponibilidade relativa de equipamentos, não informando diretamente sobre a qualidade do atendimento, a adequação dos serviços às necessidades locais ou os resultados em termos de saúde, aprendizagem ou proteção social.

Diferenças demográficas, padrões de urbanização e distribuição territorial da população influenciam fortemente os resultados, o que



exige cautela em comparações diretas entre UFs ou municípios sem considerar contextos estruturais.

Por fim, recomenda-se que os resultados da dimensão de Bem-Estar sejam utilizados prioritariamente como ferramenta diagnóstica, para identificação de vazios de atendimento e priorização territorial, e não como substituto de avaliações setoriais específicas.

MEIO AMBIENTE E RESILIÊNCIA

Apesar dos avanços na incorporação de indicadores de adaptação e resiliência, persistem lacunas relevantes, como a ausência de bases nacionais padronizadas sobre monitoramento sistemático de encostas, infraestrutura costeira frente à elevação do nível do mar e integração direta entre cenários regionalizados de mudança climática e a localização dos ativos de infraestrutura. Ademais, muitos indicadores disponíveis ainda refletem predominantemente uma lógica de gestão de riscos, não captando plenamente processos de transformação de longo prazo nem a efetividade das intervenções implementadas. Essas limitações exigem cautela na interpretação dos resultados e reforçam a necessidade de complementação com análises qualitativas e estudos setoriais.

Além disso, a interpretação dos resultados do INFRA-BR deve considerar a diversidade de biomas brasileiros, cuja combinação específica de clima, hidrologia, cobertura vegetal e usos do solo condiciona tanto a exposição a ameaças quanto a própria configuração da infraestrutura. Essa heterogeneidade territorial implica que indicadores idênticos podem representar situações muito distintas em termos de vulnerabilidade, custos de provisão de serviços e alternativas de adaptação, o que exige leituras contextualizadas e, sempre que possível, o diálogo com diagnósticos regionais e estudos específicos por bioma.

SANEAMENTO BÁSICO

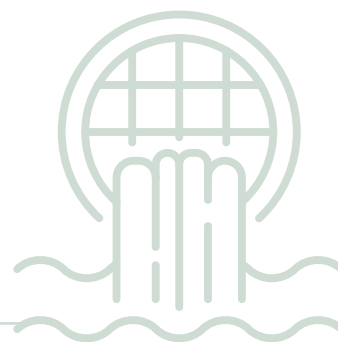
Recomenda-se que a leitura dos indicadores de resíduos sólidos seja feita de maneira integrada para evitar distorções de leitura. Uma alta cobertura de coleta e destinação correta, apesar de positiva e desejável, pode estar ocultando a incorreta destinação de resíduos sólidos, que vão para aterros em vez de serem reciclados, seja pela deficiência na coleta, seja devido à contaminação por resíduos orgânicos ou à ausência de triagem adequada. Recomenda-se, ademais, precaução na leitura do dado, distinguindo produtos entre aqueles recicláveis, isto é, passíveis de

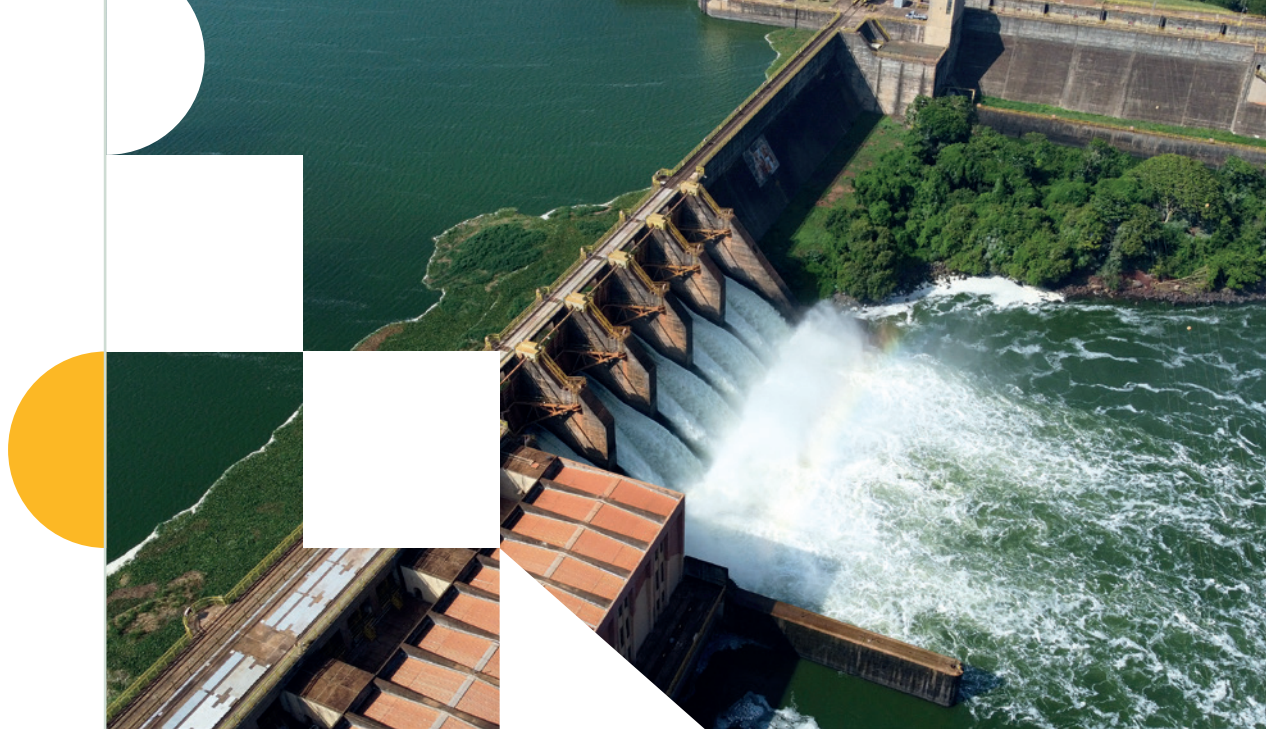


serem reciclados, e aqueles que são efetivamente reciclados. Inúmeros fatores explicam essa distinção, mas a principal delas está na ausência de incentivo econômico para a economia circular de alguns produtos e na falta de investimento no maquinário necessário para reciclar alguns tipos de materiais.

No que toca aos dados de saneamento, a mesma precaução é recomendada. A coleta de esgoto adequada e tratamento devem ser lidos de maneira integrada, pois importa saber quanto do esgoto gerado a partir de água limpa, retorna para a natureza na forma de água limpa.

A escolha desse conjunto de indicadores dialoga com abordagens consagradas de avaliação dos recursos hídricos, que distinguem indicadores de força-motriz, pressão e estado, incluindo demanda de água, geração de resíduos, efluentes e qualidade das águas superficiais e subterrâneas (IPT, 2008). Além disso, converge com perspectivas recentes que enfatizam a necessidade de integrar saneamento, drenagem urbana e resíduos sólidos na gestão das águas urbanas, conforme preconizado pela literatura sobre Gestão Integrada das Águas Urbanas (Tucci, 2017).





4. METODOLOGIA DE CÁLCULO

O INFRA-BR é um índice multidimensional, organizado em eixos (dimensões), áreas temáticas (componentes) e indicadores, com o objetivo de apresentar sistemicamente o desempenho da infraestrutura nas UFs. Cada componente agrega indicadores que medem um mesmo construto latente, enquanto as dimensões sintetizam conjuntos coerentes de componentes, permitindo uma análise integrada e comparável. A metodologia de cálculo do INFRA-BR seguiu os passos apresentados abaixo.

- **Seleção e validação dos indicadores**

Os indicadores foram selecionados com base em critérios conceituais e empíricos, priorizando relevância temática, capacidade de medir resultados ou *proxies* funcionais, disponibilidade em bases públicas e comparabilidade territorial. O processo fundamenta-se no mapeamento e na extração de variáveis em repositórios oficiais, onde registros administrativos e microdados são consolidados em um ambiente único. Essa organização permite a integração de fluxos de informação provenientes de origens distintas sob os mesmos recortes geográficos e temporais.



A etapa final consiste na verificação da cobertura e da integridade das séries temporais. Observam-se possíveis lacunas ou omissões que possam comprometer o detalhamento regional, ajustando o conjunto de indicadores para que estejam disponíveis de forma equânime entre as UFs. O procedimento resulta em uma base de dados organizada para a comparação direta, fundamentada em evidências verificáveis e sem distorções de escala.

- **Tratamento preliminar dos dados**

Os dados passam por tratamento estatístico para garantir robustez e comparabilidade:

1. Valores extremos (*outliers*): são tratados por truncamento em percentis superiores (ex.: 99º percentil), limitando sua influência sem excluí-los da amostra;
2. Transformação de escala e redução de assimetria: indicadores com distribuição fortemente assimétrica ou alta dispersão podem ser submetidos a transformações logarítmicas (ex.: $\log(x+1)$) para aproximar sua distribuição à normalidade e reduzir a influência de valores extremos, melhorando a estabilidade dos cálculos subsequentes;
3. Valores ausentes: a imputação é realizada por métodos de séries temporais (ex.: média histórica do estado) ou técnicas preditivas, selecionadas com base na minimização do erro quadrático médio, preservando a consistência temporal e territorial.^[1]

- **Categorização de indicadores específicos**

Indicadores com alta dispersão, assimetria acentuada ou natureza ordinal podem ser transformados em classes hierarquizadas (ex.: Baixo, Médio, Alto). Essa categorização reduz ruído estatístico e melhora a comparabilidade, sendo útil para indicadores de risco, criticidade ou impacto ambiental.

- **Definição dos limites superior e inferior**

Para cada indicador, são estabelecidos limites superiores (melhor cenário) e inferior (pior cenário), com base na função sigmoide. Esses limites servem como referência para a normalização.

^[1] Especificamente nos indicadores de portos, quando a base de dados apresenta um dado “não aplicável”, ou seja, UFs em que não há portos, foi feita a imputação dos dados de duas formas diferentes. Para indicadores com sentido positivo, seu dado “N/A” foi substituído por zero. Para indicadores invertidos, seu dado “N/A” foi substituído pelo valor máximo.



- **Orientação e normalização das variáveis**

Todos os indicadores são orientados no mesmo sentido: valores mais altos representam melhor desempenho. Indicadores originalmente negativos são invertidos. Em seguida, os dados são normalizados, permitindo a comparação entre variáveis com diferentes unidades e escalas.

- **Teste de adequação amostral (KMO)**

Para cada componente, aplica-se o teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) para verificar se a estrutura de correlação entre os indicadores é adequada para a aplicação de técnicas multivariadas, como a Análise de Componentes Principais.

- **Definição de pesos por Análise de Componentes Principais (ACP)**

Os pesos dos indicadores são definidos por meio da ACP, aplicada separadamente a cada componente. Essa técnica identifica a contribuição relativa de cada indicador para a variância total do construto, conferindo base estatística à ponderação e reduzindo arbitrariedade.

- **Avaliação da consistência interna (Alfa de Cronbach)**

A consistência interna de cada componente é avaliada por meio do Alfa de Cronbach, indicando o grau de coesão entre seus indicadores e reforçando a confiabilidade da agregação.

- **Cálculo das pontuações por indicador e agregação do índice (ponderação de componentes)**

As pontuações dos componentes são calculadas pela combinação ponderada dos indicadores normalizados. Por fim, a composição do índice INFRA-BR a partir das dimensões é realizada por média simples (pesos iguais) dos seus respectivos componentes, garantindo tratamento equilibrado entre os eixos da infraestrutura e resultando em uma medida sintética, transparente e metodologicamente consistente do desempenho infraestrutural das UFs.

A apresentação dos dados nos mapas acontece através da categorização de dados - técnica que agrupa elementos semelhantes em categorias para facilitar a análise, interpretação e o uso das informações. Para cada dimensão avaliada foi atribuída uma pontuação máxima e mínima, e o intervalo entre estas foi dividido em 5 faixas, cada qual representada por uma cor e abrigando um conjunto de 5 a 6 UFs do Brasil, homogeneizando a análise em grupos de tamanhos aproximados. Por fim, para cálculo da média nacional do INFRA-BR, seus componentes e dimensões, foi realizada uma média ponderada do desempenho das UFs pela sua densidade demográfica (quantidade de população).





5. PRINCIPAIS REFERÊNCIAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS

Um conjunto de índices informou a construção do INFRA-BR e importa mencioná-los aqui para explicitar as diferenças em relação a cada um deles, como os aspectos incluídos na metodologia do INFRA-BR.

O primeiro deles é o Índice de Progresso Social (IPS Brasil), que tem como objetivo avaliar a qualidade de vida no Brasil de forma multidimensional, medindo resultados socioambientais e não apenas infraestrutura ou insumos. Desse índice retiramos as técnicas estatísticas de mensuração dos indicadores e o olhar integrado sobre dimensões. Também procuramos replicar desse índice interface com filtros intuitivos, mapas comparáveis e *scorecards* rápidos e relatórios que interpretam dados e geram insights acionáveis.

O segundo referencial é o AdaptaBrasil, plataforma instituída pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) com o objetivo de consolidar, integrar e disseminar informações sobre impactos observados e projetados das mudanças climáticas no Brasil, oferecendo subsídios diretos para ações de adaptação. Diferentemente de índices sintéticos de desempenho geral, o AdaptaBrasil organiza dados climáticos, socioambientais e territoriais de forma aplicada, articulando exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa. Do AdaptaBrasil, o INFRA-BR incorpora sobretudo a ênfase na leitura territorializada dos riscos e vulnerabilidades, a integração entre



bases ambientais e socioeconômicas e o entendimento de infraestrutura como elemento central da capacidade de adaptação climática. Também dialoga com sua estratégia de visualização de dados por meio de mapas, painéis temáticos e filtros que permitem comparações espaciais, ainda que o INFRA-BR avance no sentido de construir métricas sintéticas padronizadas para monitoramento contínuo. O público-alvo compartilhado são gestores públicos, técnicos, pesquisadores e formuladores de políticas que demandam evidências estruturadas para orientar planejamento, priorização de investimentos e desenho de políticas de resiliência e infraestrutura.

Outro referencial central é a *OCDE Infrastructure Toolkit*, plataforma que sistematiza princípios, frameworks analíticos, indicadores e diretrizes para orientar a governança da infraestrutura ao longo de todo o ciclo de políticas públicas, do planejamento à avaliação, integrando de forma transversal temas como sustentabilidade ambiental, inclusão social, gênero, integridade e resiliência. Diferentemente de índices sintéticos ou painéis interativos, a Toolkit opera sobretudo como uma base conceitual e metodológica, voltada à formulação estratégica e ao fortalecimento da maturidade institucional dos países. Do conjunto de materiais da OCDE, o INFRA-BR incorpora principalmente os referenciais de governança de infraestrutura.

Outro referencial importante é o *ASCE – Report Card for America’s Infrastructure*, iniciativa da American Society of Civil Engineers que parte da premissa de que a infraestrutura constitui um “sistema de sistemas” essencial à segurança, prosperidade econômica e resiliência das sociedades. O *Report Card* avalia periodicamente a condição da infraestrutura dos Estados Unidos em múltiplas categorias por meio de um sistema de notas (A–F), articulando diagnóstico técnico, comunicação pública acessível e incidência política. Do modelo da ASCE, o INFRA-BR incorpora especialmente a lógica de avaliação padronizada por setores, a ideia de síntese comunicável (*scorecards* e *fact sheets*) e a visão sistêmica sobre interdependências entre áreas. Ao mesmo tempo, opta por não reproduzir o foco quase exclusivo em infraestrutura física clássica, avançando na integração de distintas dimensões.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2023. São Paulo: Abrelpe, 2023.
- ADAPTABRASIL; MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (MCTI). Teórico-metodológico para avaliação do risco de impacto das mudanças climáticas em setores estratégicos: recursos hídricos. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2025.
- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS (ANTAQ). O porto verde: modelo ambiental portuário. Brasília: ANTAQ, 2011.
- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS (ANTAQ). Impactos e riscos da mudança do clima nos portos públicos costeiros brasileiros: relatório final. Brasília: ANTAQ; GIZ, 2021.
- BALICA, S. *Applying the flood vulnerability index at different spatial scales*. Delft: UNESCO-IHE, 2012.
- BECKER, W.; SAISANA, M.; PARUOLO, P.; VANDECASTEELE, I. *Weights and importance in composite indicators: closing the gap*. *Ecological Indicators*, v. 80, p. 12-22, 2017.
- BOOYSEN, F. le R. *An overview and evaluation of composite indices of development*. *Social Indicators Research*, v. 59, n. 2, p. 115-151, 2002.
- COELHO FILHO, O.; SACCARO JUNIOR, N. L. Cidades cicláveis: avanços e desafios das políticas cicloviárias no Brasil. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2017. (Texto para Discussão, 2276).
- DANG, H.-A. H. et al. *Impacts of global warming on subnational poverty and inequality*. *Nature Climate Change*, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41558-025-02516-6>.
- DAVOUDI, S. et al. *Resilience: a bridging concept or a dead end?* *Planning Theory & Practice*, v. 13, n. 2, p. 299-333, 2012.
- DNIT. Estado da arte em gestão de pontes: indicadores de qualidade: estudo da COST Action TU 1406. Brasília: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 2024a. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/relatorios-de-pesquisa-1/ipr_rp_006_estado_da_arte_cost_action_tu1406.pdf. Acesso em: 6 fev. 2026.
- DNIT. Estado da arte em gestão de pontes: procedimentos internacionais de inspeções. Brasília: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 2024b. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/relatorios-de-pesquisa-1/ipr_rp_002_estado_da_arte_procedimentos_internacionais_inspecoes.pdf. Acesso em: 6 fev. 2026.

DNIT. Estado da arte em gestão de pontes: planejamento de inspeções e manutenção. Brasília: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 2024c. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/relatorios-de-pesquisa-1/ipr_rp_003_estado_da_arte_planej_inspecoes.pdf. Acesso em: 6 fev. 2026.

ERIKSEN, S.; KELLY, P. *Developing credible vulnerability indicators for climate adaptation policy assessment*. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 2007.

FREIBERG, A.; CARSON, W. *The limits to evidence-based policy: evidence, emotion and criminal justice*. Australian Journal of Public Administration, v. 69, n. 2, p. 152-164, 2010.

FULMER, J. *What in the world is infrastructure?* PEI Infrastructure Investor, p. 30-32, 2009.

GEISSDOERFER, M. et al. *The Circular Economy – A new sustainability paradigm?* Journal of Cleaner Production, v. 143, p. 757–768, 2017.

GRECO, S.; ISHIZAKA, A.; TASIYOU, M.; TORRISI, G. *On the methodological framework of composite indices: a review of the issues of weighting, aggregation, and robustness*. Social Indicators Research, v. 141, p. 61-94, 2018.

IPS BRASIL. Índice de Progresso Social Brasil 2025. Disponível em: <https://ipsbrasil.org.br/pt>. Acesso em: 6 fev. 2026.

KAUFMANN, D.; KRAAY, A. *Governance indicators: where are we, where should we be going?* World Bank Research Observer, 2007.

KOGA, N. M. et al. O que informa as políticas públicas federais brasileiras? Evidências, atores e processos. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2022.

LIMA, C. B. de. Desafios da gestão a nível de rede das pontes rodoviárias brasileiras. Revista ENINFRA, Brasília, v. 1, n. 1, p. 39-60, 2022. Disponível em: <https://revistaeninfra.dnit.gov.br/index.php/inicio/article/view/6>. Acesso em: 13 fev. 2026.

MANSOURI, M.; NILCHIANI, A.; MOSTASHARI, A. *A policy-making framework for a resilient port infrastructure system*. Marine Policy, v. 34, n. 6, p. 1125-1134, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2010.03.012>. Acesso em: 13 fev. 2026.

MAZZIOTTA, M.; PARETO, A. *Methods for constructing composite indices: one for all or all for one?* Rivista Italiana di Economia, Demografia e Statistica, v. 67, n. 2, p. 67-80, 2013.

MOLLE, F.; MOLLINGA, P. *Water poverty indicators: conceptual problems and policy issues*. Water Policy, 2003.

NOBRE, C. A.; MARENGO, J. A. (org.). Mudanças climáticas em rede: um olhar interdisciplinar. São José dos Campos: INCT para Mudanças Climáticas, 2017.

NUTLEY, S. *Increasing research impact: the role of systematic reviews*. St. Andrews: Research Unit for Research Utilisation (RURU), University of St. Andrews, 2003.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). *Handbook on constructing composite indicators: methodology and user guide*. Paris: OECD Publishing, 2008.

PAWSON, R. *Nothing as practical as a good theory*. Evaluation, v. 8, n. 2, p. 157-181, 2002.

PERMANYER, I. *Uncertainty and sensitivity analysis in composite indices*. Social Indicators Research, 2012.

PINHEIRO, M. M. S. Políticas públicas baseadas em evidências (PPBEs): delimitando o problema conceitual. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2020.

PRASAD, N. et al. *Climate-resilient cities: a primer on reducing vulnerabilities to disasters*. Washington, DC: World Bank, 2009.

RAVALLION, M. *On multidimensional indices of poverty*. Journal of Economic Inequality, v. 9, p. 235-248, 2011.

ROCKEFELLER FOUNDATION. *100 Resilient Cities Program Framework*. New York: Rockefeller Foundation, 2012.

SAISANA, M.; TARANTOLA, S. *State-of-the-art report on current methodologies and practices for composite indicator development*. Ispra: European Commission. Joint Research Centre, 2002.

SEVERO, R. et al. Cartilha de Pós-Inundação: Estratégias de Estabilização. Disponível em: <https://www.crea-rs.org.br/site/documentos/Cartilha-de-Recuperacao-Pos-Inundacao-Estrategias-de-Estabilizacao-Rev02.pdf>. Technique, 2024. Acesso em: mar fev. 2026.

TATE, E. *Social vulnerability indices: a comparative assessment using uncertainty and sensitivity analysis*. Natural Hazards, 2012.

TATE, E. *Uncertainty analysis for a social vulnerability index*. Annals of the Association of American Geographers, 2013.

TUCCI, C. E. M. Indicador de sustentabilidade hídrica urbana. Revista de Gestão de Água da América Latina, v. 14, e7, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.21168/reg.v14.e7>. Acesso em: 6 fev. 2026.

TYLER, S.; MOENCH, M. *A framework for urban climate resilience*. Climate and Development, v. 4, n. 4, p. 311-326, 2012.

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION (UNISDR). *Making cities resilient report*. Geneva: UNISDR, 2012.

UNITED STATES AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT (USAID). *Design and use of composite indices in assessments of climate change vulnerability and resilience*. Washington, DC: USAID, 2014.

ZHOU, P.; ANG, B. *Indicators for assessing sustainability performance*. Environmental Science & Technology, 2009.



ANEXO 1

FONTE E DETALHAMENTO DE VARIÁVEIS

DIMENSÃO	COMPONENTE	INDICADOR	ANO	FONTE	UNIDADE	DESCRIÇÃO / CÁLCULO
ENERGIA E CONECTIVIDADE	TELECOMUNICAÇÕES	Qualidade da conexão banda larga	2026	Anatel	Acessos a banda larga fixa por 100 domicílios	Densidade dos acessos em serviço associados à prestação do Serviço de Comunicação Multimídia – SCM (banda larga fixa) representada pelo número de acessos em serviço por grupo de 100 domicílios, normalizado pela Anatel.
		Capacidade e cobertura de Telecom	2025	Anatel	% de domicílios	Percentual de domicílios com funcionamento de serviço de rede móvel celular para telefonia ou Internet no domicílio.
		Cobertura de sinal de celular (4G e 5G)	2024	Anatel	% de moradores	Estimativa da cobertura móvel nas seguintes variáveis: tecnologias, frequências, localização das estações, altura e direção das antenas, potências dos transmissores, edificações e relevo, normalizado pela Anatel.
	GERAÇÃO DE ENERGIA	Geração total de energia	2024	CEE	Mwmed / (R\$/hab)	Considera a geração total de energia apresentado pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) e divide pelo PIB per capita da UF.
		Potência outorgada	2025	Aneel	kW/hab	Realiza a soma da potência outorgada em quilowatts de todos os empreendimentos filtrados para o ano de referência e divide o resultado pela população total da UF.
		Diversidade da matriz energética	2026	Aneel	Valor absoluto (quantidade de categorias)	Agrupa as fontes de geração originais em categorias de hídrica, solar, eólica e térmica e realiza a contagem do número de fontes distintas que estão presentes em cada UF.
	TRANSMISSÃO DE ENERGIA	Extensão das linhas de transmissão	2025	Aneel	% de área	Extensão total das linhas de transmissão com situação ativa na UF dividido pela área total da UF.
		Capacidade de transformação	2026	Aneel	MVA/hab	Capacidade de transformação em subestações per capita por UF (filtra os transformadores de potência, soma a potência ativa nominal em mega volt-ampere da última carga disponível e divide o resultado pela população total da UF).
	DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA	Média de Frequência Equivalente de Interrupção (FEC)	2026	Aneel	Valor absoluto (número de interrupções por unidade consumidora)	Número médio de interrupções de energia elétrica por consumidor em cada UF durante o ano de referência.
		Média de Duração Equivalente de Interrupção (DEC)	2024	Aneel	Horas	Tempo médio que os consumidores ficaram sem energia por UF no ano mais recente.
		Consumo médio energético por habitante	2025	EPE/IBGE	MWh/hab	Quantidade total de unidades consumidoras de geração distribuída dividida pela quantidade de domicílios da UF.

DIMENSÃO	COMPONENTE	INDICADOR	ANO	FONTE	UNIDADE	DESCRIÇÃO / CÁLCULO
MOBILIDADE	DESLOCAMENTO INTRAMUNICIPAL	Qualidade dos ônibus	2024	MUNIC	Índice (1 - 100)	Índice composto que multiplica a quantidade de municípios com disponibilidade de frota de ônibus pela qualidade do serviço, considerando ônibus regulados, a existência de frotas adaptadas e infraestrutura de embarque acessível. Divide-se o resultado pelo total de municípios da UF.
		Infraestrutura cicloviária	2024	MUNIC	% de municípios	Média simples do percentual de municípios com presença de ciclofaixa/ciclovia/ciclorrota na UF dividido pelo total de municípios da UF.
		Presença de transporte de alta capacidade	2024	MUNIC	% de municípios	Média simples do percentual de municípios com presença de metrô na UF dividido pelo total de municípios da UF com o percentual de municípios com presença de trem na UF dividido pelo total de municípios da UF.
		Índice de diversidade modal	2024	MUNIC	% de municípios	Média simples do percentual de municípios da UF que contém modais específicos (barco, metrô, mototáxi, táxi, trem, van, avião e aplicativos), pelo total de municípios da UF.
	PORTOS	Volume de movimentação portuária	2025	ANTAQ	Tonelada / R\$	Volume total de cargas movimentadas nos portos da UF (em toneladas) dividido pelo PIB nominal da UF.
		Produtividade média de movimentação	2025	ANTAQ	Toneladas / hora	Peso total das cargas movimentadas (toneladas) dividido pelo somatório das horas de operação efetiva de todos os navios que atracaram nas instalações portuárias da UF.
		Tempo médio de espera para atracação	2025	ANTAQ	Horas	Média aritmética do tempo decorrido entre a chegada do navio na zona de fundeio e a efetiva atracação no berço, expressa em horas, para todas as operações portuárias registradas na UF.
	ESCOAMENTO DE CARGA	Volume transportado via cabotagem	2026	ANTAQ	Tonelada	Volume de carga transportada via cabotagem vinculadas ao estado dividido pelo montante absoluto de carga na UF.
		Arrecadação por atividade logística (aquaviário, aéreo, ferroviário e rodoviário)	2025	RAIS	% participação no PIB da UF	Razão entre a soma do rendimento total dos vínculos formais classificados na seção 52 da CNAE (Armazenamento e atividades auxiliares dos transportes) e o PIB nominal da UF no mesmo período.
		Tonelada por Quilômetro Útil (TKU) ferroviário	2025	CNT	Tonelada / Km	Refere-se ao somatório da carga líquida (em toneladas) multiplicada pela distância de malha ferroviária (em quilômetros).
		Volume de movimentação hidroviária Interior	2025	ANTAQ	Instalações / tonelada	Relação entre a contagem de instalações portuárias fluviais e a tonelagem de navegação interior por UF.

DIMENSÃO	COMPONENTE	INDICADOR	ANO	FONTE	UNIDADE	DESCRIÇÃO / CÁLCULO	
MOBILIDADE	RODOVIAS	Mortalidade por acidentes de transporte	2024	DATASUS	% de população	Quantidade total de óbitos causados por acidentes de transporte terrestre no ano de referência, dividido pela população total da UF.	
		Índice de Condição da Manutenção (ICM) de rodovias federais	2025	DNIT	Índice (0 - 100)	Percentual de km classificados como “bons” no Índice de Condição da Manutenção (ICM < 30) em relação a quantidade total de quilômetros de rodovias federais na UF, utilizando como referência os dados do último mês do ano de referência.	
		Qualidade das rodovias estaduais	2025	ANTT - Pistas Marginais	% de rodovias	Percentual de rodovias estaduais com pavimento classificado como bom ou ótimo por UF, dividido pela extensão total da malha rodoviária analisada no painel rodoviário.	
		Qualidade da geometria rodoviária	2025	CNT - Transporte Rodoviário	% de rodovias	Percentual da malha rodoviária com geometria classificada como boa ou ótima na pesquisa CNT do ano de referência, dividido pela extensão total da malha rodoviária da UF.	
	AEROPORTOS	Capacidade de tráfego aéreo instalada	2025	ANAC	Decolagens / habitantes	Total de decolagens realizadas com origem no estado, dividido pela população residente na UF.	
		Conectividade da malha aeroportuária	2025	ANAC	Aeródromos / PIB per capita	Quantidade de aeródromos de destino distintos conectados a partir da UF, dividido pelo PIB per capita da UF.	
		Densidade de aeródromos	2025	ANAC	Aeródromos / km ²	Quantidade de aeródromos dividido pela área da UF.	
	ÁGUA	QUALIDADE DA ÁGUA	Conformidade microbiológica	2025	SISÁGUA	% de amostras	Percentual de amostras com presença de coliformes totais (> 0 ou termos textuais positivos) por UF.
			Conformidade de cloro residual	2025	SISÁGUA	% de amostras	Percentual de amostras com cloro residual livre fora do intervalo regulamentar (0,2 - 0,5 mg / L) por UF.
DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA		Acesso à rede geral de água	2024	IBGE/SIDRA	% de domicílios	Proporção de domicílios ligados à rede pública de abastecimento de água em relação ao universo total de domicílios recenseados na UF.	
		Taxa de distribuição rural	2024	IBGE/SIDRA	% de domicílios	Percentual de domicílios e moradores com ligação à rede geral de distribuição de água rural.	
		Taxa de distribuição urbana	2024	IBGE/SIDRA	% de domicílios	Percentual de domicílios e moradores com ligação à rede geral de distribuição de água urbana.	
		Eficiência da distribuição de água	2024	SNIS	% perdas na distribuição	Percentual de águas não perdidas na distribuição por UF.	

DIMENSÃO	COMPONENTE	INDICADOR	ANO	FONTE	UNIDADE	DESCRIÇÃO / CÁLCULO
BEM-ESTAR SOCIAL E CIDADANIA	SAÚDE	Proporção de estabelecimentos de saúde por população	2024	DATASUS - CNES	Estabelecimentos de saúde / habitantes	Realiza a contagem distinta de estabelecimentos de saúde (hospitais, postos, clínicas) e divide o total pela população residente na UF.
		Total de equipamentos médicos	2025	DATASUS - CNES	Quantidade de equipamentos	Quantidade total de equipamentos de saúde existentes em cada UF (telessaúde, audiologia, diagnóstico por imagem, infraestrutura, odontologia, manutenção da vida, métodos gráficos, métodos ópticos e outros equipamentos), independentemente do seu estado de uso, utilizando os registros mais recentes da tabela de equipamentos do sistema CNES.
		Proporção de leitos hospitalares por população	2025	DATASUS - CNES	Quantidade de leitos / habitantes	Soma a quantidade total de leitos disponíveis (todas as especialidades) e divide o resultado pela população total residente na UF.
	EDUCAÇÃO	Acessibilidade sanitária para Pessoas com Deficiência (PcD) nas escolas	2024	INEP - Censo Escolar	% de escolas	Proporção de escolas que possuem banheiros adaptados para Pessoas com Deficiência (PcD) em relação ao total de escolas da rede de ensino estadual mapeadas no Censo Escolar.
		Cobertura de abastecimento de água potável nas escolas	2024	INEP - Censo Escolar	% de escolas	Percentual de escolas que contam com abastecimento de água potável em relação ao universo total de escolas mapeadas pelo Censo Escolar na UF.
		Percentual de escolas com acesso à internet banda larga	2024	INEP - Censo Escolar	% de escolas	Percentual de escolas que possuem acesso à internet via banda larga em relação ao total de escolas em cada UF no ano de referência.
		Infraestrutura para ensino de ciências	2024	INEP - Censo Escolar	% de escolas	Percentual de escolas que possuem laboratórios de ciências em relação ao total de unidades de ensino cadastradas no Censo Escolar para cada UF.
		Densidade de equipamentos computacionais	2024	INEP - Censo Escolar	Computadores / alunos	Quantidade disponível de computadores (desktops e portáteis) para uso estudantil dividido pela quantidade total de alunos matriculados nas unidades de ensino da UF.
	MORADIA & INFRAESTRUTURA URBANA	Moradias com calçamento no entorno	2025	IBGE/SIDRA	% de domicílios	Proporção de domicílios particulares permanentes da UF que possuem pavimentação (asfalto, paralelepípedo ou concreto) na via pública de acesso imediato.
		Existência de banheiros exclusivos	2024	IBGE/SIDRA	% de domicílios	Percentual de domicílios da UF que possuem ao menos um banheiro com instalações sanitárias e de banho para uso exclusivo dos moradores.
		Adequação construtiva das moradias	2024	IBGE/SIDRA	% de domicílios	Proporção de domicílios da UF construídos com materiais considerados adequados nas paredes, teto e piso (indicador "moradias com paredes, teto e piso inadequados" calculado ao contrário).

DIMENSÃO	COMPONENTE	INDICADOR	ANO	FONTE	UNIDADE	DESCRIÇÃO / CÁLCULO	
BEM-ESTAR SOCIAL E CIDADANIA	MORADIA & INFRAESTRUTURA URBANA	Déficit habitacional	2023	FPJ e IBGE	% de domicílios	Mede a quantidade de domicílios inadequados no Brasil, calculado com base em quatro componentes: domicílios precários (rústicos ou improvisados), coabitação (famílias conviventes em um mesmo domicílio), ônus excessivo com aluguel (famílias que gastam mais de 30% da renda com aluguel) e moradias em favelas ou áreas de risco.	
	ASSISTÊNCIA SOCIAL	Média do Índice de Desenvolvimento dos Centros de Referência de Assistência Social (IDCRAS)	2024	CadSUAS / MDS	Índice (0 - 15)	Média aritmética simples dos valores do IDCRAS (Indicador de Desenvolvimento dos Centros de Referência de Assistência Social - que avalia o desenvolvimento das unidades em três dimensões: estrutura física, recursos humanos e serviços/benefícios) reportados para os municípios de cada UF.	
		Média do Índice de Desenvolvimento dos Centros de Referência Especializados de Assistência Social (IDCREAS)	2024	CadSUAS / MDS	Índice (0 - 15)	Média aritmética simples dos valores do IDCREAS (Indicador de Desenvolvimento dos Centros de Referência Especializados de Assistência Social - que avalia o desenvolvimento das unidades em três dimensões: estrutura física, recursos humanos e serviços/benefícios) reportados para os municípios de cada UF.	
	CULTURA, LAZER E ESPORTE	Praças e parques em áreas urbanas		2022	MapBiomias	m²/hab	Soma a área total de praças e parques em áreas urbanas da UF e divide o valor resultante pela população residente na UF.
		Proporção de escolas com biblioteca ou sala de leitura		2024	INEP - Censo Escolar	% de escolas	Percentual de escolas que disponibilizam biblioteca ou sala de leitura para os alunos em relação ao total de unidades escolares cadastradas em cada UF.
		Proporção de escolas com quadra de esporte		2024	INEP - Censo Escolar	% de escolas	Percentual de escolas que possuem quadras de esportes em relação ao total de estabelecimentos de ensino da UF.
		Proporção de museus no estado por população		2025	Painel Analítico - MuseusBr	% de museus	Realiza a contagem total de museus registrados por UF e normaliza o montante absoluto pela população total residente na UF.
	MEIO AMBIENTE E RESILIÊNCIA	ADAPTAÇÃO E RESILIÊNCIA CLIMÁTICA	Proporção de municípios com planejamento de drenagem e manejo de águas pluviais	2024	SINISA	% de municípios	Percentual de municípios da UF com mais de 20 mil habitantes que tem o componente de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais no Plano de Saneamento Básico (municipal e/ou regional), conforme a Lei Federal nº 11.445/2007, dividido pelo total de municípios com mais de 20 mil habitantes.
			Índice de capacidade adaptativa	2017	Adapta Brasil	Índice (0 - 100)	Índice de Capacidade Adaptativa da biodiversidade por UF - mede a resiliência dos biomas às mudanças climáticas, analisando a integridade da cobertura vegetal, a proteção legal (unidades de conservação) e a eficácia de ações estatais na mitigação de riscos.

DIMENSÃO	COMPONENTE	INDICADOR	ANO	FONTE	UNIDADE	DESCRIÇÃO / CÁLCULO
MEIO AMBIENTE E RESILIÊNCIA	ADAPTAÇÃO E RESILIÊNCIA CLIMÁTICA	Segurança em barragens	2024	ANA / S2iD	Índice (1 - 3)	Filtra as barragens catalogadas pela ANA pelas categorias de risco baixo, médio e alto, e calcula a média aritmética desses valores para determinar o nível de risco médio em cada UF.
		Redução de emissões brutas de gases de efeito estufa (CO ₂ e)	2024	SEEG	toneladas CO ₂ e / km ²	Variação anual das emissões de CO ₂ e proporcional à área da UF - Consolida os dados de emissões de CO ₂ e da UF e calcula a redução líquida de toneladas através da diferença entre anos consecutivos, normalizado pela área total da UF.
		Cobertura de corpos d'água e áreas úmidas	2024	MapBiomias	% de área	Cobertura de corpos d'água e áreas úmidas proporcional à área do estado (agrega superfícies mapeadas como "água", "ambientes marinhos", "áreas úmidas", "mangues" e "florestas inundáveis").
	COBERTURA VEGETAL E CONSERVAÇÃO	Áreas verdes urbanas	2024	MapBiomias	% de área urbana	Soma das superfícies mapeadas como "vegetação" dentro do perímetro urbano e divide o valor total pela área geográfica urbana da UF.
		Taxa total de degradação	2024	MapBiomias	% ao ano	Soma total da supressão (primária e secundária) para o ano atual e o ano anterior, determinando a razão entre esses valores para identificar se houve aumento ou redução percentual no ritmo do desmatamento da UF.
		Grau de impermeabilização urbana	2024	MapBiomias	% de área urbana	Quantidade de área sem cobertura vegetal (mancha cinza) dividida pela área total urbana da UF.
	SANEAMENTO BÁSICO	RESÍDUOS SÓLIDOS	Adequação da destinação final do resíduo	2024	SINISA	% de resíduos
Cobertura de coleta de resíduos sólidos			2024	IBGE/SIDRA	% de domicílios	Cobertura da população total com coleta de resíduos sólidos domiciliares (indicador IRS0001).
Taxa de recuperação de materiais recicláveis			2024	SINISA	% de resíduos	Recuperação de resíduos recicláveis secos e orgânicos em relação à quantidade total de resíduos coletada (indicador IRS3010).
ESGOTO		Cobertura do tratamento de esgoto coletado	2024	SINISA	% de esgoto tratado	Percentual de volume de esgoto coletado e o volume tratado por UF.
		Percentual de atendimento total de esgoto	2024	SINISA	% da população	Percentual da população total atendida por rede coletora de esgoto ou soluções individuais adequadas por UF.
		Adequação do esgoto sanitário	2024	IBGE/SIDRA	% domicílios	Proporção de tipos esgotamento sanitários que não sejam considerados "outros tipos" (alternativos ou precários) por UF.



CONFEA
Conselho Federal de Engenharia
e Agronomia

INFRA BR
Índice Confea de Infraestrutura do Brasil