



7

Ambiente Urbano

EQUIPE TÉCNICA

Coordenação

Luciano do Nascimento de Oliveira - Ibama

Redação

Amanda Amaral Abrahão - Ministério da Saúde

Ana Marta Ribeiro Machado - Universidade Federal de São Carlos

Ariane Frassoni - Inpe

Beatriz Sheila - Unesp

Carlos Henrique Carvalho - Ipea

Cristina Arantes Miranda - UnB

Daniela Alves de Oliveira - Ibama

Fernanda Cristina Romero - Abrelpe

Gilberto Werneck - Ibama

Gustavo dos Santos Souza - Ministério da Saúde

Hilma Alessandra Rodrigues do Couto - Embrapa Amazônia Oriental

Iara Campos Ervilha - Ministério da Saúde

Juliana Wotzasek Villardi - Ministério da Saúde

Lorena Gonzaga Dobre - Abrelpe

Marcelo Amorim - Ibama

Mariana Midori Nakashima - Ibama

Patrícia Povoá de Mattos - Embrapa Florestas

Patrick Joseph Connerton - Ministério da Saúde

Pedro Melo - Ministério da Saúde

Rodrigo Favero Clemente - Ministério da Saúde

Simone Marilene Sievert da Costa Coelho - Inpe

Sofia Negri Braz - IAU/USP

Thais Cavendish - Ministério da Saúde

Tiago Henrique da Silva - Universidade Federal de Lavras

Vanessa de Paula Ferreira - Ministério da Saúde

Paulo Rubens Guimarães Barrocas - Fiocruz

ODS relacionados ao capítulo



INTRODUÇÃO

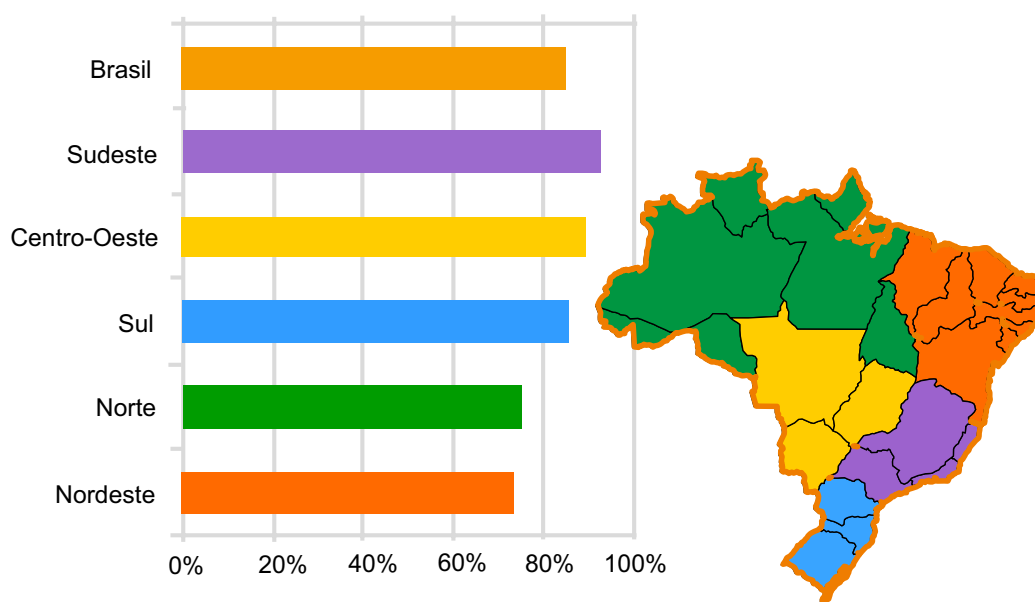
Dos diferentes espaços que sofrem impacto em consequência de atividades humanas, podemos destacar o ambiente urbano como um dos mais afetados. É da natureza do espaço urbano ser amplamente alterado para fins industriais e habitacionais. Essa condição implica também criação de infraestrutura, para que a vida humana nas cidades seja possível. A estrutura urbana envolve a implementação de vias de transporte, áreas de moradia, plantas industriais, prédios públicos e administrativos e setores de logística.

Essa estrutura não é estática e tende a se desenvolver com o tempo. Os centros urbanos brasileiros tiveram forte e acelerado crescimento populacional desde o início da segunda metade do século passado, o que significa a transformação rápida de um país rural que, já na década de 1960, se tornara majoritariamente urbano. De acordo com dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) 2015¹, cerca de 85% da população vive em centros urbanos (Figura 1), sendo

que existem 49 cidades com mais de 500.000 habitantes na rede urbana brasileira, além de mais de 40 regiões metropolitanas estabelecidas, nas quais vivem cerca de 80 milhões de brasileiros, o que representa mais de 40% da população.

As ondas de crescimento urbano afetam negativamente as populações que residem nas cidades, bem como os locais onde são erguidas construções. Um dos problemas é a necessidade de transportes motorizados, o que reduz o deslocamento por caminhada, aumentando o sedentarismo e, por consequência, criando problemas relacionados à saúde. Outro fator negativo associado à expansão urbana é a segregação socioespacial, pela qual pessoas com renda econômica mais baixa são afastadas das áreas mais próximas aos centros das cidades, indo em direção às extremidades periféricas, onde a infraestrutura para moradia e a qualidade de vida quase sempre são desfavoráveis (JAPIASSÚ; LINS, 2014).

Figura 1 – Porcentagem da população que vive em área urbana, por região.



Fonte: Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD). IBGE, 2015.

¹ Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv98887.pdf>. Acessado em: nov. 2021.



A expansão dos espaços urbanos também é bastante nociva ao meio ambiente, uma vez que a criação de novos bairros, quase sempre, envolve desmatamento e alteração de bioma, afetando características do solo, subsolo e recursos hídricos. Isso acarreta outros problemas como formação de ilhas de calor, redução na qualidade do ar e degradação do solo.

Apesar da grande complexidade do ambiente urbano, com suas nuances e variações, ainda podemos identificar características de ecossistemas naturais integrados ao universo da cidade, mesmo alterados em relação às características originais. Essa relação é quase sempre desequilibrada e sua gestão é um desafio para a Administração Pública. Das medidas que visam reequilibrar tal relação e tornar o ambiente urbano mais agradável para seus ocupantes, podemos citar como das mais efetivas a criação de áreas verdes urbanas, que atuam como ilhas de conservação dos ambientes naturais.

Neste capítulo, são abordados os principais mecanismos de gestão das interferências existentes na relação sociedade-natureza, com fundamentação teórica para a produção do espaço urbano e adequação prática em indicadores. O princípio teórico da sustentabilidade é fundamentado em funções sociais de propriedade e urbanísticas, bem como nas práticas de gestão, planejamento urbano, prestação de serviços e preservação do patrimônio. Também serão apontados indicadores quantitativo-qualitativos para diagnosticar uma cidade, a partir de sobreposições de dados e informações oficiais.

Serão tratadas, inicialmente, as abordagens de tratamento dos resíduos sólidos gerados pelas atividades urbanas e seus impactos no meio ambiente. Os resíduos sólidos urbanos (RSU) são caracterizados como resíduos gerados por atividade humana em áreas urbanas, tendo como principais tipos os residenciais, comerciais, industriais, de limpeza pública, serviços de saúde e construção civil (DOS SANTOS, 2019). A crescente preocupação com esses resíduos deve-se à grande quantidade gerada e às formas de disposição atualmente utilizadas.

A seguir, são abordados os aspectos quantitativos das áreas verdes no ambiente urbano, considerando o avanço da mancha urbana sobre essas áreas, e as iniciativas para sua conservação, tais como o escopo normativo e a arborização de vias urbanas.

Na sequência, as iniciativas de saneamento de água e coleta de esgoto, diante do aumento da demanda por recursos hídricos, e sua interferência na quantidade e qualidade da água disponível para consumo humano.

Em seguida, o transporte e a mobilidade urbana serão analisados diante dos aspectos mais relevantes: aumento contínuo dos deslocamentos humanos e seus impactos nas condições de vida das pessoas, em especial os associados a aumento da poluição e a acidentes com vítimas de trânsito.

Por fim, a poluição atmosférica será observada do ponto de vista do crescimento das frotas veiculares como força motriz do aumento da poluição veicular atmosférica e suas consequências para a saúde.



RESÍDUOS SÓLIDOS

Aspectos legais

A gestão dos resíduos no Brasil é pautada e influenciada pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), sancionada em agosto de 2010. A PNRS – Lei nº 12.305 – dispõe sobre os princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do Poder Público, e aos instrumentos econômicos aplicáveis (BRASIL, 2010).

A partir desses instrumentos, dispõe-se que os responsáveis direta ou indiretamente pela geração de resíduos, e que desenvolvem ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos, devem fazê-lo de forma adequada, observando a seguinte ordem de prioridade: não geração; redução; reutilização; reciclagem; tratamento dos resíduos sólidos; e disposição final ambientalmente adequada aos rejeitos. De maneira prática, todo resíduo deve ser processado adequadamente antes da destinação final.

Ainda como auxílio normativo, para que a destinação final dos resíduos seja feita de forma correta, a ABNT – NBR 10.004/2004 – define os critérios para a “classificação dos resíduos sólidos” quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde do ser humano (ABNT, 2004). Essa classificação envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem, seus constituintes e características, e a comparação

desses constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente seja conhecido.

A poluição ambiental envolve, além da saúde pública, o saneamento básico, já que a disposição inadequada de resíduos e rejeitos, *in natura*, a céu aberto – nos conhecidos lixões – e o lançamento de esgoto sanitário não tratado nos cursos d’água são danos ambientais recorrentes no Brasil. É importante ressaltar o “Novo Marco Legal do Saneamento Básico”, alterado pela Lei n.º 14.026 (BRASIL, 2020), que se refere à sustentabilidade econômico-financeira assegurada por meio da regulação tarifária dos serviços públicos; à modernização da modelagem a ser adotada nos casos de terceirização dos serviços de saneamento (transferência ou delegação dos serviços deve ocorrer por licitação e resultar na celebração de contrato de concessão); e à alteração dos prazos para disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, condicionados à elaboração do plano de gestão de resíduos sólidos (TCE/SP, 2021).

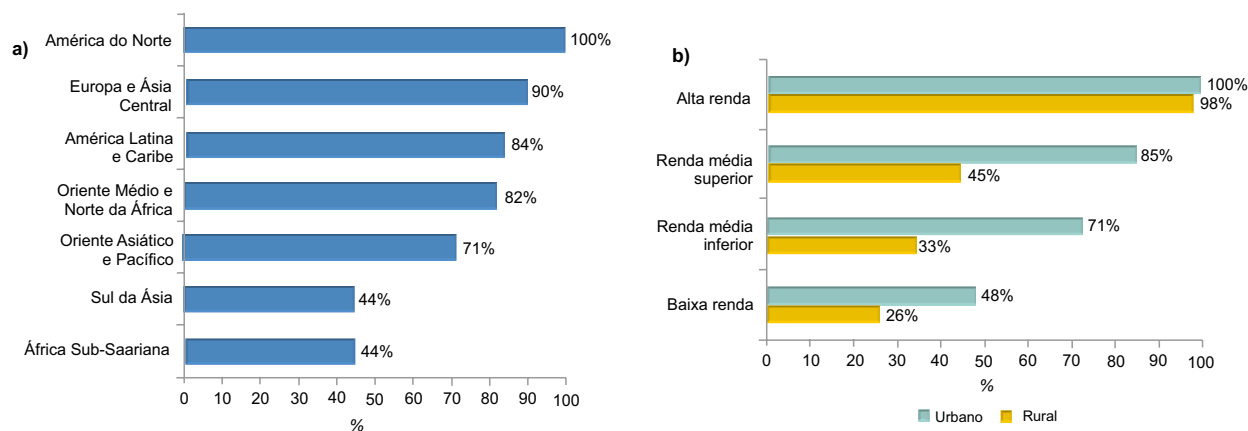
Cenários da situação dos resíduos

Resíduos sólidos urbanos no mundo

A coleta de resíduos varia de acordo com os níveis de renda. No caso dos países de renda média a alta, a coleta é praticamente universal, mas, para aqueles de baixa renda, a cobertura de coleta é de 48%, caindo para 26% em áreas distantes dos centros urbanos (Figura 2).



Figura 2 – a) Taxas de cobertura de coleta de lixo, por região, e b) taxa de cobertura de coleta em áreas urbanas e rurais, por nível de renda.

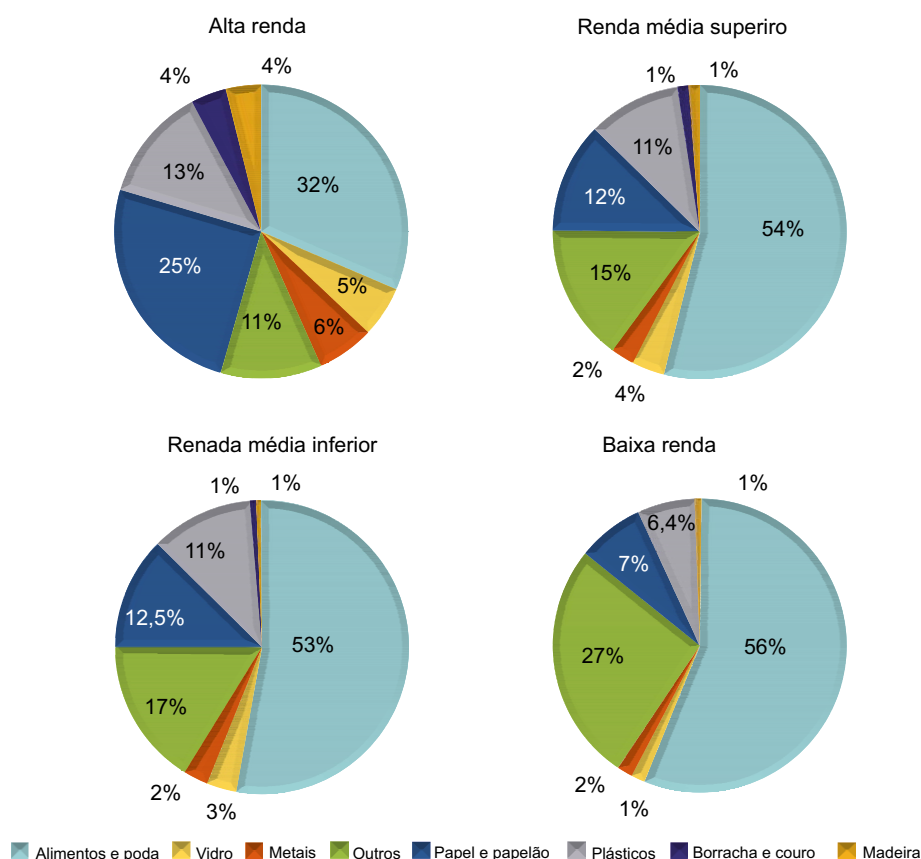


Fonte: KAZA *et al.*, 2018.

Em relação à composição gravimétrica, há uma diferença nítida nos padrões de consumo entre países de baixa, média e alta renda, pois quanto maior a renda, maior é a geração de resíduos recicláveis secos e menor a geração de resíduos orgânicos, sejam eles restos de

alimentos ou poda (Figura 3). As porcentagens são de quase 51% de recicláveis secos e 32% de orgânicos em países desenvolvidos e de 53% e 56% de orgânicos em países de média e baixa renda, concomitantemente, cuja fração de secos não ultrapassa 16% (KAZA *et al.*, 2018).

Figura 3 – Composição do lixo, por nível de renda.



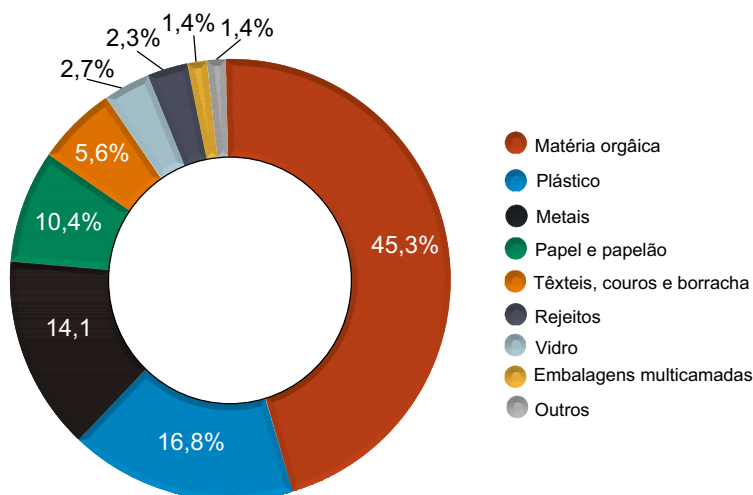
Fonte: KAZA *et al.*, 2018.



O Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil revela que a principal fração é a matéria orgânica, com 45,3%, composta principalmente por sobras e perdas de alimentos, resíduos verdes e madeiras (Figura 4). Os resíduos recicláveis secos somam 33,6%, sendo compostos principalmente pelos plásticos, papel e papelão,

vidros, metais e embalagens multicamadas. Os demais materiais são rejeitos, que respondem por 14,1%, resíduos têxteis, couros e borrachas, com 5,6%, e outros, que contemplam materiais como resíduos de serviços de saúde, eletroeletrônicos, pilhas e baterias, e outros resíduos perigosos, representando 1,4%.

Figura 4 - Composição gravimétrica no Brasil.

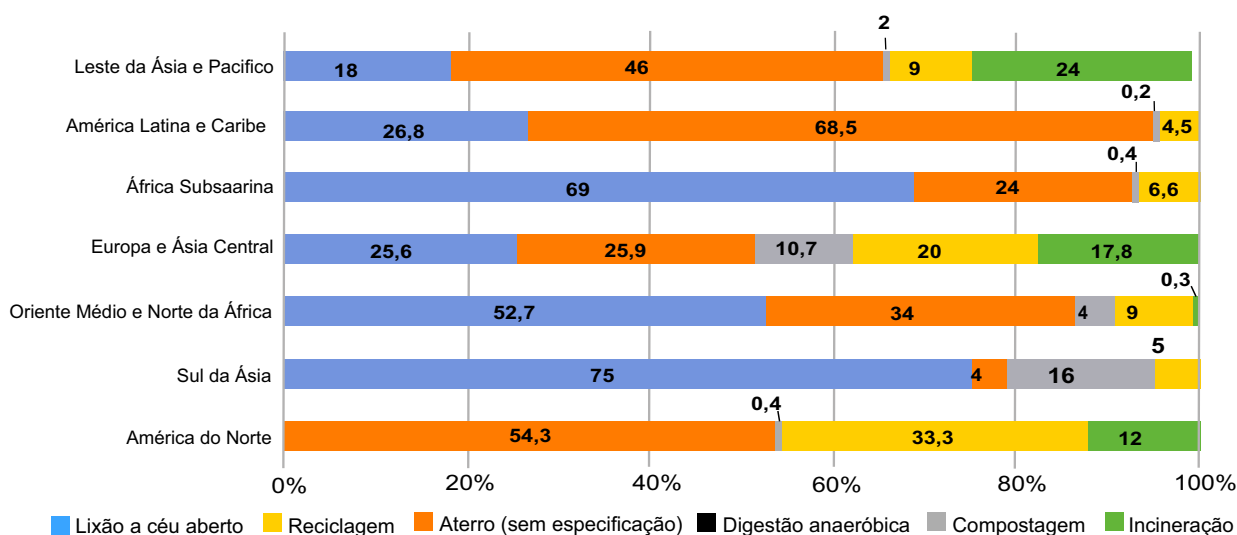


Fonte: Abrelpe, 2020.

Em termos de destinação final, embora 33% dos RSU ainda sejam dispostos em lixões e aterros controlados, dados mundiais revelam que a maioria tem destino adequado, com 40% dos resíduos em aterros sanitários, 19% recuperados por reciclagem e compostagem e 11% incinerados. Assim como os demais indicadores, a destinação final varia muito e é

de acordo com o desenvolvimento econômico, como pode ser observado no gráfico a seguir, sendo pouco presente a alternativa de disposição final em regiões e países com baixo e médio desenvolvimento. A Figura 5 apresenta a situação global dos métodos de disposição final, por regiões do planeta.

Figura 5 – Métodos de destinação final, por região do planeta.



Fonte: KAZA et al., 2018.

Resíduos sólidos urbanos no Brasil: geração de RSU

A geração de resíduos vem crescendo a cada ano, ampliando a demanda por serviços de logística, infraestrutura e, principalmente, recursos humanos e financeiros. O Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil (ABRELPE, 2020) apresenta projeção na qual o Brasil observará expressivo aumento na quantidade de RSU gerado nas próximas décadas, havendo incremento de quase 50% no montante de RSU em 2050, em comparação ao ano-base 2019. Para o mesmo período, a projeção de crescimento populacional esperado é de 12%.

De acordo com o Relatório de 2020, da Abrelpe (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais), que apresenta um panorama histórico com os dados da última década, a geração de RSU no Brasil registrou considerável aumento, evoluindo de 67 para 79 milhões de toneladas por ano. Por sua vez, a geração *per capita* passou de 348 kg/ano para 379 kg/ano (Tabela 1).

Tabela 1 – Geração de RSU, geração per capita de RSU e PIB² per capita (R\$/habitante).

Ano	Geração de RSU no Brasil (t/dia) ³	Geração per capita de RSU (kg/hab./dia)	População urbana total (hab.) ⁴	PIB (variação %) ⁵	IDH ⁶
2010	166.762	1,032	161.578.979	7,5	0,726
2011	169.689	1,041	162.960.935	4,0	0,728
2012	201.058	1,224	164.288.819	1,9	0,730
2013	209.280	1,229	170.291.093	3,0	0,752
2014	215.297	1,253	171.761.498	0,5	0,755
2015	218.874	1,264	173.186.362	-3,5	0,756
2016	214.405	1,219	174.567.769	-3,3	0,758
2017	214.868	1,221	175.905.731	1,3	0,761
2018	216.629	1,227	176.612.173	1,8	0,762

Fonte: Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. ABRELPE, 2020; IBGE, 2018; 2019a; 2019b; 2019c; 2020a; Ipea, 2019; 2021, Relatório de Desenvolvimento Humano. Pnud, 2020; Diagnóstico do Manejo de RSU-SNIS-RS-2019-Capítulo-02. MDR, 2019.

No Brasil, a geração total de RSU passou de 166,8 t/dia, em 2010, para 218,9 t/dia, em 2015, o que representa crescimento de 31,24%, índice superior à taxa média de crescimento da população urbana, que foi de 1,13% ao ano. Em 2018, a geração total de RSU foi de 216,6 t/dia, representando redução de 1,02%, comparando

ao ano de 2015, e crescimento de 29,9% em comparação com a geração de RSU em 2010. Nesse mesmo período, a população brasileira saltou de 190,7 para 208,5 milhões de habitantes. Isso significa que o País experimentou um crescimento demográfico de 9,3% e o percentual de crescimento populacional urbano foi de 3,58%

² PIB: Produto Interno Bruto.

³ t/dia: tonelada por dia.

⁴ A população urbana foi estimada pelo SNIS, em cada município brasileiro, adotando a população total estimada pelo IBGE multiplicada pela taxa de urbanização (84,71%) verificada no Censo 2010.

⁵ Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Contas Nacionais. PIB em valores correntes.

⁶ IDH: Índice de Desenvolvimento Humano.



(IBGE, 2019b). Os dados do IBGE indicam que a população nos centros urbanos tem aumentado a cada ano. Em 2010, a população total do Brasil era de 190,8 milhões de habitantes (IBGE, 2010), com 84,7% da população vivendo em áreas urbanas, em 2018, dos 208,5 milhões de habitantes, 87% vivendo em centros urbanos (IBGE, 2018).

Os dados da Tabela 1 indicam que entre 2010 e 2018 houve incremento de 19% na geração *per capita* de RSU, de 1,032 para 1,227 kg/hab.⁷/dia, e o valor médio de geração média *per capita* foi de 1,19 kg/hab./dia, padrão similar ao de alguns países da União Europeia, cuja média é de 1,2 kg/hab./dia (GOLVEIA, 2012).

Dentre outros fatores, a geração de resíduos está atrelada à renda da população e ao seu crescimento populacional. O PIB considera apenas a dimensão econômica do desenvolvimento, quando esse indicador associado aos três pilares que constituem o IDH (saúde, educação e renda) reflete como a qualidade de vida influencia na geração de resíduos. Na linha temporal, para avaliar a relação entre crescimento econômico e a geração de RSU, é importante considerar o período de 2010 a 2018, pois foi em 2010 que o País registrou o maior crescimento econômico dos últimos anos, e, ao mesmo tempo, o Governo Federal promulgou a Lei n.º 12.305/10, como fundamento de políticas públicas direcionadas ao setor de resíduos sólidos.

De acordo com dados apresentados na Tabela 1, a variação do PIB entre 2015 e 2016 foi caracterizada por acentuada recessão, recuando para 3,8% negativos, em 2015, acumulando

perda superior a 7% para o PIB, enquanto a geração total de resíduos continuou aumentando. Quanto à geração *per capita* de resíduos, o comportamento foi praticamente constante, já na análise temporal, quanto à evolução do PIB *per capita* no Brasil, é possível notar crescimento linear ao longo do período avaliado (IBGE, 2020a).

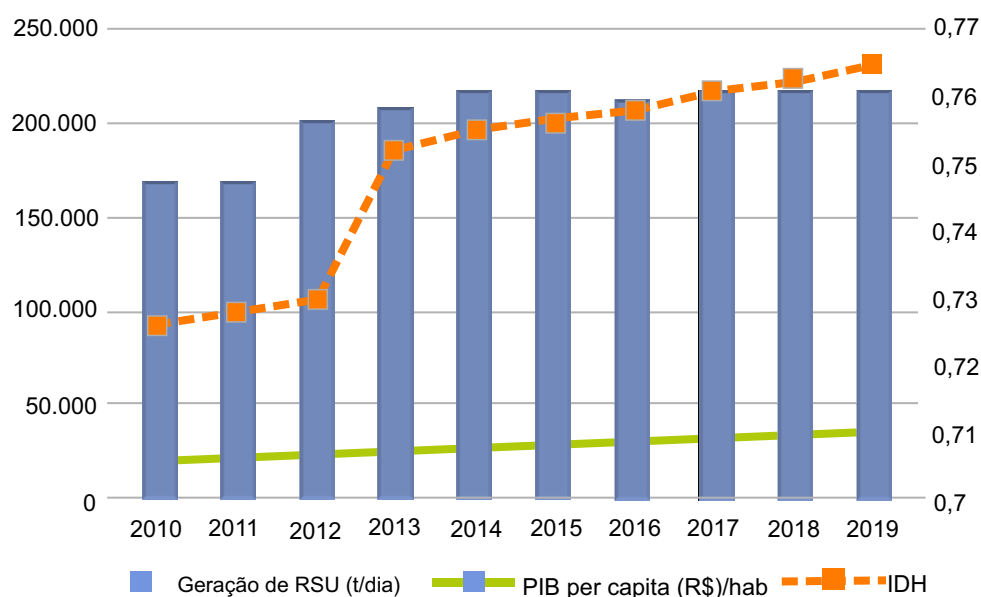
O IDH, que se encontrava praticamente constante entre 2010 e 2012, com crescimento anual por volta de 0,3%, apresentou crescimento significativo de 2012 para 2013, quando esse indicador apresentou taxa de crescimento de 3%. No período de 2010 a 2018, o valor do IDH foi elevado em 5%, passando de 0,726 para 0,762, com taxa média de crescimento anual de 0,6%, sugerindo a influência do índice socioeconômico na quantidade e nas características dos resíduos sólidos gerados.

De acordo com dados do IBGE (IBGE, 2018), nos últimos anos, a economia brasileira foi marcada por forte recessão. Entre 2014 e 2018, o crescimento do PIB foi negativo ou próximo a zero, indicando que o Brasil esteve com redução no crescimento econômico. Entretanto, nesse período, houve significativo aumento na geração de resíduos, o que sugere que essa equação envolve diversos fatores, entre os quais, progressivo crescimento demográfico, aumento no percentual da população nos centros urbanos, bem como o referencial socioeconômico e econômico médio, agregado por indivíduo, na década passada. Estão apresentados na Figura 6 os dados da evolução populacional urbana, geração de RSU, geração *per capita* de RSU e do IDH no Brasil.

7 Hab.: habitante.



Figura 6 – Relação entre geração de RSU (t/dia) no Brasil e indicadores demográficos e socioeconômicos entre 2010 e 2018.



Fonte: Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2010 a 2019. ABRELPE, 2020; IBGE, 2019a; 2020b; Ipea, 2019.

Apesar das grandes diferenças regionais, a produção de resíduos tem crescido em todas as regiões e estados brasileiros. A região Sudeste foi responsável por 52,5% do total de RSU gerado no Brasil, seguida das regiões Nordeste, com 22,2%, Sul, com 10,8%, Centro-Oeste, com 8,1%, e Norte, com 6,4%.

Nas Figuras 7 e 8, são apresentados dados referentes à geração *per capita* de RSU, respectivamente, nas grandes regiões e no Brasil, entre 2010 e 2019. A partir de 2016, houve redução na taxa de geração de RSU na região Centro-Oeste. O Nordeste também apresentou leve queda após 2015. A região Sul cresceu até 2015 e se estabilizou depois. A geração de RSU no Brasil atingiu o auge em 2015, apresentando queda em 2016, voltando a subir, gradativamente, entre 2017 e 2020, mas não atingindo os valores de 2015.

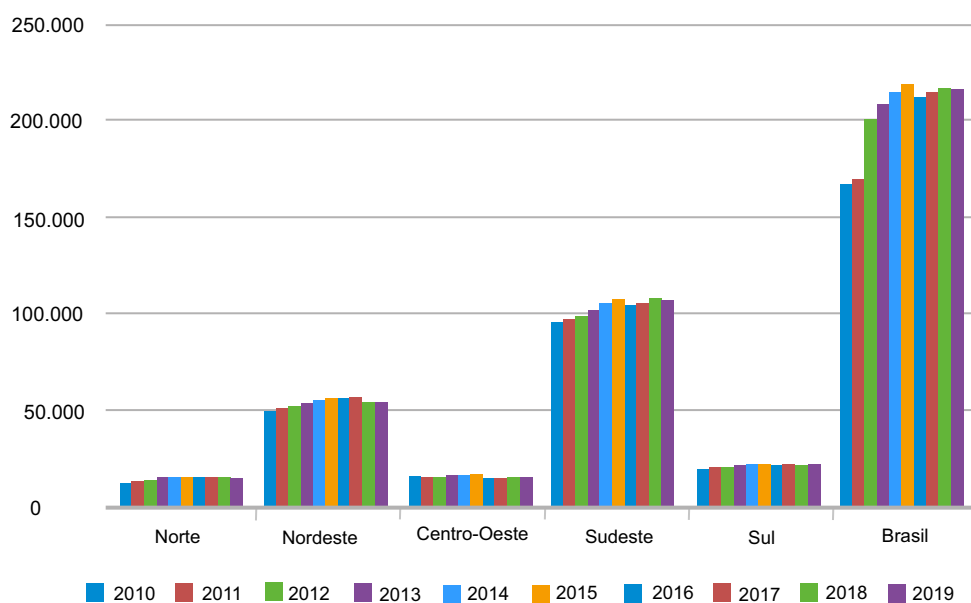
A análise da Figura 7 indica que, entre 2010 e 2015, as cinco macrorregiões apresentaram crescimento anual na taxa de geração do RSU, sendo que na região Norte houve uma taxa de crescimento mais acentuada, de 21,87%, seguida pela região Sudeste, com 11,69%, Nordeste, com 11,62%, Centro-Oeste, com 11,37%, e Sul, com 10,43%. Nesse mesmo período, houve redução na geração de RSU *per capita* nas

seguintes proporções: na região Nordeste houve redução de -23,35%, na região Norte, -18,68%, na região Sul, -12,06%, na região Centro-Oeste, -9,96%, e na região Sudeste, de -2,80%.

Cabe destacar que é importante tratar as especificidades de cada região, tendo em vista a extensão territorial, a densidade populacional, os aspectos culturais e as principais práticas econômicas, que incidem no comportamento do IDH regional e na quantidade dos resíduos gerados (NORBERTO, 2021). Analisando hábitos e atividades das cinco grandes regiões do Brasil, por exemplo, comparando as principais atividades econômicas das regiões Sudeste e Centro-Oeste, no Sudeste há maior concentração industrial, já na região Centro-Oeste as principais atividades econômicas são derivadas do agronegócio, incidindo diretamente nas características e na quantidade de resíduos gerados. Em termos de população, vivem em arranjos populacionais 72,5% das pessoas moradoras na região Sudeste, 61,1% na região Sul, 38,9% na região Nordeste, 51,3% na região Centro-Oeste e 21,6% na região Norte, o que demonstra urbanização mais concentrada no Sudeste, no Sul e no Centro-Oeste, mais do que no Norte e no Nordeste (IBGE, 2018).

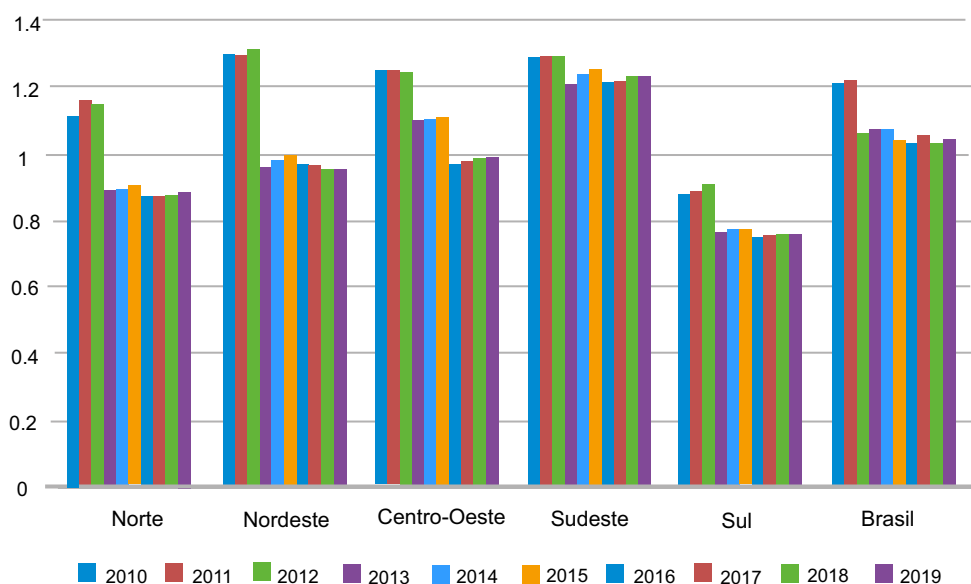


Figura 7 – Quantidade de RSU gerada (t/dia) nas macrorregiões geográficas do Brasil, no período de 2010 a 2019.



Fonte: Adaptado de Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. ABRELPE, 2020.

Figura 8 – Índice *per capita* de geração de RSU (kg/hab./dia) segundo as macrorregiões do Brasil, no período de 2010 a 2019.



Fonte: Adaptado de Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. ABRELPE, 2020.

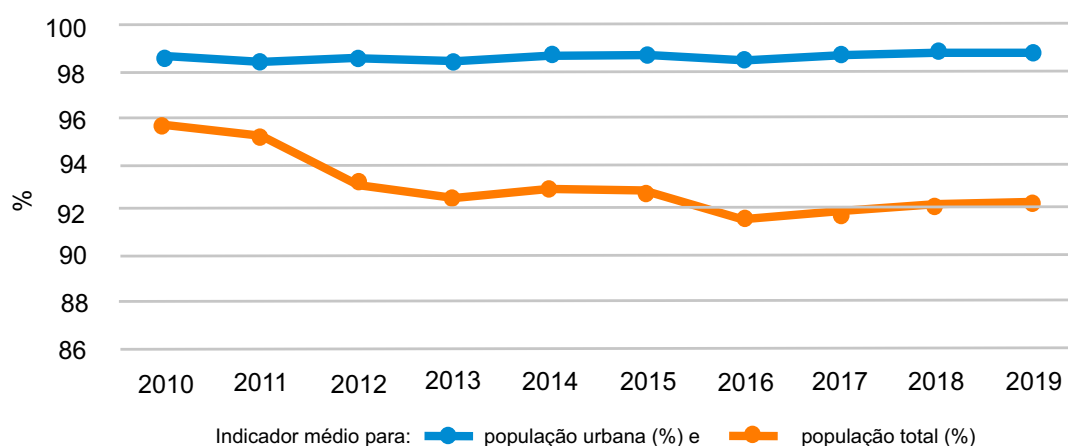
Coleta de RSU

A cobertura dos serviços de coleta de resíduos sólidos domiciliares (RDO) no País, ao longo da década de 2010-2019, se manteve estável, sendo superior a 98%. Já em relação ao

acesso a esses serviços, pelo total da população brasileira, a cobertura em 2010 era quase 96% e reduziu para 92% em 2019, revelando tendência de redução do acesso ao longo do período analisado (Figura 9).



Figura 9 – Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO para a população urbana e para o total da população.



Fonte: Ministério das Cidades, 2012; 2018; Ministério do Desenvolvimento Regional, 2019a; 2019b; 2020.

Segundo dados do Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), a massa coletada de resíduos cresceu

constantemente no período 2010-2019 e a massa *per capita* seguiu a mesma tendência, mas oscilou ao longo dos anos (ABRELPE, 2020) (Tabela 2).

Tabela 2 – Massa coletada *per capita* em relação à população urbana e estimativa da massa total coletada (RDO + RPU⁸).

Ano	Massa coletada <i>per capita</i> (kg/hab./dia)	Estimativa da massa total coletada RDO + RPU (milhões de ton/ano)
2010	0,93	53
2011	0,96	55,3
2012	1	57,9
2013	1,01	61,1
2014	1,05	64,4
2015	1	62,5
2016	0,94	58,9
2017	0,95	60,6
2018	0,96	62,8
2019	0,99	65,1

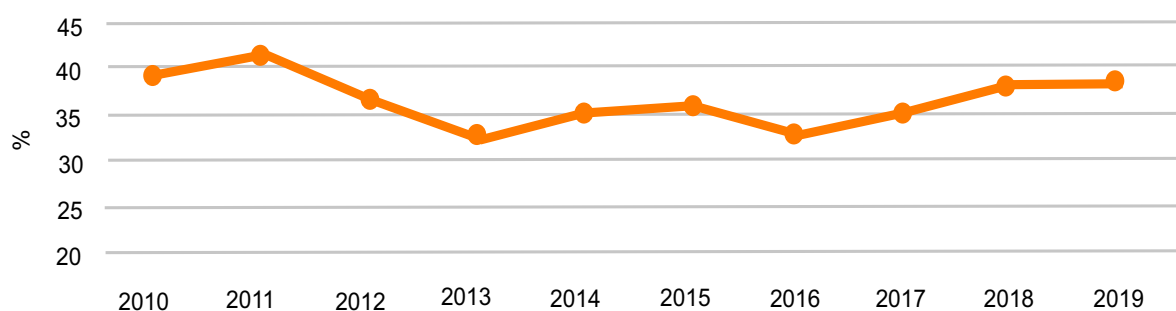
Fonte: Ministério das Cidades, 2012; 2018; Ministério do Desenvolvimento Regional, 2019a; 2019b; 2020.

Apesar da elevada abrangência dos serviços de coleta de RSU no País e da necessidade de ampliar a separação adequada e a coleta seletiva, o percentual de municípios

que disponibilizam esse serviço permaneceu estável ao longo do período, variando entre 35% e 40% da amostra de respondentes do SNIS (Figura 10).

8 RDO: Resíduos Sólidos Domiciliares. RPU: Resíduos Sólidos Públicos.



Figura 10 – Abrangência do serviço de coleta seletiva de RDO dos municípios (%).

Fonte: Ministério das Cidades, 2012; 2018; Ministério do Desenvolvimento Regional, 2019a; 2019b; 2020.

Destaca-se que, conforme a PNRS, a reciclagem deve ser priorizada sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos (BRASIL, 2010). O que se vê é que reside nessa etapa um desafio e uma oportunidade para ampliar o acesso a esse serviço, bem como para o crescimento dessa modalidade de destinação, com impacto sobre a massa encaminhada para disposição final.

Ao trazer a massa de resíduos coletada pelo serviço de coleta seletiva, destaca-se que o aumento do quantitativo coletado acompanhou o crescimento do número de municípios respondentes do SNIS no período (Tabela 3). A fração correspondente à coleta seletiva por hab./ano teve elevação nos primeiros anos da década e manteve-se estável entre 13 e 14 kg/hab./ano nos últimos quatro anos.

Tabela 3 – Massa de resíduos coletada pelo serviço de coleta seletiva.

Ano	Quantidade coletada (CS026) ⁹ (ton/ano)	Quantidade de municípios	Massa per capita recolhida na coleta seletiva - Média municipal (ton/mun./ano) ¹⁰	Massa per capita coletada seletivamente (IN054) ¹¹ (kg/hab./ano)
2010	634.797	534	1.188,80	9,6
2011	881.629	543	1.623,60	15
2012	905.394	650	1.392,90	11,3
2013	1.002.757	726	1.381,20	12,8
2014	1.348.200	1.012	1.332,20	13,8
2015	1.759.909	1.097	1.604,30	17,1
2016	1.436.509	1.145	1.254,60	13,6
2017	1.485.287,00	1.189	1.249,20	13,7
2018	1.667.615,20	1.322	1.261,40	14,4
2019	1.613.786,60	1.438	1.122,20	13,6

Fonte: Ministério das Cidades, 2012; 2018; Ministério do Desenvolvimento Regional, 2019a; 2019b; 2020.

⁹ CS026: quantidade de resíduos coletada seletivamente, que compõe o cálculo do indicador IN054.

¹⁰ ton/mun./ano: tonelada/município/ano.

¹¹ Massa per capita de materiais recicláveis recolhidos via coleta seletiva. Equivalente médio de quantidade (em quilogramas por habitante) de resíduos domiciliares e públicos coletada, seletivamente, pelos agentes executores, no período de 1 ano.



A oportunidade de ampliar a recuperação de materiais a partir da coleta seletiva fica bastante clara na análise do SNIS (2020, ano-base 2019):

Para uma melhor referência do significado da média *per capita* encontrada, 13,6 kg/hab./ano, se assume a hipótese de atribuir o valor de 30,0% à fração de materiais secos potencialmente recicláveis, presente na massa de RDO média *per capita* coletada em 2019 (361,4 kg/hab./ano), que equivale a 108,42 kg/hab./ano de resíduos potencialmente recicláveis. Nessa hipótese, pode-se afirmar que

foi coletado de forma seletiva não mais que 12,5% de todo o montante potencialmente reciclável (MDR, 2020, p. 127).

Da massa total de recicláveis coletada pelo serviço de coleta seletiva, cabe destacar a participação consistente, ao longo dos anos, de empresas contratadas pelas prefeituras, com coleta de cerca de 45%; os catadores, com apoio da prefeitura, com 37% do total coletado, seguido pela ação direta de prefeituras, com 17% do total; e outros agentes, em parceria com a prefeitura, com 1% da massa coletada em 2020 (Tabela 4).

Tabela 4 – Percentuais da massa de resíduos sólidos coletada pelo serviço de coleta seletiva de RDO, por agente executor.

Ano	Prefeitura	Empresas contratadas pela prefeitura	Catadores com apoio da prefeitura	Outros agentes em parceria com a prefeitura
2010	19,9%	42,8%	37,3%	-
2011	25,4%	42,6%	32%	-
2012	27,6%	44%	28,5%	-
2013	21,1%	45,6%	33,3%	-
2014	18,7%	37,8%	43,5%	-
2015	22,7%	44,6%	32,7%	-
2016	16%	50,6%	33,4%	-
2017	17,4%	46,7%	35,9%	-
2018	21%	47,7%	30,7%	0,6%
2019	17%	45,3%	36,8%	0,9%

Fonte: Ministério das Cidades, 2012; 2018; Ministério do Desenvolvimento Regional, 2019a; 2019b; 2020.

Por fim, a massa total recuperada, a partir da coleta seletiva no País, mantém-se estável em torno de 1 milhão de toneladas de resíduos, no período de 2010-2019 (Tabela 5).

Novamente, é preciso destacar a estabilidade dessa recuperação, em patamar muito baixo, que responde por apenas 1,6% do total de RSU coletados.

Tabela 5 – Estimativa da massa recuperada de recicláveis secos no Brasil.

Ano	Massa recuperada (milhões de ton.)	% em relação à massa coletada (RDO + RPU)
2010	1	1,9%
2011	0,90	1,64%
2012	0,81	1,4%
2013	0,85	1,4%
2014	1	1,6%
2015	1,10	1,8%
2016	0,95	1,62%
2017	1	1,65%
2018	1,10	1,7%
2019	1,04	1,6%

Fonte: Ministério das Cidades, 2012; 2018; Ministério do Desenvolvimento Regional, 2019a; 2019b; 2020.



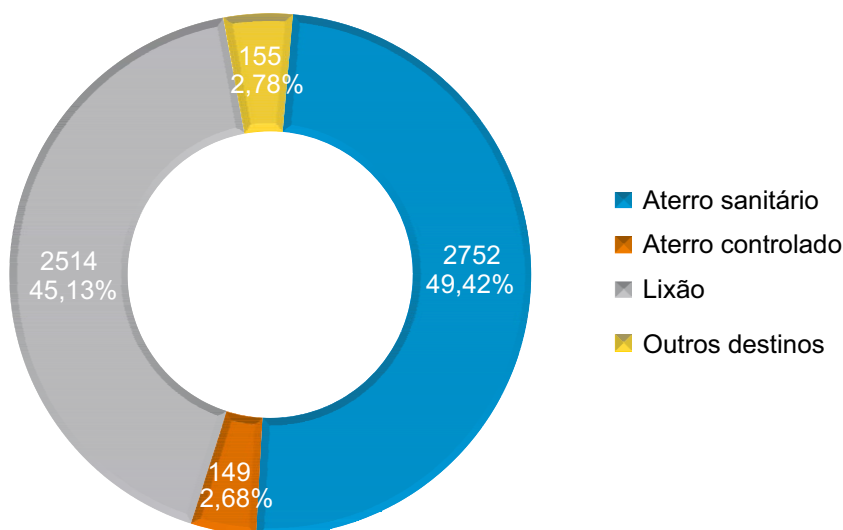
Destinação final

Segundo definição estabelecida pela PNRS, destinação final ambientalmente adequada é a destinação de resíduos que inclui reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação e aproveitamento energético, ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama), do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) e do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (Suasa), entre elas, disposição final, que observa normas operacionais específicas, de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, e minimizar os impactos ambientais adversos. É definida ainda como a

distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas, de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, e minimizar impactos ambientais adversos (BRASIL, 2010).

O Brasil apresenta diversos tipos de destinos para resíduos sólidos (Figura 11). Em números absolutos, dos 5.570 municípios brasileiros, 2.752 despejam seus resíduos em lixões e aterros controlados, o que representa 47,91% dos municípios brasileiros. Ainda há poucos registros de uso de usinas de tratamento de resíduos no País, sendo que apenas 95 municípios brasileiros dispõem desse tipo de serviço (ABETRE, 2020).

Figura 11 – Percentual de destinação de RSU aos principais destinos registrados no País.



Fonte: ABETRE, 2020.

Tipos de Destinos

Aterro sanitário: espaço devidamente construído para receber resíduos sólidos. O solo que recebe lixo é nivelado e impermeabilizado para que nenhuma substância possa contaminar ou atingir o lençol freático. Todo o processo de disposição e decomposição do resíduo é monitorado, e realizados os devidos controles ambientais de monitoramento de águas subterrâneas, do tamanho do empreendimento, e drenagem e tratamento de chorume e de gases.

Aterro controlado: local onde os resíduos são dispostos a céu aberto, com controle de acesso, cobertura dos resíduos com terra e controle de entrada dos resíduos. Mas não é submetido às regras mínimas de proteção ambiental do solo ou do lençol freático.

Lixões: áreas destinadas para a disposição de resíduos sólidos, a céu aberto, sem controles ou medidas de proteção ao meio ambiente e à saúde pública.



Reciclagem de secos

De acordo com a PNRS, reciclagem é o processo de transformação dos resíduos sólidos, que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas a transformá-los em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa (BRASIL, 2010). O País incentiva e obriga os municípios a implementarem a coleta seletiva, deixando o processo de inclusão dos catadores de recicláveis de forma facultativa.

Em 2010, 3.152 municípios registraram alguma iniciativa de coleta seletiva, enquanto na década seguinte esse número aumentou para 4.070 municípios. É importante destacar, porém, que em muitos municípios as atividades de coleta seletiva ainda não abrangem a totalidade da área urbana (ABRELPE, 2020).

Quando analisamos os dados do SNIS-RS, para o ano de 2017, é possível perceber que 94,1% dos municípios da amostra, com mais de 1.000.000 habitantes, possuem programas de coleta seletiva, contra 29,15% dos municípios com menos de 30.000 habitantes (BRASIL, 2019) (Tabela 6).

Tabela 6 – Municípios com programas de coleta seletiva, por faixa populacional, em 2017.

Faixa populacional	Total de municípios da amostra SNIS-RS	Municípios que declararam ao SNIS-RS existência de Coleta Seletiva	% de municípios que declararam ao SNIS-RS existência de Coleta Seletiva
Faixa 1 - até 30.000 habitantes	2.727	795	29,15
Faixa 2 - de 30.001 a 100.000 habitantes	569	273	47,98
Faixa 3 - de 100.001 a 250.000 habitantes	158	107	67,72
Faixa 4 - de 250.001 a 1.000.000 habitantes	85	65	76,47
Faixa 5 - acima de 1.000.000 habitantes	17	16	94,12

Fonte: MDR, 2019a.

Uma das peças principais no processo de destinação de resíduos secos são os catadores, que, trabalhando de forma autônoma ou reunidos em associações e cooperativas, desempenham uma função social e ambiental importantíssima na gestão de resíduos sólidos, no País inteiro (IPEA, 2019).

É importante ressaltar que há dificuldade na fiscalização e no controle da atividade de coleta seletiva. Dessa forma, os dados relativos à quantidade de materiais recuperados pelos catadores referem-se

à contribuição de catadores organizados, registrados e com apoio do Poder Público municipal, não sendo computados dados de catadores autônomos. Os dados produzidos por esse grupo de trabalhadores não entram nas estatísticas oficiais, visto que os catadores autônomos encaminham os materiais coletados diretamente aos comerciantes ou recicladores, e não prestam conta às prefeituras nem registram seus dados em nenhuma plataforma de controle do Estado. A Tabela 7 apresenta a incidência dos principais materiais partícipes da coleta seletiva.



Tabela 7 – Incidência de materiais recicláveis secos, recuperados, por tipo de material.

Ano de referência	Papel e papelão (CS010) (ton.)	Plástico (CS011) (ton.)	Metal (CS012) (ton.)	Vidro (CS013) (ton.)	Outros (CS014) (ton.)	Total
2017	262.866	162.298	76.699	69.196	46.261	617.319
	42,6%	26,3%	12,4%	11,2%	7,5%	100%
2018	241.085,7	129.493,2	75.304,9	69.820,2	58.022,4	573.726,4
	42%	22,6%	13,1%	12,2%	10,1%	100%
2019	256.156,5	165.304,3	82.441,1	77.487,6	98.269,2	679.658,7
	37,7%	24,3%	12,1%	11,4%	14,5%	100%

OBS.: As siglas se referem ao código do tipo de material recolhido. CS = Coleta Seletiva.

Fonte: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos. SNIS, 2019.

A coleta seletiva ainda não está implantada em todos os municípios brasileiros, porém, o número de unidades de triagem de recicláveis cresceu 17,35% entre 2017 e 2019, subindo de

991 para 1.163 (Tabela 8). No mesmo período, o percentual de resíduos recicláveis coletados, que foi recuperado, cresceu de 58,86% para 62,87%.

Tabela 8 – Recuperação estimada de RSU, pela coleta seletiva, em 2017, 2018 e 2019.

Ano	Municípios que participaram da amostragem	Unidades de triagem de recicláveis	Quantidade anual estimada	Porcentagem de resíduos recicláveis recuperados
2017	3.556	991	1,75 milhão de toneladas de resíduos recicláveis coletados	58,86%
			1,03 milhão de toneladas de resíduos recicláveis recuperados	
2018	3.468	1.030	1,67 milhão de toneladas de resíduos recicláveis coletados	62,87%
			1,05 milhão de toneladas de resíduos recicláveis recuperados	
2019	3.712	1.163	1,61 milhão de toneladas de resíduos recicláveis coletados	64,60%
			1,04 milhão de toneladas de resíduos recicláveis recuperados	

Fonte: MDR, 2017, 2018, 2019a, 2019b.

Reciclagem de orgânicos

A maior parte da fração orgânica de resíduos produzidos no País ainda está sendo destinada sem aproveitamento do potencial energético que a decomposição da matéria orgânica pode produzir. O gás gerado em tais processos pode ser aproveitado para a geração de calor, energia ou combustível veicular. A Política Nacional de Biocombustíveis (Renovabio), instituída pela Lei n.º 13.576/2017, ressalta o papel estratégico dos

biocombustíveis na matriz energética nacional. De acordo com dados da Abrelpe e ABiogás (2019), o Brasil possui potencial para produção de cerca de 4 milhões de Nm³/ano¹² de biometano, o que levaria a uma possível geração de 14.40 TWh/ano¹³ de energia elétrica, suficiente para abastecer 49.164.757 residências por ano. Considerando o volume de RSU gerado em 2017, destinado a aterros sanitários sem captação, o País deixou de produzir 7.230 GWh¹⁴ de eletricidade, que

¹² Nm³/ano: Normal metro cúbico por ano.

¹³ TWh/ano: Terawatt-hora.

¹⁴ GWh: Gigawatt-hora.



poderiam ter fornecido energia renovável para quase 24 milhões de residências ou produzido biometano suficiente para substituir mais de 2 milhões de litros de diesel (BRASIL, 2020b).

Segundo dados do SNIS-RS, em 2018, a fração orgânica correspondeu a 37 milhões de toneladas (MDR, 2019). Desse montante, apenas 127.498 toneladas foram valorizadas em unidades de compostagem. O restante da matéria orgânica gerada nas cidades brasileiras foi encaminhado para disposição em aterros sanitários ou, de maneira inadequada, aterros controlados e lixões (MDR, 2019; BRASIL, 2020b).

Disposição Final

Antenor e Szigethy (2020) apontam que cerca de 90% das tecnologias existentes no mundo, para a construção de aterros, estão disponíveis no Brasil, mas os custos

de implantação continuam altos para a maior parte dos municípios. Dessa forma, o Brasil vem melhorando, timidamente, seus índices. Mesmo assim, há mais de uma década, a maioria dos resíduos coletados no País vem sendo depositada em aterros sanitários. Em análise comparativa sobre a disposição final dos resíduos coletados, a Abrelpe (2020) aponta que em 2010, dos resíduos coletados no País, 33,4 milhões de toneladas foram destinados adequadamente, o que representou 56,8% dos resíduos, naquele ano. Em 2019, 43,3 milhões de toneladas coletadas (59,5%) foram dispostas em aterros sanitários. Em relação à destinação de forma inadequada, foram despejadas em lixões ou aterros controlados, em 2010, 25,4 milhões de toneladas de resíduos (43,2% coletados). Em 2019, os registros apontam o montante de 29,5 milhões de toneladas de resíduos, como pode ser visto na Tabela 9.

Tabela 9 – Panorama da disposição final de RSU no Brasil, em 2010 e em 2019.

Ano		2010		2019	
Tipo de destinação	Destinação adequada	(Quant.t/ano)	Fração em %	(Quant. t/ano)	Fração em %
	Destinação adequada	33.406.260	56,8%	43.300.315	59,5%
	Disposição inadequada	25.389.400	43,2%	29.448.200	40,5%
Total de resíduos coletados		58.795.660	100%	72.748.515	100%

Fonte: ABRELPE, 2020.

O Brasil vem tentando mudar sua imagem internacionalmente, instituindo leis e programas que consolidam suas políticas públicas referentes à destinação adequada de resíduos sólidos. Desde 2010, O Brasil incentiva a elaboração de planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos e implantação da coleta seletiva, nos termos previstos na Lei n.º 12.305/2010. Essa é uma condição para o Distrito Federal e os municípios terem acesso a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade (BRASIL, 2010).

O Programa Nacional Lixão Zero representa outro importante passo para a implementação da PNRS, pois é uma iniciativa do Ministério do Meio Ambiente, que visa atender à diretriz federal, com o objetivo de eliminar os lixões existentes e apoiar os municípios para soluções mais adequadas de destinação final de resíduos sólidos. Por meio de ações concretas, pretende-se melhorar a qualidade ambiental das cidades e, como consequência, a qualidade de vida da população. O programa se insere no âmbito da Agenda Nacional de Qualidade Ambiental Urbana e disponibiliza dados gerais de resíduos sólidos, por meio de painel interativo, no qual é possível visualizar mapas, gráficos e indicadores relacionados à gestão de RSU e logística reversa (MMA, 2019).





Fonte: Zack/MMA

Logística Reversa

É um instrumento de desenvolvimento econômico e social, caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (MDR, 2018). Conforme definido na Política Nacional de Resíduos Sólidos, no art. 33:

Art. 33 São obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

I - agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso, observadas as regras de gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, ou em normas técnicas;

II - pilhas e baterias;

III - pneus;

IV - óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;

V - lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;

VI - produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

Em 2017, foi publicado o Decreto n.º 9.177, de 23 de outubro de 2017, que estabelece normas para assegurar a isonomia na fiscalização e no cumprimento das obrigações imputadas a fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de produtos, seus resíduos e suas embalagens sujeitos à logística reversa obrigatória. Além disso, o Ministério do Meio Ambiente vem abrindo vários editais para viabilizar os acordos setoriais, para a implantação da logística reversa no País.

Atualmente, existem 12 fluxos de logística reversa estabelecidos, sendo eles: agrotóxicos, seus resíduos e embalagens; baterias de chumbo-ácido; eletroeletrônicos e seus componentes; embalagens de aço; embalagens de óleo lubrificante; embalagens em geral; lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; medicamentos; óleos lubrificantes usados ou contaminados (Oluc); pilhas e baterias; pneus inservíveis; e latas de alumínio para bebidas. As respectivas Entidades Gestoras, Termos de Compromisso e/ou Acordos Setoriais, e demais regulamentações, bem como dados e outros detalhes, podem ser vistos no Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (Sinir-6).



ÁREAS VERDES URBANAS

Unidades de conservação urbanas no Brasil

O Brasil possui cerca de 2.500 unidades de conservação integrantes do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Snuc)¹⁵ separadas em duas categorias: as de uso sustentável e as de proteção integral. Entre as unidades de uso sustentável, figuram as áreas de proteção ambiental, as áreas de relevante interesse ecológico, as florestas nacionais, as reservas extrativistas, as reservas de fauna, as reservas particulares do patrimônio natural e as reservas de desenvolvimento sustentável. Entre as de proteção integral estão as estações ecológicas, as reservas biológicas, os parques nacionais, os monumentos naturais e os refúgios de vida silvestre.

Das unidades de conservação listadas pelo sistema do I3Geo¹⁶, é possível identificar que 256 possuem sedes municipais em seu interior e estão distribuídas por todas as regiões do Brasil.

Além das unidades especialmente tratadas pelo Snuc, existem outras tipologias de unidades que não são previstas no Snuc, tais como os hortos florestais, parques ecológicos, jardins botânicos e outros.

A criação de unidades de conservação visa a preservação de aspectos relevantes de porções dos ecossistemas – que sofrem ação da interferência humana, e poderiam desaparecer caso não fossem protegidos e intangíveis – cujas ações humanas sejam limitadas por atos legais.

As áreas verdes urbanas sofrem pressões diferentes das existentes em regiões remotas,

especialmente em função da proximidade de populações urbanas e pressão pelo avanço do setor imobiliário, tendo efeitos no desmatamento, perdas de fauna e flora, perda de mananciais, empobrecimento de solo, acúmulo de lixo urbano e resíduos, contaminação de lençol freático e prejuízos a serviços ambientais. Os efeitos indesejáveis do processo de urbanização sem planejamento, como a ocupação irregular e o uso indevido dessas áreas, tende a reduzi-las e degradá-las cada vez mais. Isso causa graves problemas nas cidades e exige muito empenho no incremento e aperfeiçoamento de políticas ambientais urbanas voltadas à recuperação, manutenção, monitoramento e fiscalização das áreas verdes nas cidades (MMA, 2019).

O avanço da ocupação urbana sobre as áreas verdes também traz consequências que afetam diretamente a saúde pública e, nesse contexto, é necessário implementar políticas públicas e promover melhorias nos mecanismos de gestão dessas áreas, de forma a minimizar a interferência das ocupações humanas sobre as florestais. Um bom exemplo de potenciais consequências dessa interação é a pandemia global que ocorre atualmente.

A existência de áreas verdes protegidas dentro das cidades contribui para reduzir essas pressões, pois uma vez incluídas dentro do ordenamento urbano, como áreas especialmente protegidas, é possível implementar políticas de proteção ambiental e vigilância, inibindo a ação de invasores e o mau uso. Além disso, quando possível, essas áreas também podem ser incluídas em programas de lazer e bem-estar social, promovendo o contato das populações com o ambiente preservado.

15 Mais informações podem ser obtidas no painel do MMA, disponível no *site*: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiYjBiYzFiMWMtZT-NkMS00ODk0LWl1OGltMDQ0NmUzNTQ4NzE4liwidCI6IjM5NTdhMzY3LTZkMzgtNGMxZi1hNGJhLTZThmM2M1NTBINyJ9>. Acessado em maio de 2021.

16 I3Geo: Sistema de mapas interativos que utilizam as camadas de dados geográficos disponíveis no servidor de dados do MMA e instituições parceiras. Disponível no *site*: <http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/areaspriori.htm?I2cad6m6i9s204u543ue8vvnm0>.





Parque Estadual do Sirio Bangoêdo
Fonte: Secretaria de governo do Estado do Maranhão

Áreas verdes urbanas – contexto normativo

A Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012, em seu art. 3º, inciso XX, define “área verde urbana” como “espaços, públicos ou privados, com predomínio de vegetação, preferencialmente nativa, natural ou recuperada, previstos no Plano Diretor, nas Leis de Zoneamento Urbano e Uso do Solo do Município, indisponíveis para construção de moradias, destinados aos propósitos de recreação, lazer, melhoria da qualidade ambiental urbana, proteção dos recursos hídricos, manutenção ou melhoria paisagística, proteção de bens e manifestações culturais”, além de estabelecer um “Regime de Proteção das Áreas Verdes Urbanas”, em seu art. 25.

Por essa definição, unidades de conservação, áreas de preservação permanente e áreas de reserva legal, inseridas no ambiente urbano, podem ser consideradas áreas verdes urbanas, se previstas no Plano Diretor ou na Lei de Zoneamento Urbano e Uso do Solo do Município ou do Distrito Federal, numa dupla afetação, porém, nem toda área verde urbana se enquadra nessas categorias de áreas legalmente protegidas.

Jardins botânicos, jardins zoológicos e hortos florestais, que antes da criação do

Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (Snuc), haviam sido declarados como unidades de conservação, pela Resolução Conama n.º 11, de 3 de dezembro de 1987, também podem ser considerados áreas verdes urbanas, desde que haja previsão no Plano Diretor ou na Lei de Zoneamento Urbano e Uso do Solo do Município ou do Distrito Federal. Não recepcionada pela Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000, a Resolução Conama n.º 11, de 1987, foi expressamente revogada pela Resolução Conama n.º 428, de 17 de dezembro de 2010.

Mais recentemente, visando reduzir a impermeabilização das cidades, a Lei n.º 12.983, de 2 de junho de 2014, resultante da conversão da Medida Provisória n.º 631, de 24 de dezembro de 2013, fez incluir a identificação e diretrizes para a preservação e ocupação das áreas verdes municipais como conteúdo obrigatório do plano diretor a que se refere o art. 42 da Lei n.º 10.257, de 10 de julho de 2001 – Estatuto das Cidades, para os municípios incluídos no cadastro nacional de municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos.

A extinção das áreas de reserva legal de imóveis inseridos no perímetro urbano, definido mediante lei municipal, somente pode ocorrer “concomitantemente ao registro do parcelamento do solo para fins urbanos,



aprovado segundo a legislação específica e consoante as diretrizes do plano diretor de que trata o § 1º do art. 182 da Constituição Federal”, conforme estabelece o art. 19 da Lei n.º 12.651, de 2012, sendo a sua transformação “em áreas verdes nas expansões urbanas”, um dos instrumentos também previstos no art. 25 da mesma lei.

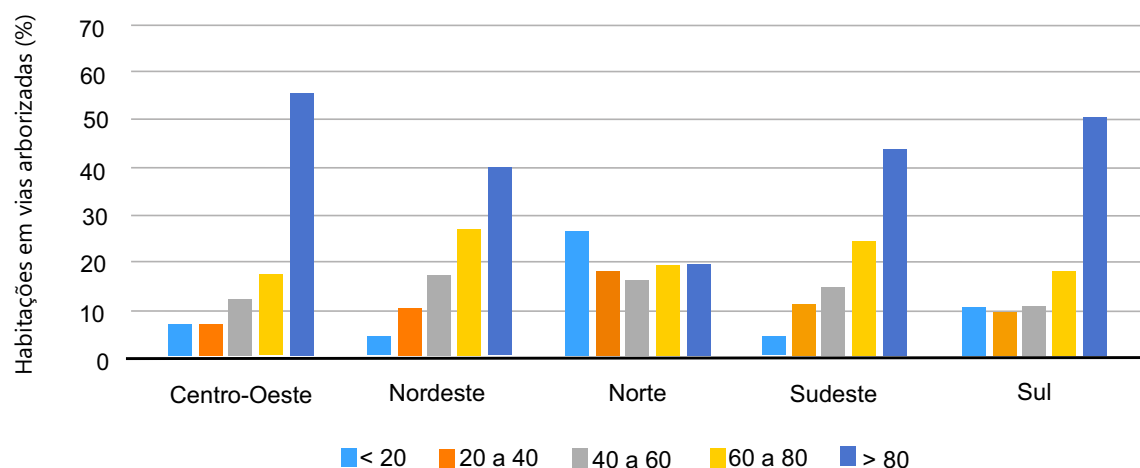
Arborização de ruas nos municípios brasileiros

A arborização de ruas é um indicador importante para a avaliação da qualidade ambiental nas cidades. Não pode ser avaliado individualmente, mas complementando indicadores de poluição do ar e da água, oscilação térmica, infraestrutura, entre outros. Considerando a grande diversidade de

ambientes urbanos nos municípios brasileiros, com diferenças em população e infraestrutura, é relevante a análise dos dados referentes à presença de árvores nas faces de quadras, captados pelo município e disponibilizados pelo IBGE Cidades, para 2010. A metodologia está sendo aprimorada, visando o próximo censo. Nessa análise, foram utilizados os dados de arborização referentes a 2021 e os de população estimados para 2020 (IBGE, 2010).

A análise realizada por regiões brasileiras, considerando a proporção de municípios em cinco classes de arborização (20% ≤; 20,1 a 40%; 40,1 a 60%; 60,1 a 80% e > 80,1%) mostra que a maioria se encontra com mais de 80% de vias arborizadas, com destaque positivo para a região Centro-Oeste. A região Norte é exceção, apresentando maior deficiência de arborização urbana (Figura 12).

Figura 12 – Porcentagem de municípios distribuídos por região brasileira, considerando cinco classes (%) de vias urbanas arborizadas.



Fonte: IBGE, 2010.

Esse diagnóstico pode ser reforçado se a análise for feita pelas capitais brasileiras (Tabela 10). Pode-se destacar Campo Grande e Goiânia, com os maiores percentuais de arborização de

vias públicas das capitais brasileiras. Manaus, Belém e Rio Branco, apresentaram menos de 25% de vias arborizadas.



Tabela 10 – Percentuais de arborização em vias públicas de capitais brasileiras.

Capital	Estado	Arborização de vias públicas (%)	Capital	Estado	Arborização de vias públicas (%)
Campo Grande	MS	96,3	Recife	PE	60,5
Goiânia	GO	89,3	Maceió	AL	57,1
Belo Horizonte	MG	82,7	Aracaju	SE	56,6
Porto Alegre	RS	82,7	Natal	RN	44,7
Palmas	TO	79,9	Porto Velho	RO	40
João Pessoa	PB	78,4	Cuiabá	MT	39,6
Fortaleza	CE	74,8	Salvador	BA	39,5
São Paulo	SP	74,8	Brasília	DF	36,9
Teresinha	PI	72,3	São Luís	MA	32,3
Rio de Janeiro	RJ	70,5	Florianópolis	SC	32
Curitiba	PR	70	Manaus	AM	23,9
Macapá	AP	66	Belém	PA	22,3
Vitória	ES	65,4	Rio Branco	AC	13,8

Fonte: IBGE, 2010.

Não por acaso, desde o lançamento do programa *Tree Cities of the World*, pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) e pela Fundação *Arbor Day*, em 2019, Campo Grande/MS foi a única capital brasileira selecionada, compondo um grupo de 68 cidades, em 17 países. Duas outras cidades brasileiras também foram contempladas com o

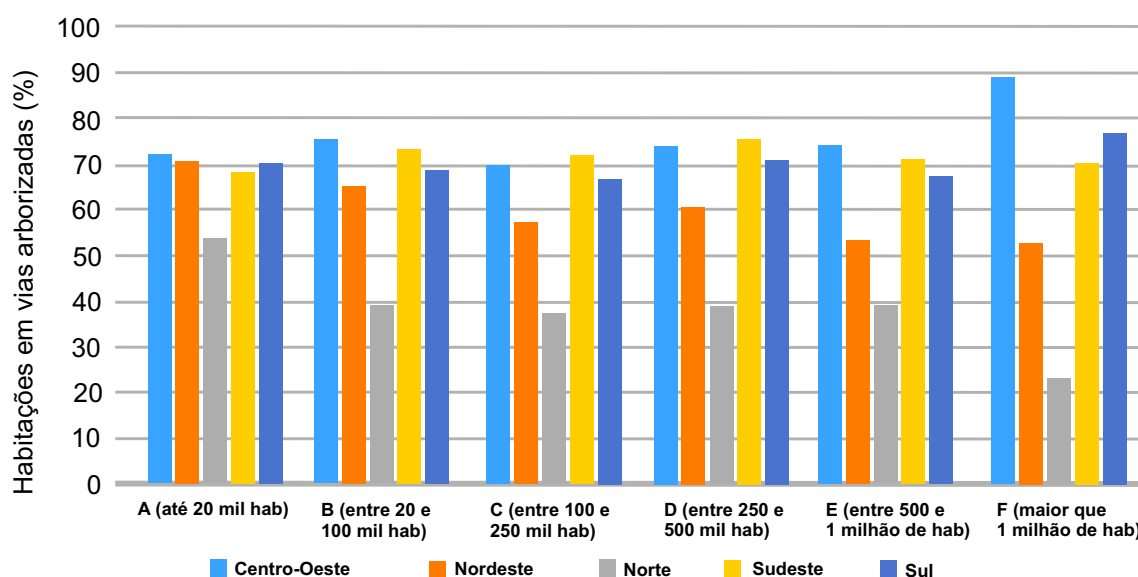
título, ambas situadas no estado de São Paulo: São Carlos e São José dos Campos. O programa “Cidades de Árvores do Mundo” é um esforço internacional de reconhecimento envolvendo cidades e vilas comprometidas em garantir que suas florestas e árvores urbanas sejam adequadamente mantidas e gerenciadas de forma sustentável.



O tamanho do município também pode ser considerado quando se interpreta esse indicador. Foi feita a análise por classes de número de habitantes, considerando seis categorias (até 20.000; entre 20.001 e 100.000; entre 100.001 e 250.000; entre 250.001 e 500.000; entre 500.001 e 1.000.000; e acima de 1.000.000, em cada região, com o cuidado de converter

para porcentagem de municípios, por região, para efeito de comparação (Figura 13). Entre as regiões, os maiores municípios, com maior percentual de ruas arborizadas encontram-se nas regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste. A região Norte é a mais crítica, em todas as classes de população avaliadas, seguida da região Nordeste.

Figura 13 – Porcentagem de habitações em vias urbanas arborizadas em municípios distribuídos por classes de população e regiões brasileiras (%) no ano de 2010.



Fonte: IBGE, 2010.

ÁGUA E ESGOTO

Qualidade da água

A última projeção populacional publicada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) indica que o Brasil tem população estimada de 211.755.692 milhões de habitantes (IBGE, 2020b). O incremento da população, sobretudo em áreas urbanizadas, que concentram 84,4% da população brasileira, desponta como fator de pressão sobre a infraestrutura nas cidades (IBGE, 2010). Entende-se o saneamento como parte dessa infraestrutura, necessária à manutenção da qualidade ambiental e de vida nas cidades. A Lei Federal n.º 14.006/2020 elenca quatro grupos de

serviço e infraestrutura de saneamento, dentre esses, os de abastecimento de água potável e esgotamento sanitário.

Pressões como o crescimento populacional aumentam a demanda pelos recursos ambientais, alterando a qualidade e o fornecimento desses, interferindo, por exemplo, na quantidade e na qualidade da água para consumo humano, disponível para determinada população. A água é recurso ambiental com papéis e representações diversas na sociedade, sendo insumo básico dos processos, com repercussão direta sobre a vida social, econômica e a saúde, dentro dos territórios. A média diária do volume de água



consumido por uma população oscila em função de aspectos de disponibilidade, sociais, políticos e econômicos, e deve ser definida como indicador fundamental para o estabelecimento das projeções de demanda, bem como para a compreensão do acesso em suas múltiplas acepções (MS, 2020).

Dados do último relatório publicado pelo Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (MDR, 2020) apontam que tem ocorrido redução no consumo de água nos últimos anos, em determinadas regiões, como na Sudeste e Norte. Segundo o relatório, deve-se interpretar esses valores com cautela, uma vez que são fortemente influenciados por situações específicas de cada sistema, que podem levar a mudanças de um ano para o outro. De maneira

geral, a diminuição do consumo *per capita* pode estar sendo influenciada pela combinação da crise hídrica, acentuada em algumas bacias hidrográficas brasileiras, e pela crise econômica, que tem levado à redução do consumo (MDR, 2020).

A Tabela 11 mostra o consumo médio de água, por habitante, nas diferentes regiões do País. Embora na região Sudeste tenha havido oscilações e redução no consumo nos últimos anos, segue com consumo acima da média geral. A região Nordeste, caracterizada pelo clima semiárido e menor disponibilidade hídrica, apresenta o menor consumo médio *per capita*, mesmo considerando o aumento do consumo nos últimos anos.

Tabela 11 – Consumo médio *per capita* de água, por macrorregião do Brasil, em 2019, e a variação entre 2017 e 2019.

Região	Consumo médio (L/hab./dia)	Variação entre 2017 e 2019 (%)
Norte	129,1	- 2,5
Nordeste	120,6	+ 6,1
Sudeste	177,4	- 1,6
Sul	146,4	+ 0,8
Centro-Oeste	147,8	+ 1,2
Brasil	153,9	+ 0,2

Fonte: MDR, 2020.

Em relação ao déficit de saneamento, conforme definido no Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) 2019¹⁷, a questão vai além do não atendimento ou não oferta dos serviços de saneamento, compreendendo diversas situações que podem caracterizar o atendimento como precário, com potencial comprometimento à saúde humana. Quando comparados os serviços de abastecimento de

água aos de esgotamento sanitário, é possível observar que o Brasil possui déficit quantitativo e qualitativo maior no componente de esgotamento do que no de abastecimento de água (Tabela 12). Em ambos os componentes, o atendimento precário contribui de forma expressiva para o déficit. Embora a ausência do serviço seja menos acentuada, é fator que merece destaque.

17 Mais informações sobre o PLANSAB podem ser obtidas no *site*: https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSDRU/ArquivosPDF/Versao_Consehos_Resolu%C3%A7%C3%A3o_Alta_-_Capa_Atualizada.pdf.



Tabela 12 – Déficit no abastecimento de água e esgotamento sanitário no Brasil em 2017.

Serviço de saneamento	População brasileira com atendimento precário (%)	População brasileira sem atendimento (%)	População brasileira com déficit nos serviços (%)
Abastecimento de água	37,4	2,7	40,1
Esgotamento sanitário	41,9	3,3	45,2

Fonte: Plansab, 2020.

Quando tomamos como unidade de análise os municípios brasileiros e avaliamos apenas o componente quantitativo (atendimento ou não atendimento), o cenário indica que dos 5.570 municípios, um total de 5.548 (99,6%) possuíam o serviço de abastecimento de água por rede geral de distribuição (Tabela 13). Avaliando a evolução da oferta dos serviços de água por região brasileira, de 2000 a 2017, é possível

observar que os maiores incrementos ocorreram na região Norte, justamente porque nessa região é que havia maior déficit. Pode-se notar, baseado nos dados, que os municípios das demais regiões brasileiras estariam teoricamente próximas da universalização do serviço de abastecimento de água por rede (IBGE- PLANSAB, 2000; 2008; 2017).

Tabela 13 – Percentual de municípios, por macrorregião do Brasil, com serviço de abastecimento de água por rede geral de distribuição e com serviço de esgotamento sanitário por rede coletora (2000/2008/2017).

Macrorregião	Com serviço de abastecimento de água por rede geral de distribuição			Com serviço de esgotamento sanitário por rede coletora		
	2000	2008	2017	2000	2008	2017
Norte	94%	98,4%	98,4%	7,1%	13,4%	16,2%
Nordeste	96,4%	98,8%	99,3%	42,9%	45,7%	52,7%
Sudeste	100%	100%	100%	92,9%	95,1%	96,5%
Sul	98,5%	99,7%	100%	38,9%	39,7%	44,6%
Centro-Oeste	98,4%	99,6%	99,6%	17,9%	28,3%	43%
Brasil	97,9%	99,4%	99,6%	52,2%	55,2%	60,3%

Fonte: Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. IBGE, 2000; 2008; 2017.

Quanto ao componente de esgotamento sanitário, a abrangência segue menor que a do serviço de abastecimento de água, sendo os serviços ofertados em apenas 60,3% dos municípios brasileiros. Embora seja observada ampliação no quantitativo de municípios com oferta de serviço de esgotamento sanitário, o incremento é baixo. Segundo a PNSB-2017, tal comportamento denota que esse aumento do atendimento tem ocorrido pela expansão das áreas atendidas em municípios que já possuíam o serviço e não pelo surgimento do serviço em

novas municipalidades. No geral, essa ampliação é mais heterogênea entre as Grandes Regiões, com destaque à região Centro-Oeste, onde há, dentro da série histórica, incremento mais expressivo: de 17,9%, em 2000, passou para 43,0% em 2017. É preciso destacar algumas disparidades como as observadas entre as regiões Sudeste e Norte, por exemplo: em 2000, mais de 92% dos municípios localizados na região Sudeste possuíam serviço de esgotamento sanitário; na região Norte, em 2017, o serviço estava presente em apenas 16,2% dos municípios.



É importante frisar que, historicamente, o abastecimento de água vem sendo aumentado nos municípios que ofertam o serviço (Tabela 13). Tal cenário não implica, necessariamente, ampliar a cobertura populacional e universalizar a qualidade dos serviços (Tabela 12). Dados do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento apontam que em 2019 o índice

de atendimento urbano de água, ou seja, o percentual da população urbana atendida pelo serviço nos municípios brasileiros foi de 92,9%. Os dados do sistema permitem observar as grandes diferenças de atendimento com os serviços de distribuição de água e de coleta, bem como tratamento de esgotos, entre as regiões brasileiras (Tabela 14).

Tabela 14 – Índices de atendimento da população urbana com rede de distribuição de água e rede de coleta de esgotos, entre prestadores de serviços participantes do SNIS-2019, por macrorregião do Brasil.

Macrorregião	Índice de atendimento urbano de água (%)	Índice de atendimento urbano de coleta de esgotos (%)
Norte	70,4	15,8
Nordeste	88,2	36,7
Sudeste	95,9	83,7
Sul	98,7	53,1
Centro-Oeste	97,6	63,6
Brasil	92,9	61,9

Fonte: MDR, 2020.

Enquanto as regiões Sul, Centro-Oeste e Sudeste apresentam os melhores índices de atendimento urbano, com mais de 90% da população urbana atendida com redes de distribuição de água, nas regiões Norte e Nordeste esses índices são inferiores. Destaque para a região Norte, com o índice de atendimento mais baixo (70,4%). Essas disparidades são mais acentuadas para os serviços de coleta e tratamento de esgotos. Por exemplo, pouco mais de 80% da população urbana da região Sudeste tem seus esgotos coletados por redes, enquanto na região Norte apenas 15,8% da população urbana é atendida.

Em síntese, quase todos os municípios brasileiros possuem sistemas de abastecimento de água por rede, que poderiam atender, de forma adequada ou precária, a mais de 90% da população urbana em 2019, enquanto cerca de 60% dos municípios brasileiros possuem redes de coleta de esgotos, que atenderiam, de forma adequada ou precária, a 62% da população urbana brasileira.

Tanto os indicadores de déficit como os de cobertura municipal com serviços de rede de distribuição de água e de coleta de esgotos materializam um cenário em que há constante e urgente necessidade de ampliação da cobertura e melhoria qualitativa dos serviços prestados. Quando comparamos o atendimento com rede de água com a rede de coleta de esgotos (Tabela 15), ficam evidentes as escolhas históricas feitas no setor Saneamento, de priorizar o serviço de distribuição de água para consumo, considerado um serviço mais relevante e mais rentável do que os serviços de coleta e tratamento dos esgotos sanitários (IBGE - PLANSAB, 2017).

Outra forma de avaliar a cobertura dos serviços de abastecimento e esgotamento sanitário é a partir do tamanho do município, o que adiciona outra camada de informação relevante, que permite compreender, por exemplo, onde os investimentos devem ser investidos, seja para instalação de novo serviço ou ampliação da cobertura. Os dados da PNSB-2017 mostram que o número de municípios com acesso a



serviços de abastecimento de água manteve baixa variação em relação às classes de tamanho da população. O percentual de municípios de pequeno, médio e grande porte que possuem serviço de abastecimento de água por rede geral é superior a 95% em todas as classes.

A dinâmica da cobertura por serviços de esgotamento sanitário, mais uma vez, manifesta-

se distinta. Dados apontam que o número de municípios atendidos por rede coletora de esgotos é maior entre as classes de maior tamanho populacional. Nos municípios com população até 5.000 habitantes, apenas 43,0% possuem rede coletora de esgotos, enquanto 97,6% dos municípios com mais de 500.000 habitantes possuem coleta de esgotamento sanitário.

Tabela 15 – Municípios com serviço de abastecimento de água por rede geral de distribuição e com serviço de esgotamento sanitário por rede coletora em funcionamento, conforme classes de tamanho da população dos municípios.

Tamanho da população dos municípios	Total		Com serviço de abastecimento de água por rede geral de distribuição em funcionamento		Com serviço de esgotamento sanitário por rede coletora em funcionamento	
	n	%	n	%	n	%
Até 5000	1 235	22,2	1 226	99,3	532	43
De 5 001 a 10 000	1 215	21,8	1 191	98	610	50,2
De 10 001 a 20 000	1 352	24,3	1 343	99,3	763	56,4
De 20 001 a 50 000	1 103	19,8	1 092	99	731	66,3
De 50 001 a 100 000	355	6,4	355	100	280	78,87
De 100 001 a 500 000	268	4,8	268	100	249	92,9
Mais de 500 000	42	0,7	42	100	41	97,6
Brasil	5 570	100	5 517	99	3 206	57,5

Fonte: Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. IBGE, 2017.

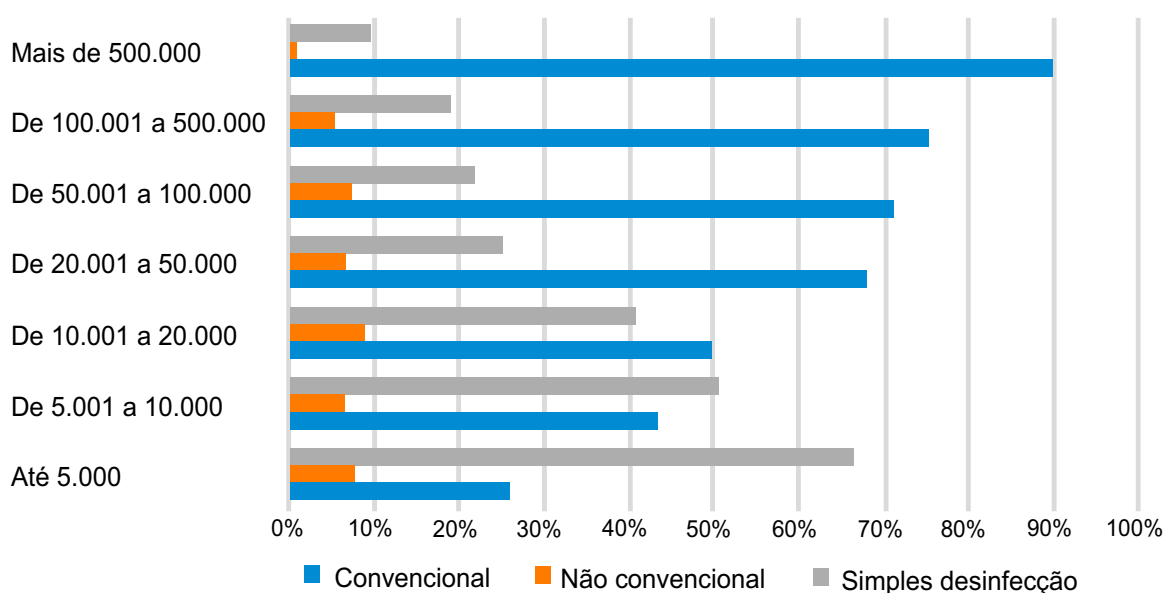
O tamanho da população do município também parece influenciar no tipo de tratamento aplicado à água de abastecimento. A Figura 14 mostra que quanto mais populoso, maior o percentual de municípios onde ocorre tratamento convencional da água.

O maior percentual de ocorrência de tratamento, por simples desinfecção, ocorre nos municípios com até 5.000 habitantes. A decisão pelo tipo de tratamento passa não apenas por condicionantes econômicas e tecnológicas, mas é definida, em primeiro plano, em função das condições de qualidade da água bruta captada para tal fim. A Resolução Conama n.º 357/2005 determina que, dependendo da qualidade dos

corpos hídricos captados para abastecimento humano, devem ser submetidos a diferentes tratamentos, de acordo com seus respectivos enquadramentos. Águas doces enquadradas como classe especial podem ser submetidas à desinfecção simples, apenas. Quando de classe 1, as águas devem passar por tratamento simplificado, que envolve clarificação por meio de filtração e desinfecção, e correção de pH, quando necessário. No caso das águas enquadradas como classe 2, devem ser submetidas a tratamento convencional, que corresponde à clarificação com utilização de coagulação e floculação, seguida de desinfecção e correção de pH. As enquadradas como classe 3 devem passar por processos avançados de tratamento.



Figura 14 – Percentual do volume de água tratada distribuída por dia, por tipo de tratamento realizado, segundo as classes de tamanho da população dos municípios em 2017.



Fonte: Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. IBGE, 2017.

Em relação ao esgotamento sanitário, além dos indicadores apontados, outro que reflete bem a dinâmica do déficit quantitativo e qualitativo diz respeito à relação entre o volume de esgoto gerado, coletado e tratado (Tabela 16). De acordo com SNIS 2019, no Brasil, 78,5% do esgoto coletado é tratado. Todavia, se considerarmos o volume total de esgotos gerados, ou seja, tanto o coletado quanto o não

coletado, o percentual de tratamento cai para 49,1%. Para estimar o volume de esgoto gerado, o SNIS utiliza o volume de água consumido pelos clientes abastecidos por redes de distribuição. A região Norte é a que apresenta o menor percentual de tratamento, diante do volume total de esgoto gerado, enquanto as regiões Sudeste e Centro-Oeste apresentam os maiores índices de coleta e tratamento dos esgotos gerados.

Tabela 16 – Índices de coleta e de tratamento de esgoto por macrorregião do Brasil.

Macrorregião	Coleta de esgoto gerado por rede (%)	Tratamento do esgoto gerado (%)
Norte	12,3	22,0
Nordeste	28,3	33,7
Sudeste	79,5	55,5
Sul	46,3	47,0
Centro-Oeste	57,7	56,8
Brasil	54,1	49,1

Fonte: MDR, 2020¹⁸.

18 Mais informações sobre a temática do esgotamento sanitário e tratamento de esgoto, evidenciando a evolução das taxas de coleta e tratamento ao longo dos anos, podem ser obtidas no capítulo "Água".





Fonte: Acácio Pinheiro, Agência Brasília

Para avaliar se o serviço de saneamento é adequado, ou seja, cumpre com sua função de promover a saúde, prevenindo doenças e melhorando as condições de vida da população, é necessário avaliar sua operação cotidiana e não apenas a simples existência ou disponibilidade em determinada área.

O SNIS possui alguns indicadores de qualidade dos serviços oferecidos à população, que buscam avaliar a regularidade e o atendimento a padrões de qualidade, na prestação de serviços como: quantidade de paralisações dos sistemas de distribuição de água que, individualmente, foi maior que seis horas; quantidade de extravasamentos das redes de coleta de esgotos; quantidade de reclamações pelos usuários dos serviços etc. Segundo os relatórios anuais do SNIS, os prestadores de serviço de saneamento tendem a não preencher muitas dessas informações de qualidade, quando não são obrigatórias, ou reportar números poucos prováveis ou inconsistentes, como zero ocorrência de paralisações dos sistemas de distribuição de água ou de extravasamentos das redes de coleta de esgotos (MCIDADES, 2010).

Esses fatos levaram, inclusive, ao lançamento de um projeto (Projeto Acertar) em 2018, para a adoção de boas práticas de

monitoramento e consolidação dos dados do SNIS, aprimorando os processos de gestão das informações, conforme orientações do “Manual de Melhores Práticas do SNIS”, que permitem certificar as informações fornecidas ao SNIS pelos prestadores de serviços. Dos indicadores de qualidade, segundo o relatório do SNIS, talvez o mais fidedigno e do qual os prestadores tenham melhor controle seja o da quantidade de reclamações ou solicitações de serviços. Praticamente todos os prestadores presentes na amostra do SNIS, de 2019, forneceram esses dados, mesmo apresentando inconsistências.

Deve-se destacar que quase 70% dos municípios atendidos pelos grandes prestadores de serviços (regionais e microrregionais) apresentaram de 1 a 1,3 reclamação ou solicitação por serviço executado. Para os prestadores de pequeno porte (serviços locais), mais de 90% dos municípios atendidos situam-se também dentro da faixa de 1 a 1,3 serviço solicitado por serviço executado. Mas é preciso considerar as possíveis imprecisões nas informações declaradas, pois existem prestadores que apresentaram razões bem diferenciadas. Isso, provavelmente, se deve à não execução ou demora na execução dos serviços reclamados, por diversos motivos, resultando na existência de várias reclamações para o mesmo problema.



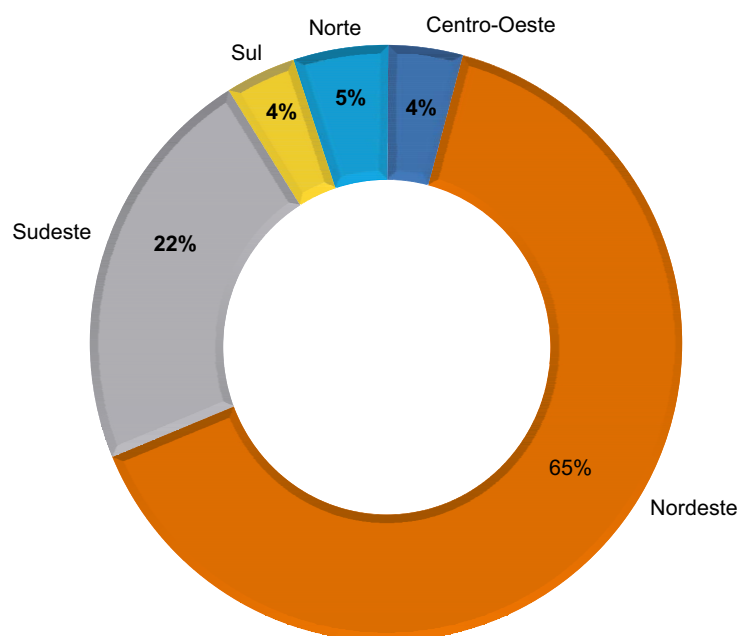
Em relação à qualidade dos serviços prestados, os dados da PNAD Contínua (2017)¹⁹ indicam que cerca de 10% dos domicílios atendidos por rede de distribuição de água tinham abastecimento irregular, com fornecimento de água restrito a alguns poucos dias da semana. A intermitência nos sistemas de abastecimento ocorreu em 44,5% dos municípios abastecidos por rede geral de distribuição, com destaque para a região Nordeste, onde 67,7% das localidades sofreram situações de interrupção por seis ou mais horas, ao longo do ano de 2017.

Em 2017, ocorreu racionamento no fornecimento de água em 1.146 municípios (20,8%) dos 5.517 dos que possuíam abastecimento por rede de distribuição. Esse fato foi mais comum, novamente, nos municípios

da região Nordeste, onde cerca de 40% dos municípios sofreram algum racionamento. A seca ou estiagem, insuficiência de água no manancial e deficiência nas instalações e equipamentos de produção ou distribuição foram relatados como os principais motivos. Deve-se entender o racionamento como uma interrupção sistemática, não acidental, no fornecimento de água adotado pelo prestador de serviços, quando a demanda por água não pode ser atendida pelos recursos hídricos disponíveis (IBGE - PLAN SAB, 2017).

Foi relatada a paralisação completa dos serviços de abastecimento de água por rede geral, durante todo o ano de 2017, em 68 municipalidades brasileiras, sendo 59 localizadas na região Nordeste (Figura 15).

Figura 15 – Percentual de municípios com serviço de abastecimento de água por rede geral de distribuição em funcionamento e com ocorrência de interrupção de todos os sistemas de distribuição, de alguma entidade, por seis horas ou mais, segundo as Grandes Regiões em 2017.



Fonte: Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. IBGE, 2017.

19 Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101566_informativo.pdf. Acessado em: nov. 2021.



Outro aspecto fundamental no que concerne à qualidade do serviço prestado, diz respeito à segurança da água distribuída para o consumo. A vigilância da qualidade da água de consumo humano no Brasil é atribuição do setor Saúde, responsável por definir os padrões de potabilidade. Uma revisão dessa norma foi recentemente publicada (Portaria GM/MS n.º 888, de 4 de maio de 2021). Esse monitoramento é realizado por ações adotadas continuamente pelas autoridades de Saúde Pública das três esferas de gestão do SUS, coordenadas pelo programa Vigiaqua.

O principal instrumento de gestão do Vigiaqua é o Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua). A inserção dos dados no Sisagua permite caracterizar a cobertura de abastecimento de água para consumo humano no Brasil e a qualidade da água consumida pela população. Essa caracterização é importante para identificar vulnerabilidades e a gestão de riscos à saúde. O Sistema possui informações cadastrais sobre as três formas de abastecimento de água para consumo humano, preconizadas nas normas de potabilidade: Sistema de Abastecimento de Água para Consumo Humano (SAA), Solução Alternativa Coletiva de Abastecimento (SAC) e Solução Alternativa Individual (SAI).

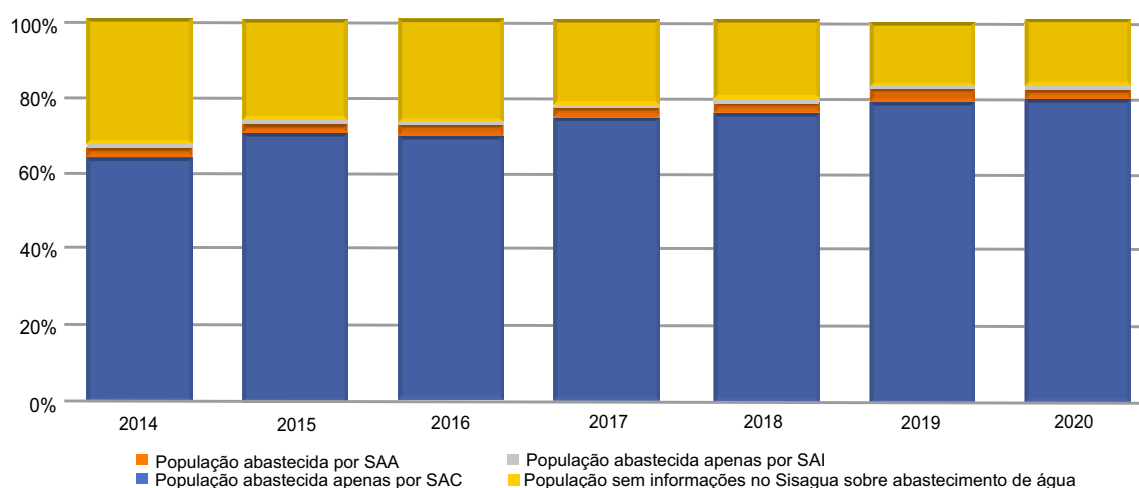
Pode-se observar na Figura 16 a cobertura de abastecimento no Brasil pelas diferentes formas de abastecimento, no período de 2014 a 2020, segundo dados do Sisagua. Os SAA apresentaram maior crescimento para abastecimento da população. Todavia, a parcela da população

atendida por essa forma de abastecimento varia bastante, dependendo da região. Por exemplo, conforme dados do Ministério da Saúde (2020), na região Norte, apenas 51,69% da população foi abastecida por SAA. Esse valor é muito inferior à média nacional de 80,07%, destacando alguns estados do Norte e Nordeste, que reforçam essa desigualdade de acesso à água por SAA no País, como Amapá (23,28%), Pará (36,28%), Maranhão (40,91%), Rondônia (48,20%), Rio Grande do Norte (48,22%) e Acre (50,10%).

Nota-se também redução da população que não possui informação sobre como se dá o abastecimento de água. Além disso, observa-se heterogeneidade em relação à população sem informação sobre a forma de abastecimento (SAA, SAC e SAI) nas diferentes regiões: as regiões Sul e Centro-Oeste apresentaram baixos percentuais (5,91% e 9,67%, respectivamente), ao passo que o Nordeste e o Norte evidenciaram grande parcela populacional, com lacunas de informação sobre esse abastecimento (21,86% e 40,12%, respectivamente); e a região Sudeste (13,43%) manteve-se abaixo da média nacional (16,7%).

Assim, em 2020, aproximadamente 80,07% da população brasileira (168.254.390 pessoas) foram abastecidas por SAA; 2,6% da população (5.423.094 pessoas) foram abastecidas apenas por SAC; e 0,7% (1.373.436 pessoas) apenas por SAI. Isso significa que pelo menos 6.796.530 de pessoas no Brasil residem em locais que não estão ligados à rede de abastecimento de água e, ainda, muitas pessoas utilizam soluções alternativas individuais para seu abastecimento, que, muitas vezes, não dispõem de tratamento de água adequado.

Figura 16 – População abastecida por SAA, SAC e SAI no Brasil, no período de 2014 a 2020.



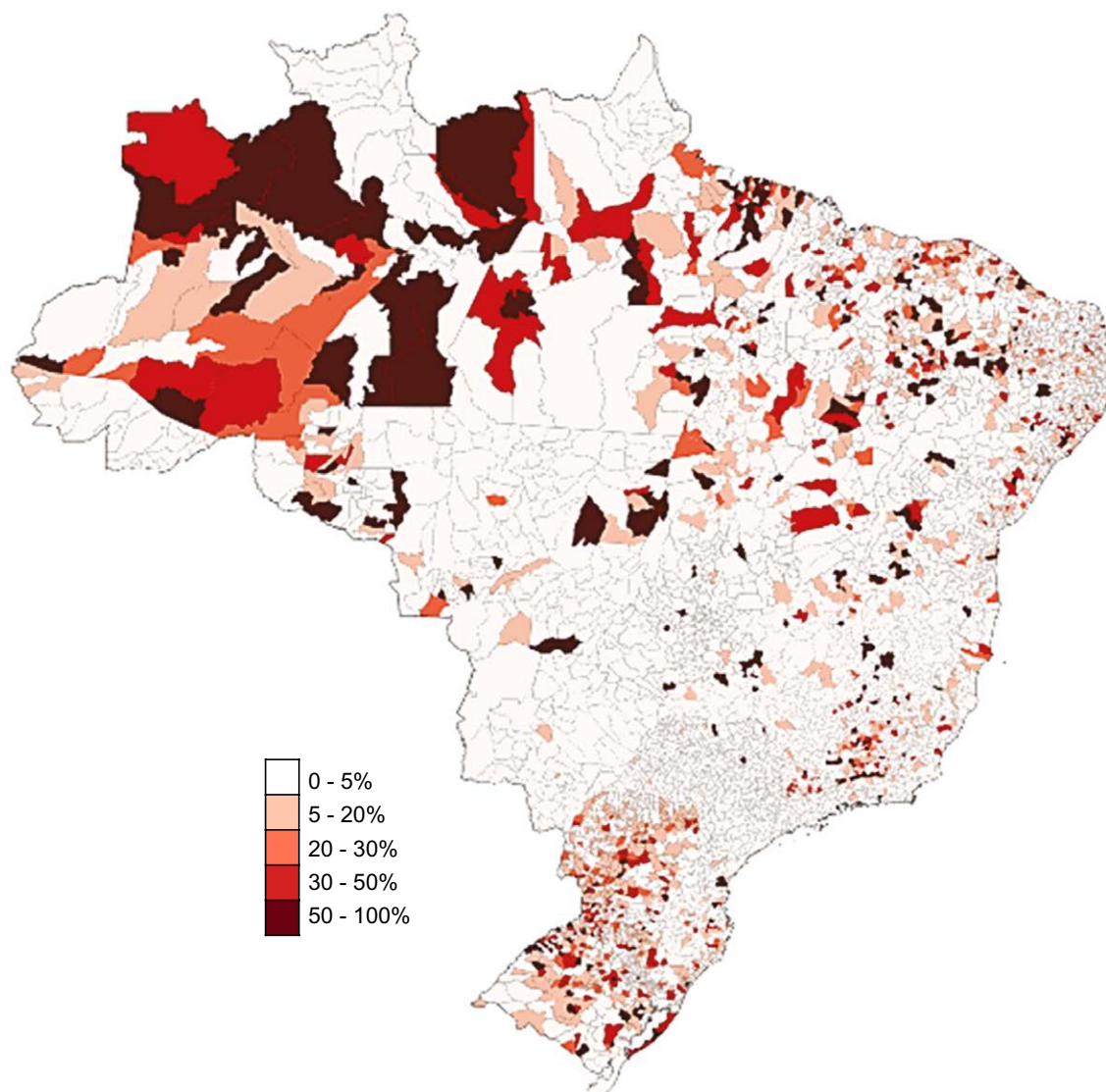
Fonte: Ministério da Saúde, 2020



A atribuição do controle da qualidade da água oferecida à população é do prestador de serviço (ex.: responsável pela SAA ou SAC), conforme preconizado pela norma de potabilidade (SVS, 2006). Para as SAI, a responsabilidade pelo tratamento é do próprio cidadão. Ainda

assim, segundo dados do Sisagua, algumas dessas formas de abastecimento não possuem tratamento adequado. Na Figura 17 observa-se espacialmente os percentuais populacionais de cada município que recebe água sem tratamento, seja por SAA, SAC ou SAI.

Figura 17 – Percentual da população de cada município que recebe água sem tratamento (SAA ou SAC sem tratamento, ou SAI) em 2020.



Fonte: Ministério da Saúde, 2020. Disponível em: <https://dados.gov.br/dataset/sisagua-control-e-mensal-quantitativos-de-analises/resource/97c9ccc3-9bee-4199-a900-3a68021eb541>. Acessado em: nov. 2021.



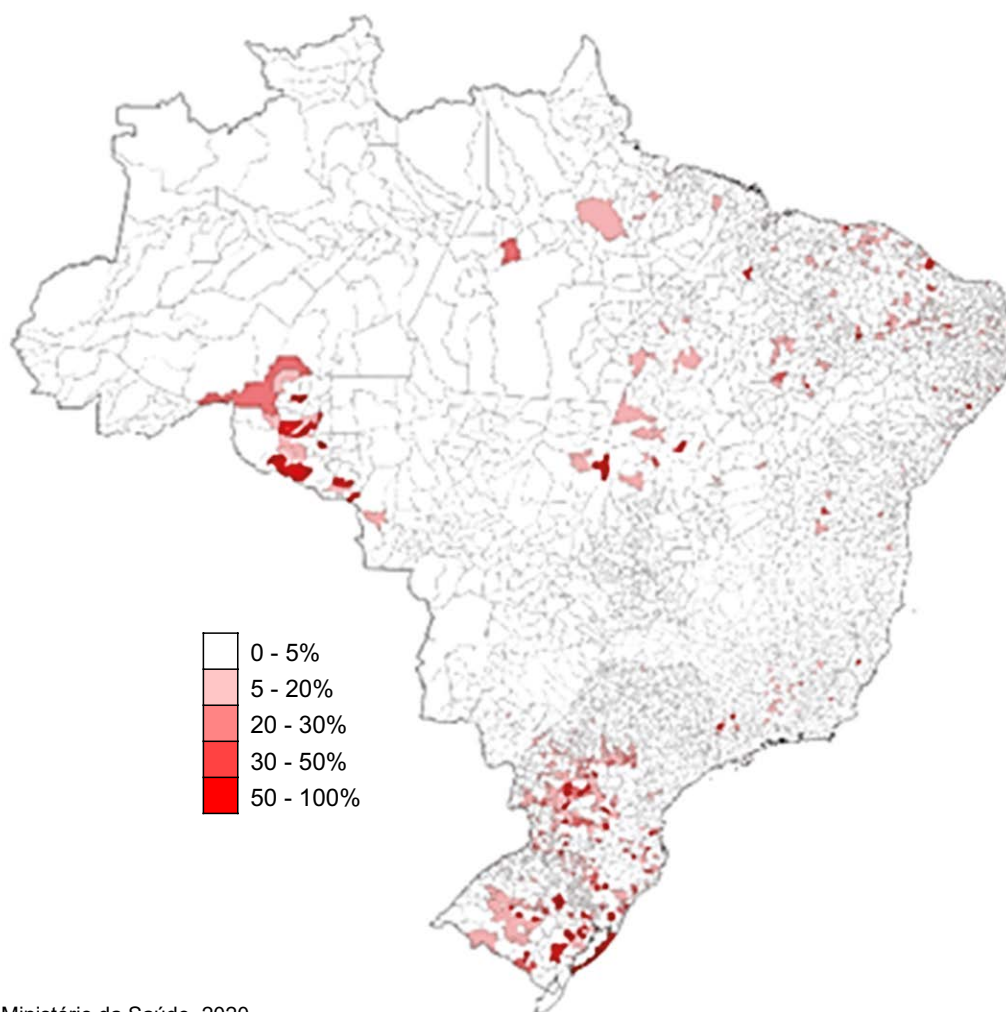
A Figura 18 apresenta a distribuição espacial, por faixas percentuais da população, dos municípios brasileiros que não possuem informações sobre seu abastecimento de água.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) atribui ao abastecimento de água com qualidade adequada ao consumo humano importante papel para a promoção da saúde e redução de doenças. A sistematização das ações e inserção dos dados de monitoramento realizado pela Vigilância em Saúde Ambiental dos municípios analisados, além de permitir a avaliação da qualidade dos serviços prestados de abastecimento de água, podem contribuir para a verificação de riscos à saúde, prevenção de doenças e agravos relacionados ao abastecimento de água para consumo humano.

A avaliação da qualidade microbiológica da água tem papel destacado no processo, tendo em vista o elevado número e a grande diversidade de microrganismos patogênicos, em geral de origem fecal, que podem estar presentes na água.

Os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano, e seu padrão de potabilidade, estão no Anexo XX, da Portaria de Consolidação n.º 5/2017, alterada pela Portaria GM/MS n.º 888/2021, do Ministério da Saúde. Segundo a Portaria, a água potável deve estar em conformidade com o padrão microbiológico, no qual a ausência de *Escherichia coli* seja um dos principais parâmetros analisados.

Figura 18 – Faixa percentual da população de cada município que em 2020 não possuía informações sobre seu abastecimento de água no Sisagua.



Fonte: Ministério da Saúde, 2020.



Quanto aos parâmetros microbiológicos, a Figura 19 apresenta a porcentagem de amostras fora do padrão analisadas pela vigilância, por forma de abastecimento, em 2020.

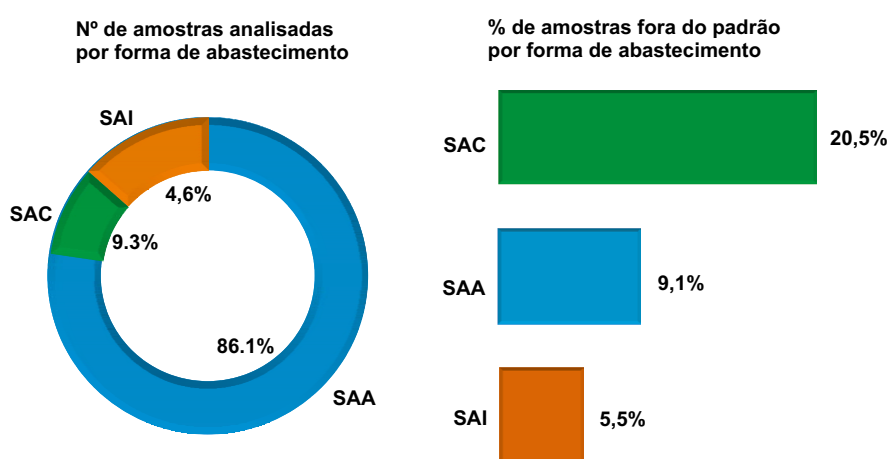
O consumo de água fora dos padrões de potabilidade pode oferecer riscos à saúde da população. Tradicionalmente, existe associação da incidência de doenças de veiculação hídrica com a falta de potabilidade da água consumida. Entretanto, uma abordagem mais holística associa um leque maior de agravos à saúde às condições de saneamento ambiental inadequado, as chamadas Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI). Essa classe de agravos pode ser dividida em: doenças de transmissão feco-oral; doenças transmitidas por inseto vetor; doenças transmitidas através do contato com a água; doenças relacionadas com a higiene, geohelmintos e teníases. Essa classificação se baseia nos modos de transmissão das doenças e as principais ações ambientais para seu controle. Não é baseada nos agentes etiológicos clássicos (ex.: vírus e bactérias). A falta ou intermitência de água de consumo humano leva a população a armazená-

la de forma improvisada e muitas vezes inadequada (ex.: caixas d'água mal tampadas ou baldes sem tampa), tornando o ambiente propício para a procriação do vetor *Aedes aegypti*, que dissemina a dengue, a zika e a chikungunya (FUNASA, 2010).

As doenças de transmissão hídrica são caracterizadas principalmente pela ingestão de água contaminada por microrganismos patogênicos de origem entérica, animal ou humana, transmitidos basicamente pela rota fecal-oral. A degradação e a contaminação dos solos e das águas superficiais e subterrâneas, a diminuição da disponibilidade dessas águas e a degradação dos mananciais de abastecimento contribuem para a exposição humana a contaminantes de efeitos deletérios.

Informações relacionadas às doenças de transmissão hídrica podem ser coletadas em sistemas de informação, gerenciados pelo Datasus²⁰, e são importantes para a construção de indicadores epidemiológicos, que auxiliam na avaliação das condições de saúde de uma população.

Figura 19 – Percentual de amostras que violaram o padrão microbiológico, por forma de abastecimento, em 2020.



OBS.: SAA - Sistema de Abastecimento de Água para Consumo Humano; SAC - Solução Alternativa Coletiva de Abastecimento; e SAI - Solução Alternativa Individual.

Fonte: Portal SAGE. Ministério da Saúde, 2021. Disponível em: <https://portalsage.saude.gov.br>. Acessado em: nov., 2021.

²⁰ Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Ministério da Saúde.



Segundo o Ministério da Saúde (2021), as doenças diarreicas agudas (DDA) são consideradas a segunda principal causa de morte em crianças menores de cinco anos, no mundo. Quanto à taxa de mortalidade por DDA, em 2009 e 2013, as mortes por essas doenças foi de 2,4%. Em 2011, a menor taxa foi de 2,0%. A análise anual dos dados de mortalidade desse período revelou que o ano de 2013 concentrou o maior número de mortes e a maior taxa de mortalidade,

ao passo que o ano de 2011 apresentou os menores indicadores em ambos os aspectos, com 3.992 óbitos, e taxa de 2,0%. As Tabelas 17 e 18 apresentam o número de óbitos registrados por ano e a taxa de mortalidade, respectivamente. Em relação aos números registrados pelas macrorregiões, a região Nordeste se destacou por concentrar o maior quantitativo, ao passo que a Sudeste obteve as menores taxas nacionais de mortalidade, no período.

Tabela 17 – Número de óbitos por Doenças Diarreicas Agudas (DDA) por macrorregião do Brasil, de 2009 a 2019.

Número de óbitos por DDA* no Brasil, por região, 2009 a 2019**.											
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Norte	537	449	388	405	465	480	389	460	479	464	421
Nordeste	2097	1790	1561	1626	2184	1583	1720	1830	1939	1678	1674
Sudeste	1233	1502	1332	1344	1350	1423	1451	1585	1497	1611	1695
Centro-Oeste	281	308	241	287	260	249	262	295	303	297	318
Sul	434	518	470	528	526	540	507	590	539	547	630
Brasil	4582	4567	3992	4190	4785	4275	4329	4760	4757	4597	4738

OBS.: * DDA - Cid 10 A00 a A09, excluindo A01, A02.1 a A02.9, A05.1, A06.1 a A06.9.

** Dados sujeitos à alteração.

Fonte: Sistema de Informação sobre Mortalidade. Ministério da Saúde, 2021.

Tabela 18 – Taxa de mortalidade por macrorregião do Brasil, de 2009 a 2019.

Taxa de mortalidade por DDA* (x 100 mil habitantes). Brasil, por região, 2009 a 2019**.											
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Norte	3,4	2,8	2,4	2,4	2,7	2,8	2,2	2,6	2,7	2,6	2,3
Nordeste	3,9	3,3	2,8	2,9	3,9	2,8	3,0	3,2	3,4	2,9	2,9
Sudeste	1,5	1,8	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,7	1,8	1,9
Centro-Oeste	2,0	2,2	1,7	1,9	1,7	1,6	1,7	1,9	1,9	1,8	2,0
Sul	1,6	1,8	1,7	1,8	1,8	1,9	1,7	2,0	1,8	1,8	2,1
Brasil	2,4	2,3	2,0	2,1	2,4	2,1	2,1	2,3	2,3	2,2	2,2

OBS.: * DDA - Cid 10 A00 a A09, excluindo A01, A02.1 a A02.9, A05.1, A06.1 a A06.9.

** Dados sujeitos à alteração.

Fonte: Sistema de Informação sobre Mortalidade. Ministério da Saúde, 2021.

Conforme a Tabela 18, as intervenções em saneamento básico se refletem diretamente na melhoria das condições de saúde pública, reduzindo a incidência de doenças de veiculação hídrica, cujas taxas têm apresentado tendência de redução em todas as regiões do Brasil. Contudo,

não se pode afirmar que o aumento da cobertura de serviços de saneamento esteja atuando de modo isolado na redução de doenças relacionadas à água, tendo em vista que os determinantes são multicausais. Deve-se sempre ter em mente que os agravos à saúde são multicausais, portanto,



não devem responder a alterações de um único fator isolado. Outros fatores também podem desempenhar papéis relevantes na incidência das doenças, como o acesso a serviços de saúde, educação em saúde, dieta etc.

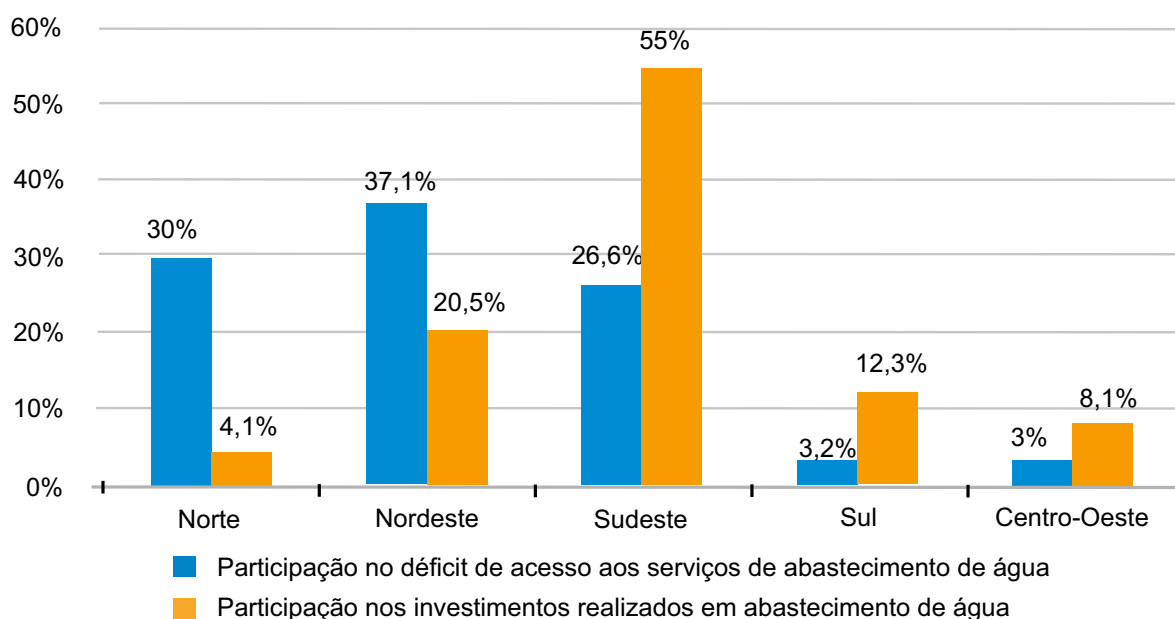
Como resposta às deficiências na oferta dos serviços de saneamento, podemos analisar se os investimentos realizados no setor são compatíveis com as necessidades existentes.

A Figura 20 apresenta os locais com maiores déficits de acesso a abastecimento de água com rede, entre as regiões brasileiras, e os respectivos investimentos feitos de 2015 a

2019, para expandir o acesso. O déficit de acesso calculado no âmbito do SNIS 2020 corresponde à população urbana que não é atendida com os serviços de água ou esgoto, ou seja, a diferença entre a população urbana total de determinada área e a população urbana atendida com o serviço nessa mesma área.

Nota-se que mais da metade dos investimentos no período foram realizados na região Sudeste, que, por sua vez, é responsável por pouco mais de 25% do déficit. As regiões Norte e Nordeste, responsáveis por mais de 60% do déficit, receberam menos de 25% dos investimentos.

Figura 20 – Relação entre investimento e déficit de acesso, relativo a serviços de abastecimento de água, de acordo com informações dos prestadores de serviços participantes do SNIS, de 2015 a 2019, segundo a macrorregião geográfica.



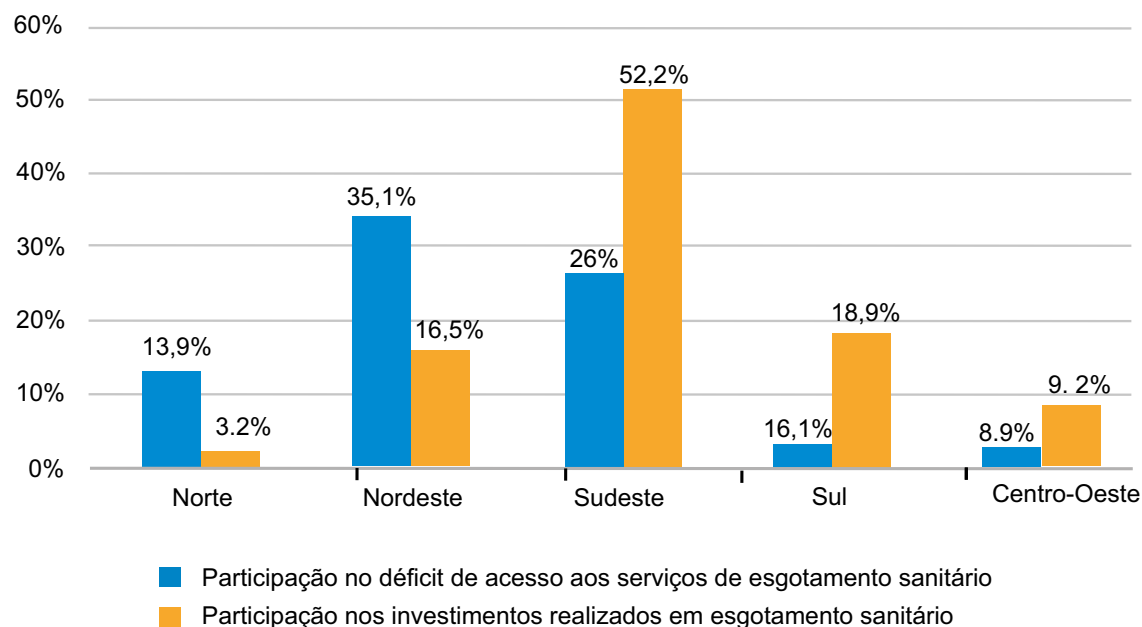
Fonte: MDR, 2020.

Pode-se observar situação análoga no que se refere ao déficit de acesso ao serviço de esgotamento sanitário e aos investimentos realizados nos últimos anos (2015-2019) nas regiões brasileiras (Figura 21) (MDR, 2020). Mais da metade dos investimentos foram realizados na região Sudeste, embora essa seja responsável por apenas 26% do

déficit, em comparação, por exemplo, com a região Nordeste, que concentra os maiores déficits (> 35%), mas que recebeu apenas 16% dos investimentos. Deve-se buscar, por meio de políticas e programas, corrigir as distorções nas alocações de recursos do setor saneamento, adequando-as aos déficits existentes.



Figura 21 – Relação entre investimento e déficit de acesso, relativo a serviços de esgotamento sanitário, de acordo com informações dos prestadores de serviços participantes do SNIS, de 2015 a 2019, segundo a macrorregião geográfica.



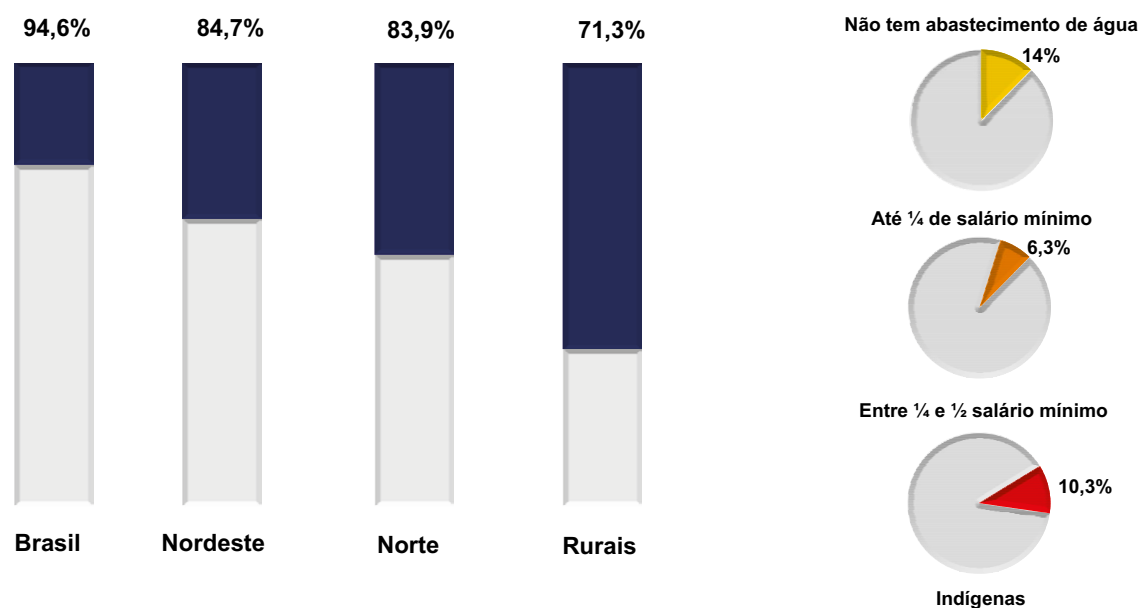
Fonte: MDR, 2020.

Independentemente da forma que se analisar os dados do setor saneamento, uma característica marcante é a iniquidade do acesso e da qualidade da prestação dos serviços. Como demonstrado ao longo do texto, existem grandes diferenças de acesso aos serviços de saneamento (ex.: água de consumo x esgotamento sanitário), entre as diferentes regiões brasileiras (ex.: região Norte x região Sudeste). Além disso, se o domicílio se encontra em ambiente rural ou urbano, e as características de renda, raça e cor de seus moradores. Na Figura 22 são apresentadas algumas desigualdades mais relevantes. Em relação aos domicílios rurais, embora tenha ocorrido aumento de 64,6% em 2010, para 71,3% em 2019, de domicílios com abastecimento por rede, poço ou nascente, esse valor é muito inferior aos domicílios urbanos que, em 2019, tinham 97,8% de acesso à água, por essas formas de abastecimento.

Em relação à renda, 14% dos domicílios com até $\frac{1}{4}$ de salário-mínimo e 6,3% entre $\frac{1}{4}$ e $\frac{1}{2}$ salário mínimo não contam com abastecimento de água por rede de distribuição, poço ou nascente. Para efeito de comparação, entre 2 e 3 salários-mínimos, 0,6% dos domicílios possuem déficit de acesso, índice que cai conforme aumenta a renda das famílias. Esses dados chamam a atenção para a necessidade de políticas públicas que atendam prioritariamente essas populações mais vulneráveis.

Em relação à raça e cor de pele, chama a atenção o percentual de indígenas com déficit de acesso a essas modalidades de abastecimento: 10,3% do total. Para efeito de comparação: entre brancos, o percentual de habitantes com déficit de acesso é quase 5 vezes menor, apenas 2,1%.

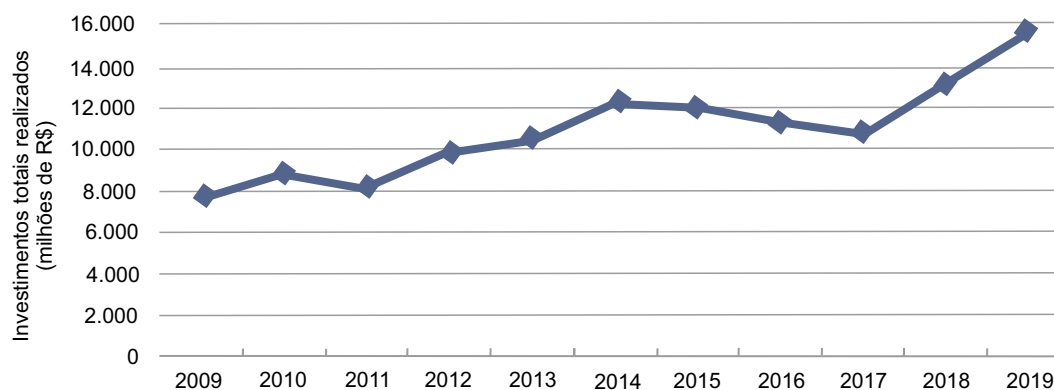


Figura 22 – Iniquidade no abastecimento de água por rede de distribuição, poço ou nascente, em 2019.

Fonte: Plansab, 2019.

Analisando a evolução dos investimentos realizados no setor, nos últimos 10 anos (Figura 23) (MDR, 2020), é possível observar um período de forte expansão de 2009 a 2014, à exceção de 2010 para 2011, ampliando de R\$ 8 bilhões para mais de R\$ 12 bilhões de investimentos anuais. Após 2014, houve redução nos investimentos do setor por três anos consecutivos. Essa tendência foi revertida em 2018, sendo novamente registrados aumentos de cerca de 20% anual, nos dois últimos anos, chegando a R\$ 15,7 bilhões em 2019.

De qualquer forma, quando se analisa como foi a evolução dos indicadores de atendimento à população brasileira, com rede de distribuição de água e de coleta de esgotos, a ampliação foi de 81,7% para 83,7% e de 44,5% para 54,1%, respectivamente, no período de 2009 a 2019. Isso se traduz em aumentos anuais médios, no acesso à rede de distribuição de água e de coleta de esgotos, de 0,2% e 1,12% respectivamente (MDR, 2020). Esses dados evidenciam necessidade urgente de aumento das atuais taxas de crescimento no acesso aos serviços, para alcançar o quanto antes sua universalização.

Figura 23 – Investimentos realizados no setor, no período de 2009 a 2019.

Fonte: MDR, 2020.



TRANSPORTE, TRÂNSITO E MOBILIDADE URBANA

Pressões urbanas e caracterização dos sistemas de mobilidade

Com crescimento vegetativo e concentração da população em centros urbanos e metropolitanos, há aumento contínuo dos deslocamentos humanos, o que gera impacto sobre as condições de vida das pessoas e o meio ambiente. As cidades e regiões metropolitanas crescem de forma desordenada e espraiada, com avanço forte das franjas periféricas, sem infraestrutura adequada. Isso implica aumento do custo total do sistema de mobilidade, principalmente para a população com faixa de renda menor, que reside em áreas distantes dos centros mais desenvolvidos e necessita se deslocar para áreas centrais em busca de serviços, produtos e para trabalhar, além de ser determinante para a baixa produtividade dos sistemas de transporte, em função do baixo aproveitamento (adensamento) do espaço urbano (CARVALHO, 2016).

Os impactos negativos mais destacados dos sistemas de mobilidade urbana (externalidades negativas) estão associados ao aumento da poluição veicular (global e local) e dos acidentes com vítimas de trânsito (IPEA, 2015; CARVALHO, 2016).

Além do crescimento das viagens urbanas, a forma como a população realiza esses deslocamentos também influencia na quantidade das externalidades negativas geradas pelas modalidades de transporte. Quanto mais viagens motorizadas, individuais e utilizando combustíveis fósseis, maiores os impactos ao meio ambiente, especialmente no que se refere à degradação da qualidade do ar e às condições

de vida da população, em termos de perda de tempo nos congestionamentos e aumento de vítimas nos acidentes.

O transporte não motorizado (a pé, bicicleta, patinetes) é a modalidade menos impactante do ponto de vista da poluição atmosférica, mas há restrições pelas distâncias percorridas, que podem impactar as atividades urbanas, como por exemplo, a demora no deslocamento. Além disso, poucas condições de segurança, na maior parte dos deslocamentos urbanos não motorizados. Já os deslocamentos motorizados permitem atingir longas distâncias, mas, dependendo do sistema de propulsão e eficiência de carregamento, geram mais ou menos externalidades. Os sistemas motorizados que utilizam energia elétrica são mais limpos do que os que utilizam combustíveis fósseis, em termos de poluição veicular atmosférica²¹. Além disso, os sistemas coletivos urbanos são mais eficientes do que os sistemas de transporte individual, tanto em termos de uso do espaço urbano quanto na emissão de poluente veicular, por passageiro transportado (IPEA, 2011; CARVALHO, 2016).

Nesse aspecto, os sistemas sobre trilhos podem trabalhar com capacidade muito maior do que os sistemas sobre pneus, o que gera uma escala de eficiência energética e de consumo de espaço urbano muito maior. Assim, pode-se delinear uma escala na qual os trens e metrô elétricos apresentam maior eficiência do que ônibus e vans movidos a diesel, que, por sua vez, apresentam melhor desempenho em relação ao transporte motorizado individual (carros e motos).

Os grandes centros urbanos vêm se transformando, ao longo das últimas décadas, em sistemas cada vez menos sustentáveis. A

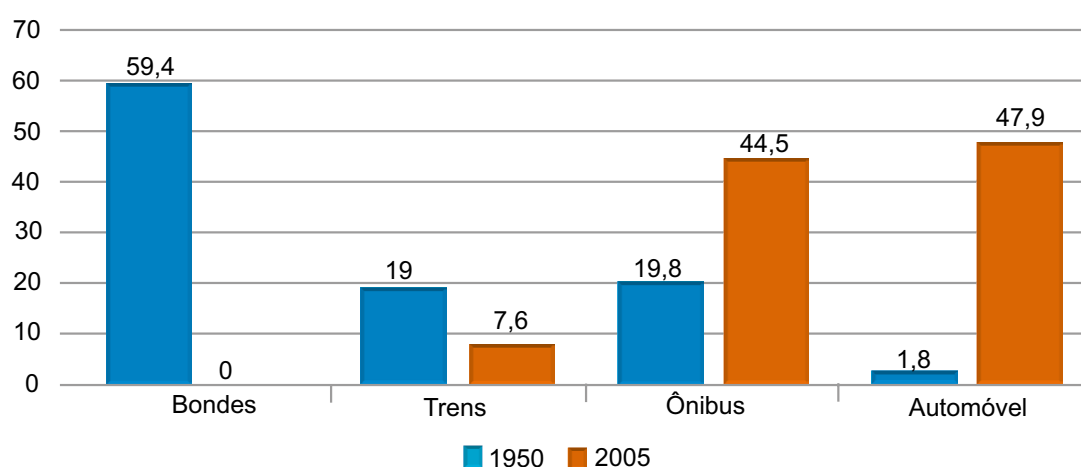
21 Isso vale especialmente no Brasil, que apresenta uma matriz energética mais limpa do que a maioria dos países desenvolvidos, por concentrar a produção na modalidade hidroelétrica.



Figura 24 apresenta as viagens urbanas na cidade do Rio de Janeiro em 1950 e em 2005. Antes, as viagens eram feitas principalmente em bondes elétricos e a pé, enquanto em 2005 ônibus e carros prevaleciam. Ou seja, o transporte urbano naquela cidade – ou qualquer outra grande cidade brasileira – se transformou de um meio elétrico, coletivo e sobre trilhos, com baixo uso do

transporte motorizado individual, para um sistema predominantemente carbonizado, pneumático e com alto uso de veículos por indivíduo. Não por acaso, os acidentes de trânsito explodiram e as emissões de carbono e poluentes locais (CO, HC, SOx e material particulado, principalmente) também seguiram essa tendência (IPEA, 2010).

Figura 24 – Distribuição relativa (%) dos deslocamentos urbanos motorizados do Rio de Janeiro (1950-2005).



Fonte: Ipea, 2010.

De acordo com dados da Associação Nacional de Transporte Público (ANTP), em 2016 houve, nas cidades com população superior a 60 mil habitantes, 65,2 bilhões de viagens urbanas (Tabela 19), sendo que 41% realizadas a pé, e 59% por meios motorizados. Considerando apenas as viagens motorizadas, é possível observar que a quantidade de viagens individuais (automóvel e motocicleta) já se iguala à quantidade de viagens coletivas (ônibus e trens), com forte tendência de crescimento das individuais, o que vem acarretando aumento das externalidades negativas (ANTP, 2018).

Analisando apenas as viagens em sistemas de transporte público, observa-se hegemonia dos ônibus a diesel, com cerca de 95% de participação. Os sistemas sobre trilhos, que utilizam energia elétrica (mais limpa) e que possuem alta capacidade de transporte, portanto menos poluidores e causadores de acidentes, além de não gerar congestionamento, respondem por menos de 5% da demanda e estão restritos a poucas cidades brasileiras. Ou seja, o transporte público ainda é muito carbonizado e com baixa eficiência de transporte no Brasil.



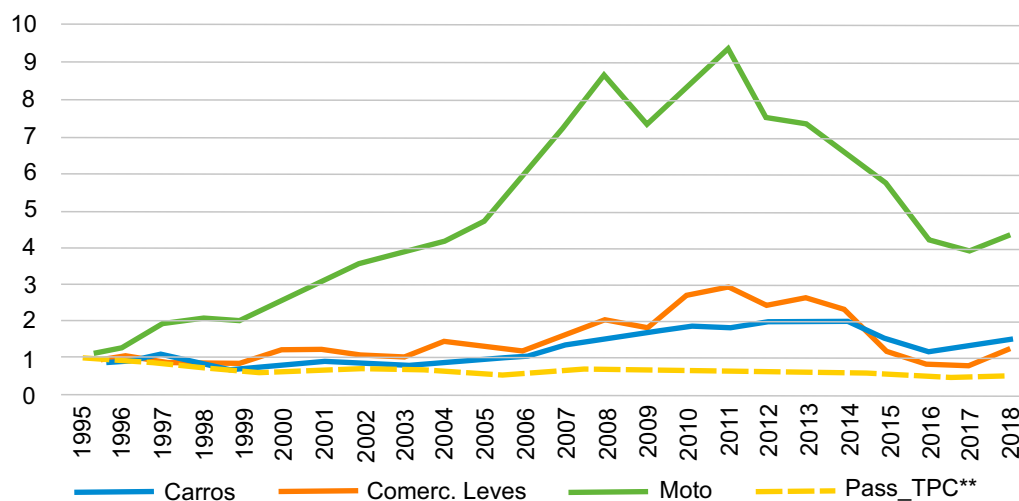
Tabela 19 – Viagens urbanas nas cidades com população superior a 60.000 habitantes no Brasil, em 2016.

Modo	Vigens Milhões de viagens/ano	Percentual %
Transporte Coletivo	Ônibus (Municipal + Metropolitano)	24,42
	Trilhos	3,67
	Subtotal	28,09
Transporte Individual	Auto	24,87
	Moto	4,18
	Subtotal	29,05
Transporte não motorizado	Bicicleta	2,38
	A pé	40,48
	Subtotal	42,86
Total	65.268	100

Fonte: ANTP, 2018.

Os mesmos dados da ANTP mostram que os ônibus urbanos respondem por 42% das viagens motorizadas enquanto os sistemas sobre trilhos 7%. Com quase o mesmo percentual dos ônibus, cerca de 44% dos deslocamentos urbanos são realizados por automóveis e 7% em motocicletas. Considerando apenas os modos motorizados, os deslocamentos individuais (automóveis e motocicletas) superam os deslocamentos por transporte coletivo, nas cidades com população superior a 60 mil habitantes, apesar de nas grandes cidades e metrópoles (população superior a um milhão de habitantes), o transporte coletivo ainda se manter na liderança, mas com tendência de queda.

Nos últimos anos, os sistemas de mobilidade brasileiros vêm se tornando cada vez menos sustentáveis, como aumento vertiginoso do transporte motorizado individual e queda do transporte público coletivo. A Figura 25 mostra aumento das vendas de automóveis e motocicletas e queda de demanda dos sistemas de transporte por ônibus, que respondem pela maior parte da demanda pública, desde a virada do século. Somente de 2015 em diante, houve decréscimo de vendas de veículos privados devido à crise econômica, mas o sistema de transporte público coletivo urbano (TPU) também manteve tendência de queda.

Figura 25 - Índice da evolução de vendas de veículos automotores e passageiros transportados pagantes dos sistemas de TPU, em determinadas capitais do País*, no período de 1995 a 2018.

OBS.: * Média dos meses não atípicos das capitais: Belo Horizonte-MG, Curitiba-PR, Fortaleza-CE, Goiânia-GO, Porto Alegre-RS, Recife-PE, Rio de Janeiro-RJ, Salvador-BA e São Paulo-SP.

** Pass_TPC: Transporte público coletivo urbano.

Fonte: NTU, 2020.



O Brasil vem apresentando tendência de aumento do transporte individual motorizado e redução do transporte público coletivo, o que traz aumento das externalidades negativas dos sistemas de mobilidade. Os itens a seguir aprofundam um pouco mais sobre as principais externalidades geradas nos sistemas de transportes urbanos.

Impacto da poluição do ar em capitais brasileiras

O impacto da poluição do ar na saúde da população, nas capitais, foi estimado pela mortalidade geral, atribuída ao material particulado fino $MP_{2,5}$ ²². A métrica utilizada foi a fração atribuível populacional (FAP), que mede a proporção do desfecho na população atribuída à exposição a determinado fator de risco. Isto é, exprime o percentual de mortes, por todas as causas, excluindo as mortes por causas externas, devido ao $MP_{2,5}$.

Foram avaliadas, previamente, 27 capitais, no período de 2013 a 2019. Dessas, Aracajú (SE), Florianópolis (SC), João Pessoa (PB), Maceió (AL) e Salvador (BA) apresentaram média anual de $MP_{2,5}$, abaixo do valor de referência (exposição basal) recomendado pela OMS, que é de $10\mu g/m^3$. Para as capitais Belo Horizonte (MG), Brasília (DF), Campo Grande (MS), Curitiba (PR), Fortaleza (CE), Goiânia (GO), Macapá (AP), Natal (RN), Recife (PE), São Luís (MA), Teresina (PI) e Vitória (ES), os cálculos não puderam ser efetuados para todos os anos da série.

Para os cálculos foram utilizados dados de mortalidade do Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM/Datasus) e as concentrações médias anuais de $MP_{2,5}$ foram extraídas do Sistema de Informações Ambientais Integrado a Saúde (Sisam)²³, gerido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). A ferramenta utilizada nas análises foi o *Air Q+*, desenvolvido pela OMS – Europa. Os valores da FAP podem ser conferidos na Tabela 20.

22 O $MP_{2,5}$ é um material particulado fino presente em alguns aerossóis. Esse tipo de partícula possui tamanho microscópico, por isso, quando liberado no ar, pode entrar facilmente nas vias respiratórias, causando problemas como asma, pneumonia e câncer de pulmão.

23 Disponível em: <https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/sisam/v1/dados/#>. Acessado em: nov. 2021.

Tabela 20 – Fração de mortalidade geral atribuída ao MP_{2,5}, em capitais brasileiras, de 2013 a 2019.

Ano	Belém			Belo Horizonte			Boa Vista			Brasília		
	FAP%	Limite Inferior	Limite Superior	FAP%	Limite Inferior	Limite Superior	FAP%	Limite Inferior	Limite Superior	FAP%	Limite Inferior	Limite Superior
2013	4,8	3,1	6,3	0,2	0,1	0,2	2,5	1,6	3,3			
2014	5,2	3,4	6,9	0,1	0,1	0,2	4,1	2,7	5,4			
2015	6,7	4,5	8,8	6,7	4,5	8,8	0,8	0,5	1	4,9	3,2	6,5
2016	6,4	4,2	8,3	0,8	0,6	1,1	4,9	3,2	6,5			
2017	6,3	4,2	8,3	1	0,6	1,3	3,7	2,4	4,9			
2018	3,9	2,6	5,1				2,1	1,4	2,8	0,7	0,4	0,9
2019	1	0,6	1,3	1	0,6	1,3	1,7	1,1	2,3			
Ano	Campo Grande			Cuiabá			Curitiba			Fortaleza		
	FAP%	Limite Inferior	Limite Superior	FAP%	Limite Inferior	Limite Superior	FAP%	Limite Inferior	Limite Superior	FAP%	Limite Inferior	Limite Superior
2013				0,8	0,5	1						
2014				1,3	0,8	1,7	0,5	0,3	0,6			
2015				4,4	2,9	5,8	0,5	0,3	0,6			
2016				2,6	1,7	3,5	0,2	0,2	0,3			
2017				4,3	2,8	5,7	0,5	0,4	0,7			
2018	0,1	0,1	0,1	4,4	2,9	5,7	2	1,3	2,6	0,7	0,5	1
2019				4,1	2,7	5,4	1,4	0,9	1,8			
Ano	Goiânia			Macapa			Manaus			Natal		
	FAP%	Limite Inferior	Limite Superior	FAP%	Limite Inferior	Limite Superior	FAP%	Limite Inferior	Limite Superior	FAP%	Limite Inferior	Limite Superior
2013				2,4	1,6	3,1	4,6	3	6			
2014				3,3	2,2	4,4	6,3	4,2	8,3			
2015	0,2	0,2	0,3	5,2	3,4	6,9	10,4	6,9	13,5			
2016				4	2,6	5,3	6,6	4,3	8,6			
2017				4	2,6	5,3	7,5	5	9,9			
2018	3,2	2,1	4,2	0,4	0,2	0,5	5,4	3,6	7,2	0,1	0,1	0,2
2019	0,4	0,3	0,6				5,2	3,4	6,8			
Ano	Palmas			Porto Alegre			Porto Velho			Recife		
	FAP%	Limite Inferior	Limite Superior	FAP%	Limite Inferior	Limite Superior	FAP%	Limite Inferior	Limite Superior	FAP%	Limite Inferior	Limite Superior
2013	1,3	0,9	1,7	3,5	2,3	4,7	3,6	2,4	4,8			
2014	2,2	1,4	2,9	4,9	3,2	6,4	10,9	7,2	14,1			
2015	6,1	4	8	4,4	2,9	5,7	22,8	15,5	29			
2016	2,9	1,9	3,8	4,8	3,1	6,3	13,9	9,3	17,9			
2017	0,3	0,2	0,4	3,9	2,6	5,1	15,7	10,5	20,2			
2018	1,7	0,1	2,2	5,9	3,9	7,7	9,5	6,3	12,4	0,4	0,2	0,5
2019	0,6	0,4	0,8	5,1	3,4	6,7	7,7	5,1	10,1			
Ano	Rio Branco			Rio de Janeiro			São Luis			São Paulo		
	FAP%	Limite Inferior	Limite Superior	FAP%	Limite Inferior	Limite Superior	FAP%	Limite Inferior	Limite Superior	FAP%	Limite Inferior	Limite Superior
2013	3	1,9	3,9	13,7	9,2	17,8	1,7	1,1	2,2	17,9	12	23
2014	3,4	2,3	4,5	14,7	9,8	19	2	1,3	2,6	18,1	12,2	23,3
2015	6	3,9	7,8	14,2	9,5	18,4	2,9	1,9	3,8	19,3	13	24,7
2016	10,9	7,2	14,1	14,4	9,6	18,6	2,8	1,8	3,7	16,8	11,3	21,6
2017	7,4	4,9	9,6	11	7,3	14,3	1,9	1,3	2,5	16,4	11	21,1
2018	7	4,6	9,2	19,9	13,4	24,3	1	0,7	1,4	12,9	8,6	16,8
2019	7,7	5,1	10,1	18,8	12,7	24,1				10,9	7,3	14,2
Ano	Teresina			Vitória								
	FAP%	Limite Inferior	Limite Superior	FAP%	Limite Inferior	Limite Superior	FAP%	Limite Inferior	Limite Superior	FAP%	Limite Inferior	Limite Superior
2013												
2014	0,3	0,2	0,4									
2015	0,5	0,3	0,6									
2016	2,2	1,4	2,9									
2017	0,4	0,3	0,6									
2018	1,6	1,1	2,1	17	1,1	2,1						
2019	0,4	0,2	0,5									

Fonte: MS - Datasus, 2019.



Acidentes de trânsito

A cada ano, mais de 30.000 pessoas são mortas no Brasil em função dos acidentes de transporte terrestre (ATT), respondendo por 3% do total de mortes. As estatísticas mostram que para cada morte em acidente de trânsito há mais de 10 vítimas com lesões graves. Segundo estimativas do Ipea (2015), os acidentes custam à sociedade cerca de R\$ 50 bilhões de reais por ano, entre custos de perda de produção, hospitalares, entre outros, sendo que cerca de um terço se referem a acidentes nos ambientes urbanos.

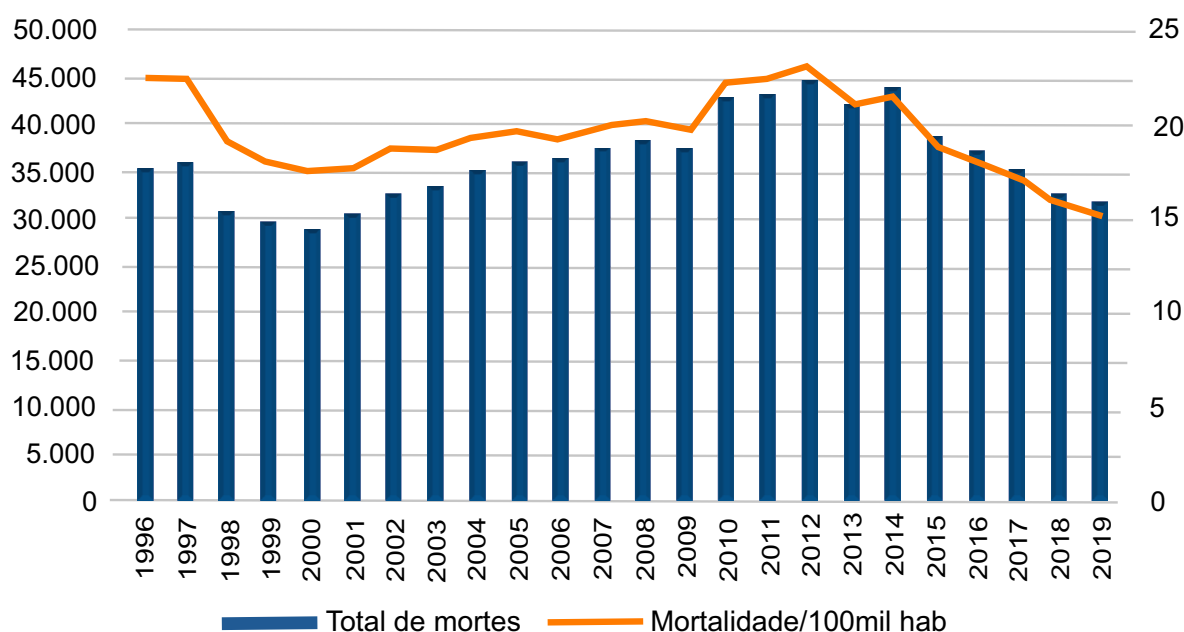
As taxas de mortalidade por ATT atingiram no ano anterior, início da crise econômica de 2015, o número de 22 mortes por 100.000 habitantes (IPEA, 2015), o que constitui índice próximo a de países africanos, muito acima da média mundial, portanto. Após esse período, houve tendência de queda da taxa de mortalidade, fruto do desaquecimento da economia. Com o reaquecimento esperado da economia, pós-pandemia, a preocupação é que sem políticas públicas efetivas de fiscalização, educação e melhoria na infraestrutura de controle e segurança de trânsito, os índices voltem aos níveis anteriores.

Com esses números, o Brasil ocupava a 5ª posição no *ranking* mundial das vítimas de trânsito, perdendo apenas para Índia, China, EUA e Rússia, segundo dados da OMS. Em 2019, a taxa de mortalidade por ATT no Brasil foi aproximadamente de 16 mortes por grupo de 100.000 hab., que é menor do que a média mundial (18 mortes por 100.000 hab.), mas muito superior às observadas na maioria dos países desenvolvidos. Essa diferença mostra o longo caminho ainda a percorrer, em termos de efetividade das políticas de redução da quantidade e letalidade dos acidentes de trânsito no País.

Existe a hipótese de que a redução da velocidade dos veículos motorizados pela intensificação de equipamentos de controle de velocidade seja um dos motivos para essa queda, além da melhoria de equipamentos de segurança, principalmente nas vias urbanas de trânsito rápido, apesar das carências de investimento nessa área.

Pelos dados do Datasus/MS, antes da crise econômica iniciada em 2015, o número de mortes chegou a 43.000 por ano, seguindo tendência de queda desde então (Figura 26). Tal efeito pode estar associado com a crise econômica, que provoca retração natural dos deslocamentos por veículos privados e de cargas rodoviárias, gerando

Figura 26 – Mortes por acidentes de transporte terrestre no Brasil, no período de 1996 a 2019.



Fonte: Datasus, 2019.

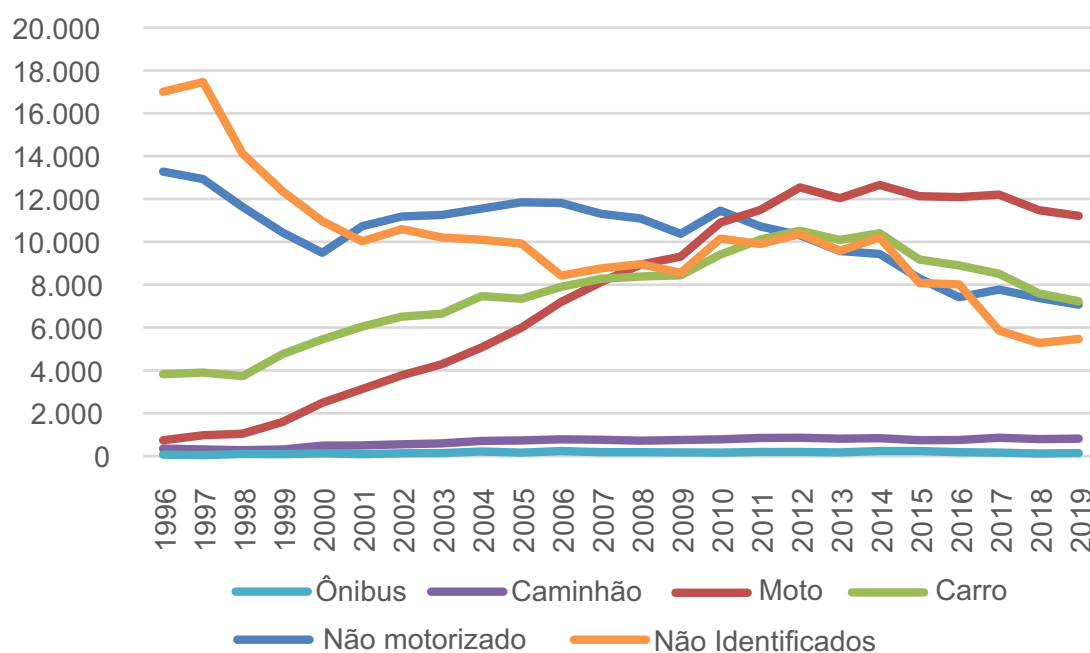


queda dos índices de acidentes, não obstante a eficácia de políticas públicas adotadas no período. Em 2019, o número de mortes por ATT foi 31.945, sendo que a base de dados do Ministério da Saúde não classifica as mortes por área urbana/rural. Pode-se considerar, pelas estimativas do Ipea, que um terço das mortes ocorrem no ambiente urbano e metropolitano (IPEA, 2015).

Analisando as vítimas dos acidentes de transporte terrestre (Figura 27), é possível observar que grande parte são pessoas que se deslocam a

pé ou de bicicleta, apesar desse volume de mortes apresentar tendência de queda nos últimos 20 anos. O crescimento maior de mortes se deu na categoria de usuários de motocicleta. Com o crescente aumento da frota desses veículos, as mortes dispararam no Brasil, assim como as vítimas com lesões graves. O número de vítimas de acidentes com ônibus é pequeno em comparação a outras modalidades de transporte, o que indica que está em prática uma política importante de valorização do TPU, nas grandes cidades, com vistas a atrair demanda e reduzir acidentes graves ou fatais.

Figura 27 – Mortes por acidentes de transporte terrestre no Brasil, por modalidade, no período de 1996 a 2019.



Fonte: Datasus, 2019.

Políticas Públicas para Redução de Acidentes

A queda de mortalidade em ATT depende de uma série de políticas, que deveriam ser priorizadas não só pelos governos, mas pela sociedade. Essas políticas podem ser agrupadas em duas: a primeira associada à educação no trânsito, já que questões comportamentais estão ligadas a diversas causas dos acidentes –

ingestão de álcool, desatenção e direção perigosa no trânsito, falta de equipamentos de segurança etc. A outra está ligada a sistemas de gestão e fiscalização de trânsito. Estruturas adequadas (pessoal, equipamento e procedimento) com utilização intensiva de técnicas estatísticas subsidiando o planejamento operacional são fundamentais. A identificação de pontos críticos com problemas de engenharia também é importante, além da manutenção adequada das vias.



A redução da velocidade de tráfego é outro fator impactante, principalmente para a diminuição dos atropelamentos. A multiplicação de equipamentos de monitoração da velocidade proporciona queda desse tipo de acidente, bem como investimentos em infraestrutura de segurança para pedestres e ciclistas, principalmente nas áreas urbanas. A impunidade no trânsito também deve ser combatida com legislação e processos jurídicos adequados, assim como a vistoria veicular periódica, preconizada no Código de Trânsito, mas ainda pouco utilizada pelos gestores, apenas para citar algumas políticas.

Os desafios são enormes e a mobilização forte da sociedade é fundamental para que políticas públicas tenham efetividade no objetivo de reduzir esse flagelo, que atinge a população brasileira.

A mobilidade urbana está diretamente relacionada à morbimortalidade por violência no trânsito, inatividade física e qualidade do ar. Nesse sentido, o Ministério da Saúde tem buscado atuar sinergicamente com políticas de outros segmentos, “saúde em todas as políticas”, a fim de acelerar a implementação de ações intersetoriais e aprimorar a vigilância ambiental em saúde e qualidade do ar.

O trabalho realizado pela Opas Brasil²⁴, com apoio de acadêmicos, ONG, entidades não estatais, especialistas e atores governamentais, incluindo representantes do Ministério da Saúde, culminou na publicação de um documento de referência: “Agenda Convergente, Mobilidade Sustentável e Saúde”. No referido documento, “mobilidade sustentável” compreende as dimensões da mobilidade urbana (infraestrutura urbana, segurança viária, tempo e modo de deslocamento); da atividade física (deslocamento ativo, atividade física de lazer em espaços públicos); e da qualidade do ar, chamando a atenção para a necessidade de mudanças estruturais e de comportamento (OPAS, 2020).

O Ministério da Saúde, ao longo dos últimos 20 anos, realiza atividades de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade do ar (Vigiar), em consonância com os princípios do Sistema Único de Saúde (SUS). Marcadamente, em 2018, a instituição da Política Nacional de Vigilância em Saúde (PNVS) (CNS, 2018), de caráter universal, transversal e orientador do modelo de atenção nos territórios, identificando na esfera administrativa as responsabilidades da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios, entre outras pactuadas, passa a direcionar o modelo de atuação do Vigiar.

As ações do Vigiar têm sido direcionadas pela referida política, “com a finalidade de recomendar e adotar medidas de promoção à saúde, prevenção e monitoramento dos fatores de riscos relacionados às doenças ou agravos à saúde”. São ações estruturantes e atividades do Vigiar: (i) analisar a situação de saúde ambiental; (ii) subsidiar a gestão e organização dos serviços de vigilância e atenção à saúde por meio de diretrizes institucionais; (iii) promover a intersectorialidade e interdisciplinaridade com órgãos que possuem interface com a saúde, no que tange à qualidade do ar; (iv) articular com o setor ambiental e outros setores, auxiliando na formulação e execução de estratégias de controle da poluição do ar, tendo em vista a proteção da saúde da população; (v) facilitar e orientar políticas públicas nacionais e locais, para proteção da saúde, diante dos riscos da exposição a poluentes atmosféricos; (vi) fortalecer a produção de conhecimento e inovação no tema; (vii) cooperar tecnicamente com entes federados, para implementar estratégias e ações do Vigiar; e (viii) ampliar a rede de instituições parceiras do Vigiar (SVS, 2015).

24 A Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) trabalha como escritório regional da OMS com os países das Américas para melhorar a saúde e a qualidade de vida de suas populações.



POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

Poluição veicular

Pode-se separar a poluição veicular atmosférica em poluentes locais e globais. No primeiro caso, há uma série de substâncias nocivas à saúde pública, que são jogadas na atmosfera pelas descargas dos veículos motorizados, fruto do processo de queima dos combustíveis, principalmente os fósseis. Geralmente, essas substâncias nocivas ficam concentradas nas imediações dos sistemas viários, principalmente as vias mais carregadas de tráfego. No caso da poluição global, é basicamente a emissão de dióxido de carbono (CO₂), fruto da queima dos combustíveis fósseis, o principal elemento que provoca o efeito estufa, responsável pelo aquecimento do planeta.

Frotas veiculares

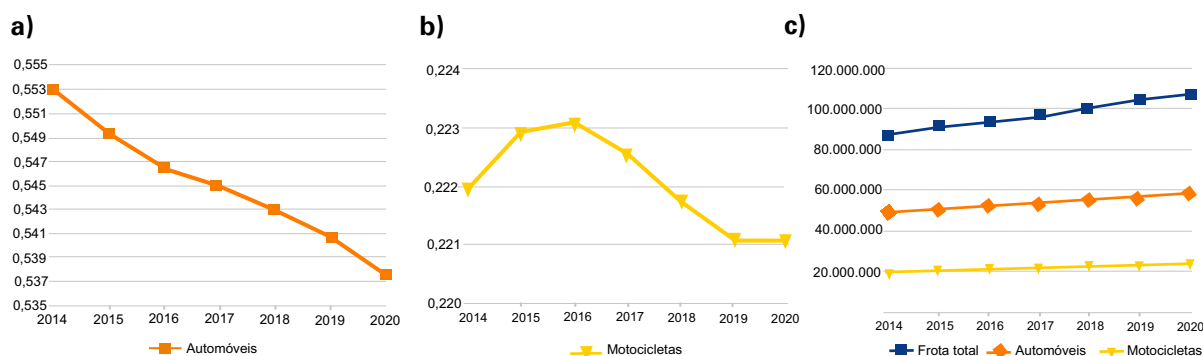
A crescente motorização da população brasileira, promovida especialmente pela deficiência dos serviços de transporte público, vem contribuindo, ao longo dos anos, para o aumento expressivo do tráfego de veículos, não só nas grandes cidades, mas nas de pequeno e médio portes. De acordo com dados do Departamento Nacional de Trânsito (Denatran, 2021), a frota veicular circulante no Brasil passou de 86.700.490, em 2014, para 110.255.577 em 2021²⁵, sendo os automóveis e as motocicletas os responsáveis pela maior parte da frota. Em 2014, os automóveis correspondiam a 55,3% da frota circulante, em 2021, 53,8%. Já as motocicletas representavam

²⁵ Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-denatran/frota-de-veiculos-2021>. Acessado em: nov. 2021.

22,2% e 22,14% da frota circulante em 2014 e 2020, respectivamente. Entre 2014 e 2020, foi observada queda na proporção de automóveis diante da frota total (Figura 28a), mas para as motocicletas, houve aumento até 2016, seguido de queda (Figura 28b). Ao longo dos anos, é observado aumento do número de automóveis

e motocicletas (Figura 28c), correspondendo a uma taxa média de crescimento de 3,6% e 4,3%, respectivamente. Somados, os dois tipos de veículos correspondem a 77,5% e 75,52% de todos os veículos em circulação no Brasil, em 2014 e 2021, respectivamente.

Figura 28 – Frota de veículos circulantes nas grandes regiões e Unidades da Federação do Brasil de 2014 a 2020.



OBS.: Valores da frota de veículos, com placa, proporcional por tipo: a) automóveis; b) motocicletas em relação à frota de veículos total circulante no Brasil; e c) frota de veículos total, por ano (azul), frota de veículos do tipo automóvel (vermelho) e motocicleta (amarelo).

Fonte: Denatran /Ministério da Infraestrutura, 2020.

O crescimento do número de veículos individuais circulando nas cidades brasileiras tem sido associado ao cenário econômico do País, que proporcionou o aumento da renda em determinados setores da sociedade (Câmara dos Deputados, 2015). A desoneração fiscal e a redução no preço dos automóveis, ao longo dos anos, também estimularam a compra de veículos particulares. O crescimento constante da frota circulante de motocicletas, apontado pelos dados disponibilizados pelo Denatran, principalmente nos centros urbanos, se deu pelo perfil de utilização notadamente no segmento econômico de serviços de entregas, que cresceu de forma importante e teve papel fundamental no segmento, durante os primeiros meses do período da pandemia, iniciada no Brasil em 2020.

As motocicletas são notadamente um meio de transporte que contribui para a eficiência de entregas em áreas urbanas, uma vez que é uma alternativa aos grandes congestionamentos. Ao

mesmo tempo, aumenta o índice de acidentes, uma vez que as motos são o veículo com maior incidência dessas intercorrências, inclusive fatais.

Poluentes globais

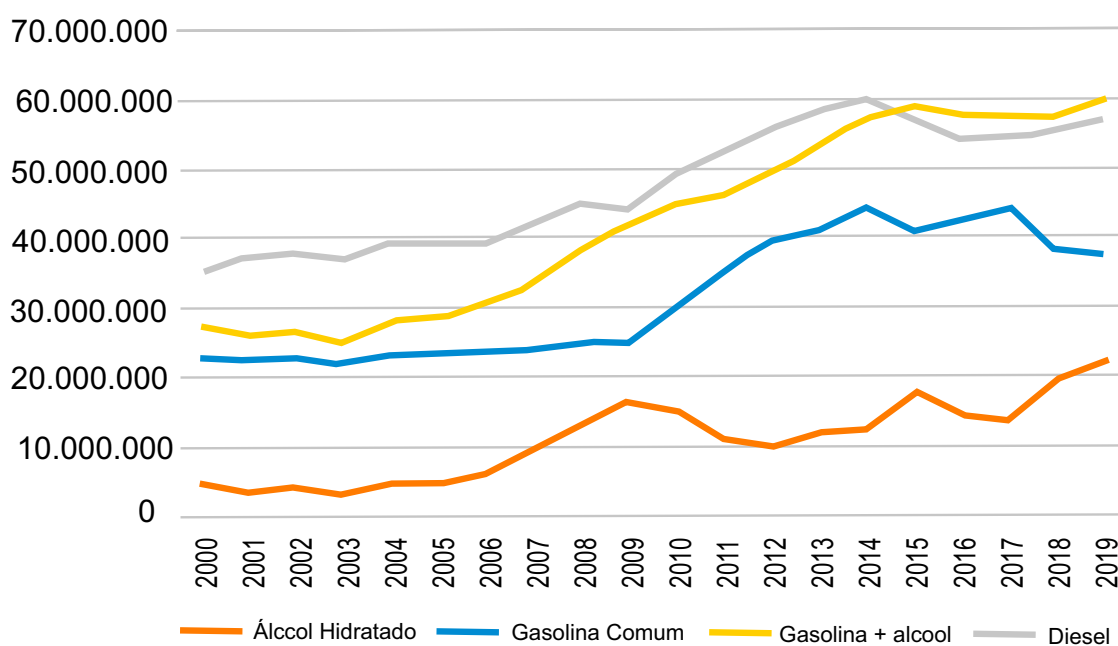
As fontes de emissões de CO₂ são diversas, de acordo com relatório do Observatório do Clima (2019). No Brasil, as mudanças de uso do solo e a agropecuária respondem por 72% das emissões totais, o setor energético, no qual o setor de transporte se destaca, representa a importante fatia de 19% das emissões totais. De acordo com esse relatório, o Brasil é o 7º maior emissor de carbono para a atmosfera, com forte tendência de crescimento, o que demanda políticas públicas mitigadoras, em especial no setor de transporte, que hoje é muito dependente da queima de combustíveis fósseis.



As emissões veiculares de carbono são diretamente proporcionais à quantidade de combustíveis consumidos no País, sendo que a maior parte do consumo dos combustíveis veiculares ocorre em ambientes urbanos. É possível observar uma escalada crescente de consumo de combustíveis veiculares, nos últimos 20 anos, mostrando tendência de aumento das emissões. A Figura 29 mostra essa escalada, mesmo com o aumento de participação do álcool veicular, que apresenta emissão de carbono muito mais baixa do que os combustíveis fósseis. Houve avanço na

participação dos biocombustíveis na matriz energética veicular, mas, mesmo assim, os combustíveis fósseis ainda são hegemônicos no mercado e o aumento do consumo mais que anulou esse efeito positivo do aumento do mercado dos biocombustíveis no Brasil. Um dos fatores que estimulou o aumento da participação dos biocombustíveis no mercado foi a obrigatoriedade, a partir de 2005, de se misturar biodiesel ao diesel, que teve início com um percentual de 3% e hoje em torno de 12%. A mistura do álcool à gasolina é anterior à do biodiesel e hoje está na faixa de 25%.

Figura 29 – Vendas de gasolina, álcool e diesel (m³) no Brasil de 2000 a 2019.



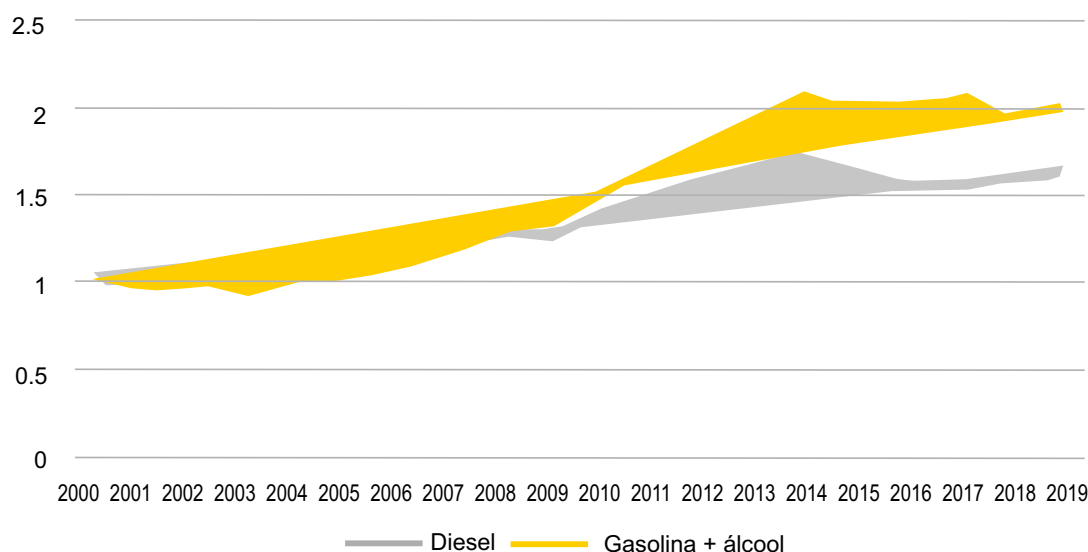
Fonte: ANP, 2021²⁶.

Após subir mais de 60% em relação ao ano 2000, as vendas de gasolina e de diesel tiveram queda na crise econômica iniciada em 2015, mas com níveis muito acima ao observado na década passada e com tendência de estabilização desde 2017. Essa tendência de aumento forte das vendas desses combustíveis significa escalada das emissões de CO₂. A Figura 30 mostra essa escalada verificada no comportamento do índice

de emissões de carbono veicular, considerando fatores fixos de conversão da queima dos combustíveis veiculares (método *Top Down*), e observa-se que em 2019, mesmo com a crise econômica, desde 2015, as emissões de carbono provenientes da queima da gasolina e do álcool eram duas vezes maiores do que as emissões observadas em 2000. No diesel, essa relação era de 1,6, aproximadamente.

²⁶ Dados disponíveis em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/dados-abertos/vendas-de-derivados-de-petroleo-e-biocombustiveis>. Acessado em nov. 2021.



Figura 30 – Índice de emissões totais de CO₂ originárias da queima de combustíveis veiculares, de 2000 a 2019.

Fonte: ANP, 2021

Com o início da pandemia em 2020 e a adoção de políticas de quarentena e teletrabalho, houve impacto forte no consumo de gasolina (Nota Técnica -DPG-SDB-2020-02)²⁷, que teve uma retração no consumo de 9% a 15% em relação ao patamar de 2019. No caso do óleo diesel, a queda da produção em 2020 é proporcionalmente menos severa que a de gasolina, contabilizando redução de 3% a 7%. O sistema de transporte de cargas ainda está muito dependente do transporte rodoviário que, por sua vez, é propulsionado pelos motores a diesel.

Poluentes locais

Os principais poluentes locais gerados no processo de queima dos combustíveis veiculares são o monóxido de carbono (CO), os hidrocarbonetos (HC), óxidos de nitrogênio (NO_x), óxidos de enxofre (SO_x) e os materiais particulados (MP). Os poluentes locais estão associados com várias doenças que acometem principalmente crianças e idosos. A Tabela 21 mostra os impactos de cada poluente citado.

Tabela 21 – Impacto dos principais poluentes locais veiculares sobre a saúde humana.

Poluente	Impacto sobre a saúde ²⁸
CO	Atua no sangue reduzindo sua oxigenação, podendo causar morte.
NO _x	Formação de dióxido de nitrogênio e formação do <i>smog</i> fotoquímico e chuva ácida (precursor O ₃). Provoca edemas pulmonares, penetrando nos alvéolos e podendo causar morte por asfixia.
HC	Combustíveis não queimados ou parcialmente queimado, formam o <i>smog</i> . Podem acarretar doenças respiratórias, por inalação.
MP	Pode penetrar nas defesas do organismo, atingir os alvéolos pulmonares e causar irritações, asma, bronquite e câncer de pulmão.
SO _x	É um gás tóxico que afeta, principalmente, as mucosas, agindo no sistema respiratório e nos olhos, causando irritação.

Fonte: Cetesb/SP, 2020.

27 NT-DPG-SDB-2020-02, junho de 2020, Rio de Janeiro. Reflexos na demanda de combustíveis, na oferta de derivados de petróleo, no setor de biocombustíveis, e análises sobre a arrecadação.

28 Das principais causas de mortes em decorrência da poluição atmosférica, pode-se destacar os acidentes vasculares cerebrais, doenças cardíacas e doenças respiratórias. Além disso, dados publicados mostram íntima relação entre a poluição do ar e mortes em consequência do câncer de pulmão. Outros problemas podem ser desencadeados em curto prazo, pela poluição do ar, entre eles, irritação das mucosas, da garganta e bronquite.



Pesquisadores da Universidade de São Paulo (USP) estimam em cerca de 4.000 mortes anuais na região Metropolitana de São Paulo (RMSP) decorrentes da poluição atmosférica veicular (SALDIVA, 2018).

Analisando apenas a poluição de origem veicular (Tabela 22), observa-se que automóveis e motocicletas são os principais responsáveis pelas emissões de monóxido de carbono e hidrocarbonetos, e apresentam emissões significativas de óxidos de enxofre. Os caminhões se destacam nas emissões de óxido

nitroso, material particulado e óxidos de enxofre, em função da prevalência de veículos a diesel, fóssil. Se dividirmos as emissões de poluentes veiculares locais na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), por tipo de combustível, a gasolina é a grande responsável pelas emissões de monóxido de carbono e hidrocarbonetos, e o diesel pelos demais poluentes (Tabela 23), indicando necessidade de adoção de políticas de substituição da matriz energética, baseada principalmente nesses combustíveis fósseis altamente poluidores.

Tabela 22 – Emissões veiculares na RMSP, por modalidade de transporte em 2019.

Veículos	Poluentes				
	CO	HC	NO _x	MP	SO _x
Automóvel	76,7%	84,0%	24,5%	14,5%	30,2%
Motocicleta	17,7%	10,3%	1,6%	3,7%	1,1%
Caminhão	3,3%	3,6%	45,1%	52,8%	56,2%
Ônibus	2,3%	2,1%	28,8%	28,9%	12,5%

Fonte: Elaborado pelos autores, com dados da Cetesb, 2020.

Tabela 23 – Emissões veiculares na RMSP, por tipo de combustível, em 2019.

Tipo	Poluentes				
	CO	HC	NO _x	MP	SO _x
Diesel	6,2%	6,4%	79,9%	92,5%	81,1%
Gasolina	62,6%	58,8%	14,5%	7,5%	18,9%
Álcool	31,2%	34,8%	5,6%	-	-

Fonte: Elaborado pelos autores, com dados da Cetesb, 2020.

Políticas públicas para mitigação das emissões veiculares de poluentes locais e globais

Há vários caminhos para mitigar as emissões veiculares de poluentes locais, mas o principal é o estímulo do uso de transporte público coletivo, por emitir muito menos poluente por passageiro transportado. Nessa linha, também deve-se estimular o uso de transporte não motorizado, com investimento em infraestrutura urbana de segurança para pedestres e usuários

de bicicletas. Uma boa gestão da logística de cargas, estipulando horários e veículos adequados para a distribuição dos produtos na cidade também reduz emissões.

Outro caminho é o estímulo fiscal e financeiro, para a substituição da matriz energética do transporte, visando redução da dependência dos combustíveis fósseis, principalmente para frotas de ônibus e caminhões de distribuição de carga urbana. No transporte individual, já há soluções viáveis no mercado, como os veículos híbridos, que são muito mais econômicos e emitem menos poluentes, bem como os veículos



elétricos. Também deve haver uma política fiscal e creditícia, que estimule as pessoas a trocarem seus veículos por modelos mais limpos.

Proálcool

O Programa Nacional de Álcool (Proálcool), criado em 1975 (Decreto n.º 76.593/1975), tem como objetivo fomentar a produção do álcool, de forma a atender à demanda do mercado brasileiro, estimulada pela política de combustíveis automotivos, que estabelece a mistura de álcool anidro com a gasolina. No período de 1975 a 1979, houve aumento na produção de álcool anídrico, para a mistura com a gasolina, de 600 milhões de l/ano para 3,4 bilhões de l/ano (BIODIESELBR, 2006).

A partir de 1978, surgiram os primeiros carros movidos à álcool, que, em 1983, representavam mais da metade dos veículos novos comercializados no País, alcançando aproximadamente 60% da frota brasileira de veículos leves em 1991 (FRANCISCO, 2021).

A quantidade de álcool anidro adicionado à gasolina saltou de 14% em 1979 até o limite de 24% em 1988 e, em 2000, foi criado o Conselho Interministerial de Açúcar e Álcool (Cima) (Decreto n.º 3.546, de 17/07/2000), órgão responsável pelo controle da porcentagem de álcool adicionada à gasolina. Desde 2015, a gasolina comum tem acréscimo, obrigatório, de 27% de álcool anidro (Lei n.º 13.033, de 24/09/2014).

Em 2003, teve início a produção de motores *flex fuel* (ou bicombustível) – veículos movidos a gasolina, álcool ou mistura de ambos – que, em 2004, representou 22% dos veículos leves comercializados no Brasil, alcançando mais de 80% em 2011 e uma leve redução para 73% em 2017 (ANFAVEA, 2020).

De acordo com o Relatório da Frota Circulante (SINDIPEÇAS, 2021), em 2020, os veículos *flex fuel* representaram 71,4% da frota de veículos leves circulantes no País, veículos a gasolina, 17,4%,

movidos a diesel, 11%. Apesar dos veículos híbridos e elétricos representarem apenas 0,1% em relação à frota total, com 37,5 mil unidades em 2020, acredita-se que haverá aumento da produção desses modelos no Brasil, decorrente do compromisso da interrupção da produção de veículos a combustão até 2050, por parte de algumas montadoras.

No período de 1975 a 2000, com o acréscimo de álcool anidro à gasolina, estima-se que houve diminuição de 110 milhões de toneladas nas emissões de gás carbônico oriunda de veículos leves²⁹.

Proconve/Promot

O Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (Proconve), criado em 1986 (Resolução Conama n.º 18/86), e o Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares, criado em 2002 (Resolução Conama n.º 297/2002), têm como objetivo reduzir as emissões de poluentes de veículos novos oriundos da indústria automobilística brasileira. Essa política pública fomenta o desenvolvimento tecnológico dos fabricantes de veículos automotores, cujos protótipos/projetos são homologados pelo Proconve/Promot, constituindo o programa oficial do Governo Federal para a redução da poluição do ar causada por poluentes de origem veicular.

O Proconve foi elaborado com base na experiência internacional dos países desenvolvidos e exige que os veículos e motores novos atendam aos limites máximos de emissão em ensaios padronizados e com combustíveis de referência. O programa impõe ainda a certificação de protótipos e de veículos, autorização especial do órgão ambiental federal, para uso de combustíveis alternativos, recolhimento e reparo dos veículos ou motores encontrados em desconformidade com a produção ou o projeto, e proíbe a comercialização dos modelos de veículos não homologados, segundo seus critérios (PROCONVE, 2021).

29 Disponível em: <https://www.biodieselbr.com/proalcool/pro-alcool/programa-etanol>. Acessado em: nov. 2021.



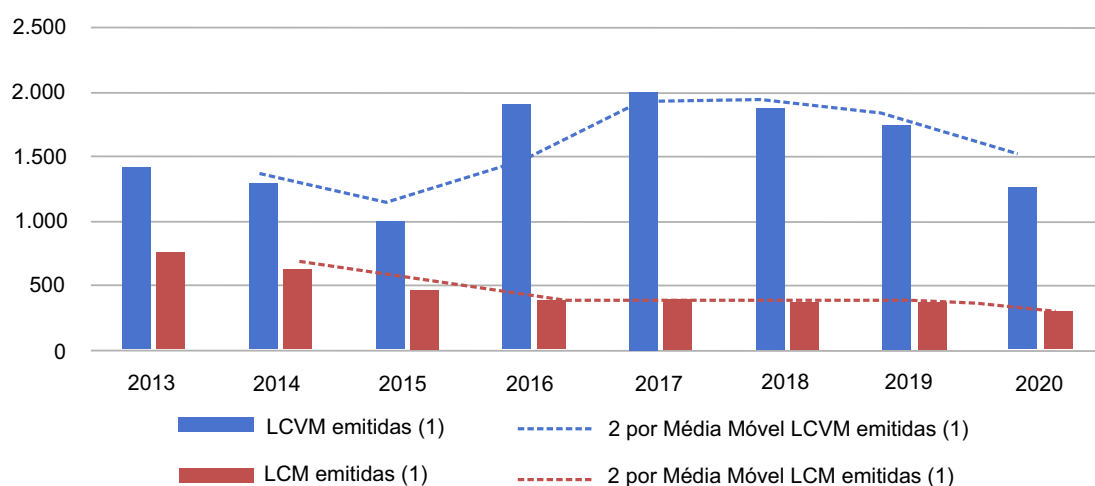
O programa, segundo o Ibama, tem como principal meta “promover a redução da poluição atmosférica por meio do estabelecimento de limites de emissão veicular, induzindo o desenvolvimento tecnológico dos fabricantes e determinando que os veículos e motores atendam aos limites de emissões em ensaios padronizados e com combustível de referência”.

O Proconve também impõe a certificação de protótipos e o acompanhamento estatístico em veículos de produção, autorização do Ibama para uso de combustíveis alternativos, recolhimento e reparo de veículos e motores encontrados em desconformidade com a produção ou projeto, e proíbe a comercialização de modelos de veículos não homologados, além da melhoria das características técnicas dos combustíveis automotivos, criação de programas de inspeção e manutenção para veículos em uso, bem como promoção da conscientização da população, com relação à poluição atmosférica originada pelos veículos, e o desenvolvimento tecnológico no País (IBAMA, 2011, 2016, 2021).

A emissão de gases tóxicos por automóveis, atualmente, é 90% menor que

a registrada em 1986, quando o Proconve foi criado. Só na região metropolitana de São Paulo, a liberação de monóxido de carbono na atmosfera foi reduzida em 60%. Estima-se que 14.495 mortes tenham sido evitadas com a redução da poluição, resultando em economia de aproximadamente R\$ 1,3 bilhão em assistência médica (IBAMA, 2016). A Lei n.º 8.723/93 determina que todos os veículos devem obter licença que comprove sua regularidade em relação às emissões de poluentes, sendo essas a Licença para Uso da Configuração de Veículo ou Motor (LCVM) e a Licença para Uso da Configuração de Ciclomotores, Motociclos e Similares (LCM), ou o documento de dispensa das licenças, sendo que estas regularizam marca/modelo/versão de um veículo ou motor com validade até 31 de dezembro do ano em que foram emitidas. Essas licenças (LCVM e LCM) são documentos obrigatórios para o registro no Departamento Nacional de Trânsito (Denatran). A Figura 31 apresenta a evolução das emissões de licenças para veículos novos fabricados no Brasil ou importados, entre os anos de 2013 e 2020.

Figura 31 – Total de licenças para veículos novos (LCVM/LCM)³⁰ emitidas entre 2013 e 2020.



OBS.: LCVM - Licença para Uso da Configuração de Veículo ou Motor; LCM - Licença para Uso da Configuração de Ciclomotores, Motociclos e Similares.

Fonte: Infosev. Ibama, 2021.

30 LCVM e LCM emitidas inclui LCVM/LCM regulares, que passam por ensaios testemunhados, e LCVM/LCM para quantidades menores às exigidas por ensaio testemunhado.

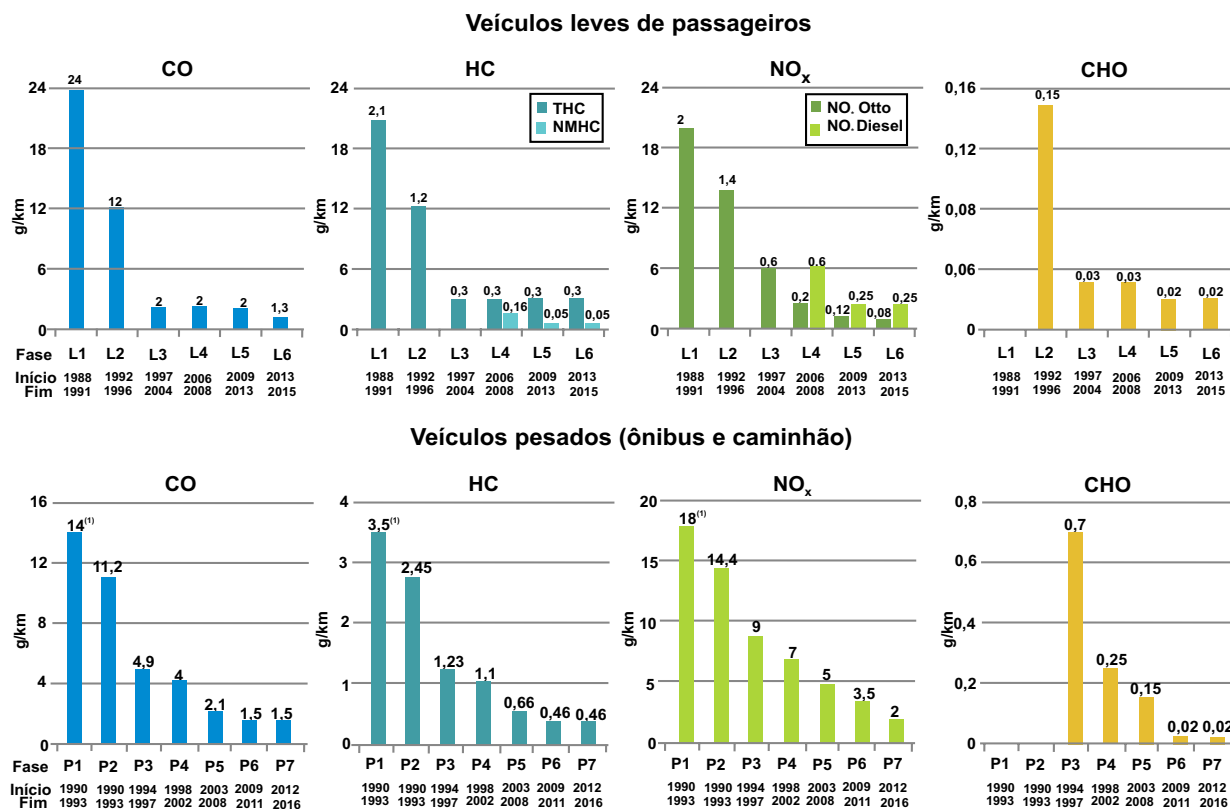


Os dados de emissão de LCVM/LCM podem ser utilizados para verificar o desempenho econômico do País como um todo, nos anos analisados, tanto para veículos leves e pesados, quanto para motocicletas. Isso por quê a indústria automobilística é uma indústria de ponta, cuja cadeia de fornecimento se inicia em uma indústria de base, grande consumidora de serviços, sendo sensível a qualquer evento macro ou microeconômico. Entre 2013 e 2017, a tendência era de alta no quantitativo de novos veículos homologados, enquanto a partir de 2018, tem tido tendência baixista do número de novos veículos que buscam homologação ou renovação.

De forma gradual, em fases (Figura 32), o Proconve determinou limites para as emissões atmosféricas e de poluentes emitidos pelos veículos automotivos leves de passageiros, ônibus, caminhões, ciclomotores, motocicletas e similares.

Para ônibus e caminhões, da Fase P1 até a futura Fase P8, tem-se redução de 86% de óxidos de nitrogênio (14,4 para 0,4 g/km), de 95% para material particulado (de 0,4 para 0,01 g/km), de 90% para emissão de monóxido de carbono (CO) e de 87% para hidrocarbonetos (HC).

Figura 32 – Evolução do limite das emissões de veículos leves e pesados, estabelecida pelo Proconve.



Fonte: Proconve. Ibama, 2021.

Segundo dados do relatório da Cetesb “Emissões veiculares no estado de São Paulo – 2019”, entre 2006 e 2019, no estado de São Paulo, teve aumento de 67%, enquanto as emissões de poluentes veiculares tiveram queda de 55% em monóxido de carbono (CO), 31% em óxidos de nitrogênio (NOx),

56% em material particulado (MP), 51% em hidrocarbonetos não metano (NMHC), 27% em aldeídos (CHO) e 81% no dióxido de enxofre. Os resultados demonstram acertadas as políticas públicas que alcançaram expressiva redução da contaminação atmosférica das fontes móveis.



O Proconve/Promot estabeleceu também as diretrizes gerais para que os órgãos estaduais de meio ambiente implantem os Planos de Controle de Poluição Veicular (PCPV) e o Programa de Inspeção e Manutenção de Veículos Uso (I/M), quando for necessário, com o objetivo de garantir a manutenção adequada dos veículos, de forma que não ultrapasse os limites de emissão de poluentes. É importante destacar que os veículos antigos são responsáveis por boa parte das emissões. Apesar de a frota total estar crescendo, as emissões são reduzidas em função da entrada de veículos mais novos em circulação. Dessa forma, pode-se afirmar que uma parcela importante dos ganhos esperados do Proconve ainda está por vir, com o sucateamento natural dos veículos antigos. Assim, a alteração dos níveis de emissões ocorre em função da substituição de veículos mais velhos (e mais poluidores) por veículos mais novos, construídos para atender às especificações do Proconve. Tal substituição dos veículos mais antigos por novos tem efeito significativo na redução das emissões.

Biocombustíveis

Os biocombustíveis são derivados de biomassa renovável e podem substituir, parcial ou totalmente, combustíveis derivados de petróleo e de gás natural em motores a combustão ou outro tipo de geração de energia. São fontes de energia alternativa que apresentam baixo índice de emissão de poluentes.

De acordo com a Agência Nacional do Petróleo, os dois principais biocombustíveis líquidos usados no Brasil são o etanol, obtido a partir de cana-de-açúcar, e o biodiesel, que é produzido a partir de óleos vegetais ou de gorduras animais, e adicionado ao diesel de petróleo em proporções variáveis.

Em 2004, foi criado o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) visando

a introdução de biodiesel na matriz energética brasileira (Lei n.º 11.097, de 13/01/2005), para uso em motores a combustão interna, com ignição por compressão (motores ciclo diesel) ou, conforme regulamento, para a geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil. Em 2017, mereceu destaque a promulgação da Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), cujo objetivo é reconhecer o papel estratégico dos biocombustíveis, na matriz energética brasileira, com relação à segurança do abastecimento e à mitigação das emissões de gases causadores do efeito estufa, no setor de combustíveis.

O RenovaBio é considerado o maior programa do mundo de descarbonização da matriz de transportes, e estabelece um mercado de créditos de descarbonização, o CBio. Cada CBio equivale a uma tonelada de emissões de gás carbônico evitada na atmosfera. A Política Nacional de Biocombustíveis determina que os distribuidores de combustíveis fósseis adquiram os CBio. Nesse sentido, em 2020, foram negociados na Bolsa de Valores de São Paulo, a B3, cerca de 14,9 milhões de CBio, gerando volume financeiro de mais de R\$ 650 milhões. Assim, os distribuidores de combustíveis cumpriram cerca de 98% da meta de descarbonização estabelecida para 2020 (EPE, 2013).

Ainda em 2020, foram licenciados 2,0 milhões de veículos leves novos no Brasil, 27% a menos que em 2019 e no mesmo patamar de 2016, após três aumentos consecutivos. O impacto da pandemia ocasionou queda significativa das vendas de veículos nos primeiros meses de distanciamento social. A demanda do etanol hidratado caiu 14,7%, registrando 19,8 bilhões de litros, enquanto o consumo de gasolina C reduziu 6,5%, chegando a 36 bilhões de litros, resultando em decréscimo na demanda ciclo *Otto*³¹, de 9,2%, atingindo 49,8 bilhões de litros de gasolina equivalente (EPE, 2013).

31 Criado em 1876 pelo engenheiro alemão Nikolaus August Otto, o motor ciclo Otto possui alto rendimento energético, uma vez que aproveita a energia da queima do combustível nos cilindros. Para isso, esse motor funciona em quatro tempos, que acontecem de modo sucessivo, que são: admissão, compressão, expansão e exaustão.



No período de 2005 a 2007, foi autorizado o percentual de 2% de biodiesel, em volume, no diesel combustível, dependendo da disponibilidade de oferta de matéria-prima e da capacidade de produção da indústria nacional (Resolução n.º 3, de 23 de setembro de 2005). Em 2008, passou a ser obrigatória a mistura de 3%, em volume, de adição de biodiesel no óleo diesel combustível comercializado no Brasil (Resolução CNPE n.º 2 de 13/03/2008), e em 2013, 5% (Resolução ANP n.º 7 de 19/03/2008). Em 2020, houve crescimento de 8,7% em seu uso. A capacidade instalada, 9,4%, com consumo de 6,4 bilhões de litros, fazendo do Brasil o segundo maior produtor mundial desse importante combustível renovável. São 49 unidades produtivas em operação no País. O setor de biodiesel também contribui para a inclusão social, com mais de 98% do volume comercializado proveniente de usinas com selo biocombustível social, o que exige a inclusão de agricultores familiares na cadeia produtiva.

A inserção da agricultura familiar em um programa energético constitui um modelo inovador, com aprimoramento técnico e da renda das famílias. Esse arranjo do PNPB tangencia diversos ODS, como erradicação da fome, melhoria na qualidade de vida, aumento de renda, redução de desigualdade social, desenvolvimento de agricultura mais produtiva e sustentável, além da produção de biocombustível renovável, que contribui para a mitigação de efeitos das mudanças climáticas.

O biodiesel, por possuir ponto de fulgor superior ao diesel convencional, pode ser utilizado puro em motores ciclo diesel. Estima-se uma redução de 78% na emissão de CO₂ no consumo de biodiesel puro, quando comparado ao consumo de diesel convencional (LIMA, 2007).

É possível observar um balanço favorável de CO₂, considerando o que é absorvido durante o desenvolvimento da planta – matéria-prima do biodiesel – superior ao que será emitido quando da queima do biodiesel. Estima-se redução de até 20% na emissão de

enxofre, 9,8% de anidrido carbônico, 14,2% de hidrocarbonetos não queimados, 26,8% de material particulado e 4,6% de óxido de nitrogênio (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2004).

Com relação ao biogás, em 2020, o Brasil contou com 638 usinas em operação, que produziram cerca de 5 milhões de metros cúbicos por dia de biometano, o gás purificado do biogás. Em relação ao biometano, são três usinas em funcionamento, que produziram 330 mil metros cúbicos por dia em 2020. O Brasil atingiu a capacidade instalada em geração distribuída de 42 megawatts, tendo como insumo resíduos agroindustriais, animais e urbanos. Ademais, sua participação na oferta interna de energia (0,1%) vem apresentando crescimento de 27% ao ano, no último quinquênio. É importante destacar que a produção de biogás e de biometano utiliza como matéria-prima resíduos agroindustriais ou provenientes de aterros sanitários, de forma a contribuir para a preservação do meio ambiente e no combate ao aquecimento global (EPE, 2013).

Vários países produzem e comercializam o biodiesel como Argentina, Austrália, Canadá, EUA, Filipinas, Japão, Índia, Malásia, Taiwan e países da União Europeia (Alemanha, Itália, Reino Unido), fomentados por políticas públicas que visam diminuir emissões de gases que causam o efeito estufa (GEE) e melhorar a qualidade do ar nas metrópoles (SEBRAE, 2008).

Em 2020, a frota brasileira de veículos leves ciclo Otto permaneceu no mesmo patamar de 2019, totalizando 38 milhões de unidades, com a tecnologia *flex fuel* representando 80% do total. Em 2013, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) estimou que para 2021 os veículos leves *flex fuel* seriam cerca de 75% da frota (EPE, 2013).

Mesmo no cenário de convergência global, com quase 2,5 milhões veículos eletrificados vendidos em 2035, a renovação natural da frota será muito lenta. A frota circulante de leves ainda terá quase 80% de motores *flex*



(gasolina/etanol), enquanto praticamente 90% dos caminhões e ônibus nas ruas continuarão consumindo diesel. Logo, a demanda por etanol e álcool anidro (presente em 27% na gasolina) exigirá altos investimentos da indústria sucroalcooleira, algo em torno de R\$ 50 bilhões, em 15 anos. O mesmo raciocínio vale para os produtores de diesel e biodiesel. Além disso, serão necessários investimentos significativos e mandatórios na produção de HVO (diesel de origem vegetal) para a frota circulante (ANFAVEA, 2020).

No período de 1975 a 2000, com o acréscimo de álcool anidro à gasolina, estima-se diminuição de 110 milhões nas emissões de gás carbônico oriundas de veículos leves³².

Segundo a União Brasileira de Biodiesel e Bioquerosene (Ubrabio), o Brasil ocupa a segunda colocação no *ranking* mundial de produtores de biodiesel, sendo o 1º lugar ocupado pelos EUA e o 3º pela Alemanha³³.

De acordo com o estudo *Global Energy Transformation*, publicado em 2019, os biocombustíveis têm potencial de reduzir em 70% as emissões globais de CO₂ até 2050 (IRENA, 2019).

Programa Inovar-Auto

O Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica e Adensamento da Cadeia Produtiva de Veículos Automotores (Inovar-Auto) é um programa automotivo do Governo Federal, que tem como objetivo criar condições para o aumento de competitividade no setor automotivo, produzir veículos mais econômicos e seguros, investir na cadeia de fornecedores, em engenharia, tecnologia industrial básica, pesquisa e desenvolvimento, e capacitação de fornecedores. Criado pela Lei n.º 12.715/2012,

o programa esteve em vigência no período de 2013 a 2017.

Ao mirar em veículos mais econômicos, o programa tratou da eficiência energética, cabendo às empresas incorporar novas tecnologias e elevar o padrão nacional, com produtos de maior valor agregado. Com veículos mais eficientes, as emissões atmosféricas diminuem, pois a queima eficiente de combustível favorece tanto a eficiência energética, quanto a menor emissão de poluentes atmosféricos.

Conforme relatório do Grupo de Acompanhamento do Inovar-Auto (MDIC, 2019), os principais resultados do Inovar-Auto são apresentados na Tabela 24.

É preciso destacar investimentos em pesquisa e desenvolvimento, incluindo engenharia, realizados pelas empresas habilitadas, que alcançaram a média de R\$ 5,3 bilhões/ano, representando 3,19% do faturamento da indústria automotiva. A média de inovação na indústria de manufatura era de 0,68% da receita líquida e da indústria automotiva, de 1,39%. Ou seja, as empresas habilitadas ao Programa investiram mais do que o dobro da média do setor e mais de quatro vezes a média da indústria manufatureira. Apenas em patentes, as empresas habilitadas depositaram no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (Inpi) 58 pedidos. Nos 5 anos anteriores ao programa, haviam sido registrados, pelos mesmos CNPJ, apenas 9 pedidos.

A exigência de aumento de etapas fabris também desencadeou investimento por parte das empresas habilitadas, principalmente quanto à modernização da etapa fabril de tratamento e pintura, e de fabricação de motores. A atração dessas novas etapas para o País fortaleceu as competências locais e gerou novos empregos no setor automotivo.

32 Disponível em: <https://www.biodieselbr.com/proalcool/pro-alcool/programa-etanol>. Acessado em nov. 2021.

33 Disponível em: <http://www.ceisebr.com>. Acessado em nov. 2021.



Tabela 24 – Resultados obtidos no Programa do Inovar-Auto.

Indicador	Linha de base	Meta	Resultado alcançado
Novos investimentos (R\$)	zero	R\$ 4,7 bilhões	R\$ 6,7 bilhões*
Aumento da capacidade produtiva instalada – número de veículos	4,2 milhões un.	-----	5,05 milhões un.
Eficiência energética – incremento	2,07 MJ/Km	1,80 MJ/Km (+12,08%)	+15,46%
Pesquisa e desenvolvimento – % ROB	Menos de 0,05%	0,5%	0,60%
Engenharia e TIB – % ROB	Menos de 0,5%	1,0%	2,27%
Etapas fabris do processo produtivo no País – número de etapas	Entre 7 e 8 etapas	10 etapas	Mais de 10 etapas
Desenvolvimento sustentável da indústria – número de adesão de empresas fornecedoras de insumos estratégicos e ferramentaria, no Sistema de Acompanhamento do Programa Inovar-Auto	zero	700	846
Desenvolvimento sustentável da indústria – % de anuências de fornecedores de insumos estratégicos e ferramentaria no Sistema de Acompanhamento do Programa Inovar-Auto	zero	95%	97,5%

OBS.: * O valor refere-se a projetos de investimento aprovados.

Fonte: MDIC, 2019.

Os investimentos realizados pelas empresas, na evolução dos motores e dos veículos, bem como os benefícios financeiros concedidos a partir de 2018, às empresas que atingiram as metas, foram traduzidos em ganhos econômicos aos consumidores, que passaram a ter, à sua disposição, veículos mais eficientes, econômicos e menos poluentes. Observou-se, ainda, nos últimos 5 anos, nítida elevação do padrão tecnológico dos veículos, com claro ganho para os consumidores. Tecnologias antes presentes apenas em veículos de luxo, agora são encontradas em veículos de entrada, por exemplo, pneus de baixa resistência, tecnologia *start-stop*, *downsizing* de motores, motorizações multicomando, injeção direta de combustíveis, direção elétrica, entre outros.

Há evidências suficientes para argumentar que o Inovar-Auto foi bem-sucedido e contribuiu para o fortalecimento da indústria nacional, atingindo o objetivo de apoiar o desenvolvimento tecnológico, a inovação, a segurança, a proteção ao meio ambiente, a eficiência energética e a qualidade dos veículos e das autopeças. Foi

nítida a evolução do padrão tecnológico entre os veículos produzidos em 2013 dos produzidos em 2017, ao término do Programa.

Programa Rota 2030

O Programa “Rota 2030: Mobilidade e Logística”, é parte da estratégia elaborada pelo Governo Federal, para o desenvolvimento do setor automotivo, e compreende regramentos de mercado – o regime automotivo sucessor do Programa Inovar-Auto, encerrado em 31 de dezembro de 2017 – e um regime tributário especial, para a importação de autopeças sem produção nacional equivalente. O Programa Rota 2030 foi elaborado em um contexto no qual o setor automotivo mundial sinaliza profundas transformações nos veículos e na forma de usá-los, bem como na forma de produzi-los.

Diante das tendências citadas, o Rota 2030: Mobilidade e Logística tem como objetivo ampliar a inserção global da indústria automotiva brasileira, por meio da exportação de veículos e



autopeças. A proposta é que este movimento de inserção global seja progressivo, permitindo que, ao final da vigência, o País esteja inserido no estado das artes da produção global de veículos automotores.

O Programa também possui como pressupostos princípios de sustentabilidade ambiental e cidadania. De forma complementar, as políticas de estímulo à pesquisa e desenvolvimento (P&D) visam dotar as empresas de instrumentos para que possam alcançar as metas a serem estabelecidas, além de lhes conferir condições de competitividade para que tais atividades possam ocorrer no País.

Não se trata de ampliar a competitividade somente via redução de custos, mas também por meio da diferenciação tecnológica. A importância das políticas de estímulo justifica-se pelo fato de que o desenvolvimento da indústria automotiva brasileira está atrelado às grandes montadoras globais, cujos centros de decisões estão em suas matrizes, fora do Brasil. Além disso, o investimento em desenvolvimento tecnológico e inovação é peça-chave para a sobrevivência das companhias no mercado mundial, além de conferir vantagem competitiva às empresas aqui estabelecidas.

Assim, o Programa visa solucionar dificuldades enfrentadas pela indústria automotiva nacional, tais como:

- baixa competitividade da indústria automotiva nacional, que resulta em integração passiva às cadeias globais de valor;
- defasagem tecnológica, especialmente em eficiência energética e desempenho estrutural, e tecnologias assistivas à direção do produto nacional, diante das novas tecnologias em fase de implementação nos grandes mercados desenvolvidos;
- risco de transferência das atividades de P&D para outros polos, com consequente perda de postos de trabalho de alta qualificação;

- risco de perda de investimentos no País, com a não aprovação de novos projetos, pelas matrizes das empresas instaladas no País;
- existência de capacidade ociosa na indústria, que precisa ser direcionada para o mercado global;
- risco de perda de conhecimento no desenvolvimento de tecnologias que utilizam biocombustíveis, com impactos na cadeia produtiva.

O Programa Rota 2030 tem como público-alvo o setor automotivo (montadoras e importadores de veículos, fabricantes de autopeças e os trabalhadores do setor). Entretanto, seus resultados serão externados à toda sociedade, especialmente pelo aumento da eficiência energética e a segurança dos veículos comercializados no País, com consequente redução do impacto ambiental, pelos novos veículos na frota nacional.

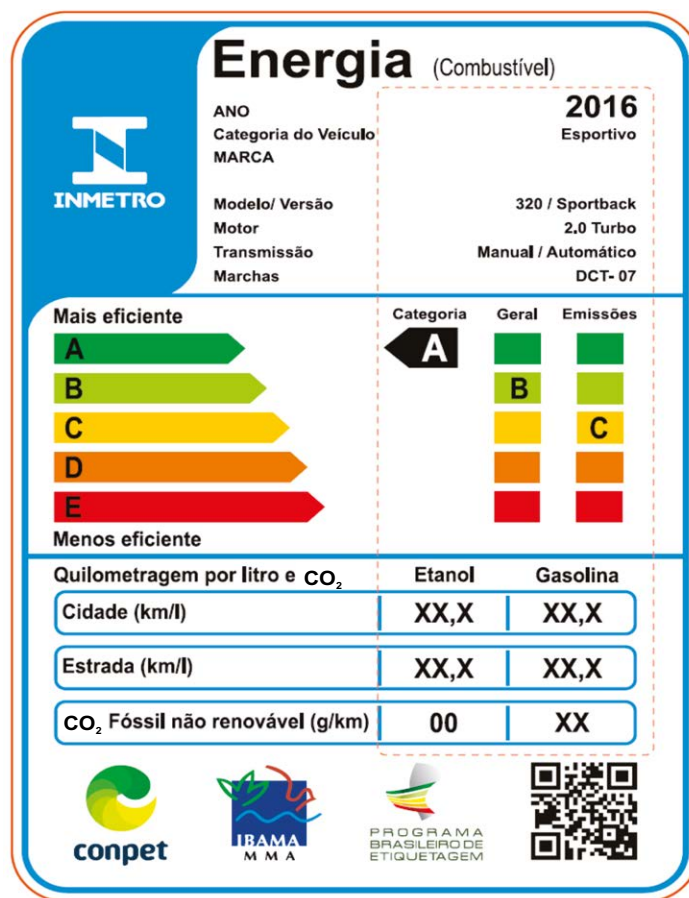
Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular (PBEV)

O Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular (PBEV) foi criado em 2008, com a adesão de apenas 3 marcas, no total de 10 modelos. Atualmente, 12 anos depois, fazem parte do Programa, 36 marcas, no total de 1.034 modelos/versões, reunidos em 15 categorias. Com a adesão de todos os fabricantes nacionais e importadores, 100% dos carros comercializados no País são etiquetados – isso significa uma frota nacional de mais de 40 milhões de veículos, que recebem do Inmetro a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (Ence).

Automóveis que são mais eficientes e obtêm melhores classificações em sua categoria e no *ranking* geral serão contemplados adicionalmente com o “Selo Conpet” de Eficiência Energética (Figura 33), concedido pela Petrobras, parceira do Inmetro no PBEV.



Figura 33 – Selo Conpet do Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular (PBEV).



Fonte: Inmetro, 2021³⁴.

Ao atingir os 100% de adesão de fabricantes e importadores, o PBEV atende a uma das metas do Programa Rota 2030 – Mobilidade e Logística, cujas diretrizes incentivam o ganho de eficiência energética, desempenho estrutural e disponibilidade de tecnologias inovadoras à automação dos veículos comercializados no Brasil. A contrapartida é a concessão de incentivos fiscais às empresas do setor que investem em P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) e inovação.

O PBE-V é integrante do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), coordenado pelo Inmetro. A partir da lei publicada em 17 de outubro de 2001, Lei nº 10.295, Lei de Eficiência Energética, o Inmetro, que de forma voluntária estabelecia programas de etiquetagem, passou a ter a responsabilidade de estabelecer programas de avaliação da conformidade compulsórios, na área de desempenho energético. O PBE estimula a competitividade da indústria, que deve fabricar produtos cada vez mais eficientes.

³⁴ Mais informações sobre o PBEV podem ser obtidas no site: http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtosPBE/regulamentos/etiqueta_pbe_veicular.pdf.



Implementação de políticas públicas para a normatização de emissões atmosféricas

O Ministério da Saúde, ao longo dos últimos 20 anos, executa atividades de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade do ar (Vigiar), em consonância com os princípios do Sistema Único de Saúde (SUS). Especificamente, em 2018, a instituição da Política Nacional de Vigilância em Saúde (PNVS) (MS, 2018), de caráter universal, transversal e orientador do modelo de atenção nos territórios, identificando na esfera administrativa as responsabilidades da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios, entre outras pactuadas, passa a direcionar o modelo de atuação do Vigiar.

As ações do Vigiar têm sido direcionadas com a finalidade de recomendar e adotar medidas de promoção à saúde, prevenção e monitoramento dos fatores de riscos

relacionados às doenças ou agravos à saúde. São ações estruturantes e atividades correntes do Vigiar: (i) análise de situação de saúde ambiental; (ii) subsídio à gestão e organização dos serviços de vigilância e atenção à saúde, por meio de diretrizes institucionais; (iii) intersectorialidade e interdisciplinaridade com órgãos que possuem interface com a Saúde, no que tange à qualidade do ar; (iv) articulação com o setor ambiental e outros setores, auxiliando na formulação e execução de estratégias de controle da poluição do ar, tendo em vista a proteção da saúde da população; (v) facilitação e orientação de políticas públicas nacionais e locais, para a proteção da saúde diante dos riscos da exposição a poluentes atmosféricos; (vi) fortalecimento da produção de conhecimento e inovação no tema; (vii) cooperação técnica com entes federados, na implantação e implementação de estratégias e ações do Vigiar; (viii) ampliação da rede de instituições parceiras.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ambiente urbano possui complexidades e características próprias, cujas interações com o meio e com as pessoas que ali habitam afetam diretamente a saúde pública e a qualidade de vida nas cidades. O ordenamento desse ambiente e a compatibilização entre a convivência humana e a sustentabilidade ambiental passam pelo planejamento urbano e implementação de políticas públicas voltadas para ampliar a qualidade ambiental.

O desenvolvimento de programas e políticas públicas com o objetivo de ampliar o acesso da população aos recursos ambientais nas áreas urbanas tem o potencial de melhorar a qualidade de vida, reduzir os índices de poluição, causados pela geração de resíduos, ordenar o

crescimento da cidade, organizar o trânsito de veículos e pessoas, além da conscientização sobre a importância de se preservar o ambiente. O conjunto dessas ações, quando implementadas de forma correta e sistemática, pode levar a uma situação de sustentabilidade ambiental.

Além da implementação de políticas públicas, conforme Teodoro (2015), a teoria e a prática da sustentabilidade devem ser fundamentadas na complexidade dos debates ecológicos, sociais e econômicos. Somente assim, a sociedade transforma-se a partir do ajuste de seu padrão de produção-consumo e da legitimação de seus distintos ritmos sociais, na apropriação dos recursos naturais.



REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Petróleo (ANP). Vendas de derivados de petróleo e biocombustíveis, 2021. Disponível em:

Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTP). Sistema de informações da mobilidade. 2018. Disponível em: www.antp.org.br. Acesso em 12 de julho de 2021.

Andressa Teixeira Japiassú, L., & Dulce Barbosa Lins, R. (2014). AS DIFERENTES FORMAS DE EXPANSÃO URBANA. *Revista Nacional De Gerenciamento De Cidades*, 2(13).

ANTENOR, S.; & SZIGETHY, L. Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos. Disponível em: <<https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos>>. 2020. Acesso em: 04 de junho de 2021.

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE). Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020. 2020. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>>. Acesso em: 22 de abril de 2021.

Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos e Efluentes (ABETRE). 2020. Atlas da Destinação Final de Resíduos – Brasil 2020. Disponível em: <<http://abetre.org.br/atlas-da-destinacao-final-de-residuos-brasil-2020/>>. Acesso em: 03 de junho de 2021.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). ABNT NBR 10.004: Resíduos Sólidos - Classificação. Rio de Janeiro-RJ, 2004. <https://analiticaqmcresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>. Acesso em 28 de abril de 2021.

Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos Anuário (NTU): 2019-2020. Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos - Brasília: NTU, 2020.

Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA). Coletiva de Imprensa: A ANFAVEA defende o PROCONVE, 2020. Disponível em: https://anfavea.com.br/docs/apresentacoes/apresentacao_dezembro_2020_PROCONVE.pdf. Acesso em 17 de setembro de 2021.

BIODIESELBR. PróAlcool - Programa Brasileiro de Alcool, 2006. Disponível em: <https://www.biodieselbr.com/proalcool/pro-alcool/programa-etanol>. Acesso em 29 de novembro de 2021.

BRASIL, Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Marco Legal do Saneamento Básico. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 de julho de 2020.

BRASIL. Lei Federal nº 12.305/2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Publicado no Diário Oficial da União, Brasília, 03 de agosto de 2010.

BRASIL. Lei Federal nº 12.305/2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Publicado no Diário Oficial da União, Brasília, 03 de agosto de 2010.



CÂMARA DOS DEPUTADOS. O desafio da mobilidade urbana. Centro de Estudos e Debates Estratégicos, Consultoria Legislativa; relator Ronaldo Benedet ; consultores legislativos Antônia Maria de Fátima Oliveira (coord.) ... [*et al.*]. – Brasília : Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2015. 352 p.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. Centro de Documentação e Informação. Coordenação de Biblioteca. O Biodiesel e a Inclusão Social. consultores legislativo Paulo César Ribeiro Lima. Brasília : Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2004. 36 p.

CARVALHO, CARLOS H. R. Mobilidade urbana sustentável: conceitos, tendências e reflexões. TD Ipea. 2016. Desafios da mobilidade urbana. TD Ipea. 2016.

Centro Nacional das Indústrias do setor Sucroenergético e Biocombustíveis (CEISE-BR). Brasil é o segundo maior produtor de biodiesel do planeta, 2019. Disponível em <<http://www.ceisebr.com/conteudo/brasil-e-o-segundo-maior-produtor-de-biodiesel-do-planeta.html#:~:text=O%20n%C3%BAmero%20%C3%A9%20da%20Uni%C3%A3o,%2C%20no%20teor%20de%20%25>>. Acesso em 03 de agosto de 2021.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). Emissão Veicular. 2020. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/veicular/>. Acesso em: 29 de novembro de 2021.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). Emissões Veiculares no Estado de São Paulo, Edição 2019. 2019. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/veicular/wp-content/uploads/sites/6/2020/11/Relatorio-Emissoes-Veiculares-no-Estado-de-Sao-Paulo-2019.pdf>. Acesso em: 29 de novembro de 2021.

DENATRAN. Frota de Veículos, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-denatran/frota-de-veiculos-2021>. Acesso em: 10 de junho de 2021.

DOS SANTOS, Carlos Alberto Frantz, Grupo de Pesquisa em Sustentabilidade e Inovação – GPS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, 2019. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/gps/pesquisa/rsu>>. Acesso em 26 maio 2021.

Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Avaliação do Comportamento dos Usuários de Veículos *Flex Fuel* no Consumo de Combustíveis no Brasil, 2013. Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-250/topico-296/EPE-DPG-S-DB-001-2013-r0\[1\].pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-250/topico-296/EPE-DPG-S-DB-001-2013-r0[1].pdf). Acesso em 08 de junho de 2021.

FRANCISCO, Wagner de Cerqueira. “Proálcool”; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/brasil/proalcool.htm>. Acesso em 08 de junho de 2021.

Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). Impactos na saúde e no sistema único de saúde decorrentes de agravos relacionados a um saneamento ambiental inadequado / Fundação Nacional de Saúde – Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2010. 246p Disponível em: http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/estudosPesquisas_ImpactosSaude.pdf. Acesso em 13 junho 2021.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Séries históricas e estatísticas: temas e subtemas – população e demografia - indicadores demográficos – taxa de urbanização. 2010. Disponível em: <https://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?no=10&op=0&vcodigo=POP122&t=taxa-urbanizacao>. 02 de junho de 2021.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2018. Síntese de indicadores sociais uma análise das condições de vida da população brasileira: 2018 /IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. 151 p. (Estudos e pesquisas. Informação demográfica e socioeconômica, ISSN 1516-3296; n. 39). Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101629.pdf>. Acesso em: 04 de junho de 2021.



Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2019a. Economia - PIB per capita. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/panorama>. Acesso em: 25 de maio de 2021.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Tabela 6579 - População Residente Estimada, 2019b. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6579#resultado>>. Acesso em: 25 de maio de 2021.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Tabela 6784 - Contas Nacionais Anuais - Tabela 6784 - Produto Interno Bruto, Produto Interno Bruto per capita, População residente e Deflator, 2019c. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6784>. Acesso em: 25 de maio de 2021.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Cidades e Estados - PIB per capita. in: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados>, 2020a. Acesso em: 25 de maio de 2021.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativas da População: Estimativas de população publicadas no DOU. Tabelas de estimativas populacionais para os municípios e para as Unidades da Federação brasileiros em 01.07.2020. 2020b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=resultados> Acesso em 02 de junho de 2021.

Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Programa de controle da poluição do ar por veículos automotores — Proconve/ Promot/Ibama, 3 ed. — Brasília: Ibama/Diqua, 2011. 584 p. (Coleção Meio Ambiente. Série Diretrizes — Gestão Ambiental, nº 3)

Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Avaliação dos impactos econômicos e dos benefícios socioambientais do PROCONVE, 2016. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/livros/LIVROPROCONVEDIGITAL.pdf>. Acesso em 12 de setembro de 2021.

Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Programa de Controle de Emissões Veiculares (PROCONVE), 2021. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/emissoes/veiculos-automotores/programa-de-controle-de-emissoes-veiculares-proconve>. Acesso em 12 de setembro de 2021.

Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro). Selo Conpet de Eficiência Energética. 2021. Disponível em: http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtosPBE/regulamentos/etiqueta_pbe_veicular.pdf. Acesso em 29 de novembro de 2021.

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). A mobilidade urbana no Brasil. *In*: Infraestrutura social e urbana no Brasil: subsídios para uma agenda de pesquisa e formulação de políticas públicas. Brasília: Ipea, 2010.

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Poluição atmosférica veicular. 2011. (Comunicados do Ipea, n. 113).

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Radar IDHM: evolução do IDHM e de seus índices componentes no período de 2012 a 2017. Brasília: IPEA/PNUD/FJP, 2019. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/190416_rada_IDHM.pdf. Acesso em: 04 de junho de 2021.

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Estimativa dos Custos Dos Acidentes de Trânsito no Brasil com Base na Atualização Simplificada das Pesquisas Anteriores o IPEA. Brasília, 2015.



Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Atlas do Desenvolvimento Humano tem nova plataforma. Brasília: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), IPEA e Fundação João Pinheiro (FJP), 2021. Disponível em: <https://atlasbrasil.org.br/>. Acesso em: de 04 junho de 2021.

International Renewable Energy Agency (IRENA). Global Energy Transformation: A Roadmap to 2050 (2019 Edition). 2019. Disponível em: <https://www.irena.org/publications/2019/Apr/Global-energy-transformation-A-roadmap-to-2050-2019Edition>. Acesso em: 29 de novembro de 2021.

KAZA, S., YAO, L., BHADA-TATA, P., WOERDEN, F. V. *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Urban Development Series. Washington, DC: World Bank. 2018. DOI:10.1596/978-1-4648-1329-0. License: Creative Commons Attribution CC BY 3.0 IGO.

LIMA, P. C. R. "O Biodiesel no Brasil e no Mundo e o Potencial do Estado da Paraíba", Estudo Técnico da Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados, 2007.

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA. SENATRAN. Frota de Veículos 2020. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-denatran/frota-de-veiculos-2020>. Acesso em: 29 de novembro de 2021.

Ministério da Saúde (MS). Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS). Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano. 2006. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf. Acesso em 02 de agosto de 2021.

Ministério da Saúde (MS). Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS). Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Poluição Atmosférica - VIGIAR. 2015. Disponível em: <https://antigo.saude.gov.br/images/pdf/2017/agosto/30/Instrutivo-IIMR-VIGIAR.pdf>. Acesso em 29 novembro 2021.

Ministério da Saúde (MS). Conselho Nacional de Saúde (CNS). Resolução Nº 588, de 12 de julho de 2018. Política Nacional de Vigilância em Saúde Disponível em: <http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2018/Reso588.pdf>. Acesso em 17 junho 2021.

Ministério da Saúde (MS). Óbitos por Causas Externas – BRASIL. 2019. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sim/cnv/ext10uf.def>. Acesso em: 29 de novembro de 2021.

Ministério da Saúde (MS). Sistema de Informação sobre Mortalidade SIM/Datasus. 2019. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sim/cnv/obt10uf.def>. Acesso em: 29 de novembro de 2021.

Ministério da Saúde (MS). Curso Básico de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano. MÓDULO IV: Informações Sobre Qualidade da Água Para Consumo Humano. 2020. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/curso_basico_vigilancia_qualidade_agua_modulo_IV.pdf. Acesso em 29 novembro 2021.

Ministério da Saúde (MS). Sistema de Informação sobre Mortalidade. Sistema de Vigilância em Saúde. 2021. Disponível em: <http://svs.aids.gov.br/dantps/centrais-de-conteudos/paineis-de-monitoramento/mortalidade/>. Acesso em: 29 de novembro de 2021.

Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC). Grupo de Acompanhamento do Programa Inovar-Auto: Avaliação de Impacto do Programa Inovar-Auto. 2019. Disponível em: https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/images/REPOSITORIO/sdci/InovarAuto/Avaliacao_dea_Impactoa_a_Inovar-Auto.pdf. Acesso em: 29 de novembro de 2021.



Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR). Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. Logística Reversa, MDR, 2018. Disponível em: <<https://sinir.gov.br/logistica-reversa>>. Acesso em: 05 de junho de 2021.

Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR). Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento: diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos - 2018. Brasília, MDR, SNSA, 2019(a). Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-residuos-solidos/diagnostico-do-manejo-de-residuos-solidos-urbanos-2018>. Acesso em: 22 de abril de 2021.

Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR). Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento: 24º DIAGNÓSTICO DOS SERVIÇOS DE ÁGUA E ESGOTOS – 2019(b). Brasília. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS/MDR. 2020. 183 p.

Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR). Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento: diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos - 2019. Brasília, MDR, SNSA, 2020. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-residuos-solidos/diagnostico-do-manejo-de-residuos-solidos-urbanos-2019>. Acesso em: 22 de abril de 2021.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). Agenda Nacional de Qualidade Ambiental Urbana: Programa Nacional Lixão Zero. – Brasília, DF: MMA, 2019. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/agendaambientalurbana/lixao-zero>>. Acesso em: 05 de junho de 2021.

NORBERTO, A.S, *et al.* Estudo da relação entre a geração de resíduos sólidos urbanos e o Produto Interno. Research, Society and Development, v.10, n.1, e3910111429, 2021.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. Análise das Emissões Brasileiras de Gases de Efeito Estufa. SEEG 2019. São Paulo. 2019. Disponível em: https://www.oc.eco.br/wp-content/uploads/2019/11/OC_SEEG_Relatorio_2019pdf.pdf. Acesso em: 22 de setembro de 2021.

Organização Panamericana de Saúde (OPAS). Agenda Convergente Mobilidade Sustentável e Saúde. Documento de Referência, 2020. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/documentos/agenda-convergente-mobilidade-sustentavel-e-saude-documento-referencia>. Acesso em: 17 de junho de 2021.

PLANSAB. Pesquisa nacional de saneamento básico 2000: Abastecimento de água e esgotamento sanitário / IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais. - Rio de Janeiro: IBGE, 2000.

PLANSAB. Pesquisa nacional de saneamento básico 2008: Abastecimento de água e esgotamento sanitário / IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais. - Rio de Janeiro: IBGE, 2008. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/meio-ambiente/9073-pesquisa-nacional-de-saneamento-basico.html?=&t=resultados>. Acesso em: 29 de novembro de 2021.

PLANSAB. Pesquisa nacional de saneamento básico 2017: Abastecimento de água e esgotamento sanitário / IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais. - Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

PLANSAB. Plano Nacional de Saneamento Básico. Relatório de Avaliação Anual, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/plansab>. Acesso em: 03 de abril de 2021.

PLANSAB. Plano Nacional de Saneamento Básico: Mais Saúde com Qualidade de Vida e cidadania. Ministério do Desenvolvimento Regional Secretaria Nacional de Saneamento. Brasília, 2019. Disponível em: https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSDRU/ArquivosPDF/Versao_Conselhos_Resolu%C3%A7%C3%A3o_Alta_-_Capa_Atualizada.pdf. Acesso em: 02 de junho de 2021.

SALDIVA, P. Vida urbana e saúde: Os desafios dos habitantes das metrópoles. São Paulo: Contexto, 2018.



Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE). Biodiesel, 2008. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/NT00035116_000gihb7tn102wx5ok05vadr-1szzvy3n.pdf . Acesso em: 08 de junho de 2021.

Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores (SINDIPEÇAS/ABIPEÇAS). Relatório da Frota Circulante, Edição 2021. Disponível em: https://www.sindipecas.org.br/sindinews/Economia/2021/RelatorioFrotaCirculante_Marco_2021.pdf. Acesso em: 29 de novembro de 2021.

TEODORO, T. H. M. Sustentabilidade, Espaço Urbano e Complexidade, Boletim Gaúcho de Geografia, v. 42, n.1: 23-43, jan., 2015.

Tribunal de Contas do Estado de São Paulo (TCE SP). Manual - Marco Legal do Saneamento Básico, 2021. Disponível em: <<https://www.tce.sp.gov.br/publicacoes/manual-marco-legal-saneamento-basico-2021>>. Acesso em: 28 de maio de 2021.

United Nations Development Programme (PNUD). United Nations Development Programme. Human Development Report 2020: The next frontier Human development and the Anthropocene, 2020. Disponível em: <http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2020.pdf> . Acesso em: 02 de junho de 2021.

