

A D A P T A Ç Ã O

P A R A A M U D A N Ç A

C L I M Á T I C A



ITDP
Instituto de Políticas de Transporte
& Desenvolvimento

A D A P T A Ç Ã O

P A R A A M U D A N Ç A

C L I M Á T I C A

Ficha Técnica

Direção Executiva

Clarisse Cunha Linke

Equipe de programas

Ana Nassar

Bernardo Serra

Beatriz Gomes Rodrigues

Danielle Hoppe

Diego Mateus da Silva

Gabriel T. de Oliveira

Iuri Moura

João Pedro Rocha

Letícia Bortolon

Rafael Gustavo S. Siqueira

Thiago Benicchio

Equipe de comunicação

Ananda Cantarino

Pedro Bürger

Rafaela Marques

Equipe administrativa e financeira

Célia Regina Alves de Souza

Roselene Paulino Vieira

Ficha técnica da publicação

"Adaptação para a Mudanças Climática"

Coordenação

Clarisse Cunha Linke

Conteúdo

Anabela Paiva

Daniel Oberling

INPE

Coordenação: Dra. Sin Chan Chou

Elaboração dos Mapas: Diego Chagas

Ilustrações, diagramação e arte final

Caio Carneiro

Pedro Bürger

Imagens

Shutterstock - salvo quando indicado em contrário na legenda

Revisão final

Rafaela Marques

Mariana Brito



Este trabalho está licenciado sob a Licença Atribuição- Compartilhável 3.0 Brasil Creative Commons. Para visualizar uma cópia desta licença, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/br/> ou mande uma carta para Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.

Apoio:



Embaixada Britânica
Brasília

Sumário

- 8 ■ Apresentação
- 10 ■ Mudanças climáticas: o futuro chegou
- 14 ■ Mobilidade: planejar para adaptar
- 20 ■ Águas rolam, trânsito trava
- 26 ■ Superaquecimento afeta sistemas
- 29 ■ Tendências do clima no futuro
- 33 ■ Tórridos trópicos
- 35 ■ Ondas de calor
- 39 ■ Região sul: mais chuvas no horizonte
- 43 ■ Chuva nossa de cada dia
- 46 ■ Costa vulnerável
- 48 ■ Calculando a vulnerabilidade na mobilidade
- 56 ■ Adaptação: desafios e recomendações
- 62 ■ Bibliografia



ITDP

Instituto de Políticas de Transporte
& Desenvolvimento

Fundado em 1985, o Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP, da sigla em inglês para *Institute for Transportation and Development Policy*) é uma entidade sem fins lucrativos que promove o transporte sustentável e equitativo no mundo, concentrando esforços para reduzir as emissões de carbono, poluição atmosférica, ocorrências de trânsito e a desigualdade social. O escritório do ITDP Brasil fica no Rio de Janeiro e possui atuação nacional, inspirada pelos oito princípios do Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável, que estimula uma ocupação compacta e com uso misto do solo, com distâncias curtas para trajetos a pé e próxima a estações de transporte de alta capacidade. São eles: caminhar, usar bicicletas, conectar, usar transporte público, promover mudanças, adensar, misturar e compactar.

Apresentação

Em um Brasil que tem 84% dos seus habitantes residindo em áreas urbanas, é pelas ruas, trilhos e ancoradouros das cidades que os brasileiros tem acesso ao trabalho e estudo e aproveitam oportunidades de lazer e de encontros com familiares e amigos. Nas metrópoles, a garantia de mobilidade é essencial para a qualidade de vida e para o desenvolvimento econômico e social. Quando os sistemas que permitem os deslocamentos deixam de funcionar, os prejuízos, materiais e imateriais, são muito graves.

Nos últimos anos, temos sofrido com mais frequência situações de interrupção em vias e serviços de transporte em razão de eventos climáticos. O processo de mudança do clima já está impactando os sistemas de mobilidade no Brasil e no mundo; inúmeros estudos indicam que esses efeitos deverão se agravar no futuro. Alagamentos, enxurradas, desabamentos e ondas de calor podem ocorrer com maior assiduidade, trazendo sérios danos físicos para as cidades e paralisando populações.

Qual é o grau de vulnerabilidade das metrópoles brasileiras a esses eventos extremos? Que medidas nossas cidades precisam tomar para adaptarem-se a essas mudanças? Quais políticas e ações podem ser eficazes para impedir – ou ao menos reduzir -- danos futuros? E quais são, na verdade, os cenários possíveis para o clima nas várias áreas do Brasil?

Essas são as perguntas a que o Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP Brasil) procurou responder, em um estudo produzido a pedido do Ministério das Cidades, entre 2015 e 2016. O documento foi produzido como subsídio para a revisão do Plano Setorial de Transporte e de Mobilidade Urbana para Mitigação da Mudança do Clima (PSTM), ainda em curso.

Esta publicação é uma síntese do estudo e traz as suas principais conclusões. Entre outros pontos de interesse, é possível consultar projeções para mudanças no clima do Brasil a médio e a longo prazo, realizadas através de parceria com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), a partir de modelos internacionais. Também são relatados os possíveis impactos dessas mudanças e, de forma sintética, as medidas que podem ser implementadas para reduzir os seus efeitos.

O Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP, da sigla em inglês para *Institute for Transportation and Development Policy*) é uma entidade sem fins lucrativos que promove o transporte ambientalmente sustentável e equitativo em todo o mundo. Trabalhamos com os governos municipais para implementar projetos de transporte e desenvolvimento urbano que reduzam as emissões de gases de efeito estufa e a poluição, ao mesmo tempo que impulsionam a habitabilidade urbana e as oportunidades econômicas.

MUDANÇAS CLIMÁTICAS:

O FUTURO CHEGOU

Os termômetros estão subindo. No mundo, as últimas três décadas apresentaram temperaturas médias crescentes, superando todas as registradas desde 1850¹. A média de temperatura global registrada entre 1880 e 2012 subiu 0,85° C. No Brasil, o incremento médio nos últimos 50 anos foi de 0,7° Celsius – a média relativa aos meses de inverno teve uma variação maior, de 1° Celsius.



Podem parecer elevações insignificantes – mas são, na verdade, indícios de um perigoso processo de mudança climática, que também resulta em ondas de calor, tempestades, ciclones e secas. Os chamados eventos climáticos extremos têm ocorrido com tanta frequência que, em 2016, o secretário-geral das Nações Unidas, Ban Ki-moon, fez um alerta aos países membros, declarando que esses desastres estão se tornando “o novo normal”.

No Brasil, os dados analisados entre 1950 e 2005 mostram que as chuvas intensas têm se tornado mais frequentes nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, embora o total anual de precipitação não tenha ainda sofrido alteração perceptível. O século 21 trouxe ainda um aumento no número de inundações e ondas de calor. A frequência total de desastres naturais no país entre 2001 e 2010 se multiplicou de forma alarmante: 270%, em relação à década anterior.

1. Segundo relatório de avaliação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC AR5)

Não faltam exemplos. O ano de 2010 foi marcado por intensas chuvas, que causaram mortes e prejuízos nos estados de Alagoas, Rio de Janeiro e São Paulo. Em 2009, São Paulo teve um recorde de alagamentos: 1.422 em 111 dias. Em 2008, 80 mil pessoas ficaram desabrigadas em Santa Catarina em razão das chuvas no Vale do Itajaí.

A cada tempestade, a população sofre – e os sistemas de mobilidade, também. Os mais afetados pelas interrupções nos serviços são, quase sempre, os mais pobres, que dependem mais do transporte público, precisam viajar mais tempo para chegar ao trabalho ou estudo e vivem em áreas de urbanização mais precária.

Em 2015, quando Salvador teve seis dias de temporais intensos, os maiores em 26 anos, o transporte marítimo e o rodoviário foram interrompidos. Até andar a pé tornou-se difícil por conta das calçadas destruídas, dos alagamentos e da falta de luz. Em 2011, em Santa Catarina, chuvas torrenciais obrigaram mais de 26 mil pessoas a deixar suas casas e causaram prejuízos estimados em R\$ 413 milhões. Além dos deslocamentos normais, a interrupção das vias por inundações e alagamentos chegou a atrapalhar o socorro às vítimas.

O que fazer?

Diante da perspectiva de inevitáveis mudanças no clima nas próximas décadas, o que fazer? O primeiro passo, é claro, é frear o processo de aquecimento global. Em 2015, quando assinou com outras 191 nações o Acordo de Paris, o Brasil se comprometeu a reduzir a emissão de gases de efeito estufa em 37% até 2025 e em 43% até 2030. As duas metas foram estipuladas em relação às emissões de 2005.

Mas o acordo também prevê ações para aumentar a resiliência, diminuir vulnerabilidades e promover a adaptação ao clima futuro. O que significam esses conceitos?



Resiliência

É a capacidade dos sistemas sociais, econômicos e ambientais de lidar com eventos perigosos ou distúrbios, mantendo sua função essencial, identidade e estrutura.



Vulnerabilidade

Grau de suscetibilidade e incapacidade de um sistema de lidar com os efeitos adversos da mudança do clima, entre os quais a variabilidade climática e os eventos extremos.



Adaptação

Iniciativas e medidas para reduzir a vulnerabilidade dos sistemas naturais e humanos frente aos efeitos atuais e esperados da mudança do clima.

Desde 2008, o Brasil instituiu uma Política Nacional sobre a Mudança do Clima, que define diretrizes e instrumentos para o enfrentamento dos efeitos adversos das mudanças climáticas. A partir desse marco, entre 2013 e 2016 foi elaborado o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA), que propõe iniciativas para a gestão e a diminuição do risco climático no longo prazo. O PNA contém também diretrizes específicas para o setor de mobilidade: é o Plano Setorial de Transporte e Mobilidade Urbana para a Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima, elaborado pelo Ministério das Cidades.

Inicialmente, a elaboração do Plano Setorial de Transporte e Mobilidade se ateve principalmente a medidas de mitigação das mudanças climáticas, através da redução da emissão de gases de efeito estufa; utilização de veículos eficientes; expansão do uso de sistemas ferroviários e aquaviários; e incentivos aos transportes coletivos e não-motorizados, em detrimento do individual motorizado. O Plano vem sendo revisto para contemplar de forma mais detalhada as medidas de adaptação no campo da mobilidade – um processo liderado pelo Ministério das Cidades, com o qual o ITDP Brasil colaborou.

MOBILIDADE:

PLANEJAR PARA ADAPTAR

O Brasil se tornou um país predominantemente urbano nas últimas décadas. Em 1960, 45% da população vivia em cidades. Hoje, dos 201 milhões de habitantes contabilizados na PNAD de 2013, 84% estão em núcleos urbanos. Segundo o Censo de 2010, 25% dos brasileiros vivem em cidades de 100 a 500 mil habitantes, 8% em núcleos entre 500 mil e 1 milhão, e 21% em municípios com mais de 1 milhão de habitantes².

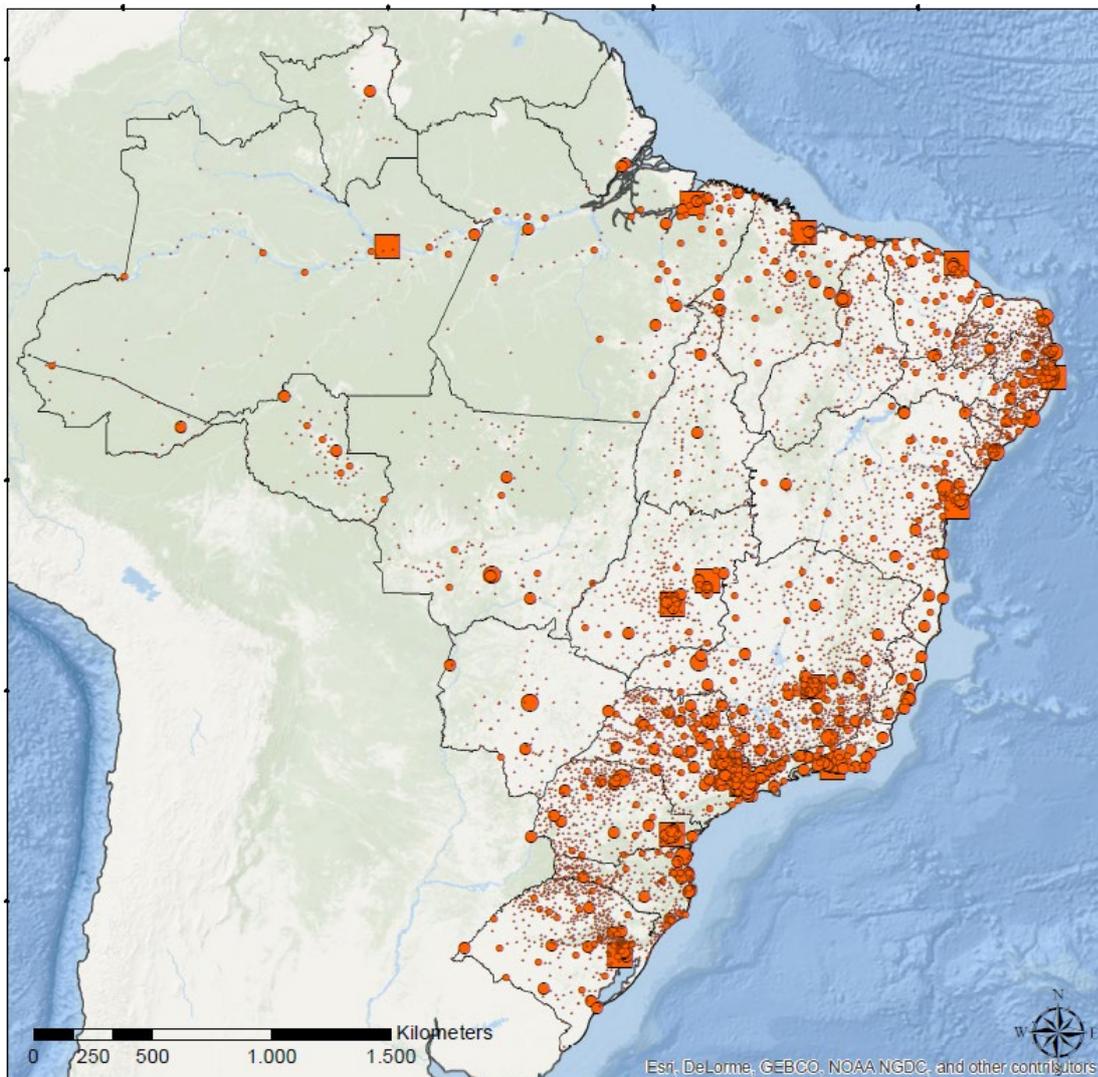


Figura 1: População Total e Urbana em Municípios com mais de 100 mil habitantes – 2010, Fonte: IBGE, 2011

2. População por Município (IBGE, 2010) e População Regiões Metropolitanas (IBGE, 2013)

A concentração nas cidades gerou novas demandas de transporte público e aumentou a necessidade de deslocamentos. Em grande parte das metrópoles, a mobilidade é deficiente, dificultada pelos congestionamentos, que nos últimos anos foram agravados pelo aumento dos perímetros urbanos e pelo crescimento da frota de veículos individuais. Segundo o Denatran, a frota de automóveis cresceu 111% entre 2003 e 2015, o equivalente a 26 milhões de novas unidades. A multiplicação de motocicletas e motonetas foi de 300%, ou 17,8 milhões de unidades.

AUMENTO DE FROTA ENTRE 2003 E 2015



+ **111%**



26 milhões novas unidades



+ **300%**



17,8 milhões novas unidades



40%
DAS VIAGENS

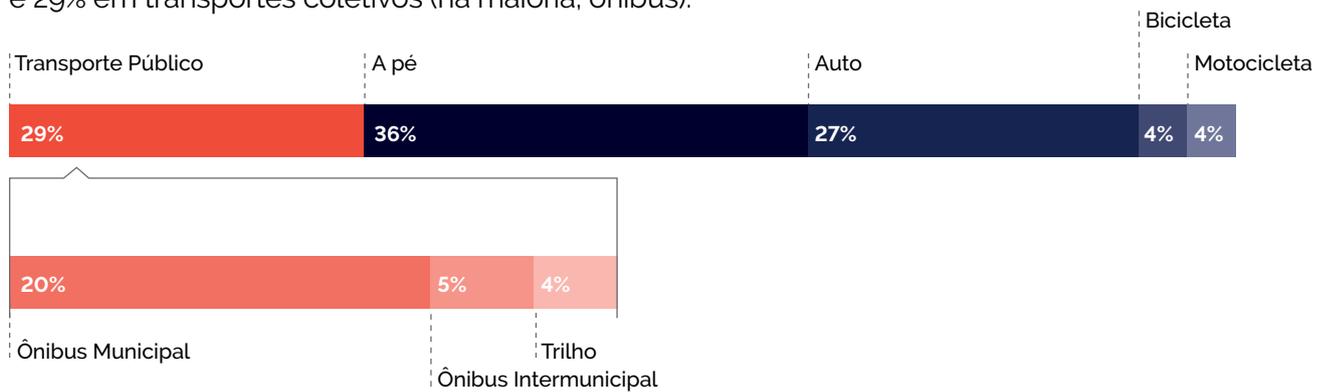


29%
DAS VIAGENS



31%
DAS VIAGENS

Apesar disso, o transporte não-motorizado e o coletivo continuam sendo predominantes na mobilidade da população. Nos municípios acima de 60 mil habitantes, as viagens a pé e de bicicleta são a maioria (40%), enquanto 31% das viagens são feitas de carro ou moto e 29% em transportes coletivos (na maioria, ônibus).



Fonte: ANTP, 2015

Mas são nas regiões metropolitanas que os habitantes sofrem com o maior tempo de deslocamento casa-trabalho (38 minutos, contra 23 nas demais cidades; Fonte: PEREIRA; SCHWANEN, 2013). Nelas, grande parte da população precisa se locomover por mais de uma hora diariamente. Além de vias e sistemas de transporte congestionados, precários e insuficientes, isso também ocorre em razão do modelo das cidades – espalhadas e não compactas, com núcleos que concentram oportunidades de trabalho e estudo e periferias onde vivem grande parte dos habitantes.

Esse padrão urbanístico afeta principalmente as populações de baixa renda, que levam, em média, 20% mais tempo para chegar ao trabalho (Fonte: LUCAS, 2012; PEREIRA ;SCHWANEN, 2013). A privação do acesso aos serviços de transporte coletivo e a má qualidade desses sistemas reforçam a desigualdade de oportunidades e a segregação desses moradores, aumentando a exclusão social das pessoas que moram mais distantes da oferta de empregos.

O impacto dos eventos climáticos agrava ainda mais esse contexto desigual. São os mais pobres, em geral, os mais afetados por chuvas e alagamentos que danificam vias, provocam deslizamentos, destroem a sinalização e dificultam a circulação de ônibus e deslocamentos a pé ou de bicicleta. Já as ondas de calor podem dificultar o uso de certas opções de transporte e podem impactar vias, sistemas e componentes, demandando manutenções mais frequentes.

Garantir sistemas de mobilidade urbana confiáveis e acessíveis é estratégico para o desenvolvimento do Brasil. Os investimentos em mobilidade são complexos e de alto custo. Uma linha de metrô ou uma rodovia leva anos para ser planejada e construída, e precisa ser utilizável por décadas. Desde 2007, o Governo Federal investe na expansão das redes de transporte coletivo e privado nas cidades brasileiras. Ao todo, o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) destinou R\$ 32 bilhões em obras para a construção e expansão de linhas de metrô, VLT, BRT, trens e aeroportos, entre outros modais³. Mas o planejamento da grande maioria dessas obras não considerou as prováveis alterações no clima, o que as torna vulneráveis e pode comprometer o seu funcionamento no futuro.

Não há uma solução imediata para tornar os nossos sistemas de transportes mais resilientes e adaptados ao clima das próximas décadas. É preciso implantar um conjunto de estratégias para minimizar o impacto climático e reduzir vulnerabilidades. Governos e iniciativa privada precisam trabalhar em conjunto com a Academia e a sociedade civil para adaptar o seu planejamento a um mundo em transformação.

3. <http://www.pac.gov.br/noticia/360696b2>



OPORTUNIDADES

A boa notícia é que o Brasil está diante de grandes oportunidades para construir estratégias de adaptação. Desde 2012, a lei 12.587 que instituiu as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana exige que todos os municípios acima de 20 mil habitantes elaborem Planos de Mobilidade Urbana (PMU) até abril de 2019. A partir dessa data, os municípios sem PMU não poderão receber recursos federais para projetos do setor. Se a discussão de medidas adaptativas e de resiliência for incluída na elaboração desses planos municipais, será possível construir estratégias locais para o enfrentamento das mudanças climáticas.

Além dos Planos de Mobilidade, também está em curso a construção dos Planos de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI), obrigatórios para as metrópoles, onde vivem 47% dos brasileiros. O Estatuto da Metrópole, publicado em 2015, exige que as Regiões Metropolitanas produzam um documento de diagnóstico e construção de diretrizes para a evolução dessas cidades nas próximas décadas. São Paulo e Belo Horizonte já criaram PDUIs, enquanto Salvador, Rio de Janeiro e Florianópolis estão trabalhando no desenho de modelos sobre como gostaríamos que nossas metrópoles fossem em 25 ou 50 anos, e o que fazer para chegar lá.

Tanto os Planos de Mobilidade como os Planos de Desenvolvimento envolvem o desenho de políticas de ocupação dos espaços urbanos, a criação e revitalização de polos econômicos, a oferta de moradia próximas aos centros onde se concentram os postos de trabalho, além de investimentos em infraestrutura. No caso dos Planos de Mobilidade, suas diretrizes já incluem a mitigação dos impactos ambientais causados pelo setor e a adaptação às mudanças climáticas. Nos Planos de Desenvolvimento Urbano Integrado, o Estatuto das Metrópoles recomenda levar em consideração os riscos ligados ao clima em transformação.

ÁGUAS ROLAM,

O TRÂNSITO TRAVA

Depois de um forte temporal, diante das ruas alagadas e intransitáveis, um cidadão recifense não se aperta. A bordo de um caiaque, ele consegue se deslocar pela via onde costumava andar a pé, de bicicleta, de carro ou ônibus. A cena, retratada por jornais em maio de 2017, sintetiza uma situação extrema de ruptura da mobilidade. Mas não é novidade na imprensa nacional, que volta e meia estampa imagens de impactos dramáticos de tempestades e enchentes sobre os sistemas de circulação da população.

Com o aquecimento global e o processo de mudança do clima, os eventos climáticos extremos tendem a se agravar e se repetir. Para enfrentar esses desafios, cada cidade precisa iniciar um processo de diagnóstico sobre como os seus sistemas de transporte e vias se comportam quando ocorrem temporais, ressacas e altas temperaturas. Com base nessa análise, será possível identificar os pontos mais vulneráveis a essas situações de estresse, passo fundamental para planejar ações de prevenção e adaptação aos efeitos das mudanças climáticas.



Celso Pupo /Fotoarena/Folhapress.

Vários fatores ligados ao processo de urbanização das cidades contribuem para a ocorrência de inundações (transbordamento de açudes, rios, lagos e lagoas) e alagamentos (acúmulo de água causado por chuvas fortes e sistemas de drenagem insuficiente). Veja a seguir alguns dos principais, e como afetam os vários componentes dos sistemas de mobilidade.



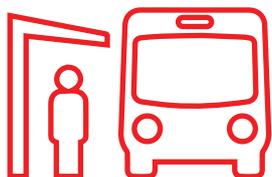
Uso do solo

A retirada da cobertura vegetal e a pavimentação das vias diminuem a infiltração de água no solo. Obras de canalização de rios, aterros, construção de favelas, invasão das margens dos rios e córregos e lançamento irregular do lixo são outras causas de enchentes.



Ocupações na costa

As áreas de costa exigem cuidado redobrado no planejamento e avaliação, já que as marés podem agravar as enchentes. A segurança de muitas construções próximas aos mares considera apenas cenários de bom tempo. Quando há ressacas e tempestades, elas nem sempre resistem ao impacto. Em 2001, uma ressaca destruiu dezenas de casas em Santa Catarina, assim como quiosques e vias na cidade do Rio de Janeiro e na Região dos Lagos fluminense. Em 2016, outro episódio de mar bravo fez desabar parte da ciclovia Tim Maia, via turística carioca recém inaugurada, matando duas pessoas. Essas e outras ocorrências sugerem que, com a provável elevação do nível médio do mar, em razão das mudanças climáticas, práticas e políticas de ocupação da orla terão de ser revistas.



Transporte rodoviário

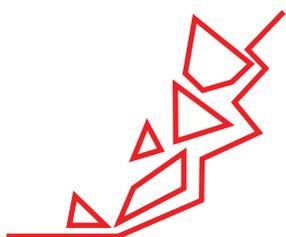
No mapeamento de vulnerabilidades, é preciso considerar os diferentes meios de transporte. No caso do transporte rodoviário, a vulnerabilidade depende da importância da via e das características do seu sistema de mobilidade. Cidades em que multidões precisam percorrer grandes distâncias diariamente, como as localizadas em regiões metropolitanas, são mais suscetíveis. Se uma localidade para onde convergem várias linhas de ônibus é suscetível a sofrer com enchentes, a vulnerabilidade desse local é multiplicada, já que uma cheia ali pode provocar paralisações gerais na cidade.

As vias com alta frequência de enchentes também estão mais vulneráveis à deterioração de seus elementos, como pavimentos, calçadas, ciclovias, estações e terminais. Quando são usadas por veículos pesados, como BRTs, são ainda mais suscetíveis: o efeito da umidade, combinado às altas temperaturas e ao peso das composições, acelera os estragos. Por sua vez, os danos das vias provocam danos aos veículos, exigindo reparos que tiram as viaturas do serviço.



Transporte não motorizado

Mesmo as vias usadas por pedestres e bicicletas são afetadas pelos eventos do clima. Defeitos no planejamento e na manutenção de calçadas e ciclovias favorecem alagamentos e colocam pedestres em risco.



Encostas e taludes

Chuvas intensas e prolongadas podem desestabilizar o terreno de encostas e taludes, causando deslizamentos, bloqueando ou afetando a segurança de ruas, avenidas ou vias férreas urbanas.



Transporte ferroviário e metroviário

Os meios de transporte sobre trilhos também sofrem com impactos do clima. Quando construídos em áreas de várzea, são mais suscetíveis a inundações. A Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM), por exemplo, registrou 34 inundações durante o ano de 2014. As cheias afetam componentes dos sistemas operacionais, deixando as composições inoperantes por horas a fio. Outra causa de dano são os raios: quando atingem as vias, prejudicam o funcionamento do sistema. A CPTM contabilizou 9 eventos de descargas elétricas nos primeiros 8 meses de 2015.

No entorno das estações ferroviárias e metroviárias, a ocupação desordenada e sistemas precários de drenagem (estes, piorados pelo descarte inadequado do lixo) podem provocar inundações. Bons exemplos são as estações de Olaria, São Francisco Xavier e Engenho de Dentro, no Rio de Janeiro, que são alagadas frequentemente e sofrem interrupções no seu funcionamento. As águas chegam a danificar as escadas rolantes.



Árvores e infraestrutura aérea

O uso de espécies de árvores inadequadas ao espaço urbano, com pouca resistência a ventos fortes, é a causa de muitos danos às vias. Em janeiro de 2015, uma árvore interrompeu por quase três horas o tráfego de trens próximo à entre Japeri e Nova Iguaçu, na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Árvores com raízes superficiais, galhos pouco flexíveis, porte avantajado, alta densidade de folhagem, idade avançada, manutenção inadequada e alta densidade da madeira são mais vulneráveis. Postes e sinais também são vulneráveis a tempestades.



Junior Oliveira/
Diário do Pará

Marabá sofre com enchentes
Dezembro/2014



Antonio Henrique/
TV Globo

Inundações no metrô de Recife
Maio/2013



Imagem: Tércio Capello/
Ag Alagoas/AFP/VEJA

**Transbordamento Rio Mundaú
paralisa trem urbano**
Junho/2010



Lindon Rudolf/
Arquivo pessoal

**Alagamento na região
metropolitana de Curitiba**
Março/2018



TV Globo/
Reprodução

**Alagamento em avenida na zona
sul de São Paulo**
Dezembro/2018



Christophe Simon/
AFP

Queda da ciclovia Tim Maia
Abril/2016

SUPERAQUECIMENTO

AFETA SISTEMAS

A temperatura aumenta e o ânimo diminui entre os usuários do transporte coletivo ou que planejam se deslocar de bicicleta ou a pé. Os dias com temperaturas extremas aumentam o desconforto de quem usa os sistemas de mobilidade e de seus funcionários. Há menor tolerância ao tempo de espera, eventos de quebra ou engarrafamentos. Operadores de transportes relatam mais episódios de reações extremas dos usuários, com danos ao patrimônio.

Os grupos mais vulneráveis (idosos, pessoas com doenças crônicas, gestantes e crianças) tendem a enfrentar dificuldades maiores. Em sistemas que apresentam menor adaptação às altas temperaturas (principalmente aqueles sem climatização) pode haver maior número de emergências médicas com usuários de grupos vulneráveis.

Mas o calor não afeta apenas as pessoas. A subida dos termômetros pode ter efeitos diretos e indiretos no sistema de mobilidade urbana, por ocasionar superaquecimento dos materiais das vias, das estações, dos equipamentos e dos sistemas elétricos e dos veículos.





Sistema viário

Quem mora em cidades quentes já sentiu o asfalto amolecido em um dia de muito calor. As altas temperaturas causam danos à infraestrutura, que pode se deteriorar pela ocorrência de efeitos de contração e expansão além do projetado. As manutenções precisam ser mais frequentes e a vida útil da via se reduz. O calor também impacta os sistemas arrefecimento e de climatização de veículos e estações, que precisam operar no seu limite e consomem mais combustível. Pneus se desgastam mais rapidamente. O tempo quente pode até causar superaquecimento de veículos, como ocorreu no Rio de Janeiro, em outubro de 2013: metade da frota do BRT teve de sair de circulação.



Trens e ferrovias

Os sistemas de transportes em trilhos são sensíveis às temperaturas altas, principalmente os sistemas de superfície. Cabos de energia podem sofrer avarias; a dilatação dos trilhos acima do planejado danifica as juntas, o que causa falhas no sistema de segurança. Se o calor é sucedido por uma queda brusca de temperatura, os trilhos apresentam pequenas rachaduras.

TENDÊNCIAS DO CLIMA NO FUTURO

Para ser mais eficiente, o planejamento de medidas de adaptação dos sistemas de mobilidade urbana ao clima futuro utiliza modelos climáticos. Os modelos são sistemas computacionais que processam dados meteorológicos e outras informações – inclusive os relacionados à produção de gases de efeito estufa – para apontar tendências do clima. O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), das Nações Unidas, usa dezenas deles para estimar as mudanças climáticas no mundo.

No entanto, os modelos usados internacionalmente não analisam o território brasileiro com o detalhamento necessário. Por isso, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) e o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC) têm feito projeções específicas para o Brasil, com dados regionalizados.



Em síntese, as análises do INPE tem mostrado um aumento da temperatura média ao longo do século em todo o país. As áreas que primeiro sentirão os efeitos são as regiões Centro-Oeste e Sudeste, nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro. Com o aumento da concentração de gases de efeito estufa ao longo dos anos, as regiões Norte e Nordeste também experimentarão essas mudanças, que também serão sentidas no inverno. Ao fim do século XXI, as máximas de aquecimento médio ficariam entre 1,5° Celsius e 6° Celsius (Fonte: PBMC, 2014a).

Entre outros pontos, também aparecem como tendência a ampliação de temperatura das diferenças entre os máximos e mínimos dentro de um único ano e o aumento do nível do mar. Algumas localidades devem experimentar variações de 20 a 30 cm de aumento até meados do século XXI (Fonte: PBMC, 2014a).

Faltavam, no entanto, projeções mais detalhadas. Para isso, o Inpe produziu, a pedido do Ministério das Cidades e do ITDP, uma análise mais específica ao território brasileiro, que utilizou dois modelos climáticos globais regionalizados. Foram considerados dois horizontes: 2026-2055, de curto a médio prazo, e 2056-2085, de médio a longo prazo. As projeções foram calculadas para dois graus de concentração dos gases do efeito estufa, maior e menor.

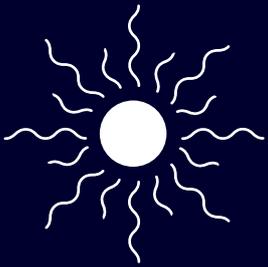
A partir desse trabalho, foram analisados os resultados para avaliar as tendências em relação aos seguintes fenômenos climáticos: a frequência de dias muito quentes; ocorrência de períodos de altas temperaturas; frequência de chuvas extremas e mudanças no padrão de intensidade com que as chuvas atingem os vários pontos do território brasileiro. A análise focou especialmente nos 283 municípios com mais 100 mil habitantes, onde vivem 56% da população do País.

Esse trabalho foi sintetizado através da criação de quatro índices de extremos climáticos:



Altas temperaturas (SU30)

Indica o número de dias com temperaturas acima de 30° Celsius, limite acima do qual as estruturas de mobilidade começam a sofrer degradação mais intensa e os usuários sentem mais desconforto em suas viagens.



Ondas de calor (WSDI - Warm Spell Duration Indicator)

Indica as áreas mais propensas a sofrer com ondas de calor – períodos de temperatura muito elevada, que se estendem por vários dias. Os parâmetros são baseados nas médias locais, ou seja, uma onda de calor no Sul tem temperatura menor do que no Nordeste.



Mais chuvas intensas (R30)

Indica as regiões que poderão ter aumento da frequência de chuvas moderadas e fortes, ou seja, acima de 30mm/dia.



Aumento de intensidade das chuvas (SDII - Simple Daily Intensity Index)

Um complemento ao diagnóstico do índice R30, ele sinaliza as regiões com prognósticos de aumento da intensidade das chuvas.

TÓRRIDOS

TRÓPICOS

Os dados produzidos por meio da parceria entre ITDP, Inpe e Ministério das Cidades sinalizam tempos quentes nos municípios brasileiros. Com o aumento da frequência de dias tórridos, o país tropical poderá ter suas temperaturas médias significativamente aumentadas a longo prazo.

No cenário mais otimista, de curto a médio prazo, entre 2026 e 2055, pelo menos 14% dos municípios com mais de 100 mil habitantes, ou 40 municípios, poderão ter 50 dias a mais por ano com temperaturas acima dos 30° Celsius. A comparação é feita com base nas médias registradas entre 1965 e 1990.



As projeções mais pessimistas, baseadas nos parâmetros máximos do modelo climático, indicam que 249 municípios, ou 88%, teriam mais 50 dias de calor acima dos 30° Celsius além dos já registrados historicamente. Para 147 municípios, o crescimento nos dias calorentos seria de mais de 100 dias.

Considerando o horizonte de médio e longo prazo (2056-2085), 280 municípios com mais de 100 mil habitantes terão mais de 50 novos dias de calor acima dos 30° Celsius por ano. Em 207 deles (73%), esse incremento no número de dias quentes pode ser de mais de 150 dias, ou cinco meses.

No horizonte de médio e longo prazos, regiões metropolitanas importantes terão variações significativas. A Região Metropolitana de São Paulo teria entre 150 e 200 dias acima dos 30° Celsius, em relação à média entre 1965 e 1990. Na Região Metropolitana de Belo Horizonte e em Manaus a variação seria de 200 a 250 dias; em Brasília e Goiânia, entre 250 a 300 dias.

ONDAS

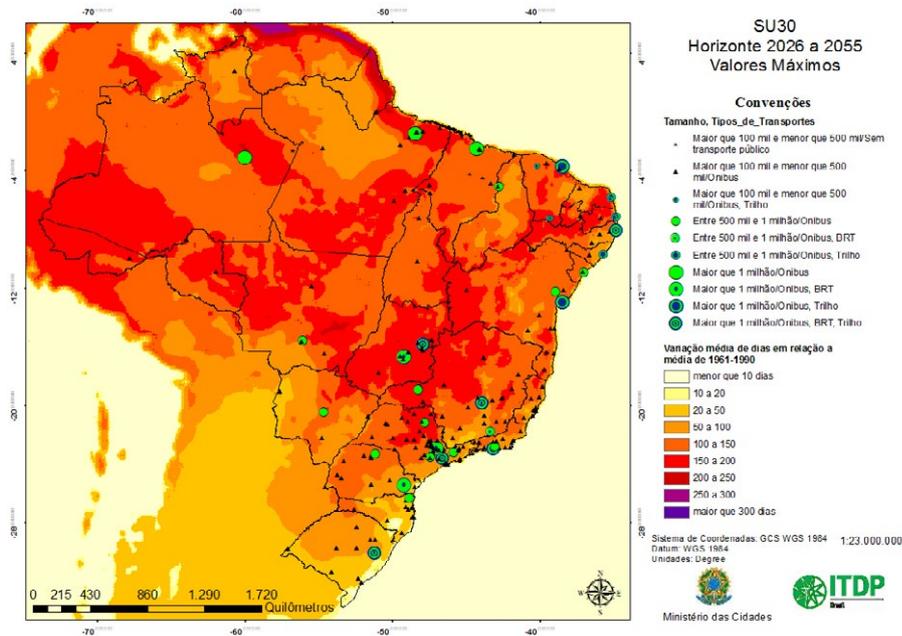
DE CALOR

Com exceção do Sul, todas as demais regiões do Brasil deverão sofrer aumentos significativos na frequência de ondas de calor – ou seja, a ocorrência de temperaturas altas por mais de seis dias seguidos, conforme indica a análise dos modelos climáticos. Mesmo no curto prazo, a mudança já aparece nitidamente nos cálculos dos WSDI. Considerando cenários de longo prazo, as simulações indicam um grande aumento do número de dias de temperatura elevada, que afetará a maioria das grandes cidades do país.

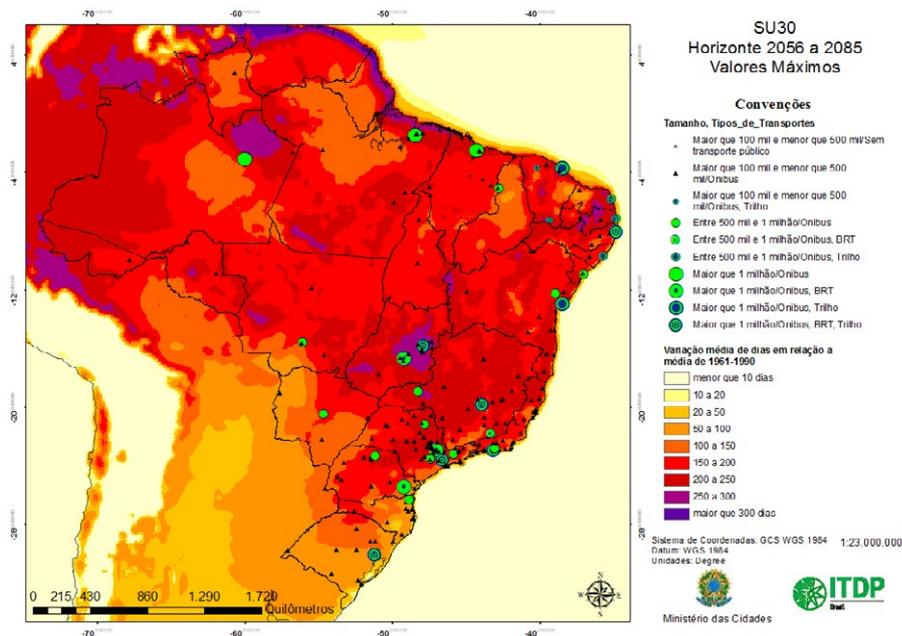


Tomando como base o período entre 2026 e 2055, as projeções mais otimistas, que utilizam os parâmetros mínimos do modelo, sinalizam que grande parte das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste terão entre 51 e 100 dias de ondas de calor, enquanto os estados de Tocantins, Goiânia e Mato Grosso terão entre 101 e 150 dias.

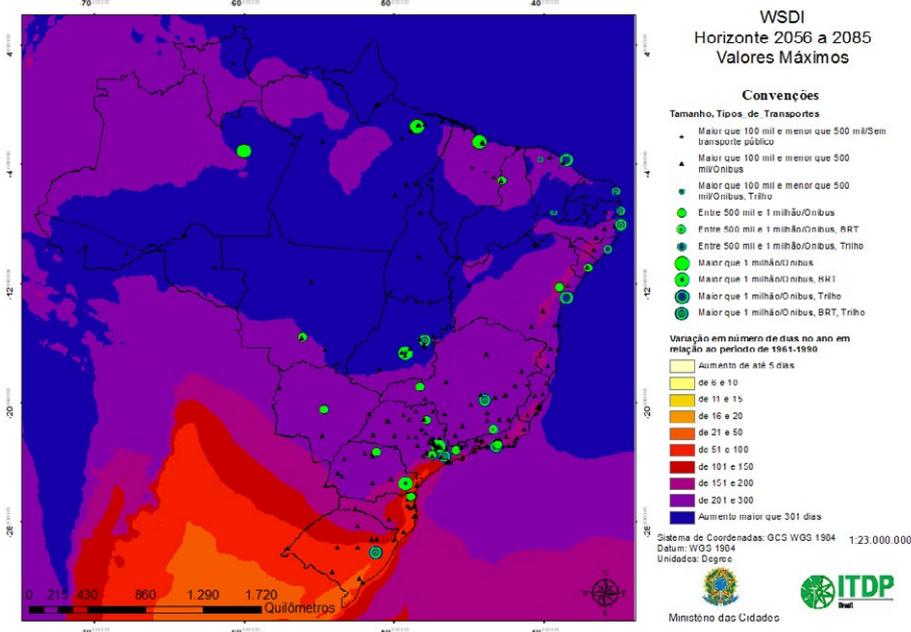
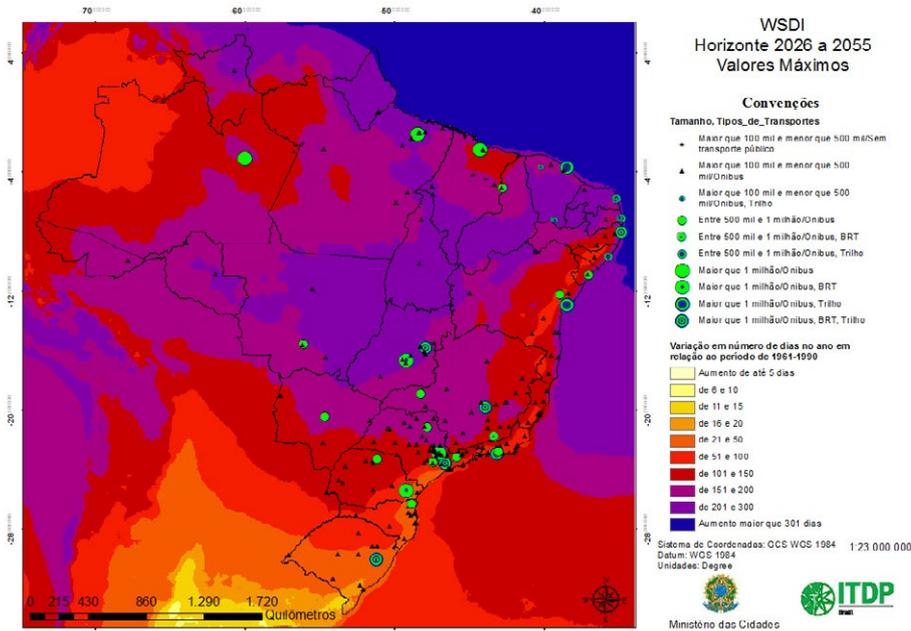
Em um cenário mais pessimista, baseado nos valores máximos previstos no modelo, 40% dos maiores municípios brasileiros teriam mais de 150 dias de calor. No Centro-Oeste e em partes do Nordeste, as ondas de calor se estenderiam por mais de 201 dias.



O mapa mostra que as simulações mais pessimistas para o período de 2026 a 2055 indicam uma variação do SU30 com um acréscimo de mais de 50 dias acima dos 30° Celsius em quase todo o território nacional. Segundo as projeções, diversas áreas do Sudeste, Norte, Nordeste e Centro-Oeste teriam 150 a 200 dias com temperaturas acima de 30° Celsius.



No horizonte de médio a longo prazo, de 2056 a 2085, os modelos indicam aumentos ainda maiores para todas as regiões do Brasil. De acordo com o pior cenário, a região Norte passaria a ter mais 150 a 200 dias de temperaturas altas, com algumas áreas chegando a 250 e 300 dias. As variações mais expressivas também ocorreriam em Goiás e Tocantins. A maior parte da região Sudeste teria entre 200 a 250 dias de calor a mais em relação a 1961-1990. No Sul, também há variações no Paraná, estendendo-se pelo oeste de Santa Catarina e Norte do Rio Grande do Sul.



As perspectivas pioram muito no cenário de longo prazo (2056- 2085), com o aumento da presença dos gases causadores do efeito estufa na atmosfera elevando o WSDI significativamente. A variação máxima possível prevista no modelo desenha uma situação dramática. As ondas de calor superariam os 150 dias em 250 dos maiores municípios (88%), como São Paulo e entorno. Grande parte do Centro Oeste – incluindo Goiânia e Brasília – e do Norte sofreria com mais de 301 dias de calor. Metrôpoles como Recife e João Pessoa também estariam entre as mais atingidas.

REGIÃO SUL

**MAIS CHUVAS
NO HORIZONTE**

Como será o regime de chuvas em algumas décadas? Devemos nos preparar para enfrentar muitos eventos de chuvas torrenciais? Ou, pelo contrário, esses temporais tendem a se reduzir? A análise produzida através dos modelos não é conclusiva. Dependendo dos parâmetros de emissões de poluentes utilizados – mais altos ou mais baixos – os modelos apontam resultados divergentes.

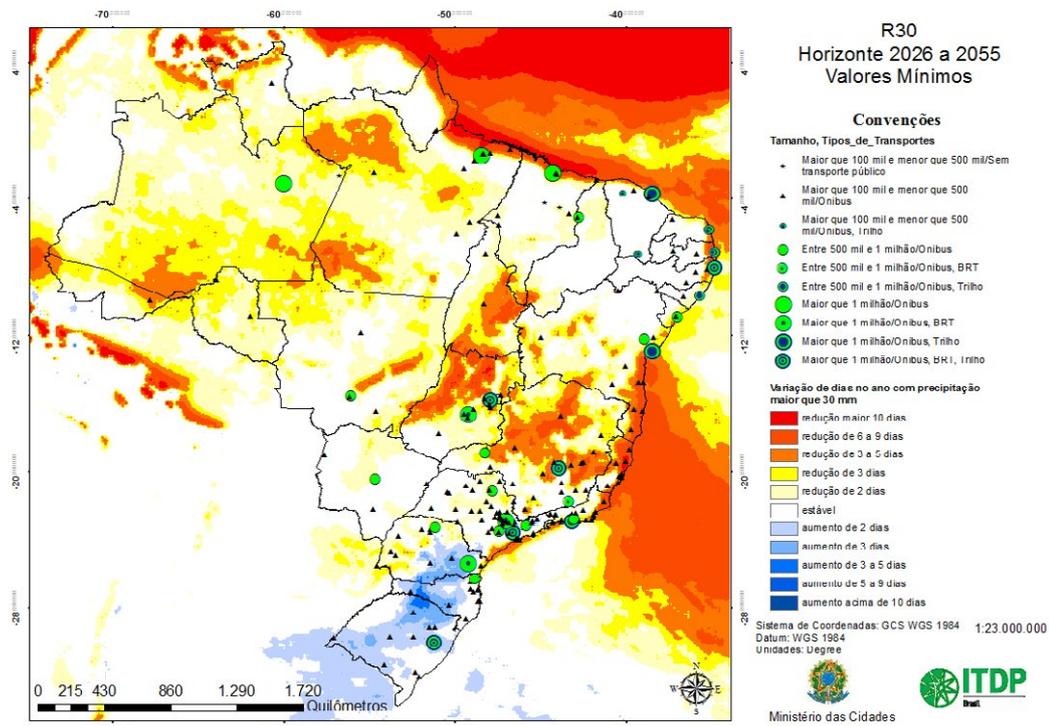


Dos 283 municípios acima de 100 mil habitantes analisados neste estudo, 135 tem probabilidades de enfrentar um aumento nos dias de chuvas acima de 30 milímetros no período entre 2026 e 2055. O cálculo do indicador R30, que projeta o número de dias do ano de temporais, considerando os parâmetros mais extremos dos modelos utilizados pelo Inpe, prevê que 105 municípios teriam mais dois ou três dias de chuva intensa, em comparação com a média histórica, e que 30 seriam encharcados por mais 4 a 9 dias de temporal. A maioria desses municípios fica na Região Sul, e alguns estão no Sudeste.

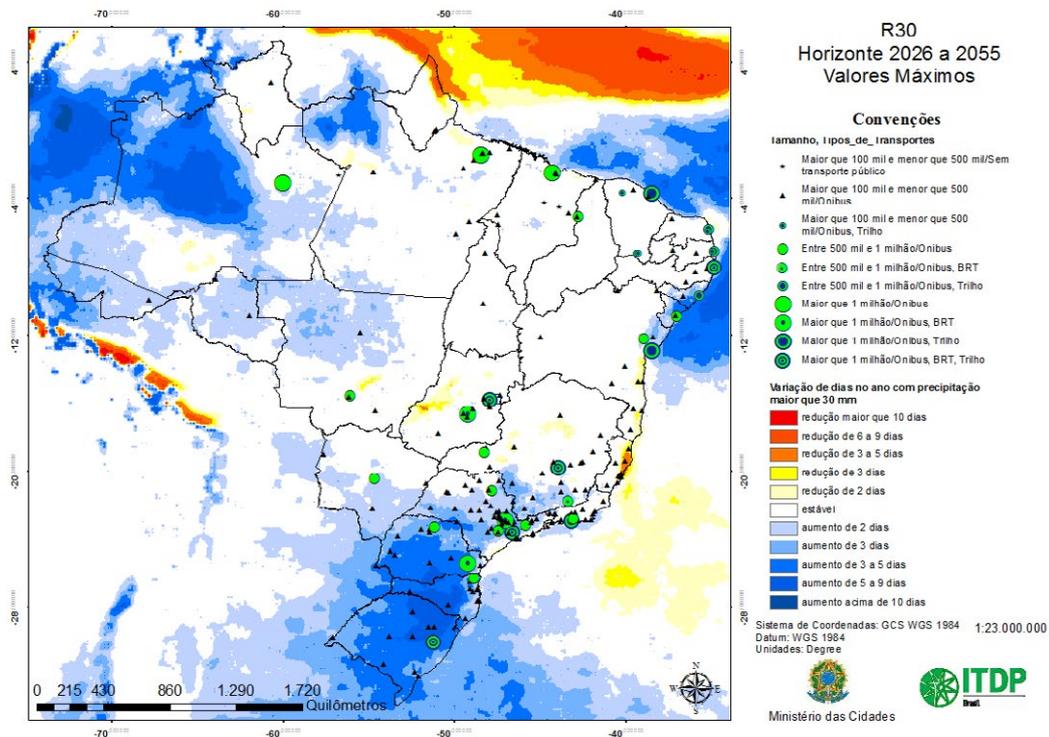
Se forem tomados os padrões mínimos dos modelos, só 30 municípios teriam mais dias de chuarada neste período. Em compensação, 143 nas regiões Norte, Centro-Oeste e Sudeste, teriam redução dos dias de chuva intensa, uma mudança também significativa.

No horizonte de longo prazo, de 2056 a 2085, os resultados seguem a mesma tendência, também apontando em direções opostas. Se considerados os parâmetros máximos, 176 cidades teriam mais dias de temporal. Na faixa dos valores mínimos, os dias de tormenta ocorrem em 159 cidades brasileiras.

Os padrões de mudanças climáticas são influenciados também pelo processo de urbanização e desenvolvimento das cidades. Cidades muito urbanizadas e com poucas áreas verdes ajudam a criar condições para formar tempestades de curta duração e alta intensidade.



O mapa mostra que, no horizonte 2026-2055, considerando um cenário otimista com relação à emissão de gases de efeito estufa, a frequência de chuvas intensas permanece inalterada em grande parte do território brasileiro, mas há áreas pontuais de redução nas chuvas intensas.



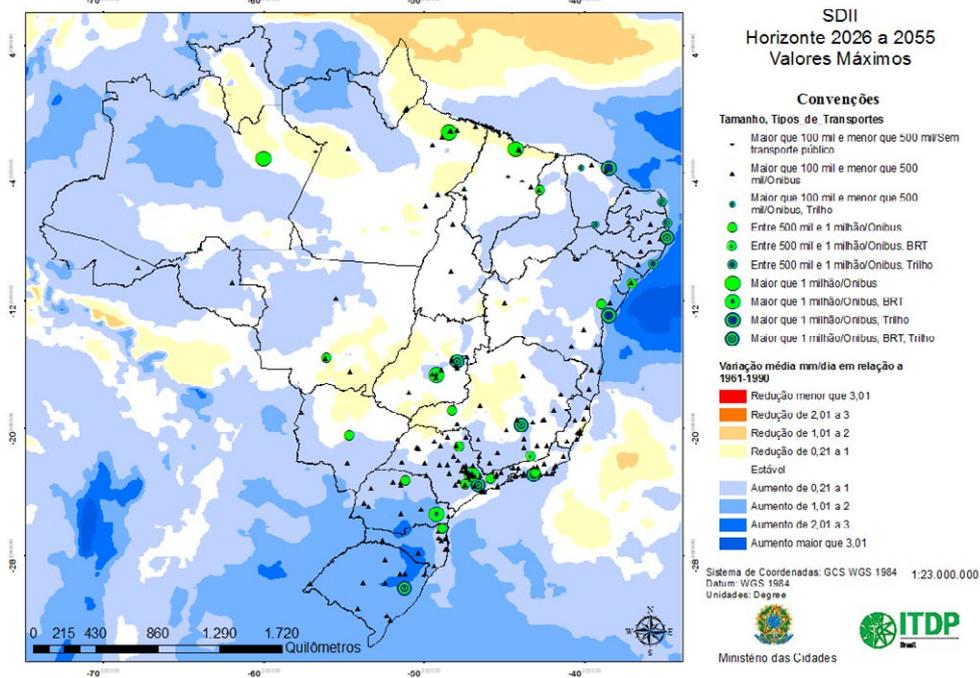
No cenário que considera os valores máximos de emissão de gases de efeito estufa, a região Sul e partes do Norte têm considerável aumento na frequência das chuvas acima de 30mm.

CHUVA NOSSA

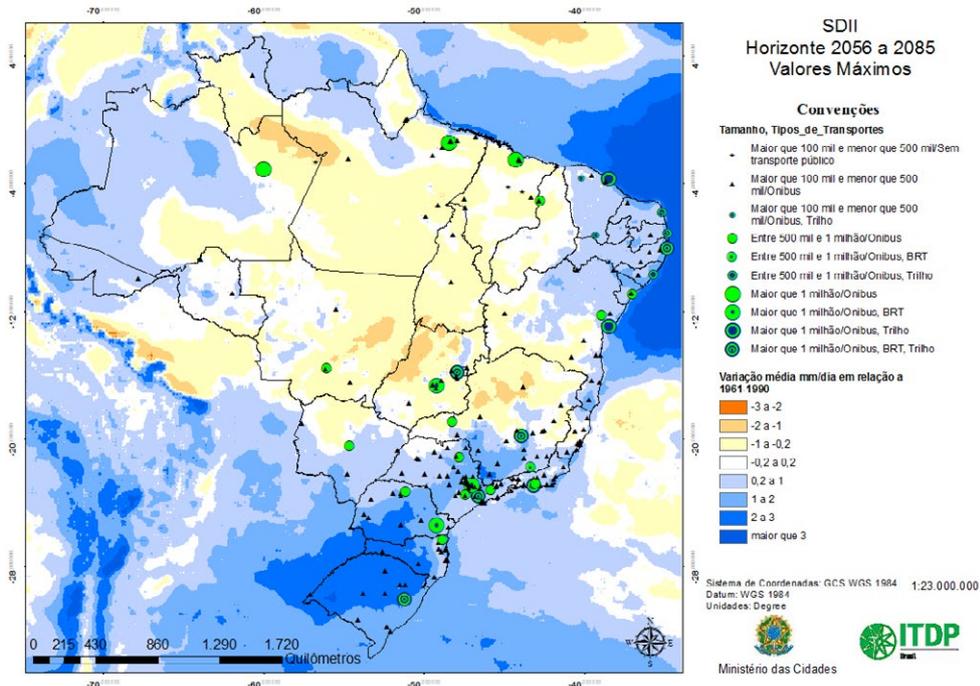
DE CADA DIA

Um complemento ao indicador R30, o índice SDII é calculado dividindo o total da precipitação anual pelo número de dias úmidos. Para o horizonte 2026-2055, os modelos apontam poucas mudanças no regime de chuvas do Brasil, já que os aumentos registrados na maior parte do território nacional são reduzidos. As exceções são a Região Sul e trechos do Norte, que tendem a ficar mais úmidas, e áreas de Goiás e Minas Gerais, especialmente o Vale do Jequitinhonha, que terão uma discreta redução nas precipitações. Das capitais, as mais afetadas são Porto Alegre, que poderá ter um aumento de 15% no volume de chuvas, e Curitiba, com 10% de variação em relação às médias registradas entre 1961 e 1990.





Ao olhar para o horizonte de longo prazo (2056-2085), a tendência se mantém e é intensificada. Na projeção calculada a partir dos valores máximos do modelo, o interior da Região Sul se destaca, com a intensificação das chuvas chegando a pelo menos 2 mm/dia, o que pode significar um aumento de 14% a 20% da intensidade das precipitações em relação à média histórica. Áreas do Espírito Santo, Goiás e Pará teriam importante redução na intensidade de chuvas.



COSTA

VULNERÁVEL

As regiões costeiras apresentam vulnerabilidades específicas aos efeitos das mudanças climáticas. Uma delas é o processo de erosão do litoral, acelerado pela elevação do nível do mar, combinada ao efeito das ondas e correntes, e ao aumento da amplitude das marés.



Não há ainda um consenso sobre quais serão os valores do nível do mar no futuro. Mas sabe-se que os efeitos da erosão impactarão mais as praias expostas, voltadas para o mar aberto, do que aquelas mais protegidas, em lagunas e baías. No caso das praias expostas, as praias menos urbanizadas tem maior capacidade de ajustar-se às novas condições, pelo recuo do terreno. Já as praias expostas urbanas estão, geralmente, limitadas por muros, vias de transporte ou construções, e tendem a perder areia.

Outro efeito negativo, talvez mais importante para as cidades, será o bloqueio do escoamento de rios e canais de baixadas, gerando enchentes em condições de chuvas fortes.

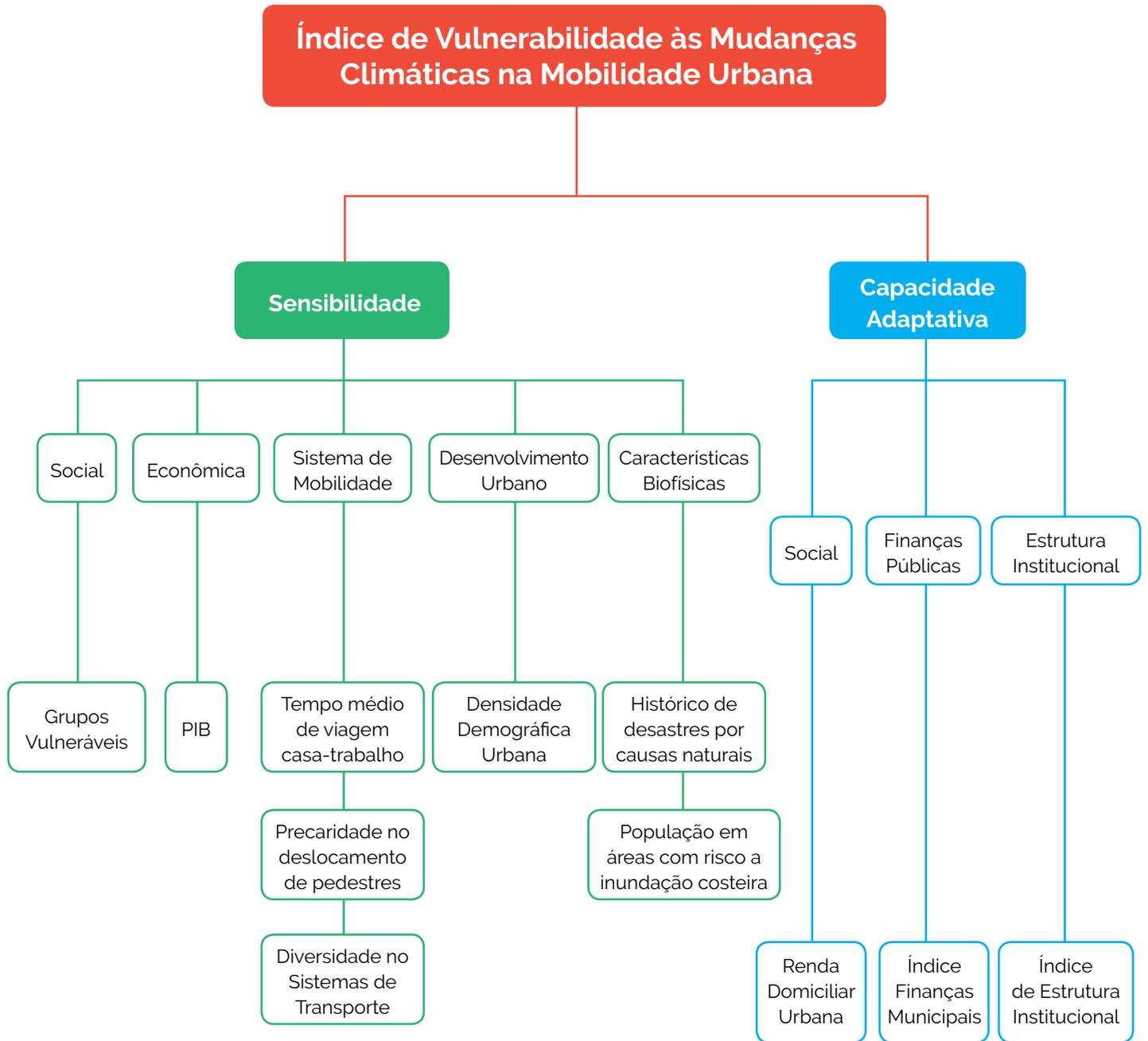
CALCULANDO A VULNERABILIDADE NA MOBILIDADE

Quanto a mobilidade de um município pode ser afetada pelas mudanças climáticas? Que lugares precisam com mais urgência de medidas que reduzam suas vulnerabilidades? Para ajudar a responder essas perguntas e facilitar a tomada de decisões sobre ações e políticas, o ITDP criou o Índice de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas na Mobilidade Urbana (IVMU).



O índice mostra de maneira simplificada as características dos municípios em termos da sua sensibilidade ou resistência a impactos climáticos na mobilidade urbana. Uma ferramenta para os gestores públicos, o IVMU estabelece um parâmetro comparativo entre cidades de forma a criar uma escala de prioridade para ação.

O índice é composto de indicadores de Sensibilidade e Capacidade Adaptativa. No grupo Sensibilidade, são consideradas dimensões sociais e econômicas, características do sistema de mobilidade, desenvolvimento urbano e a geografia e o relevo dos municípios. No grupo Capacidade Adaptativa, indicadores sociais, de finanças públicas e estrutura institucional são considerados.



Fatores de Sensibilidade

São os critérios que aumentam as vulnerabilidades na mobilidade urbana dos municípios às mudanças climáticas. Incluem indicadores para as dimensões social e econômica, sistema de mobilidade, desenvolvimento urbano e características biofísicas.

Social

Os eventos climáticos extremos impactam de forma diferente os diversos grupos populacionais de um município, de acordo com suas características físicas e sociais. Neste trabalho, foram considerados grupos vulneráveis os jovens com menos de 10 anos, idosos e pessoas com condições sensoriais e motoras reduzidas.

Econômica

Dificuldades momentâneas ou permanentes da mobilidade afetam economicamente todos os setores da economia, especialmente os mais vinculados à estrutura urbana das cidades, como o industrial e o de serviços. No caso do setor industrial, o fornecimento de matéria-prima, o escoamento da produção e o comparecimento da força de trabalho são as atividades que mais sofrem com o colapso momentâneo da mobilidade urbana. No comércio, além da ausência da mão de obra, um dos efeitos mais importantes é a diminuição dos clientes.

Sistemas de mobilidade

Os critérios para Sistemas de Mobilidade levam em conta o tempo médio de viagem (TMV), a precariedade nos sistemas de deslocamento de pedestres e a diversidade dos sistemas de transportes.

- O tempo gasto nos deslocamentos pelas pessoas causa perdas econômicas e sociais diretas e indiretas (CARVALHO; PEREIRA, 2012; CRANE, 2007; LEVTONSON; KUMAR, 1997). Um tempo médio de viagem alto indica: um desenho urbano que não favorece a densidade demográfica e não oferece acessibilidade a todos os cidadãos de forma igualitária; sinaliza investimentos insuficientes em mobilidade urbana; mostra que os sistemas de mobilidade operam nos seus limites de carregamento; e reflete um desequilíbrio na distribuição de empregos no território do município.
- A qualidade do sistema de mobilidade urbana para o deslocamento de pedestres considera o número de domicílios em ruas sem iluminação pública, calçada, meio-fio, rampa para cadeirantes e arborização.
- A diversidade de modos de transporte oferece mais opções para que os cidadãos possam realizar seus deslocamentos e assim colabora para uma menor vulnerabilidade na mobilidade urbana.

Desenvolvimento Urbano

O modelo de desenvolvimento de baixa densidade que predominou nas cidades brasileiras a partir dos anos 1950 levou à dispersão das atividades urbanas e, conseqüentemente, ao aumento das viagens motorizadas. Cidades com maiores densidades demográficas oferecem menores distâncias entre os seus setores.

Características Biofísicas

Áreas urbanas construídas em planícies sujeitas a inundações, em trechos litorâneos baixos e desprotegidos e em encostas são mais vulneráveis às chuvas e outros eventos. Este indicador baseia-se no histórico de desastres por causas climáticas de cada município, combinado ao percentual da população residente em trechos do litoral propensos à inundação por elevação do nível do mar.

Fatores de Capacidade Adaptativa

A capacidade adaptativa reflete os meios que pessoas, instituições e sistemas naturais possuem para se ajustar a perigos climáticos atuais e esperados, de modo que possam moderar os seus danos e explorar as oportunidades. De acordo com suas características sociais, financeiras e de estrutura de governança, os municípios podem ter maior capacidade de adotar medidas de adaptação.

Social

Embora os efeitos das mudanças climáticas atinjam todos os grupos sociais, as famílias de maior renda tem maior capacidade de proteger seus bens e adaptar-se. No que diz respeito à mobilidade, famílias com renda mais alta podem, por exemplo, mudar-se para áreas mais perto do trabalho e buscar alternativas de transporte de maior custo ou com mais baldeações. O critério social baseou-se na renda familiar média, segundo dados do IBGE, e verificou-se que quanto maior a quantidade de famílias nas classes de renda mais alta, maior capacidade adaptativa.

Finanças Públicas

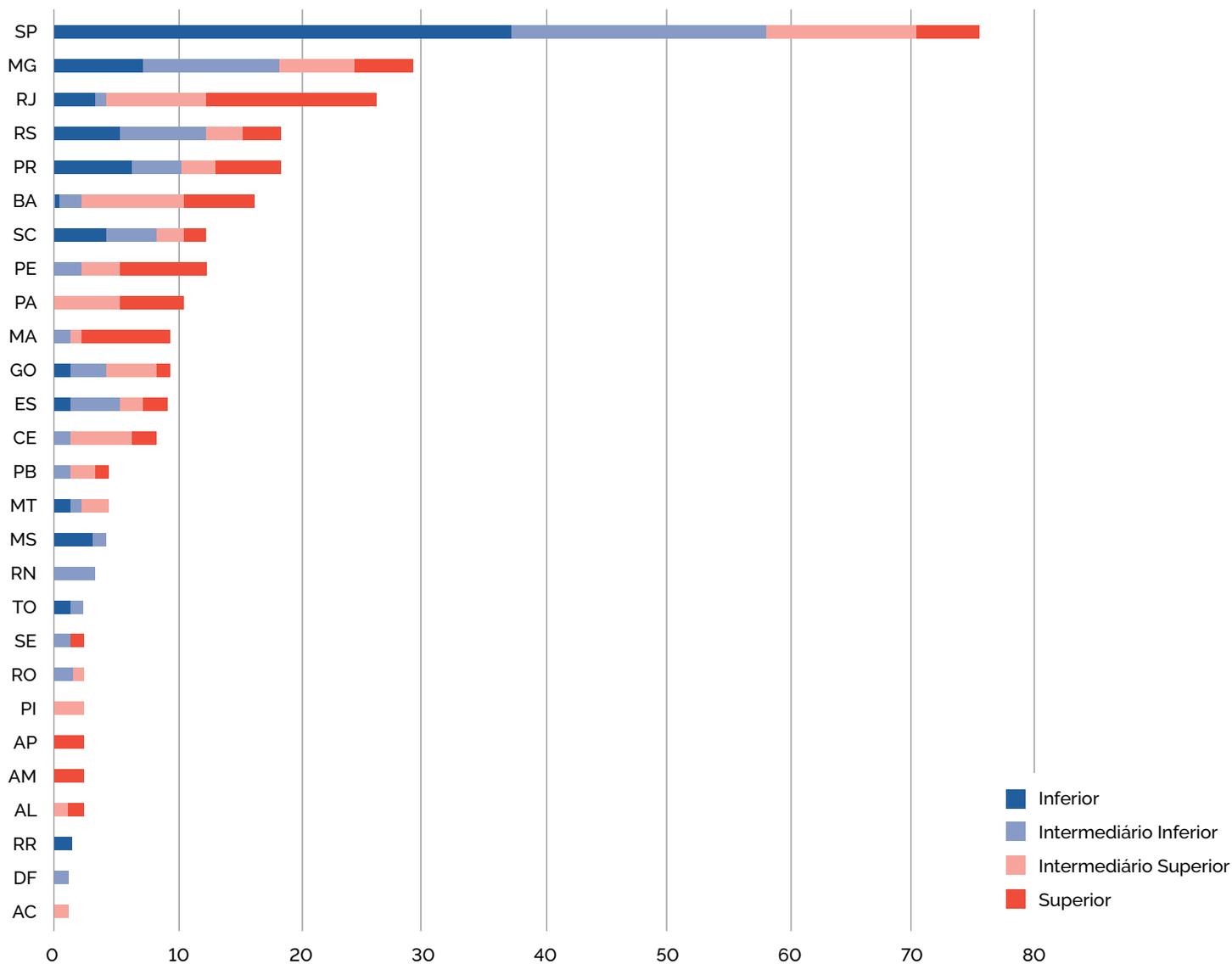
A capacidade de um município de se recuperar de perdas ou se adaptar a eventos climáticos extremos depende de vários fatores financeiros. Para o cálculo do indicador, foram considerados a receita per capita, a participação de receitas próprias no orçamento municipal, despesas fixas, equilíbrio orçamentário, relação entre receita e investimentos, a relação entre a dívida pública e a receita corrente líquida e a dívida a curto prazo.

Estrutura Institucional

Uma estrutura institucional voltada à mobilidade nos municípios permite produzir diagnósticos, planejar e monitorar políticas, desenhar planos e programas voltados à diminuição de vulnerabilidades na mobilidade urbana. O índice de estrutura institucional combina dados sobre o tipo de órgão gestor do transporte no município; a existência de planos de mobilidade urbana e a existência de planos de adaptação.

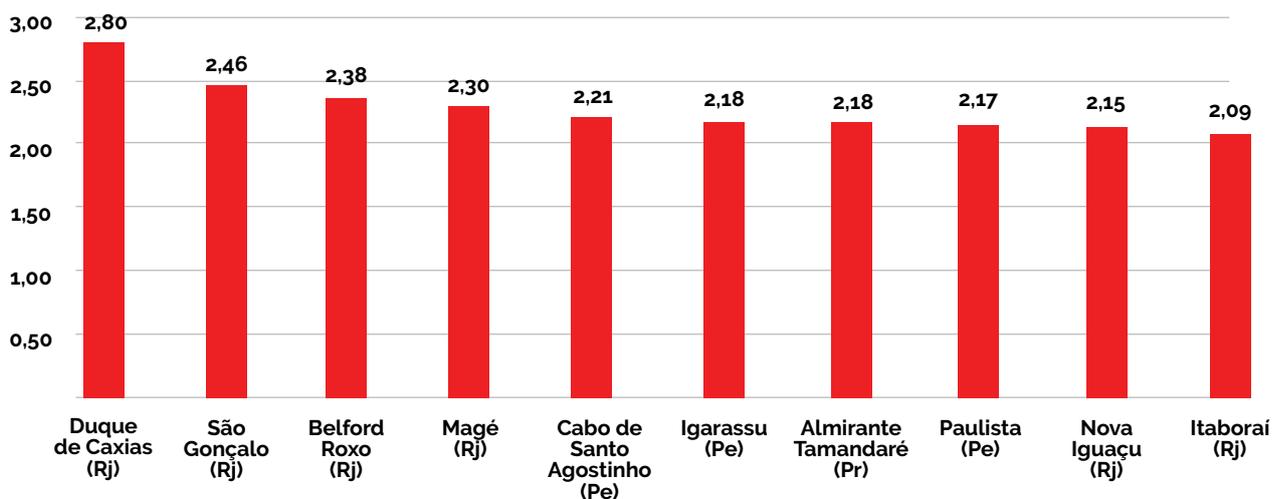
Resultados do Índice

O ITDP calculou o IVMU para os 283 municípios brasileiros com mais de 100 mil habitantes. A vulnerabilidade desses municípios foi classificada em categorias: superior, intermediária superior, intermediária inferior e inferior. Os estados do Rio de Janeiro, Pernambuco, Bahia, Pará, Maranhão, Amapá, Ceará e Amazonas apresentam a maior proporção de municípios classificados como de vulnerabilidade “superior” e “intermediário superior”. Já os estados de São Paulo, Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul e Paraná têm as maiores proporções de municípios nas classes de vulnerabilidade inferior.



Os municípios mais vulneráveis apresentam pelo menos um indicador de Sensibilidade alto e menores valores para Capacidade Adaptativa. No geral, os critérios que mais colaboraram para a maior Sensibilidade foram os altos tempo médio de viagem, a maior Precariedade do Deslocamento dos Pedestres e a baixa variedade de modos de transporte público. O tempo médio de viagem é um fator ainda mais importante para vulnerabilidade nos 41 municípios que pertencem a alguma Região Metropolitana.

Todos os dez municípios com maior índice de vulnerabilidade são de Regiões Metropolitanas, sendo seis da Região Metropolitana do Rio de Janeiro: Duque de Caxias, São Gonçalo, Belford Roxo, Magé, Nova Iguaçu e Itaboraí. Os outros três pertencem à Região Metropolitana de Recife: Cabo de Santo Agostinho (PE), Igarassu (PE) e Paulista (PE).



Com exceção de Palmas, no Tocantins, todos os municípios com os dez menores valores de índice de vulnerabilidade estão no Estado de São Paulo: Americana, Araras, Arapongas, Botucatu, Ourinhos, Presidente Prudente, São Carlos e Taubaté.

ADAPTAÇÃO

**DESAFIOS E
RECOMENDAÇÕES**

Adaptar-se às mudanças climáticas não é uma escolha. As evidências mostram que, inevitavelmente, teremos de lidar com os efeitos do aquecimento global no futuro. Municípios e instituições precisam tomar atitudes para enfrentá-las.



A escolha diz respeito à forma que iremos enfrentar este processo. Vamos seguir ao sabor dos acontecimentos, tomando medidas pontuais, criando políticas e programas para reduzir os seus efeitos? Ou vamos nos antecipar, identificando vulnerabilidades, definindo desde já planos para lidar com cenários futuros e fazendo o quanto antes escolhas que poderão reduzir o impacto dos eventos climáticos nos anos que virão? Certamente, a segunda alternativa parece mais eficiente e produtiva.

O processo é um desafio complexo e multidisciplinar, que depende de aspectos culturais, econômicos, ambientais e sociais. Não há soluções definitivas, e sim um processo contínuo de aprimoramento de práticas. As opções de adaptação precisam estar vinculadas aos objetivos estratégicos de cada município e cada sistema de mobilidade. Abaixo estão listados alguns critérios de escolha:

Efetividade

a opção precisa contribuir para os objetivos delimitados no plano de adaptação

Eficiência

os benefícios diretos e indiretos superam os custos de implementação e manutenção

Equidade

não deve causar efeitos negativos em outros setores e grupos vulneráveis

Flexibilidade

deve permitir ajustes futuros

Sustentável

contribui para o desenvolvimento sustentável da região

Praticidade

pode ser colocada em prática em um horizonte viável

Legitimidade

é politicamente e socialmente aceita

Custos sociais

considera todas as suas externalidades sociais e econômicas, não somente os custos econômicos

Robustez

é coerente com as projeções climáticas futuras

Sinergia

potencializa outros objetivos estratégicos relacionados ao desenvolvimento local

Além desses critérios, o desenvolvimento de uma estratégia de adaptação deve se basear em três pilares. Como assinalado anteriormente, o planejamento das ações de adaptação começa, idealmente, com a realização de um diagnóstico amplo, que permita ao município entender o comportamento de seus sistemas e os usuários e identifique suas vulnerabilidades ou riscos de paralisação, perda de desempenho ou degradação por conta de eventos climáticos atuais e futuros.

Também é essencial preparar os gestores públicos, operadores de concessionárias de serviços, autoridades reguladoras, entre outros grupos, para planejar e realizar ações de adaptação.

Por fim, o terceiro pilar é o fomento à integração de ações de adaptação às regulações e políticas públicas de mobilidade urbana.

Oportunidades

O planejamento de medidas de adaptação também deve considerar janelas de oportunidade. É menos custoso e mais benéfico incluir o planejamento de medidas de adaptação na fase de concepção de investimentos em mobilidade. Outras janelas são a renovação de sistemas de infraestrutura, ciclos de manutenção e a revisão de planos setoriais.

Para os municípios, o ideal é adotar uma estratégia que contemple a adaptação com um passo de cada vez, onde estão previstas ações que ocorrem de maneira incremental e que produzam benefícios imediatos. Um exemplo? Aproveitar os processos de manutenção, reposição e melhorias da infraestrutura de transporte para incorporar pequenos ajustes que os adaptem a um novo padrão. A renovação programada de pavimentos de ruas e ciclovias também pode incorporar ajustes na qualidade da pavimentação que os tornem mais resistentes a ondas de calor.

Recomendações

As ações de adaptação em mobilidade devem ser planejadas para beneficiar outros setores e agendas governamentais. Por exemplo, dotar áreas de circulação de pedestres e ciclistas de vegetação com espécies nativas fortalece o uso de transportes não-motorizados, colabora para a qualidade de vida, melhora os índices de poluição do ar local e aumenta a capacidade de retenção de água da chuva.

Por outro lado, é preciso cuidar para que ações de adaptação não piorem os efeitos das mudanças climáticas. Instalar aparelhos de ar-condicionado numa estação para enfrentar ondas de calor pode melhorar o conforto dos usuários, mas também aumentará as temperaturas no entorno, além de ampliar o gasto energético e as emissões de gases do efeito estufa.

Estratégia

Para além de projetos e ações, o processo de adaptação às mudanças climáticas ganhará muito com a incorporação de estratégias adaptativas no planejamento do desenvolvimento das cidades. Rever o processo de expansão das cidades, com a incorporação dos oito princípios de Desenvolvimento Orientado ao Transporte (DOTS), será uma mudança profunda e um grande desafio para os gestores brasileiros, mas certamente implicará em resultados duradouros e sustentáveis. São eles:

- **Caminhar** – Vias para pedestres desobstruídas e de alta qualidade aumentam a mobilidade básica para todos. Os equipamentos urbanos, os elementos do paisagismo e as bordas ativas dos prédios transformam calçadas e passagens em espaços públicos vibrantes.
- **Usar bicicletas** – Um bom projeto das ruas aumenta a segurança dos ciclistas ao reduzir a velocidade nas faixas de rodagem ou criar pistas separadas para as bicicletas. É essencial ter um rede completa de ciclovias, além de elementos adequados para produzir sombra, superfícies lisas e estacionamento seguro para as bicicletas,
- **Conectar** – Uma rede densa para trajetos a pé ou a bicicleta resulta em conexões mais curtas, variadas e diretas, que melhoram o acesso a mercadorias, serviços e transporte público.
- **Usar transporte público** – Um sistema de transporte rápido, frequente, confiável e de alta capacidade reduz a dependência de veículos motorizados e individuais.
- **Promover mudanças** – Tarifas adequadas de estacionamento e redução da oferta geral de vagas acabam por incentivar o uso do transporte coletivo, a pé ou de bicicleta.
- **Adensar** – A intensificação dos usos residencial e comercial no entorno das estações de transporte coletivo rápido e de alta capacidade ajuda a garantir que todos os residentes e trabalhadores tenham acesso a um transporte de alta qualidade.
- **Misturar** – Uma mistura diversificada de usos residenciais reduz o número necessário de viagens e garante a animação dos espaços públicos em todos os horários.
- **Compactar** – A reorganização ou requalificação do tecido urbano existente ajuda a garantir que os residentes morem perto dos empregos, escolas, serviços e outros destinos, reduzindo assim o tempo das viagens e as emissões dos veículos.

Bibliografia

ANTP. Sistema de Informações da Mobilidade Urbana: Relatório Geral 2013. . [S.l: s.n.],

PEREIRA, R. H. M.; SCHWANEN, T. Commute time in Brazil (1992-2009): Differences between metropolitan areas, by income levels and gender. . [S.l.]: Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2013.

LUCAS, K. Transport and social exclusion: Where are we now? *Transport policy*, v. 20, p. 105–113, 2012. E PEREIRA, R. H. M.; SCHWANEN, T. Commute time in Brazil (1992-2009): Differences between metropolitan areas, by income levels and gender. . [S.l.]: Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2013.

PBMC. Base científica das mudanças climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas. (T. Ambrizzi & M. Araújo, Org.). [S.l.]: COPPE - Universidade Federal do Rio de Janeiro. , 2014a

CARVALHO, C. H. R.; PEREIRA, R. H. M. Gastos das famílias brasileiras com transporte urbano público e privado no Brasil: uma análise da POF 2003 e 2009. . [S.l.]: Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2012.

CRANE, R. Is there a quiet revolution in women's travel? Revisiting the gender gap in commuting. *Journal of the American planning association*, v. 73, n. 3, p. 298–316, 2007.

LEVTNSON, D. M.; KUMAR, A. Density and the journey to work. *Growth and change*, v. 28, n. 2, p. 147–172, 1997.



ITDP

Instituto de Políticas de Transporte
& Desenvolvimento