

# Cadernos do ILP

ENSINO – PESQUISA – EXTENSÃO CULTURAL

volume 5, número 3 (especial), 2024



Memória do  
Ciclo ILP+IPT de Ciência Aplicada,  
Tecnologia e Inovação em  
Políticas Públicas  
2023



# Cadernos do ILP

ENSINO – PESQUISA – EXTENSÃO CULTURAL  
São Paulo, volume 5, número 3 (especial), 2024

---

## **ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO**

### **MESA DIRETORA**

Presidente: André do Prado  
1º Secretário: Teonilio Barba  
2º Secretário: Rogério Nogueira  
1º Vice-Presidente: Gilmaci Santos  
2º Vice-Presidente: Milton Leite Filho  
3º Vice-Presidente: Helinho Zanata  
4º Vice-Presidente: Rafael Silva  
3º Secretário: Léo Oliveira  
4º Secretário: Gil Diniz

### **INSTITUTO DE ESTUDOS, CAPACITAÇÃO E POLÍTICAS PÚBLICAS DO PODER LEGISLATIVO DO ESTADO DE SÃO PAULO (INSTITUTO DO LEGISLATIVO PAULISTA – ILP)**

Diretora-Presidente: Agnes Thais Sacilotto  
Diretor Executivo: Airton Germano da Silva  
Diretora Executiva: Natacha Souza Jones  
Gestor de Divisão: Eliezer Ribeiro da Costa

### **CADERNOS DO ILP: ENSINO – PESQUISA – EXTENSÃO CULTURAL**

Editora: Any Marise Ortega  
Assistente Editorial: Caroline de Castro Gomes

### **CORPO CONSULTIVO**

Alex Peloggia, Ana Carolina Corrêa da Costa Leister, Douglas Libório,  
Érika Rigotti Furtado, Gazy Andraus, Giuliano Tierno de Siqueira,  
Helen Barbosa Raiz, Julio de Souza Comparini, Leonardo David Quintiliano,  
Marta Maria Assumpção-Rodrigues, Rafael Castro Kocian,  
Sílvio Gabriel Serrano Nunes, Sirlene Arêdes  
Stanley Plácido da Rosa Silva, Thiago dos Santos Dias



---

©copyright dos autores  
©direitos autorais desta edição: ILP

***Cadernos do ILP: Ensino – Pesquisa – Extensão Cultural***

Publicação de extensão técnico-científica e cultural do  
Instituto do Legislativo Paulista

Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo

Volume 5, número 3 (Especial), 2024

ISSN: 2675-8865

Editora: Any Ortega

Assistente Editorial: Caroline Gomes

Organizadora *ad hoc*: Ros Mari Zenha (IPT)

Produção gráfica e revisão: ILP

Imagens: IPT

FICHA CATALOGRÁFICA

---

Cadernos do ILP: Ensino - Pesquisa - Extensão Cultural / Assembleia Legislativa. Instituto de Estudos, Capacitação e Políticas Públicas do Poder Legislativo do Estado de São Paulo. – v. 5, n. 3 (Especial Ciclo ILP+IPT de Ciência Aplicada, Tecnologia e Inovação em Políticas Públicas 2023) – São Paulo: Instituto do Legislativo Paulista, 2024;  
23 cm (novo formato).

Semestral

ISSN: 2675-8865

1. Ciência Política – Periódico. 2. Políticas Públicas – Periódico. I. Instituto de Estudos, Capacitação e Políticas Públicas do Poder Legislativo do Estado de São Paulo.

---

As opiniões e conceitos expressos nos textos assinados, bem como as informações fornecidas, a originalidade dos trabalhos, a citação de fontes e o adequado uso de imagens, são de responsabilidade dos autores, não representando concepções oficiais desta publicação ou de sua editoria, do ILP ou da ALESP.

Publicação de livre acesso e distribuição gratuita. É permitida a reprodução, para fins de pesquisa e educacionais, não lucrativos, desde que citada a fonte.

**Instituto de Estudos, Capacitação e Políticas Públicas do Poder Legislativo do Estado de São Paulo (Instituto do Legislativo Paulista – ILP)**

Avenida Pedro Álvares Cabral, 201 CEP 04097-900 São Paulo (SP) – Brasil

(11) 3886-6288 / [ilp@al.sp.gov.br](mailto:ilp@al.sp.gov.br) / [www.al.sp.gov.br/ilp](http://www.al.sp.gov.br/ilp)



---

# Editorial

A colaboração institucional entre o Instituto do Legislativo Paulista e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo tem se materializado em iniciativas como o Grupo de Trabalho Temático que desenvolve o Subprograma de Análise de Políticas Públicas nas Áreas de Ambiente Construído e Energia do Observatório Legislativo de Políticas Públicas e Desenvolvimento Sustentável (OBLegisPPDS), bem como o Ciclo ILP+IPT de Ciência Aplicada, Tecnologia e Inovação em Políticas Públicas, que neste ano de 2024 desenvolve já sua quarta edição.

Como desdobramento dessa iniciativa, o presente número dos Cadernos do ILP apresenta a segunda edição temática das Memórias do Ciclo, desta vez trazendo uma coletânea de artigos referentes aos conteúdos desenvolvidos em 2023, dando prosseguimento à edição do Ciclo de 2022 publicada no número 3 do volume 4 do periódico, disponível em livre acesso.<sup>1</sup>

Os textos apresentados abrangem temas técnico-científicos de grande relevância para a formulação e aperfeiçoamento de políticas públicas setoriais, em que o impacto da inovação tecnológica e metodológico-conceitual se faz significativo, como medição da pressão arterial, gestão de resíduos, uso do espaço subterrâneo, gestão de riscos geológicos, habitações de interesse social, uso eficiente da água, ruído, áreas inundáveis e resíduos de poda de arborização. Adicionalmente, apresenta-se ao final o sumário executivo do Programa de Pesquisa OBLegisPPDS.

O ILP e o IPT prosseguem, deste modo, em suas missões de contribuir para o aperfeiçoamento da atividade legislativa e da formulação de políticas públicas em prol do desenvolvimento do Estado de São Paulo e do País.

**Any Ortega**  
**Editora**

---

<sup>1</sup> <https://www.al.sp.gov.br/alesp/biblioteca-digital/obra/?id=25208>

---

# Apresentação

O Poder Legislativo tem como missão representar os interesses da população, buscando a sustentabilidade social, econômica e ambiental do Estado de São Paulo e dos brasileiros que nele vivem. Já a ciência, a tecnologia e a inovação são, no cenário contemporâneo, instrumentos fundamentais para apoiar o setor produtivo e as políticas públicas em diferentes áreas.

A sociedade paulista conta com um dos mais robustos sistemas públicos de ciência, tecnologia e inovação do País, que pode ter seu aproveitamento potencializado no apoio ao processo legislativo.

A utilização dos resultados da ciência, da tecnologia e da inovação em políticas públicas geralmente leva muito tempo e esforço para que os resultados sejam usados para o desenvolvimento, implementação e avaliação de políticas públicas. Isso acaba, muitas vezes, não ocorrendo.

É preciso desenvolver metodologias e estratégias para que isso aconteça, já que negligenciar resultados científicos em políticas públicas custa recursos e vidas. É premente criar oportunidades formais do poder legislativo interagir com os (as) pesquisadores (as).

Por meio de um Acordo de Cooperação Mútua, o Instituto do Legislativo Paulista – ILP e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo – IPT definiram uma estratégia de interação e colaboração entre o sistema paulista de ciência, tecnologia e inovação e o legislativo paulista, que tem auxiliado na melhoria do processo de definição de políticas públicas com vistas à melhoria da qualidade ambiental e da qualidade de vida da população do Estado de São Paulo.

Esse Acordo de Cooperação possibilita a realização de cursos e eventos de extensão cultural e capacitação técnico-científica no campo das políticas públicas, abrangendo diversos temas, fazendo chegar aos servidores do legislativo, empregados públicos, parlamentares, gestores e agentes públicos e à sociedade civil, de forma apartidária e condizente com o interesse público, informações

---

científicas, associando a ciência, tecnologia e inovação às necessidades da população, transformando, assim, a realidade em que vivemos.

Esta publicação, a segunda de uma série (ver Cadernos do ILP, volume 4, número 3 – especial, 2023), apresenta, de forma resumida, o resultado da Programação do Ciclo de Debates ILP/Alesp + IPT de Ciência Aplicada, Tecnologia e Inovação em Políticas Públicas 2023, dando conta de alguns dos desafios das nossas cidades e áreas metropolitanas, a exemplo da necessidade de utilização de instrumentos de gestão e de planejamento municipal e metropolitano para a utilização inteligente e sustentável do ambiente urbano tais como o mapeamento de áreas inundáveis, o mapeamento sonoro e planos de gestão municipal e regional de resíduos; do suporte tecnológico à área da saúde, em especial na medição e controle da pressão arterial da população; do uso adequado do espaço subterrâneo das cidades; da gestão de riscos geológicos; dos desafios a serem enfrentados na transição energética no Estado de São Paulo; da preocupação com a economia circular, a exemplo do reaproveitamento de resíduos de poda da arborização urbana para diferentes fins e do desempenho e durabilidade das habitações de interesse social.

Esperamos que tais contribuições possibilitem atender às demandas sociais mais amplas, embasando com dados técnicos relevantes o conteúdo das proposições legislativas e das políticas públicas.

**Ros Mari Zenha**  
**Pesquisadora do Centro Técnico IPT**  
**de Habitação e Edificações**



---

# Sumário

## **Memória do Ciclo ILP+IPT de Ciência Aplicada, Tecnologia e Inovação em Políticas Públicas 2023**

### **Reaproveitamento de resíduos de poda da arborização urbana: desafios e potencialidades.**

Caroline Almeida Souza, Giuliana Del Nero Velasco,  
Ana Paula de Souza Silva, Cyntia Santos Malaguti de Sousa,  
Tomás Queiroz Ferreira Barata e Fernando Poyatos  
13-22

### **Uso eficiente da água: necessidade contínua**

Luciano Zanella  
24-31

### **Mapeamento de áreas inundáveis: instrumento de gestão e planejamento urbano**

Filipe Antonio Marques Falcetta  
33-38

### **Ruído e nossa saúde**

Fulvio Vittorino, Marcelo de Mello Aquilino e Ros Mari Zenha  
40-43

### **Questões a serem feitas (e respondidas) quando se legisla ou se formulam políticas públicas envolvendo riscos geológicos: algumas sugestões básicas**

Alex Peloggia  
45-56

---

### **Durabilidade das habitações de interesse social**

Luciana A. de Oliveira

57-64

### **Uso e ocupação do espaço subterrâneo: desafios do futuro**

Gisleine Coelho de Campos, Wilson Shoji Iyomasa,

André Pacheco de Assis, Hugo Cássio da Rocha e

Werner Bilfinger

66-76

### **Medição não invasiva de pressão arterial no Brasil e seus desafios**

Luciana Casciny Pacífico, Maria Luiza Otero D'Almeida Lamardo,

Olga Satomi Yoshida e Rafael F. Farias

77-82

### **Planos de gestão municipal e regional de resíduos: o caso da Baixada Santista**

Letícia dos Santos Macedo

83-92

## **Pesquisa ILP+IPT OBLegisPPDS**

### **Observatório Legislativo de Políticas Públicas e Desenvolvimento Sustentável: o Parlamento Paulista e a Agenda 2030**

(SUMÁRIO EXECUTIVO)

**The Legislative Observatory on Public Policies and Sustainable  
Development: the São Paulo State Parliament and the 2030 Agenda**  
(EXECUTIVE SUMMARY)

---

# **Memória do Ciclo ILP+IPT de Ciência Aplicada, Tecnologia e Inovação em Políticas Públicas 2023**

**Organização: Ros Mari Zenha (IPT)**



---

# REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE PODA DA ARBORIZAÇÃO URBANA desafios e potencialidades.

**Caroline Almeida Souza**  
**Giuliana Del Nero Velasco**  
**Ana Paula de Souza Silva**  
**Cyntia Santos Malaguti de Sousa**  
**Tomás Queiroz Ferreira Barata**  
**Fernando Poyatos**

De acordo com o Plano Nacional de Resíduos Sólidos – Planares (BRASIL, 2022), a degradação dos resíduos orgânicos nos aterros e lixões é uma das principais fontes de geração de metano, um gás com enorme potencial de efeito estufa, além da possibilidade de geração de outros impactos ambientais, como a poluição do solo, água superficial e subterrânea pelo chorume gerado no processo de decomposição, e atração de pragas e vetores – organismos que podem danificar a infraestrutura urbana e transmitir doenças. Dessa forma, o Planares indica que é imperativa a implementação de políticas e ações para redução, reciclagem e valorização dos resíduos orgânicos, para mitigar as emissões de gases de efeito estufa, reduzir impactos ambientais relacionados à disposição inadequada e aumentar a vida útil dos aterros existentes (SOUZA e VELASCO, 2022).

Exposto esse contexto, reaproveitar resíduos de poda de árvores é um tema essencial que precisa ser incorporado nas gestões municipais por ser uma possível solução para um problema comum nas cidades brasileiras: a geração anual de grandes volumes de material lenhoso, proveniente da poda e corte na arborização urbana. Para se ter uma ideia do problema, estimativas apontam que o município de São Paulo – com 11,45 milhões de habitantes (IBGE, 2022) e uma cobertura

---

arbórea que ocupa apenas 11,7% das ruas, abrangendo cerca de 652 mil árvores (MENDES, 2021) – gera cerca de 50 mil toneladas deste tipo de resíduo por ano (ROCHA *et al.*, 2015); já Bertioga – Município muitíssimo menor, com uma população de 64,18 mil pessoas –, gera cerca de 2 mil toneladas do resíduo anualmente (PMB, 2016). Isso demonstra que o volume deste tipo de material é relevante tanto em municípios de grande porte, como São Paulo, quanto em municípios menores como Bertioga.

O tema também chama a atenção de pesquisadores de instituições públicas como o IPT e a FAUUSP já que, além de poderem contribuir com o desenvolvimento de soluções para o reaproveitamento de resíduos de poda no meio urbano, tais instituições também estão inseridas em campi arborizados e, assim como os municípios, têm que lidar com os grandes volumes de resíduos decorrentes do manejo de sua arborização.

Nesse contexto, o IPT e a FAUUSP firmaram, em 2021, um acordo de cooperação técnico-científico para buscar alternativas para o uso de resíduos da poda urbana com valor agregado, com vistas à geração de serviços ambientais. Iniciou-se, assim, a interação entre as instituições, com o compartilhamento de informações sobre o tema e resultados de análises laboratoriais e de caracterização tecnológica de amostras de resíduos advindos da Cidade Universitária “Armando de Salles Oliveira” (CUASO), em São Paulo, e do município de Bertioga. A prefeitura de Bertioga foi parceira fundamental, não só fornecendo amostras de resíduos de poda de sua arborização urbana, mas também, interagindo com os pesquisadores do IPT e da FAUUSP, disponibilizando informações importantes sobre o processo de poda realizado no Município, que foi a base para o desenho de melhorias para favorecer o reaproveitamento de seus resíduos.

O levantamento exploratório de estudos científicos sobre o potencial do uso de resíduos de poda indicou que seu reaproveitamento estava sendo considerado em diversas possibilidades, associados a cinco setores econômicos (SOUZA *et al.*, 2020), conforme o quadro 1. Percebeu-se que os estudos para o reaproveitamento desses resíduos no setor da construção civil foi o mais diversificado, tendo sido



estudadas aplicações em produtos sólidos de madeira, painéis de madeira, agregados para confecção de blocos de concreto e compósitos termoplástico-celulósicos. Este resultado mostra também que a maioria das opções de reaproveitamento destes resíduos podem colaborar para atingir dois Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS): ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis e ODS 12 – Consumo e Produção Responsáveis.

Quadro 1. Opções de reaproveitamento de resíduos de poda estudados (até 2020) aplicados a setores econômicos e associados a metas dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Setores Econômicos Opções de Reaproveitamento de resíduos de poda	ODS													
	2		6	7	8	10	11	12		15				
	METAS													
	2.1	2.3	2.4	6.3	7.2	8.5	8.6	10.2	11.6	12.2	12.4	12.5	15.3	
<b>Construção civil</b>														
Produtos sólidos de madeira						X	X		X	X	X	X		
Painéis de madeira						X	X		X	X	X	X		
Agregado para confecção de blocos de concreto									X	X	X	X		
Compósitos termoplástico-celulósicos						X	X	X	X	X	X	X		
<b>Agricultura/jardinagem</b>														
Composto orgânico	X	X	X	X					X	X	X	X	X	X
Camas de aves			X						X	X	X	X		
Biomassa para proteção do solo			X						X	X	X	X	X	X
<b>Energia</b>														
Biocombustíveis sólidos					X				X	X	X	X		
Bioetanol	X	X	X		X				X	X	X	X		
Gaseificação da madeira					X				X	X	X	X		
<b>Decoração/design/materiais pedagógicos e esportivos</b>														
POM						X	X	X	X	X	X	X		
<b>Indústria química</b>														
Resinas plásticas, colas e essências						X	X		X	X	X	X		

Fonte: Souza *et al.* (2020).

O tema de reaproveitamento de resíduos de poda deve também ser pensado como alternativa de geração de renda, com a capacitação de mão de obra local para confecção de objetos provenientes de madeiras das podas das árvores, os chamados Pequenos Objetos de Madeira (POM), e sua posterior comercialização. A depender do perfil de cada município e de sua cobertura arbórea, uma combinação das possibilidades apontadas no Quadro 1 pode ser implementada.

Deve-se observar, no entanto, que soluções que aproveitam a madeira maciça ou retardem seu processo de decomposição, alinhadas com o princípio do uso de resíduos em cascata, preconizado pela economia

---

circular, contribuem para a fixação do carbono, evitando sua liberação na atmosfera (o que agrava significativamente o efeito estufa).

Efeito inverso ocorre nas soluções de aproveitamento no âmbito da agricultura/jardinagem e da geração de energia, mais difundidas e adotadas, porém o uso energético colabora para que o uso de fontes fósseis seja substituído por fontes de origem renovável, contribuindo com a diminuição das emissões de gases de efeito estufa, com consequente diminuição de resíduos em aterros, aumentando a vida útil dos mesmos, mostrando que os diferentes usos dos resíduos de poda podem ter vantagens e desvantagens e que a opção ou as opções mais viáveis dependerá de inúmeros fatores.

Dessa forma, a gestão do manejo de tais resíduos pode ser um grande motivador para a estruturação de políticas públicas de reaproveitamento de resíduos e geração de renda. Para tal, é fundamental que exista a participação do poder público, por meio das secretarias municipais ou subprefeituras responsáveis por executar as podas e, também, das concessionárias de energia elétrica, entre outros agentes, para possibilitar a organização dos resíduos de modo a destiná-los a um melhor uso.

Oficinas de capacitação podem ser ofertadas para a população interessada em utilizar a madeira de poda para confeccionar produtos a partir desse material. A FAUUSP, por exemplo, ministra oficinas de produção de jogos com madeira de poda urbanas, onde os professores ensinam a criar brinquedos, jogos de tabuleiro e mobiliários (figuras 1 e 2).

Em parceria com a FAU e com a prefeitura do município de Bertiooga, o IPT desenvolveu um guia de reaproveitamento de madeira de poda, com informações sobre caracterização de madeira e proposições de um organograma repensando o sistema atual de poda, inserindo o reaproveitamento de resíduos. O guia, que está disponível gratuitamente em [Ebook-Residuo-de-poda.pdf \(ipt.br\)](#), é fruto dessa parceria institucional, que culminou com uma experiência prática de operacionalizar o reaproveitamento de parte dos resíduos de poda de Bertiooga.



Figura 1 – Apresentação das espécies e tipologia da madeira bruta proveniente dos processos de poda e corte de árvores na Cidade Universitária, campus da capital (CUASO).

Fonte: acervo Podalab.



Figura 2 – Oficinas de criação e produção de jogos educativos e mobiliários com resíduos arbóreos na Seção Técnica de Modelos, Ensaios e Experimentações Construtivas (STMEEC - FAUUSP).

Fonte: acervo Podalab.

Essa experiência prática de reaproveitamento de resíduos de poda e corte de árvores em Bertioga decorreu de conversas com a Prefeitura de Bertioga sobre como iniciar sua implementação no município. Dos usos estudados no projeto, o artesanato foi o escolhido para iniciar o reaproveitamento de resíduos de poda e corte de árvores em Bertioga.

Cadernos do ILP: Ensino – Pesquisa – Extensão Cultural

---

Isso porque já há artesãos que participam de eventos no município e que têm interação com a equipe do Centro de Educação Ambiental da Secretaria de Meio Ambiente, ligada ao tema economia solidária.

Assim, um grupo de artesãos de Bertioga foi convidado a participar da disciplina “Design, cultura e materialidade” do Curso de *Design* da FAUUSP, em São Paulo, por quatro meses. A interação com os alunos e os professores da disciplina propiciou que os artesãos participassem do processo de planejamento do reaproveitamento de resíduos, com a indicação dos desafios e potencialidades envolvidos, de forma a definir um plano de ação para torná-lo realidade em Bertioga, em uma oficina presencial no município, realizada em 21/10/2023. A oficina foi noticiada na imprensa local (Diário do Litoral, edição de 23/10/2023).<sup>2</sup>

Outro ponto importante para iniciar o reaproveitamento de resíduos de poda e corte de árvores no município foi o exercício de planejar o armazenamento dos resíduos das podas e cortes já agendados. Com isso, um lote de resíduos foi armazenado em um galpão da Prefeitura (figura 3). Posteriormente, a Secretaria de Meio Ambiente contratou um serviço de beneficiamento do material com objetivo de tornar mais fácil o seu manuseio e mais atrativo aos usuários finais (figura 4), disponibilizando o mesmo para os artesãos de Bertioga o retirarem para uso em suas produções artesanais.

Esta iniciativa foi importantíssima para o início do processo de reaproveitamento de resíduos de poda e corte de árvores em Bertioga, mesmo que a partir de uma quantidade pequena de resíduos. Isso porque os artesãos já estão em contato com a Prefeitura, por meio de um grupo em um aplicativo de mensagens, e já estão se organizando para utilizar o material armazenado.

---

<sup>2</sup> <https://www.diariodolitoral.com.br/cotidiano/bertioga-desenvolve-projeto-para-reaproveitamento-de-podas/175026/>.



Figura 3 – Galpão disponibilizado pela Secretaria de Meio Ambiente de Bertiooga para armazenar resíduos de poda para fins de reaproveitamento.

Fonte: acervo IPT.



Figura 4 – Beneficiamento de resíduos arbóreos do lote armazenado em um galpão da Prefeitura de Bertiooga.

Fonte: acervo Secretaria Municipal de Meio Ambiente – Prefeitura de Bertiooga.

Dessa forma, estão sendo identificados, na prática, os pontos de melhoria para o processo, que incluem:

(1) definir procedimento de triagem das árvores com potencial de reaproveitamento para identificar as espécies e quantificar resíduos passíveis de serem reaproveitados;

---

(2) inserir informação de comprimento mínimo desejável de galhos podados e de troncos suprimidos na Ordem de Serviço da empresa terceirizada responsável pela poda e corte de árvores em Bertioiga – em casos sem complexidade –, já que tal procedimento resulta em resíduos de dimensões mais compatíveis com o seu reaproveitamento, podendo gerar produtos diversificados e com maior valor agregado (ex.: resíduos de galhos e troncos de, no mínimo, 1,30 m possibilitam o seu uso na fabricação de mobiliário, além de POM e de seu aproveitamento para uso energético); e

(3) informar os diversos atores responsáveis pela poda e corte de árvores em Bertioiga sobre o local de armazenagem para onde os resíduos que serão reaproveitados devem ser levados.

Além disso, esse primeiro exercício de reaproveitamento de resíduos arbóreos em Bertioiga apontou para dois grandes desafios a serem superados pela Prefeitura de Bertioiga: (1) envolver outras secretarias municipais de forma que sua participação auxilie com os processos, desde o planejamento até a disponibilização dos materiais para os artesãos; e (2) a limitação de recursos necessários para o desenvolvimento de um projeto piloto de reaproveitamento dos resíduos. Dessa forma, conclui-se que, para que esta iniciativa seja incorporada à política pública municipal, é necessário que recursos humanos e financeiros específicos sejam designados para implementar um projeto piloto, possibilitando demonstrar a geração dos benefícios ambientais, sociais e econômicos relacionados ao aproveitamento de resíduos da arborização urbana.

## Referências

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental (2022). **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, DF: MMA, 209p.

IBGE (2022). **Cidades. Bertioiga. Panorama. População. 2022**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/bertioiga/panorama> Acesso em: 13 abr. 2024.



---

IBGE (2022). **Cidades. São Paulo. Panorama. População. 2022**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-paulo/panorama> Acesso em: 13 abr. 2024.

MENDES, F. H. (2021) Estimativa da quantidade de árvores urbanas a partir de modelo estatístico e criação do Índice Mendes de arborização urbana. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana* 16(1): 81-93. DOI: 10.5380/revsbau.v16i1.77934

PREFEITURA MUNICIPAL DA ESTÂNCIA BALNEÁRIA DE BERTIOGA – PMB (2016). **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**. Bertioiga. Disponível em [http://www.bertioiga.sp.gov.br/wp-content/uploads/2016/04/PGIRS-BERTIOGA-29\\_04\\_16.pdf](http://www.bertioiga.sp.gov.br/wp-content/uploads/2016/04/PGIRS-BERTIOGA-29_04_16.pdf). Acesso em 09 abr. 2024.

ROCHA, A. J. F. et al. (2015) Destinação sustentável do resíduo da poda de árvores urbanas. *In: XV Safety, Health and Environment World Congress*, p. 137-141.

SOUZA, C. A.; GUIMARÃES, C. C.; VELASCO, G. Del N. (2020) Reaproveitamento de resíduos de poda e sua colaboração para atingir os objetivos de desenvolvimento sustentável. *In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL NUTAU*, 13, São Paulo. *Anais...* Disponível em <http://pdf.blucher.com.br/s3-sa-east-1.amazonaws.com/designproceedings/nutau2020/40.pdf>. Acesso em 09 abr. 2024.

SOUZA, C. A.; VELASCO, G. Del N. (orgs.) (2022) **Resíduo de poda de árvores urbanas: como reaproveitar?** São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo: USP - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. (IPT publicação 3046).

---

### **Caroline Almeida Souza**

Pesquisadora (IPT) e Mestra em Economia Ecológica (University of Edinburgh)

### **Giuliana Del Nero Velasco**

Pesquisadora (IPT) e Doutora em Agronomia (USP)

### **Ana Paula de Souza Silva**

Pesquisadora (IPT) e Doutora em Energia (USP)

---

**Cyntia Santos Malaguti de Sousa**

Professora (FAUUSP) e Doutora em Arquitetura e Urbanismo (USP)

**Tomás Queiroz Ferreira Barata**

Professor (FAUUSP) e Doutor em Engenharia Civil (Unicamp)

**Fernando Poyatos**

Secretário de Meio Ambiente de Bertioga e especialista em Engenharia de Petróleo e Gás (UNISANTA).



# Seja bem-vinda(o)!

Você acaba de acessar a **calculadora da água**, ferramenta de conscientização ambiental sobre o uso da água desenvolvida pelo **IPT** para auxiliar no entendimento de como a água é utilizada em casa.

## IPT - Calculadora de água




Recomendamos que você preste bastante atenção em como usa a água no seu dia-a-dia, observando a quantidade de vezes que faz uso da água e os tempos que permanece com as torneiras abertas durante esses usos. São esses os principais dados necessários ao funcionamento da calculadora.

Os valores obtidos são uma referência média. O consumo pode variar bastante de acordo com os hábitos de uso, a pressão da água, o tipo de equipamento e a abertura das torneiras.

[ACESSAR CALCULADORA](#)

## I. Cálculo de consumo

A calculadora permite estimar o consumo da água para uma pessoa ou para todas as pessoas que moram juntas na mesma residência, tanto para uma casa ou um apartamento.

No canto superior esquerdo da tela, na barra de navegação, existe um botão que dá acesso ao menu do programa (). Sempre que desejar navegar para uma nova tela é possível fazê-lo por meio deste botão.

Depois de estimar seu consumo, será possível verificar quanto de água poderia ser economizada se fossem utilizados equipamentos economizadores e você ainda poderá ter uma ideia de quanto da água consumida em uma casa poderia ser, teoricamente, substituída por de água da chuva.

[OK, COMEÇAR](#)



---

# USO EFICIENTE DA ÁGUA: necessidade contínua

**Luciano Zanella**

Indiscutivelmente, a água é um recurso natural essencial para a vida e para o desenvolvimento socioeconômico. Mesmo com tamanha importância, o impacto humano sobre esse recurso essencial é cada vez maior e os esforços para a mitigação desses impactos nem sempre consideram a relevância da água, considerada por muito tempo como recurso infinito. A concentração da população em grandes aglomerados urbanos e o aumento das atividades consumidoras de água tendem a levar à degradação da qualidade da água, à ocupação da área dos mananciais e ao aumento das quantidades de água extraídas do ambiente, fato que, tradicionalmente, leva à busca por maiores quantidades desse recurso, cada vez mais distante dos centros consumidores, impactando novas áreas.

Concomitantemente, a quantidade da água nos mananciais já utilizados vem sofrendo de variações significativas e assustadoras promovidas pelas mudanças nos regimes de chuva e temperaturas pelas quais o mundo tem passado.

A importância desse recurso na vida e na sociedade, aliada à conscientização sobre sua finitude e a fatores como mudanças climáticas, crescimento populacional e práticas equivocadas de uso e gestão, têm impulsionado a necessidade de promover mudanças na forma de manejar a água, buscando perspectivas mais sustentáveis de utilização desse recurso focada em sua conservação e na segurança hídrica, garantindo sua disponibilidade. O uso eficiente da água, respaldado por um conjunto de ações técnicas e tecnologias que têm por fundamento criar estratégias de redução da pressão imposta aos mananciais e à busca pela otimização do uso dos recursos hídricos, é

Cadernos do ILP: Ensino – Pesquisa – Extensão Cultural

---

uma necessidade imperativa, especialmente em um país como o Brasil, que, embora detentor de vastos recursos hídricos, enfrenta desafios significativos na distribuição e qualidade desse recurso vital.

Em consonância com a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas, o Brasil se comprometeu com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), destacando-se o ODS 6, que visa "assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos". Atingir as metas do ODS 6 requer investimentos em infraestrutura e tecnologia e uma mudança significativa no comportamento humano em relação ao uso da água.

A legislação brasileira, por meio da Lei nº 9.433/1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, estabelece diretrizes fundamentais para a gestão sustentável da água, promovendo o uso racional e a preservação dos corpos hídricos, diretrizes seguidas pelas Leis 11.445/2007 e 14.026/2020, que estabelecem as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico. Grande parte da legislação existente se aplica às águas públicas e águas comuns, no entanto, a efetividade dessas diretrizes depende, em grande medida, do comportamento humano já que o uso da água em ambiente urbano se dá, em sua grande parte, dentro das edificações, em ambiente particular, sob responsabilidade direta dos usuários, de forma tão cotidiana que até subestima a percepção do volume utilizado.

A maior atenção dada pelos usuários quanto ao consumo de água é o valor monetário da conta referente aos serviços de abastecimento água potável e coleta, afastamento e tratamento de esgoto. São raras as pessoas que têm conhecimento do volume de água consumido, a percepção de como essa água foi consumida e o impacto que seu consumo representa ao longo do tempo.

O foco nos cuidados com o consumo de água recebe mais atenção por parte dos usuários durante períodos de grandes estiagens, quando o abastecimento público tem o risco de falha aumentado, o tema ganha espaço na grande mídia e impacta significativamente o dia a dia da população, mas logo que a situação se reverte e os estoques de água

---

se recuperam, essa atenção se dissipa até que surja novo período de crise.

A conscientização e a adoção de equipamentos e práticas eficientes de uso da água por parte da população são determinantes para garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos e o uso eficiente da água e sua necessidade deve ser continuamente reforçada.

Programas de uso eficiente ou uso racional de água têm sido desenvolvidos de forma bastante consistente nas últimas décadas com resultados reconhecidos e significativos tanto em ambiente predial quanto em ambiente urbano. Sem a pretensão de promover um levantamento abrangente e histórico, mas a título de exemplo, citam-se o PURA, Programa de Uso Racional da Água, criado em 1995, desenvolvido em conjunto pela Sabesp, pelo IPT e USP, já em decorrência de um período de estiagem enfrentado à época, e o PNCD, Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água, programa da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades, de 1997, que objetiva promover o uso eficiente da água de abastecimento público nas cidades brasileiras e a postergação da ampliação dos sistemas.

A chamada crise hídrica, o período de seca que afetou gravemente a região sudeste do País entre os anos de 2014 e 2015, trouxe novamente à tona a necessidade da promoção do uso eficiente da água, da segurança hídrica e da conscientização da população quanto ao uso da água. São decorrentes dos acontecimentos dessa época, duas publicações voltadas à difusão tecnológica na área ambiental, realizadas pelo IPT, destinadas ao público não técnico. Essas publicações tiveram por objetivo o auxílio no entendimento das formas de uso de fontes alternativas, colaborando com a chamada gestão da oferta, um dos pilares do uso eficiente de água, que tem por foco a redução do consumo de água potável proveniente das concessionárias dos serviços de saneamento pela sua substituição, em processos específicos, por água proveniente, por exemplo, do aproveitamento de água de chuva e do reúso.



---

Publicado em 2015, o Manual para Captação Emergencial e Uso Doméstico de Água de Chuva (ZANELLA, 2015) teve por objetivo informar aos cidadãos formas mais seguras de coletar, tratar e armazenar água de chuva de forma emergencial, em sistemas independentes dos sistemas prediais de distribuição de água e em resposta a práticas inseguras que vinham sendo instaladas pela população e divulgadas como soluções para o enfrentamento da crise.

Também destinado ao público não técnico, e seguindo os mesmos moldes do manual de água de chuva, em 2016 foi publicado o Manual para Aproveitamento Emergencial de Águas Cinza do Banho e da Máquina de Lavar (ALVES *et al.*, 2016) que teve por objetivo introduzir práticas de reúso à população com o intuito de colaborar para a redução do consumo de água potável.

Ainda em decorrência da crise hídrica, foram publicadas em 2019 três normas ABNT que também abordam a temática do uso eficiente de água. A elaboração das normas contou com a colaboração do IPT e congregou os esforços de mais de uma centena de profissionais de diversas instituições, dentre institutos de pesquisa, universidades, associações setoriais, construtoras, projetistas, fabricantes de equipamentos, sistemas e componentes.

A NBR 16782 – Conservação de água em edificações – requisitos, procedimentos e diretrizes (ABNT, 2019b) –, define conservação de água em edifícios como “o conjunto de ações que, além de otimizar a operação do sistema predial de modo a reduzir a quantidade de água consumida (gestão da demanda), promovem também o uso de água proveniente de fontes alternativas à água potável fornecida pelo sistema público ou privado (gestão da oferta)”. A norma cita, como etapas fundamentais para que sejam adotadas as práticas de conservação de água, a caracterização hídrica da edificação, que tem como fundamento a compreensão do ciclo da água na edificação a partir do balanço hídrico, e a elaboração da matriz de oferta e demandas de água potável e não potável, bases para a realização do estudo de viabilidade técnica e econômica que orientará a seleção das tecnologias e práticas aplicáveis.

---

A gestão de oferta é realizada buscando-se a substituição de fontes. Aqui vale a ressalva que não é porque a água é proveniente de uma fonte alternativa que ela pode ser desperdiçada. Para as fontes alternativas valem as mesmas recomendações despendidas ao uso da água potável proveniente da rede de abastecimento – a busca pelo seu uso eficiente.

A trilogia de normas relacionadas ao uso eficiente da água se completa com as que orientam o uso das fontes alternativas: NBR 16783:2019 – Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações (ABNT, 2019c) e a segunda revisão da NBR 15527:2019 – Água de chuva – aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos (ABNT, 2019a). Os principais usos propostos para as águas provenientes de fontes alternativas não potáveis são: descarga de bacias sanitárias e mictórios; lavagem de pisos, pátios, garagens e veículos; irrigação para fins paisagísticos; uso ornamental (fontes, chafarizes e lagos); sistemas de resfriamento da água e arrefecimento de telhados.

A gestão de demanda emprega uma variada gama de estratégias que vão desde orientações corretas para o projeto da edificação até aspectos de gestão. De forma não exaustiva, podem ser citadas: estabelecimento de conjunto de indicadores voltados ao uso da água e criação de histórico de resultados; monitoramento, acompanhamento e análise dos indicadores de consumo; estabelecimento de setores do consumo; gestão de pressão no sistema predial de distribuição de água; utilização de equipamentos duráveis e adequados aos usos propostos; gestão de vazão nos pontos de consumo pelo uso de equipamentos economizadores; manutenção rápida e adequada como forma de redução de vazamentos e perdas de água; educação ambiental e conscientização do usuário quanto ao uso eficiente da água. Ressalta-se que a manutenção e a conscientização, trabalhadas em sinergia, são a forma mais eficiente de reduzir os desperdícios em ambiente predial.

Como forma de auxílio à conscientização dos usuários quanto ao uso da água e quanto a algumas opções de uso sustentável, o IPT lançou em 2023 a Calculadora da Água. Trata-se de uma ferramenta de

---

educação ambiental, *online*, gratuita, que visa simular os hábitos de consumo e sugerir melhorias na eficiência hídrica. Foi desenvolvida tendo por premissas a facilidade de uso para usuários não técnicos, a utilização de dados simplificados para desenvolvimento da simulação, o uso multiplataforma, informações baseadas em recursos gráficos com interface amigável, estrutura modular com apresentação de resultados intermediários que orientam melhorias na eficiência de consumo e acesso livre e gratuito. A calculadora foi desenvolvida para duas tipologias de edificação (casas e apartamentos), adaptando a lógica e os valores de referência de consumo para cada tipologia. É composta pelo módulo de consumo, onde é possível fazer a simulação do consumo de água em usos domésticos; módulo de demanda, onde é possível avaliar o impacto de alguns equipamentos economizadores de fácil instalação no consumo simulado, e módulo de oferta, onde é possível fazer a estimativa da substituição da água do sistema de abastecimento pelo uso de água de chuva para fins não potáveis (aplicável apenas à tipologia construtiva de casas). Também é possível comparar o consumo simulado com padrões de referência (ONU, média nacional e média da região sudeste).

Alguns aspectos relevantes quanto ao uso eficiente de água no ambiente predial vêm sendo alvo de legislações em diversos municípios e estados brasileiros tendo por pano de fundo o crescimento das cidades, as alterações climáticas, as flutuações nos regimes de chuva e as dificuldades impostas pelo manejo urbano das águas nos novos cenários impostos pelas atuais condições climáticas. A utilização de equipamentos economizadores em prédios públicos, o uso de água de chuva, e em alguns casos o reuso, têm recebido atenção, algumas vezes sobre a forma de regramentos obrigatórios e, em outros casos, a partir de incentivos ao seu uso e aplicação. Há que se atentar quanto à necessidade de que as leis elaboradas considerem adequadamente o estado da arte do tema abordado.

Existem algumas críticas sobre instrumentos legais vigentes em algumas cidades do País, produzidas com boa intenção, mas com imprecisões técnicas, que, por exemplo, desconsideram a avaliação da viabilidade técnica e econômica da instalação dos sistemas de substituição de fontes, principalmente em edificações existentes, ou

---

ainda que trazem confusões quanto às terminologias empregadas com rebatimentos no entendimento do instrumento criado, por exemplo, não considerando as diferenças referentes à qualidade da água existentes em relação ao aproveitamento de águas de chuva (coletada a partir de telhados e coberturas) e de águas pluviais (coletadas a partir do piso) e seu manejo adequado. Pontos que exigem atenção do legislador e apoio tecnológico quanto ao correto emprego do arcabouço de conhecimento existente. Outro aspecto que vale menção é que, pela experiência mundial, aspectos relacionados ao uso eficiente de água são mais bem aceitos quando vêm apoiados em incentivos fiscais ou econômicos do que quando vêm por força de obrigatoriedade.

Para os legisladores e administradores públicos, torna-se crucial não apenas promover políticas e infraestruturas adequadas, mas também incentivar comportamentos que favoreçam o uso consciente e responsável da água. Programas de educação ambiental, campanhas de sensibilização e incentivos para tecnologias de uso eficiente são exemplos de estratégias que podem ser adotadas para engajar a sociedade nesse objetivo comum.

O cenário atual demanda uma abordagem integrada para a gestão da água, que abranja desde a conscientização individual até políticas públicas robustas. A promoção de práticas sustentáveis, como o uso de fontes alternativas e a otimização dos recursos hídricos, é fundamental para garantir a segurança hídrica no longo prazo. A adoção de tecnologias e técnicas de uso eficiente, aliadas à educação ambiental, tem potencial para colaborar para a redução da pressão sobre os mananciais e contribuir para a preservação da água.

A colaboração e a responsabilidade compartilhada entre governos, instituições de pesquisa, setor privado e sociedade civil é crucial para enfrentar os desafios relacionados à água, garantir a segurança hídrica e atender às metas estabelecidas pela Agenda 2030 da ONU. Incentivos econômicos e fiscais podem acelerar a adoção de práticas sustentáveis, enquanto a educação contínua sobre a importância da água e seu uso consciente deve ser uma prioridade. Somente com um esforço coletivo será possível assegurar a disponibilidade e qualidade

---

da água para as futuras gerações, garantindo um futuro hídrico sustentável.

## Referências

ALVES, W. C. *et al.* (2016). **Manual para aproveitamento emergencial de águas do banho e da máquina de lavar**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 36p. Disponível em: <https://www.ipt.br/manual-aguacinza>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2019) **NBR 15527: Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis - Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 14p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2016) **NBR 16782: Conservação de água em edificações - Requisitos, procedimentos e diretrizes**. Rio de Janeiro: ABNT, 28p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2016) **NBR 16783: Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações**. Rio de Janeiro: ABNT, 19p.

ZANELLA, L. (2015). **Manual para aproveitamento emergencial de água de chuva**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 28p. Disponível em: [https://www.ipt.br/manual\\_aguadechuva](https://www.ipt.br/manual_aguadechuva). Acesso em 01 de julho de 2024

## Sugestões de leitura

**Calculadora de água**. Disponível em: <https://www.ipt.br/calculadoradeagua> acesso em 01 de julho de 2024

---

### Luciano Zanella

Engenheiro Civil pela UNESP - Guaratinguetá. Doutor em Engenharia Civil na área de Saneamento e Ambiente pela UNICAMP. Pesquisador da Seção de Planejamento Territorial, Recursos Hídricos, Saneamento e Florestas da Área de Cidades Infraestrutura e Meio Ambiente do IPT. Professor dos programas de Mestrado em Habitação e em Processos Industriais do IPT.





---

# MAPEAMENTO DE ÁREAS INUNDÁVEIS: instrumento de gestão e planejamento urbano

**Filipe Antonio Marques Falcetta**

Na natureza, diversos fenômenos sazonais recorrentes permitem a manutenção dos ecossistemas e a preservação de espécies de animais que deles dependem para sua reprodução, alimentação etc.. Dentre estes fenômenos, estão as enchentes e inundações, processos associados à dinâmica de escoamento das águas superficiais.

As cheias, ou enchentes, decorrem das águas da chuva que atingem os corpos d'água e acabam por provocar uma elevação do nível das águas, ainda dentro do leito principal do curso d'água. Caso a magnitude das cheias venha a provocar o extravasamento da calha dos rios e atingir as áreas de várzea, o fenômeno denomina-se inundação.

A magnitude dos impactos proporcionados pelas inundações tem se tornado cada vez mais significativa à medida que cada vez mais núcleos de povoação foram sendo formados ao longo dos leitos dos rios, levando a alterações, por vezes significativas, nos territórios naturais, já que o processo de urbanização quase sempre se associa ao processo de impermeabilização do solo, aumentando a capacidade de produção de escoamento superficial, o qual passa a ocorrer de forma mais intensa e concentrada, mesmo em eventos pluviométricos de baixa magnitude e de maior frequência de ocorrência.

---

A doutrina higienista – considerada a concepção histórica da grande maioria dos sistemas de drenagem dos centros urbanos –, adota como premissa o afastamento das águas e a aceleração do escoamento, o que fez com que o problema das cheias urbanas fosse cada vez mais impactante, pois permitiu que inexoravelmente o espaço das águas fosse se transformado no espaço das cidades e das edificações.

Com o cenário imposto pela urgência climática, no qual há claro direcionamento para a prevalência de eventos extremos de precipitação, concentrados no tempo e no espaço, faz-se mais do que urgente e necessária a mudança de paradigma, adotando-se concepções inovadoras de obras de drenagem urbana e políticas de planejamento territorial, de modo a garantir a resiliência das povoações urbanas.

O primeiro passo que permite caminhar nesta direção é a adoção de diretrizes de planejamento urbano que adotem as bacias hidrográficas como unidade territorial básica para os estudos relacionados ao disciplinamento do uso e ocupação do solo. E, neste contexto, devem ser elaborados estudos que permitam delimitar as áreas mais afetadas pelas inundações e a construção de cenários futuros, considerando as tendências climáticas e o avanço contínuo da urbanização e impermeabilização do solo.

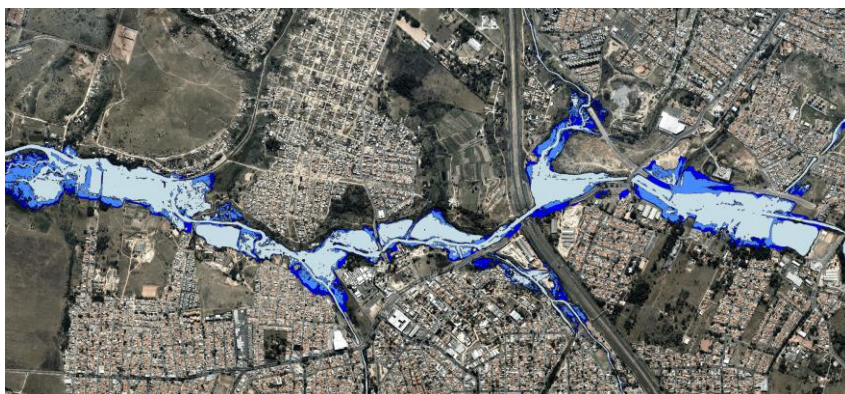


Figura 1. Trecho do mapa das áreas inundáveis da bacia do rio Capivari, em Campinas (SP).

---

Dentre estes estudos, está o mapeamento das áreas inundáveis, o qual consiste em uma combinação de resultados provenientes de modelagens ambientais que levam em conta o comportamento das águas em ambiente urbano, considerando cenários climáticos e de ocupação do solo. A figura 1 ilustra um trecho do mapeamento das áreas inundáveis da bacia do rio Capivari, em Campinas, desenvolvido pelo IPT, em parceria com a municipalidade, em 2023.

A metodologia que permite mapear as áreas inundáveis associa os resultados provenientes de dois tipos de modelagem: hidrológica, visando a transformação de eventos de chuva associados a suas respectivas probabilidades de recorrência em vazão; hidráulica, visando determinar as calhas hidráulicas necessárias para conduzirem as vazões estimadas pelo modelo hidrológico.

Os limites da área de estudo consistem na área da bacia hidrográfica que contribui com a formação de vazão escoada no exutório considerado. Esta área pode ser dividida de forma conveniente em sub-bacias de menor área que possam estimar as vazões intermediárias em pontos de interesse. Estes limites são definidos pela topografia local.

O modelo hidrológico utiliza dados do meio físico (configuração do terreno e dos canais de drenagem), do uso do solo e da pluviometria regional para estimar as vazões máximas prováveis em cursos d'água. Este dado é, então, combinado com as características hidráulicas do escoamento em um modelo hidráulico, no qual são determinadas as manchas de inundação, as quais combinadas com a utilização de técnicas de geoprocessamento formam o mapeamento das áreas inundáveis.

Este mapeamento é, portanto, dependente dos cenários de ocupação do solo considerados e da probabilidade de recorrência das precipitações associadas. O procedimento metodológico pode ser mais bem compreendido no fluxograma mostrado na figura 2:

Como o padrão de ocupação das bacias hidrográficas guarda uma importante relação com os graus de urbanização e,

consequentemente, as taxas de impermeabilização dos terrenos, o mapeamento das áreas inundáveis pode ser utilizado para subsidiar políticas de planejamento urbano e territorial, com a utilização de estimativas climáticas tendenciais e de considerações quanto aos cenários de ocupação do solo futuros nas sub-bacias hidrográficas.

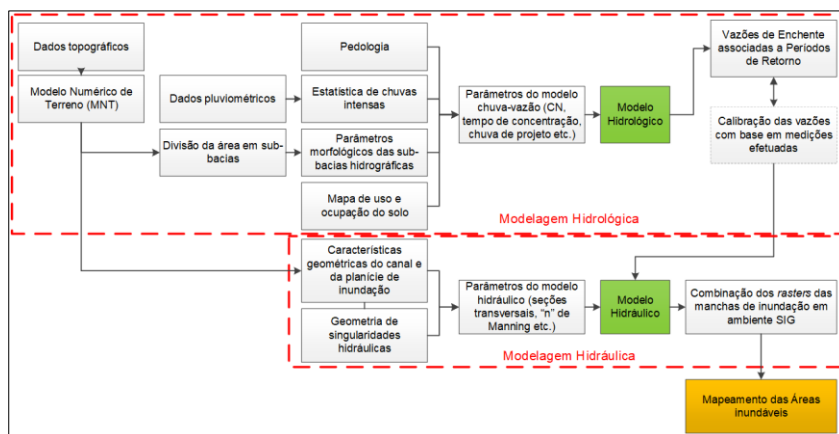


Figura 2. Fluxograma do procedimento metodológico do mapeamento de áreas inundáveis.

Este tipo de mapeamento permite, por exemplo, realizar a priorização de políticas públicas e ações afirmativas nas sub-bacias onde existe uma parcela maior da população atingida por inundações de baixo período de recorrência na condição de uso do solo atual, ou em locais onde há a possibilidade aumentada de uma parcela maior da população ser atingida pelos eventos de inundação, devido ao avanço da urbanização e impermeabilização dos terrenos.

O mapeamento das áreas inundáveis permite que haja uma maior participação da sociedade e do poder público na elaboração de um diagnóstico preciso da problemática das inundações urbanas, o que passa necessariamente pela elaboração de estudos de planejamento territorial que permitem delimitar as áreas mais afetadas pelas inundações e a construção de cenários, considerando as tendências climáticas e o avanço contínuo da urbanização e impermeabilização do solo.

---

Assim se constitui importante mecanismo de fomento e adoção de políticas públicas e de educação ambiental, colocando a população como agente transformador do paradigma atual para uma situação em que se possa conviver e amenizar o impacto das cheias sem que haja prejuízo para a cidade e seus residentes.

Em um cenário de crise climática já em curso, a metodologia desenvolvida pelo IPT deve ser adotada como instrumento sistemático de planejamento urbano e de governança climática, replicável a todas as bacias hidrográficas dos municípios brasileiros, sobretudo as localizadas em áreas periurbanas e em zonas de expansão urbana, com o objetivo de estreitar a relação existente entre drenagem urbana e as legislações urbanísticas municipais, possibilitando vislumbrar um modelo de cidade mais justa, ambientalmente sustentável e resiliente aos desafios que a agenda climática e as necessidades de crescimento populacional urbano impõem.

### Sugestões de leitura

CANHOLI, A. P (2015). **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes**. São Paulo: Oficina de Textos.

FALCETTA, F. A. M. (org.) (2023). **Manual de Procedimentos Metodológicos: Delimitação de Planícies de Inundação e de Áreas Inundáveis**. São Paulo: IPT.

### Conceitos fundamentais

**Aluvião** – diz-se de todo material, particularmente argila solta, lodo, areia ou cascalho que foi depositado por água corrente em um leito de um rio, em uma planície de inundação.

**Bacia hidrográfica** – conjunto de terras delimitadas pelos divisores de água e drenadas por um rio principal, seus afluentes e subafluentes. A bacia hidrográfica é considerada a unidade territorial de planejamento e gerenciamento das águas, conforme Lei Federal nº 9.433/97 - Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH.

**Exutório** – é um ponto de um curso d'água onde se concentra toda a vazão gerada no interior de uma bacia hidrográfica banhada por este curso. O exutório do curso principal coincide com o ponto mais inferior para onde

Cadernos do ILP: Ensino – Pesquisa – Extensão Cultural

---

converge toda a descarga hídrica desta bacia. Cada afluente deste curso principal tem seu próprio exutório, que coincide com o local onde este encontra o curso principal.

**Inundação** – fenômeno que ocorre quando as águas do rio transbordam em função das chuvas e ocupam a área ao lado do rio, que são chamadas de planícies fluviais ou várzeas. A enchente (ou cheia) é o fenômeno em que as águas chegam até o ponto mais alto do rio, mas não transbordam.

**Modelagem hidráulica** – representação matemática de uma rede de drenagem, geralmente um rio e seus respectivos afluentes, em que são estimadas as calhas necessárias para escoamento de uma determinada vazão.

**Modelagem hidrológica** – representação matemática de uma bacia hidrográfica, em que geralmente são inseridos parâmetros climáticos, inclusive precipitação, e do meio físico, como taxa de infiltração ou ocupação do solo, visando a transformação destas variáveis de entrada em dado de vazão.

**Planície de inundação / planície aluvial** – faixa do vale fluvial composta por sedimentos aluviais, que margeia um curso d'água e que é periodicamente inundada pelas águas de transbordamento provenientes de um rio.

**Vazão** – ou descarga líquida; é o volume ou massa de determinado fluido que passa por uma determinada seção de um conduto livre ou forçado, por unidade de tempo.

---

#### **Filipe Antonio Marques Falcetta**

Engenheiro Civil pela Unicamp, mestre em Hidráulica pela Escola Politécnica da USP, doutor em Energia pelo Instituto de Energia e Ambiente da USP e pós-doutor em Políticas Públicas e Drenagem Urbana pelo Instituto de Estudos Avançados, também da USP. Atua como pesquisador no Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) na Área de Cidades, Infraestrutura e Meio Ambiente.

# Aviúdo e Minha Saúde



---

# RUÍDO E NOSSA SAÚDE

**Fulvio Vittorino**  
**Marcelo de Mello Aquilino**  
**Ros Mari Zenha**

Vivemos em um mundo que reúne a maior parte das pessoas no mesmo lugar: as cidades. A humanidade sedentária começou há 10 mil anos. Há dois séculos, assistimos a um aumento populacional surpreendente e hoje 60% da população global residem em ambientes urbanos, podendo chegar a 68% até 2050 (ONU).

O ruído acompanha o processo de concentração humana nas cidades. Mas nosso desejo é viver em locais onde os incômodos sonoros sejam mínimos nos ambientes de trabalho e de convívio social.

Uma experiência que todos já tivemos a oportunidade de vivenciar é a diferença entre a percepção do ruído num ambiente e quando uma fonte sonora cessa a sua emissão. Quando desligamos fontes sonoras internas aos ambientes ou são interrompidas as fontes sonoras externas, como o ruído de obras ou tráfego de veículos, normalmente falamos ou pensamos: “Nossa, que alívio”.

O ruído é tratado pela Organização Mundial da Saúde – OMS como o segundo maior poluidor das cidades, ficando atrás, somente, da poluição do ar. Observa-se também que, na publicação do programa ambiental das Nações Unidas intitulado “Frontiers 2022: Noise, Blazes e Mismatches”<sup>3</sup>, o ruído é colocado em primeiro lugar como ameaça ambiental.

---

<sup>3</sup> Nota editorial: “Fronteiras 2022: ruído, fulgores e desencontros”.  
Cadernos do ILP: Ensino – Pesquisa – Extensão Cultural



---

Em um levantamento estatístico, de maio de 2022, o Ministério Público de São Paulo – MPSP constatou que mais de 30% do volume das investigações (cerca de 370) que tramitam na Promotoria do Meio Ambiente da Capital – PJMAC tem por objeto a apuração dos ruídos e a adoção de medidas fiscalizatórias e punitivas com relação aos responsáveis.

Tais números revelam que existe uma alta demanda social por este tema que se torna, cada vez mais, aflitivo para a população.

A poluição sonora está associada a diversos efeitos negativos à saúde humana. Existe, atualmente, muito conhecimento científico sobre como a exposição ao ruído, a níveis elevados, afeta a saúde das pessoas. Dentre os efeitos mais importantes, além dos já conhecidos que são os auditivos (a perda auditiva e o zumbido), chama-se a atenção para as perturbações do sono (despertares repentinos e padrões de sono alterados), doenças cardiovasculares (hipertensão, infartos e derrames), alterações endócrinas, diabetes tipo 2, sintomas psicológicos e cognitivos e efeitos psicossociais generalizados (incômodo com o ruído, redução no desempenho e na atenção e aumento do comportamento agressivo). Estes efeitos também são observados em crianças, o que pode afetar a saúde e o desempenho biológico e social, com consequências importantes para toda a vida.

É hora de dar mais atenção às implicações sociais e ambientais da poluição sonora e seus efeitos na saúde e no bem-estar da população, e às prioridades ao enfrentamento desta questão, antes que se torne uma epidemia planetária (The Lancet Regional Health – Europe – 2023).

Assim, com a finalidade de contribuir para o enfrentamento desse desafio, foi concebida a publicação Ruído e Nossa Saúde, resultado de debates realizados pela Sociedade Civil e demais segmentos da sociedade em eventos que ocorreram na Câmara Municipal de São Paulo – CMSP, no Instituto do Legislativo Paulista da Assembleia Legislativa de São Paulo – ILP/ALESP e no Ministério Público de São Paulo – MPSP durante os anos de 2022 e 2023.

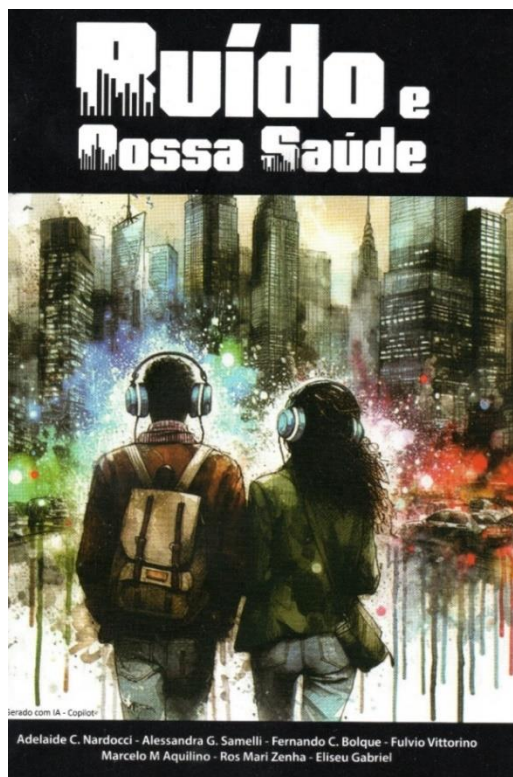


Figura 1. Capa da publicação “Ruído e Nossa Saúde”, de livre acesso.

A publicação contém informações e orientações sobre o tema do ruído e da incomodidade sonora em suas diferentes vertentes: técnica, jurídica e da saúde, transformando-se em um instrumento de esclarecimento e apoio à Sociedade Civil em suas demandas e aos parlamentares em suas iniciativas de proposição e avaliação de projetos de lei atinentes ao tema.

O sumário da publicação inclui:

Capítulo I Impactos do Ruído na sua Saúde (autoria de Adelaide Cassia Nardocci – física e professora da Faculdade de Saúde Pública da USP e Alessandra Gianella Samelli – fonoaudióloga e professora da FMUSP) explicitando quais são os efeitos da exposição ao ruído para a saúde e como as pessoas percebem e reagem ao ruído;

Cadernos do ILP: Ensino – Pesquisa – Extensão Cultural

---

Capítulo II Avaliando o Ruído nas Cidades (autoria de Fulvio Vittorino – engenheiro e pesquisador do IPT, Marcelo de Mello Aquilino – físico e pesquisador do IPT e Ros Mari Zenha – geógrafa e pesquisadora do IPT) explicitando o que é o som e o ruído e quais são suas fontes; como entender o que significam os valores que expressam o ruído; como podemos mitigar o ruído e como avaliar o ruído ambiental; e

Capítulo III A atuação do MPSP na Defesa de seus Direitos (autoria de Fernando Cesar Bolque – promotor do MPSP) explicitando o tema do Ruído e Direito de Vizinhança; Ruído e Interesses Difusos e Coletivos e como atua o MPSP na mitigação da poluição sonora e Capítulo IV O Papel do Parlamento.

Para mitigar a poluição sonora são necessárias normas técnicas acústicas inequívocas, legislação e fiscalização eficientes, educação ambiental, respeito e tolerância nas relações interpessoais e exercício da cidadania e da participação política.

Buscar políticas públicas integradas, inovadoras e territorializadas, embasadas por dados e evidências, é o grande desafio nas cidades contemporâneas para que possam atender aos ODS 3 e 11 da Agenda 2030 da ONU que fazem referência respectivamente à: saúde e bem-estar; e cidades e comunidades sustentáveis.

A publicação pode ser obtida, na íntegra, em <https://lnkd.in/d/usa6yH2>.

---

**Fulvio Vittorino**

Engenheiro e Pesquisador do IPT

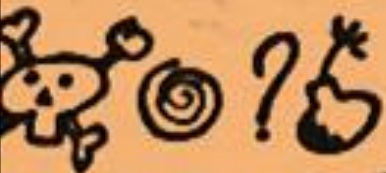
**Marcelo de Mello Aquilino**

Físico e Pesquisador do IPT

**Ros Mari Zenha**

Geógrafa e Pesquisadora do IPT

+ 6 7 8  
u) 7 8  
an i



---

# QUESTÕES A SEREM FEITAS (E RESPONDIDAS) QUANDO SE LEGISLA OU SE FORMULAM POLÍTICAS PÚBLICAS ENVOLVENDO RISCOS GEOLÓGICOS: algumas sugestões básicas

Alex Peloggia

## Riscos Geológicos, proposições legislativas e políticas públicas

O risco geológico é uma situação de perigo em que existe a possibilidade de ocorrência de um processo, natural ou induzido (antropogênico), com potencial destrutivo, afetando uma área em que há elementos sujeitos a danos, sejam humanos ou materiais ou mesmo, em uma concepção mais ampla, ecológicos.

Trata-se, em síntese, de um fenômeno circunstancial, definido por diversas variáveis, que vão desde as características do processo destrutivo (natureza, abrangência, volume, intensidade) até as particularidades da zona afetada (tipo de ocupação, vulnerabilidade) e a capacidade de prevenção e reação das comunidades.

A análise de riscos, nesse contexto, consiste em uma atividade complexa e multidimensional, que deve levar em conta parâmetros como suscetibilidade geológica, segurança geotécnica, eficiência e eficácia administrativas, iniciativa política, vulnerabilidade social, abrangência da exposição, constrangimento legal, desequilíbrio ambiental, suscetibilidade geohistórica e por fim, mas não menos importante, subjetividade (envolvendo conhecimento do risco, percepção e fatalismo). Tais fatores, além de qualificarem a situação



de perigo, são considerados em conjunto, em uma equação em que atuam de maneira direta ou inversamente proporcional em relação à quantificação do risco (PELOGGIA, 2011, 2021).

Fica evidente, pelo que foi apontado, que a atividade de legislar e formular políticas públicas que sejam eficientes e eficazes para o equacionamento da questão dos riscos geológicos (envolvendo gestão de riscos e enfrentamento de desastres, no contexto das atividades de Defesa Civil) não é tarefa simples. O problema é recorrente, tem grande abrangência e, ainda mais, tem sido agravado pela instabilidade climática contemporânea.

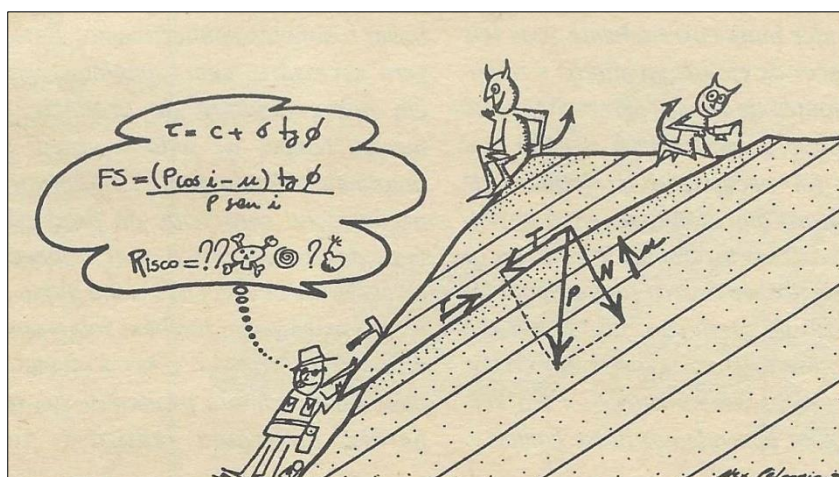


Figura 1. Charge publicada no *Jornal do Geólogo*, em 1994, relacionada às dificuldades técnicas da análise de fenômenos geológicos destrutivos.

O interesse legislativo sobre o tema não é pequeno, refletindo o grande interesse público despertado pelas graves consequências de eventos geoambientais extremos. Uma rápida consulta ao portal da Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo na Internet, por exemplo, com o uso de termos-chave como “risco” e “defesa civil”, revela um número significativo de proposições na área, de origem parlamentar ou provenientes do Executivo.

Por exemplo, nos anos mais recentes, em termos de legislação e regulamentações, temos: a Lei nº 17.884/2024, que institui o Sistema Cadernos do ILP: Ensino – Pesquisa – Extensão Cultural



---

Estadual de Defesa Civil; a Lei nº 17.758/2023, sobre alertas de desastres; o Decreto nº 68.308/2024, que regulamenta a Lei nº 13.798/2009, sobre a Política Estadual de Mudanças Climáticas; o Decreto nº 64.673/2019, que reorganiza o Programa Estadual de Prevenção de Desastres Naturais e de Redução de Riscos Geológicos; a Lei nº 16.671/2018, sobre os efeitos das ressacas no litoral; o Decreto nº 63.058/2017, que regulamenta o Sistema de Atendimento de Emergências no Estado de São Paulo; e o Decreto nº 62.906/2017, sobre o plano de contingência para a Serra do Mar.

Em termos de projetos de lei em tramitação, vemos matérias relativas a planos de defesa civil (PLs nº 55/23 e nº 1061/23), à instituição de um dia estadual para redução de desastres naturais (PL nº 235/23), ao estabelecimento de um fundo de apoio para a redução de desastres (PL nº 138/23), de uma política estadual de prevenção a catástrofes ambientais (PL nº 137/23), de protocolos (PL nº 115/23), de um sistema de prevenção e monitoramento (PL nº 82/23) e mesmo de uma política de prevenção a desastres e redução de riscos (PL nº 10/22), dentre outras iniciativas.

Verifica-se também que, na própria Alesp, na presente legislatura, foram criadas frentes parlamentares dedicadas ao tema, diretamente (como a Frente Parlamentar de Gestão de Riscos e Desastres, a Frente Parlamentar da Defesa Civil, a Frente Parlamentar em Defesa das Famílias Moradoras em Áreas de Risco, a Frente de Apoio às Vítimas e de Combate às Enchentes na Zona Leste da Capital e nos Municípios do Alto Tietê e a Frente Parlamentar para Promover Discussões e Aprimoramento nas Legislações e em Políticas Públicas em Prol da Defesa Civil) ou de forma indireta, vinculadas a questões de habitação e regularização fundiária, combate às mudanças climáticas e vulnerabilidade social.

Já no que diz respeito às políticas públicas desenvolvidas pelo Governo do Estado de São Paulo, conforme o projeto da Lei de Diretrizes Orçamentárias para 2025 (PL nº 302/2024), encontramos os programas de governo nº 2811 (que trata do aparelhamento das defesas civis municipais) e nº 2619 (cujo escopo é o fortalecimento do planejamento, da gestão ambiental e da estratégia climática, e que

---

tem como produto subsídios técnicos para avaliação de riscos de desastres geodinâmicos).

Não é, todavia, objetivo deste artigo analisar a produção legislativa ou as regulamentações e programas de governo desenvolvidos na área, mas formular uma proposição mais geral: ao se legislar ou formular políticas públicas envolvendo a questão dos riscos geológicos, quais questões podem (e devem) ser formuladas (e respondidas) para se efetuar a necessária análise de impacto das normas e medidas propostas? Entramos, assim, no campo referido como da análise de impacto legislativo e da análise de políticas públicas.

### **Análises de impacto**

A avaliação do impacto de proposições legislativas, assim como da implementação de políticas públicas, se dá em dois momentos básicos: (1) a análise *Ex-Ante*, referida ao contexto de elaboração e justificativa da norma ou do planejamento da política; (2) a análise *Ex-Post*, que ocorre no contexto de implementação da política (e.g. BRASIL, 2018; SÃO PAULO, 2023; CUNHA *et al.*, 2023).

No contexto que abordamos a qui, dos riscos geológicos, podemos então levantar, do ponto de vista técnico, sugestões de questões básicas a serem consideradas pelos legisladores e formuladores de políticas públicas nesses dois momentos. Para tanto, tomaremos como referência os fatores envolvidos na análise de riscos que foram elencados anteriormente.

Assim, no que diz respeito à suscetibilidade geológica das áreas (PELOGGIA, 1994, 1999, 2011, 2021), variável relacionada à gestão de riscos e que indica o potencial perigo de deflagração de processo destrutivo em dada situação geológica, temos:

Ex-Ante	Ex-Post
São previstos métodos e instrumentos de análise adequados?	Os levantamentos foram realizados conforme o previsto?
Há previsão da execução dos levantamentos por especialistas?	As previsões se confirmaram?
Quais os critérios de prioridade para a execução de levantamentos?	Os fenômenos ocorridos correspondem às áreas de risco mapeadas e sua hierarquização?
Há metas de levantamento?	Que condicionantes foram identificados nas ocorrências verificadas?
Há mecanismos de avaliação?	

Já quanto ao aspecto da segurança geotécnica (PELOGGIA, 1999, 2011, 2021), variável também relacionada com a gestão de riscos de desastres e que envolve a observação da situação de estabilidade de estruturas, bem como de medidas adotadas para a minimização da possibilidade de desencadeamento de processos destrutivos:

Ex-Ante	Ex-Post
São previstos critérios de segurança geotécnica para a implementação de intervenções potencialmente geradores ou indutoras de riscos?	Intervenções realizadas em áreas de risco foram eficientes e eficazes?
Há critérios indicativos para a execução de intervenções otimizadas de consolidação?	Que circunstâncias contribuíram para sua ineficácia?
Há mecanismos de avaliação de custo/benefício?	

Na sequência, considerando o campo da eficiência e da eficácia da gestão administrativa na esfera pública (PELOGGIA, 2002, 2011, 2021; MACEDO e MIRANDOLA, 2018), que envolve os tipos de providências e ações tomadas pelos gestores públicos, o modo como são planejadas e executadas e seus resultados, sugerimos as seguintes questões:

Ex-Ante	Ex-Post
Está claramente definido quem efetivará a política?	Houve entraves na efetivação da política relacionados com limitações de competência, recursos ou articulação?
Esta entidade está devidamente qualificada e tem os recursos (humanos, materiais e financeiros) necessários?	Houve articulação entre políticas setoriais?
Está prevista uma articulação eficiente entre as instâncias envolvidas?	
A política de risco está efetivamente associada a outras políticas setoriais (como habitação, meio ambiente, emprego e renda, saneamento)? Por quais mecanismos?	

Já no que diz respeito ao fator iniciativa política, que engloba o relacionamento entre poderes e as atribuições destes, bem como a participação da sociedade, podemos considerar o seguinte:

Ex-Ante	Ex-Post
A política foi iniciativa do Executivo ou do Legislativo?	Houve interesse político em avaliar ou fiscalizar a implementação da política?
Houve interação entre os Poderes?	Houve pressão popular ou da Sociedade Civil organizada em termos de seus resultados?
Qual seu espaço no debate e nas plataformas político-eleitorais?	
Qual a participação da sociedade? A política se articulou com os ODSs da Agenda 2030 da ONU?	

Quanto à vulnerabilidade social (MALAGODI e PELOGGIA 2015; PELOGGIA, 2011, 2021), ou seja, o potencial variável de danos materiais e humanos em função das condições do assentamento atingido, podemos perguntar:

Ex-Ante	Ex-Post
<p>A vulnerabilidade social diferenciada é levada em conta no estabelecimento de prioridades?</p> <p>Há mecanismos específicos destinados a reduzi-la?</p> <p>A política foi pensada articuladamente às iniciativas de redução de pobreza e acesso à habitação?</p>	<p>Houve diminuição de vulnerabilidade em áreas atendidas pelas ações?</p>

No que concerne à abrangência da exposição, quer dizer, da extensão das áreas consideradas a serem potencialmente atingidas por fenômenos geológicos, temos:

Ex-Ante	Ex-Post
<p>Sobre quais dados se implantou a política?</p> <p>Que áreas de risco será possível caracterizar e quando?</p> <p>Em que áreas de riscos será possível atuar e quando?</p> <p>Quais as metas de redução de áreas de risco? Que indicadores serão usados?</p> <p>Foram previstas medidas para evitar ou diminuir a criação de novas áreas?</p>	<p>Quais os resultado das política em termos de mitigação do risco?</p> <p>Quais os resultados obtidos em termos de diminuição do número de áreas de risco, diminuição da população afetada e de redução de criação de novas áreas?</p>

Já para o quesito constrangimento legal (PELOGGIA, 2002; MACEDO e MIRANDOLA, 2018), representando o conjunto de legislação e normatização disponível, nos âmbitos nacional, estadual e local, referentes às políticas de enfrentamento do risco, podemos perguntar:

Ex-Ante	Ex-Post
<p>Os instrumentos legais e normativos são suficientes para sustentar o bom desempenho das políticas?</p> <p>As políticas levaram em consideração a legislação complementar à sua efetivação em outros níveis (por exemplo, uso e ocupação do território)?</p> <p>As políticas previram mecanismos para otimizar legislações correlatas?</p>	<p>Os resultados das políticas foram restringidos pela ausência de legislação complementar ou correlata?</p> <p>Há necessidade de produção legislativa ou normatização complementares?</p>

O aspecto de equilíbrio ambiental (VEYRET, 2007; PELOGGIA, 2011, 2021), por sua vez, que posiciona as situações de risco geológico em um contexto mais amplo, permitindo equacionar sua abrangência, causas e consequências, pode ser explorado como segue:

Ex-Ante	Ex-Post
<p>A política foi pensada articuladamente às políticas correlatas de proteção ambiental?</p> <p>A política levou em consideração mudanças ambientais previsíveis, como as relacionadas às mudanças climáticas?</p>	<p>Os resultados da política foram restringidos pela ausência de legislação ambiental complementar ou correlata?</p> <p>Questões ambientais influenciaram nos resultados da política de redução de riscos?</p>

A suscetibilidade geohistórica (PELOGGIA, 2011, 2016, 2021; VEYRET, 2007), parâmetro que indica a relação de longa duração entre a apropriação humana do território e, em sua interação com as condições geoambientais e geopolíticas, implica a potencialização das situações de risco, pode ser abordada da seguinte forma:



Ex-Ante	Ex-Post
<p>A proposta da política avaliou a recorrência do surgimento de áreas de risco e ocorrência de desastres em determinadas áreas ou contextos?</p> <p>Foram estabelecidos mecanismos para diminuir tal recorrência?</p>	<p>Áreas frequentemente expostas a riscos continuaram a apresentar ocorrência de desastres?</p>

Enfim, o fator subjetividade entra como elemento decisivo, conquanto frequentemente esquecido, no equacionamento da gestão de riscos (PELOGGIA e ORTEGA, 2012, 2016; PELOGGIA, 2022; MALAGODI e PELOGGIA, 2015; GIDDENS, 2002; VEYRET, 2007). Estão em jogo, aqui, a percepção do risco, o conhecimento do mesmo, sua representação e a atitude pessoal e coletiva das pessoas afetadas, em termos de fatalismo, proatividade e segurança ontológica. Sobre isso, temos as questões:

Ex-Ante	Ex-Post
<p>A política levou em conta a reação e atuação das pessoas em situação de risco?</p> <p>Foram estabelecidos mecanismos para tal entendimento?</p> <p>Foram definidas práticas consistentes e persistentes de esclarecimento e acompanhamento?</p> <p>Foram discutidas opções?</p>	<p>Áreas de atuação tornaram a ser de risco?</p> <p>Houve colaboração da população em relação às medidas implantadas?</p> <p>Houve avaliação da relação entre conhecimento do risco e comportamento da população afetada?</p>

### Considerações finais

As perguntas propostas neste texto, a serem realizadas no contexto da análise de impacto da produção legislativa e da produção de políticas públicas referentes à gestão de riscos geológicos, evidentemente não esgotam as possibilidades de questionamento, e se constituem em

---

convites à reflexão. São fruto da experiência e da pesquisa própria do autor, refletida nas referências citadas.

Seja como for, a avaliação de impacto *Ex-Ante* das novas políticas deverá ser baseada nas transformações da realidade e na análise *Ex-Post* das políticas anteriores, de modo a serem corrigidas suas deficiências e pontos fracos, bem como aperfeiçoados seus pontos positivos.

## Referências

ANDRADE, R.J. (2023) Análise de Impacto Legislativo ex ante e ex post: a atividade legislativa sob as premissas do Construtivismo Lógico-Semântico. *Revista do ILP* IV(5): 159-184.

ARRUDA, C.S. (2023) Propostas para uma legislação de melhor qualidade. *Revista do ILP* IV(5): 66-84.

CUNHA, A.J.C. (Fº); ARRUDA, C.S.L.; VILLELA, R.R. (2023) Análise de Impacto Legislativo: alguns passos de uma agenda inadiável. *Revista do ILP* IV(5):15-18.

GIDDENS, A. (2002) **Modernidade e identidade**. Rio de Janeiro: Zahar.

LISOWSKI, T.R. (2023) Análise de Impacto Legislativo como instrumento de responsabilidade política e legitimidade do processo legislativo. *Revista do ILP* IV(5): 317-331.

MACEDO, E.S.; MIRANDOLA, F.A. (2018). Gestão de Riscos Geológicos. In: Oliveira, A.M.S. e Monticelli, J.J. (eds.) *Geologia de Engenharia e Ambiental*. São Paulo: ABGE, v.3, p.279-321.

MALAGODI, C.C.; PELOGGIA, A.U.G. (2015) Vulnerabilidade e risco em um assentamento urbano na planície de inundação do rio Tietê no município de São Paulo (SP). *Revista do Instituto Geológico* 36(2): 51-64.

MALAGODI, C.C.; PELOGGIA, A.U.G. (2015) Vivência e percepção de situações de risco em um assentamento na planície de inundação do rio Tietê no município de São Paulo (SP). *Revista UnG-Geociências* 14(1): 95-110.

---

NAGATA, B.M. (2023) Impulso Legislativo: a avaliação do impacto financeiro e orçamentário. *Revista do ILP* IV(5): 151-158.

PELOGGIA, A.U.G. (1994) O problema da “quantificação” na análise de riscos geológicos urbanos: questão de teoria e método. *Jornal do Geólogo* 17(41): 3-4.

PELOGGIA, A.U.G. (1999). Sobre os conceitos de segurança geológico-geotécnica e de área de risco geológico urbano. In: *Estudos de Geotécnica e Geologia Urbana I*. São Paulo: PMSP.

PELOGGIA, A.U.G. (2002) O problema das áreas de risco geológico urbano no município de São Paulo (SP) como questão de administração pública: problematização inicial e aspectos legais. In: Kuazaki, E. (org.) *A Excelência em Serviços*. São Paulo: PC Editorial, p.32-50.

PELOGGIA, A.U.G. (2011). Análise multidimensional de riscos geológicos: uma primeira aproximação. 13º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental. São Paulo: ABGE.

PELOGGIA, A.; ORTEGA, A.M. (2012). A percepção do risco geológico e o psiquismo de diferentes culturas: por exemplo, por que “não há risco” no Japão? Congresso Brasileiro sobre Desastres Naturais. Rio Claro: UNESP.

PELOGGIA, A.; ORTEGA, A.M. (2016) Aspectos psicanalíticos da análise de riscos geológicos. III Congresso da Sociedade de Análise de Risco Latino-Americana. São Paulo: IPT.

PELOGGIA, A.; ORTEGA, A.M. (2016) Sobre a recorrência geohistórica de desastres ambientais no Sudeste do Brasil: uma perspectiva de longa duração. III Congresso da Sociedade de Análise de Risco Latino-Americana. São Paulo: IPT.

PELOGGIA, A.U.G. (2021). Gestão de riscos geológicos e políticas públicas: conceitos fundamentais e análise multidimensional. *Cadernos do ILP: Ensino – Pesquisa – Extensão Cultural* 2(1): 84-89.

PELOGGIA, A. (2022) O risco em perspectiva existencial e o geoturismo. *Cadernos do ILP: Ensino – Pesquisa – Extensão Cultural* 3(2): 27-29.

VEYRET, Y. (2007) **Os riscos**: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto.

Cadernos do ILP: Ensino – Pesquisa – Extensão Cultural

---

### Sugestão de leitura

CARVALHO, E.T.; SANTOS, A.R.; PELOGGIA, A.U.G.; PISSATO, E. (2018). Gestão Municipal. In: Oliveira, A.M.S. e Monticelli, J.J. (eds.) *Geologia de Engenharia e Ambiental*. São Paulo: ABGE, v.3, p.302-321.

---

### Alex Peloggia

Formado em Geologia e Psicanálise. Doutor em Ciências (USP). Pós-graduado (especialista) em: (1) Educação (PUC-SP); (2) Política e Relações Internacionais (FESP-SP); (3) Arqueologia (UNISA); (4) Educação Artística (Instituto Singularidades).

---

# DURABILIDADE DAS HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL

**Luciana A. de Oliveira**

A durabilidade pode ser entendida, segundo a ABNT NBR 15575-1, Edificações Habitacionais: Desempenho, como “a capacidade da edificação ou de seus sistemas de desempenhar suas funções ao longo do tempo e sob condições de uso e manutenção especificadas no manual de uso, operação e manutenção”. Além disso, a durabilidade é comprometida em função de três situações: obsolescência, degradação (envelhecimento natural ou precoce) do edifício e de suas partes, e falhas no comprometimento de algum dos requisitos de desempenho relativos à segurança ou habitabilidade. Importante salientar que o projeto deve considerar as condições de exposição presentes e, eventualmente, futuras, quando houver previsão, como no caso da existência, por exemplo, de uma avenida com trânsito intenso projetada na região.

Atualmente discute-se com mais ênfase a questão da durabilidade e manutenção dos edifícios, em razão:

- i. da publicação da norma brasileira de desempenho (NBR 15.575-1) e de outras cinco normas técnicas que tratam de assuntos correlatos, como manutenção, reformas, inspeção e garantias (NBR 5674, NBR 14037; NBR 16280; NBR 16474; NBR 17170);
- ii. do grande número de edificações construídas com idades superiores a 50 anos, que começaram a demandar mais frequentemente serviços de manutenção e reformas;
- iii. do grande número de edificações construídas nos últimos dez a quinze anos, destinadas a habitações de interesse social, que muitas vezes carecem de uma manutenção mais adequada e,

- 
- por consequência, têm tido suas durabilidades comprometidas;
- iv. dos incidentes que vêm ocorrendo nos últimos anos, e
  - v. da crescente discussão de sustentabilidade e ESG - *Environmental, Social and Governance* – que trata necessariamente de assuntos como moradias dignas sem inadequações, e da redução de impactos ambientais. Em alguns países, como na França, entende-se desenvolvimento sustentável como desenvolvimento durável, ou seja, a baixa durabilidade das edificações, veículos e qualquer tipo de bem gera esforço e energia para sua recuperação ou substituição, e, conseqüentemente, gera mais impactos ambientais.

O termo “Inadequação” é usado para se referir àquelas moradias inadequadas que precisam passar por reformas e melhorias, para que apresentem níveis mínimos de segurança e habitabilidade. Segundo a Fundação João Pinheiro (FJP)<sup>4</sup>, a inadequação está relacionada com a necessidade do incremento do estoque, devido à carência de infraestrutura urbana, inadequação edilícia e inadequação fundiária (falta de registros e documentos formais da habitação), que ocorre geralmente em assentamentos urbanos precários; esta definição é diferente de *déficit*, o qual está relacionado à necessidade de reposição do estoque de habitações. São enquadrados na categoria de *déficit* as habitações precárias, coabitação e ônus excessivo com aluguel. Entende-se como habitação precária aquela construída com materiais ou técnicas inapropriadas para a respectiva função e aplicação (figura 1).

Estima-se que o *déficit* é da ordem de 8% do estoque e a inadequação de 33% (FJP, números médios do país). Existem estudos, como do IPEA (2023) que mostram que apesar da inadequação ser o maior percentual das situações, menos de 10% dos investimentos realizados no ano de 2022, por exemplo, foram para financiamento de melhorias

---

<sup>4</sup> Fundação João Pinheiro - **Déficit Habitacional**. Disponível em: <http://fjp.mg.gov.br/deficit-habitacional-no-brasil/>, acesso em 08/09/22.



---

habitacionais (melhorias edilícias, de infraestrutura e de regularização fundiária).



Figura 1. Moradia inadequada (esquerda) e precária (direita).

Complementarmente, entende-se que, além do déficit e da inadequação, existem aquelas habitações com problemas de durabilidade, seja por questões de habitabilidade (problemas de umidade, por exemplo), segurança ou de degradação precoce; e que foram construídas em áreas regularizadas. Nesses casos, a vida útil (critério para mensurar a durabilidade) da edificação é menor do que o exigido por norma e esperado pelo poder público, ou seja, uma habitação que deveria apresentar uma vida útil mínima de 50 anos para a estrutura, por exemplo, segundo a NBR 15575-1, pode com apenas três a cinco anos, por exemplo, já apresentar tantos problemas

---

que podem reduzir esta vida útil e gerar a necessidade de programas de reformas ou substituições de partes da edificação precocemente.

Nesse sentido, além da necessidade de atuação em programas de melhoria da qualidade da habitação, nas fases de projeto e execução, para as construções novas, é preciso pensar em como atuar na manutenção e na recuperação das habitações existentes e que já apresentam problemas que afetam sua durabilidade, mas que não são consideradas como moradias inadequadas.

O crescimento da construção civil ainda está restrito à produção de novas edificações e não vem sendo acompanhado por um incremento proporcional nos serviços de manutenção do estoque existente. Na prática, é difícil encontrar estudos que explicitem os custos dos serviços de manutenção e de reforma em relação ao custo de produção de novas edificações.

A figura 2 mostra que, no dimensionamento das necessidades habitacionais, essa situação de “habitações com problemas de durabilidade” precisa ser incluída. A figura 3 apresenta situação típica de como a infiltração de água pode prejudicar a durabilidade.

Nesse contexto, é importante uma reflexão sobre a quem incide a responsabilidade da manutenção e recuperação das habitações de interesse social que não estão em assentamentos urbanos precários e não são classificadas como moradias inadequadas. Para o caso de habitações de interesse social cujas construções são subsidiadas pelo poder público, é certo que tais usuários precisarão de apoio, tanto técnico quanto financeiro, para realizar operações de manutenção. A Lei Federal nº 11.888, de 24 de dezembro de 2008 (Lei de ATHIS), reforça essa premissa, pois trata de Assistência Técnica para Habitação de Interesse Social (para família de até três salários mínimos), que deve ser prestada de maneira “pública e gratuita para o projeto e a construção de habitação de interesse social”, abrangendo “todos os trabalhos de projeto, acompanhamento e execução da obra a cargo dos profissionais das áreas de arquitetura, urbanismo e engenharia necessários para a edificação, reforma, ampliação ou regularização fundiária da habitação”.

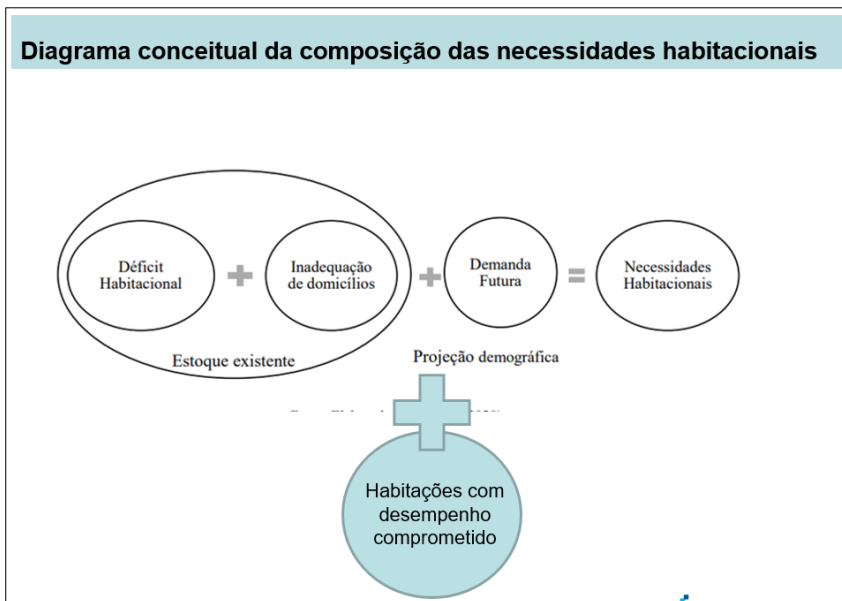


Figura 2: Adaptação do diagrama conceitual da composição das necessidades habitacionais (adaptação da autora).



Figura 3: Edifícios habitacionais com problemas de umidade que afetam a habitabilidade e, consequentemente, a durabilidade (face externa e interna da parede de fachada).

---

Pergunta-se, então, o que fazer?

As políticas públicas precisam que as diretrizes para construção abordem: a análise do custo global da edificação, incluindo, além do custo de produção, a estimativa do custo de operação e de manutenção das edificações ao longo de sua vida útil de projeto; a discussão sobre a qualidade inicial da edificação, se um maior investimento inicial e uma “qualidade mais robusta” poderia fazer frente a uma menor necessidade de manutenção; a discussão de programas de parceria público-privada, nos quais a iniciativa privada poderia ficar responsável pela manutenção das edificações por um determinado período; a educação do usuário, quanto ao uso e à manutenção do seu imóvel; e a destinação de recursos para apoiar técnica e financeiramente as operações de manutenção de HIS (habitações de interesse social), particularmente daqueles grupos contemplados pelas faixas 1 e 2 do Programa Minha Casa, Minha Vida (famílias de até três salários mínimos e que se enquadram na Lei do ATHIS).

É necessário mudar paradigmas, privilegiando-se a melhor relação custo/benefício ao longo da vida útil de projeto em relação ao menor custo inicial de produção das edificações. A abordagem de desempenho dada pela “Norma de desempenho” (NBR 15575) precisa ser implementada nos novos projetos de engenharia, a fim de melhorar a qualidade das obras do País. Os projetos precisam considerar o perfil do usuário, o uso intenso e a possível dificuldade de fazer a manutenção adequada, propondo soluções tecnológicas mais robustas e especificações de materiais e sistemas com mais tecnicidade e qualidade. Além disso, um plano de manutenção das edificações deve ser peça integrante do projeto, subsidiando a elaboração do manual de uso e manutenção a ser entregue ao usuário.

Sugere-se, ainda, que algumas providências possam ser discutidas, como por exemplo:

- a. Diagnóstico das habitações de baixa renda (faixa 1 e 2) com problemas que afetem durabilidade (segurança e salubridade);

- 
- b. Criação de banco de dados considerando obras com problemas, com análises criteriosas de responsabilidade e com implicações para todos os agentes intervenientes;
  - c. Treinamento para o novo usuário, quanto às práticas de uso e manutenção, à luz do manual do proprietário;
  - d. Uso do poder de compra do “Estado” para exigir a comprovação da qualidade de projetos, dos materiais de construção e da execução das edificações;
  - e. Criação de programas de financiamento para reforma e adequação de edificações inadequadas, com capacitação para o usuário;
  - f. Criação de programas de melhoria habitacional e de assistência técnica, visando a reforma e a manutenção do estoque habitacional construído com financiamento público para as Faixas 1 e 2 do PMCMV.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2024) **NBR 5674 - Manutenção de edificações** — Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro: ABNT.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2024) **NBR 15575-1: Edificações habitacionais: desempenho. Requisitos gerais.** Rio de Janeiro: ABNT.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2024) **NBR 14037 - Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações** — Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos. Rio de Janeiro: ABNT.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2024) **NBR 16280 - Reforma em edificações** - Sistema de gestão de reformas - Requisitos . Rio de Janeiro: ABNT.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2020) **ABNT NBR 16747 - Inspeção predial** – Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento. Rio de Janeiro, 2020.

---

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2022) **NBR 17170 - Edificações — Garantias** — Prazos recomendados e diretrizes. Rio de Janeiro: ABNT.

IPEA (2023) **A política de habitação social do governo federal: passado recente e perspectivas para um novo ciclo de planejamento**. Brasília: IPEA.

---

**Luciana Alves de Oliveira**

Engenheira Civil pelo Centro Universitário da FEI. Mestre em Engenharia de Construção Civil pela EPUSP. Estágio de doutorado na Université de Technologie de Compiègne - UTC, França. Doutora em Engenharia de Construção Civil pela EPUSP. Pesquisadora visitante na divisão de desenvolvimento sustentável do CSTB-Grenoble, França. Pesquisadora no Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT.





---

# USO E OCUPAÇÃO DO ESPAÇO SUBTERRÂNEO: desafios do futuro

**Gisleine Coelho de Campos**  
**Wilson Shoji Iyomasa**  
**André Pacheco de Assis**  
**Hugo Cássio da Rocha**  
**Werner Bilfinger**

## **Cenário atual**

O crescimento populacional e a urbanização acelerada das cidades, principalmente de regiões metropolitanas, trouxeram aos gestores municipais grandes desafios no que tange à mobilidade urbana (de pessoas, produtos e mercadorias), ao elevado custo dos congestionamentos e à necessidade de novos espaços para armazenamentos e estacionamentos; à demanda por novas redes de infraestrutura de água, gás, energia e telecomunicações, assim como à modernização dos sistemas já existentes; à ocorrência de enchentes e necessidade de promover o desenvolvimento urbano resiliente frente às emergências climáticas extremas; entre outros problemas hoje enfrentados nos grandes centros urbanos. Em face da intensa ocupação verticalizada do espaço superficial e da necessidade cada dia maior de soluções sustentáveis e integradas ao meio ambiente, associado ao avanço das tecnologias de perfuração e construção de obras subterrâneas, o uso e a ocupação dos solos das cidades vem crescendo muito rapidamente nas últimas décadas e se despontando como uma solução economicamente viável quando se consideram todos os custos e impactos envolvidos no projeto, construção, operação e manutenção das obras civis. Adicione-se a necessidade de priorizar pessoas e as áreas de paisagem natural na ocupação da

Cadernos do ILP: Ensino – Pesquisa – Extensão Cultural

---

superfície, em detrimento de diversos tipos de estocagens e instalações urbanas.

Diante deste cenário, faz-se premente discutir o uso e a ocupação do espaço subterrâneo urbano, considerando-se que: as obras de infraestrutura necessárias são de grande porte; há carência de legislações e cadastros específicos sobre a ocupação do subsolo; as obras subterrâneas podem causar impactos importantes na ocupação da superfície; e o monitoramento das obras e da superfície é uma importante ferramenta para minimizar os impactos. Neste artigo são abordados alguns aspectos técnicos (não sociais) relevantes diretamente relacionados à ocupação do espaço subterrâneo das cidades, visando disseminar e conscientizar os tomadores de decisão da importância de se avaliar esse tipo de solução no momento da concepção de soluções de engenharia para os problemas urbanos.

### **Por que usar o espaço subterrâneo?**

O período pós II Guerra Mundial foi marcado por um forte processo de urbanização em nível mundial, levando a uma pressão por infraestrutura de transporte e armazenamento no meio urbano. Inicialmente as opções por novas vias de transporte em superfície ou de forma elevada, bem como estacionamentos, refinarias, dentre outras facilidades de armazenamento, também em superfície, competiram com as necessidades essenciais do ser humano, tais como moradias, locais de trabalho e áreas de recreação e entretenimento, cujo resultado final foram cidades populosas, com problemas generalizados de transporte, inundações e, sobretudo, resultando em baixa qualidade de vida para seus habitantes.

Assim, inicia-se a chamada Era Ambiental do Uso do Espaço Subterrâneo, que contempla soluções dos problemas urbanos por meio do uso de estruturas subterrâneas, principalmente infraestrutura de transporte e armazenamento, priorizando a superfície do meio urbano para fins mais nobres da população (moradia, trabalho e entretenimento), culminando em cidades de melhor qualidade de vida. Ou seja, segue-se o lema “Túneis para uma Vida Melhor”. A Era Ambiental do Uso do Espaço Subterrâneo elencou uma série de razões

---

e vantagens em prol de sua aplicabilidade, apresentadas de forma sumarizada a seguir:

- Quanto a meios de transporte predominantemente subterrâneos (metrô), menor tempo de viagem, pontualidade, economia de combustível e menores impactos ambiental e social (basta comparar o custo e os impactos ambiental e social dos engarrafamentos de trânsito decorrentes da não existência de metrô).
- Quanto à construção de infraestrutura de transporte e armazenamento (p.ex. estacionamentos, cavernas de água, petróleo etc.), muito menor impacto no ambiente urbano de superfície, o que diminui muitíssimo os custos de desapropriações de terrenos necessários para a obra e minimiza as indenizações e danos decorrentes da construção.
- Infraestruturas subterrâneas de transporte e armazenamento se isolam do ambiente urbano de superfície, com destaque para menor poluição sonora e do ar (a poluição do ar causada por meios e produtos dentro de estruturas subterrâneas pode ser facilmente disciplinada para sistemas de tratamento, por se tratar de espaço confinado, antes de retornar ao ambiente externo).
- A existência de infraestrutura subterrânea de transporte e armazenamento valoriza as edificações do meio urbano superficial, tanto residencial quanto comercial, ao contrário daquelas superficiais que depreciam fortemente o patrimônio lindeiro (basta observar as vizinhanças do Minhocão em São Paulo), a tal ponto que hoje é solução comum substituir viadutos por túneis em prol da revitalização urbana (Porto Maravilha no Rio de Janeiro, Central Artery em Boston, anel rodoviário M-30 em Madri, dentre outros).
- No caso de infraestrutura de transporte interurbano (rodovias, trens de carga e de alta velocidade para passageiros), a utilização de túneis tem sido adotada para retificar o traçado e aplainar o greide das vias, levando ao seu encurtamento, menor número e maior raio das curvas, maior segurança, menor tempo de viagem, economia de combustível e menor impacto ambiental (p.ex. comparação entre a via Anchieta e a pista nova da Rodovia dos

---

Imigrantes, via antiga e nova da Tamoios, via antiga de uma linha ferroviária com um traçado de um trem de alta velocidade etc.).

Todas estas vantagens em prol das estruturas subterrâneas, aliadas ao conhecimento e tecnologias atuais de construção de túneis, que permitem obras em quaisquer ambientes geológicos, ambientais e sociais, com segurança, cronograma e custos controlados, têm levado a uma enorme demanda de obras subterrâneas, mesmo com custos aparentemente superiores a suas alternativas de superfície e por vias elevadas. No entanto, uma avaliação de custo global, que incorpora os custos de indenizações de terrenos, indenizações durante a obra e valorização imobiliária a médio e longo prazo, bem como outros benefícios indiretos, tem sido amplamente favorável às infraestruturas subterrâneas, sobretudo a priorização do espaço superficial do meio urbano em prol da melhor qualidade de vida da população.

### **Quais são os principais desafios de projeto das obras subterrâneas?**

Diversos são os desafios de projeto para a construção de novas obras subterrâneas, envolvendo considerações desde geológicas até legais, não cabendo um detalhamento maior neste artigo. Existe acervo bibliográfico a respeito disponível, inclusive com acesso *on-line*, incluindo, por exemplo: DER (2005); Duddeck (1988); Hung *et al.* (2009); ITA (2009, 2016).

Dois aspectos são particularmente desafiantes em obras subterrâneas:

- Disponibilidade de um modelo geológico-geotécnico representativo;
- Conhecimento das interferências existentes na superfície e no subsolo; este item é particularmente relevante em obras em ambiente urbano.

Com relação ao modelo geológico-geotécnico, a título de exemplo, a figura 1 apresenta foto da frente de escavação de um túnel, com representação esquemática de três posições possíveis de sondagens verticais: é facilmente visualizável, que em poucos metros ocorrem variações significativas, que levariam a previsões de maciço rochoso

---

bastante distintas. Para reduzir o risco de descolamento entre a situação idealizada no projeto e a realidade encontrada na obra, é importante que seja projetada e desenvolvida campanha de investigações, que envolva sondagens em quantidade e profundidade adequada, além de utilização de outras tecnologias, como geofísica. A partir do conjunto de informações, o projeto precisa desenvolver suas previsões, sem nunca desconsiderar possíveis variabilidades.



Figura 1. Diferentes condições geológico-geotécnicas na frente de escavação de um túnel.

O conhecimento prévio de obras realizadas nas proximidades pode ser de grande utilidade na elaboração do modelo geológico-geotécnico. Neste sentido, especialmente em obras urbanas, a disponibilidade de investigações realizadas previamente na região poderia ser fonte de informação muito valiosa. A título de exemplo, em eixos urbanos com edificações altas em ambos os lados da via, certamente foram realizadas campanhas de investigação por meio de sondagens para cada uma das edificações. Estas sondagens, se disponíveis para o projeto de uma nova linha de metrô na região, poderiam gerar um conhecimento prévio significativo praticamente a custo zero. Um sistema de cadastro de investigações, como aquele existente, por exemplo, no Reino Unido (BGS, 2024), seria de grande valia para projetos futuros, bem como para pesquisas acadêmicas geradoras de conhecimento.

Outro aspecto relevante para o projeto é o conhecimento das interferências no subsolo, como redes de águas pluviais, esgoto, água, telefonia, fibra ótica, eletricidade, gás, iluminação, dentre outros. Para

---

mitigar o risco de danos aos sistemas ou até ocorrência de acidente, é importante existir um sistema de cadastro unificado destas interferências, contendo a sua geometria *as built*. Finalmente, cabe colocar que em obras de maneira geral e, em específico, em obras subterrâneas, sempre existem incertezas, que podem gerar impacto em custo e prazo. Neste sentido, o maior desafio do projetista é desenvolver um projeto, nem otimista ou pessimista, mas resiliente, com contingenciamento de ferramentas para situações não previstas, para que a obra seja construída em segurança.

### **Como se dá a interação das obras subterrâneas com as cidades?**

A complexidade para a implantação das obras subterrâneas em centros urbanos é grande e necessita de apurado planejamento. Além disso, para serem realmente úteis para a população, tais estruturas devem ser as mais próximas da superfície possível. Em decorrência disso, acabam tendo baixo recobrimento de solo, o que é desfavorável para sua estabilidade (figura 2); também tendem a interferir com as estruturas superficiais e as estruturas subsuperficiais (figura 3), além de sofrerem os impactos de objetos e estruturas presentes no solo, que muitas vezes impõem restrições ao traçado e à implantação de pontos de ataque às obras (figura 4).

Cabe também destacar as restrições de áreas para bota-fora de materiais escavados e, não menos importante, as limitações de espaço para execução de sondagens e ensaios de campo (figura 5), o que as torna muito mais difíceis e onerosas, quando comparadas às obras equivalentes fora dos centros urbanos.

O conhecimento prévio das estruturas de subsuperfície é fundamental para permitir a execução das obras sem interferir com estas ou, ao menos, permitir seu remanejamento ou adequada sustentação. Esta tarefa é difícil nas cidades brasileiras, pois há carência de cadastros unificados das várias concessionárias que utilizam o subsolo como por exemplo gás, água, esgoto, energia, entre outras (figura 6).



Zimmerberg Tunnel Zurich

Figura 2. Túnel com baixa Cobertura.

Fonte: Kovari *et al.* (2023)

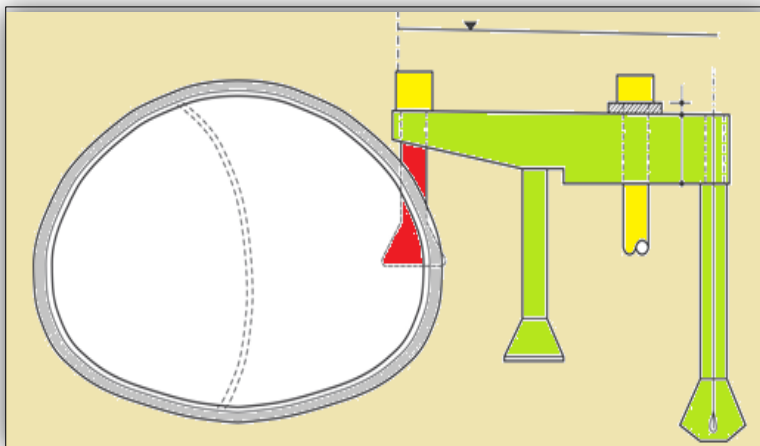


Figura 3. Interferência com fundações existentes.

Fonte: Metrô SP (2023)





Figura 4. Dificuldade de espaço para implantação das obras  
Fonte: Metrô de SP (2023)



Figura 5. Sondagens geotécnicas.  
Fonte: Metrô de SP (2023)

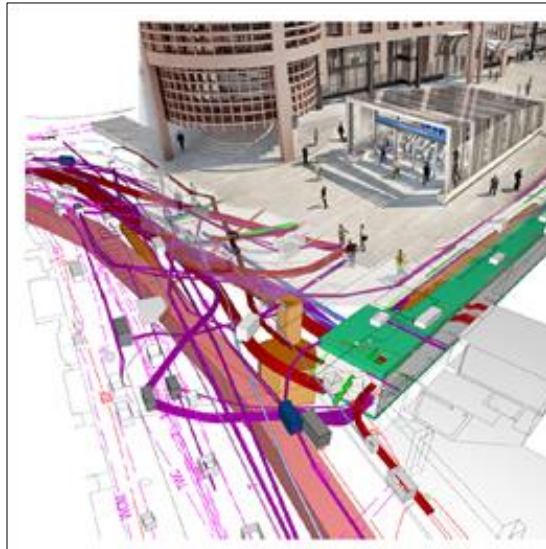


Figura 6. Mapeamento 3D das utilidades enterradas.

Fonte: Bentley (2017)

### Considerações Finais

Em face dos desafios discutidos no ciclo de debates (Ciclo ILP+IPT), resumido no presente artigo, conclui-se que a infraestrutura subterrânea é essencial para o desenvolvimento de cidades eficientes, sustentáveis e resilientes, situação essa fortemente almejada pela sociedade e pelos gestores públicos. Para impulsionar a adoção de soluções por meio de obras subterrâneas, cujos custos globais são, hoje, praticamente equivalentes aos das obras em superfície, os autores recomendam que haja estudos e investimentos em:

- Criação de um cadastro único de interferências enterradas, que permita disciplinar o uso e a ocupação do espaço subterrâneo, assim como já é feito nos espaços em superfície por meio do Plano Diretor das Cidades;
- Compartilhamento de dados de investigações geológico-geotécnicas, por meio de mapas e perfis georreferenciados, bem como resultados de ensaios de campo e laboratório, reduzindo os custos com ensaios e aumentando o nível de conhecimento do comportamento dos solos e

Cadernos do ILP: Ensino – Pesquisa – Extensão Cultural

---

rochas, o que certamente muito contribuirá para a redução dos riscos envolvidos em obras de escavação; e

- Elaboração de leis e normas que regulamentem e organizem o uso e ocupação do espaço subterrâneo, evitando-se assim situações que resultem no “congestionamento” do subsolo e nas eventuais interferências deletérias entre diferentes sistemas subterrâneos e entre esses e as diversas estruturas e instalações existentes em superfície.

Portanto, a organização técnica da ocupação do espaço subterrâneo permitirá oferecer à população maior área para uso da superfície do terreno com parques, áreas de lazer, moradias, paisagismo natural e outras necessidades do ser humano, melhorando a qualidade de vida e favorecendo o desenvolvimento de cidades mais inteligentes e resilientes.

## Referências

BENTLEY (s/d). BIM Advancements made the difference. Disponível em: [https://working-system.de/wp-content/downloads/Infos/Architektur/BIM/BIMAdvancements\\_Ebook.pdf](https://working-system.de/wp-content/downloads/Infos/Architektur/BIM/BIMAdvancements_Ebook.pdf)

BGS – British Geological Survey. Disponível em: <https://www.bgs.ac.uk/geological-data/>

DER – Departamento de Estradas de Rodagem (2009). **Instrução de Projeto – Projeto de Túnel.**

DUDDECK, H. (1988) **Guidelines for the Design of Tunnels** – ITA Working Group on General Approaches to the Design of Tunnels. *Tunnelling and Underground Space Technology*, v.3, n.3.

ITA – International Tunnelling Association (2009). **ITA Report n.02** – General Report on Conventional Tunnelling Method.

ITA – International Tunnelling Association (2016). **ITA Report n.17** – Recommendations on the development process for Mined Tunnels.

---

HUNG, C.J.; MONSEES, J.; MUNFAH, N.; WISNIEWSKI, J. (2009) FHWA – NHI - 10-34 – Technical Manual for Design and Construction of Road Tunnels – Civil Elements.

KOVARI, K.; RAMONI M. (2004) International Congress on Mechanized Tunnelling: Challenging Case Histories. Politecnico di Torino, Italy - Key note lecture. 16-19 November 2004.

METRÔ – Companhia do Metropolitano de São Paulo - Fotos de arquivo, 2023.

---

### **Gisleine Coelho de Campos**

Engenheira Civil com Mestrado e Doutorado em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo. Atua na área de Geotecnia e na docência em cursos de pós-graduação.

### **Wilson Shoji Iyomasa**

Graduado em Geologia. Mestre em Geociências e Meio Ambiente (Unesp-Rio Claro) e doutor em Geotecnia pela EESC-USP. Atua na área de Geologia de Engenharia e na docência em cursos de pós-graduação.

### **André Pacheco de Assis**

Graduado em Engenharia Civil e doutor em Engenharia Civil pela Universidade de Alberta, Canadá. Atua como professor universitário e consultor nas áreas de obras subterrâneas, barragens e gestão de riscos geotécnicos.

### **Hugo Cássio Rocha**

Graduado em Geologia pela Universidade de São Paulo e mestre em Geotecnia também pela USP. Atualmente é Assessor Técnico, atuando em obras metroviárias, e docente da Escola de Engenharia Mackenzie.

### **Werner Bilfinger**

Graduado em Engenharia Civil, doutor em Engenharia de Solos pela Universidade de São Paulo. Atua em projetos de obras geotécnicas.

---

# MEDIÇÃO NÃO INVASIVA DE PRESSÃO ARTERIAL NO BRASIL E SEUS DESAFIOS

**Luciana Casciny Pacífico**  
**Maria Luiza Otero D’Almeida Lamardo**  
**Olga Satomi Yoshida**  
**Rafael F. Farias**

A pressão arterial é a exercida pelo sangue ao passar pelas artérias e, por ser um sinal vital, consiste em uma medição largamente efetuada, tanto em ambientes hospitalares e de clínicas como em consultórios médicos. Valores de pressão arterial (PA) elevados têm sido tradicionalmente associados ao risco para cardiopatia isquêmica, acidente vascular encefálico (AVE), doença renal crônica (DRC) e mortalidade precoce.

A questão de saúde relacionada à pressão arterial por sua significância gerou movimentos de criação de várias sociedades voltadas especificamente a esse assunto. No Brasil, em 1991, foi criada a Sociedade Brasileira de Hipertensão (SBH), cuja missão é estimular o intercâmbio de informações e a pesquisa sobre hipertensão arterial e moléstias cardiovasculares entre cientistas e profissionais da saúde brasileiros.

O documento Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial 2020<sup>1</sup>, em seu item 3 (Diagnóstico e Classificação) indica que a pressão arterial deve ser medida em toda a avaliação por médicos, de qualquer especialidade, e por todos os profissionais da saúde devidamente capacitados, porém, exclusivamente aos médicos cabem o diagnóstico de hipertensão arterial e seus fenótipos, assim como a conduta relacionada a tais diagnósticos.

Cadernos do ILP: Ensino – Pesquisa – Extensão Cultural

---

A necessidade do controle frequente da pressão arterial fez com que cidadãos comuns também passassem a controlar amiúde sua pressão em seus domicílios, por meio de equipamentos adquiridos na praça, o que levou a um aumento de oferta de equipamento e modelos de medidores de pressão.

O equipamento empregado para a medição de pressão arterial é denominado esfigmomanômetro, sendo os mais usuais os mecânicos aplicados no braço e os eletrônicos, neste caso aplicados no braço ou no punho.

Por sua vez, o esfigmomanômetro eletrônico pode ser automático ou semiautomático, sendo no segundo caso necessário o uso da pera. Para realizar a medição, emprega-se o método oscilométrico que consiste na medição da amplitude de pulsos gerados no interior da braçadeira à medida que esta infla e comprime o braço do paciente. No caso dos esfigmomanômetros automáticos, o paciente pode realizar a medição sem auxílio médico, pois, após leitura do manual de instruções, basta colocar o manguito no braço, ligar o equipamento e aguardar o resultado da medição. Nessa categoria de instrumento, encontram-se também os relógios inteligentes (*smart watches*).

A pressão arterial também pode ser medida por método indireto pela técnica fotopletiográfica, registrada no dedo, onde uma fonte de luz monocromática é aplicada sobre o tecido do dedo. Na fotopletiografia mede-se a intensidade da luz transmitida ou refletida que variará de acordo com as mudanças no volume sanguíneo. Essa técnica, além de possibilitar a medição da pressão arterial de forma contínua, é também usada para monitoração de saturação de oxigênio e detecção de doenças vasculares periféricas.

A medição da pressão arterial pelos equipamentos mencionados, embora à primeira vista possa parecer um procedimento simples, na realidade envolve inúmeras variáveis relativas aos equipamentos e aos procedimentos de medição. Além disso, a pressão arterial de um indivíduo é uma condição multifatorial, que pode ser influenciada por fatores genéticos e epigenéticos.

---

Uma vez que as medições realizadas pelos esfigmomanômetros são importantes para diagnóstico e monitoramento da pressão arterial, faz-se necessário o controle sobre a qualidade dos instrumentos que são disponibilizados no mercado.

### **O controle brasileiro sobre esfigmomanômetros**

No Brasil, a fabricação, importação, venda, uso e manutenção de esfigmomanômetros precisam atender a requisitos determinados por dois órgãos: a Anvisa e o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro).

#### ***Controle da Vigilância Sanitária exercido pela ANVISA***

No caso de dispositivos médicos, as regras para classificação de risco, os regimes de notificação e de registro, os requisitos de rotulagem e instruções de uso estão estabelecidos pela Anvisa na Resolução da Diretoria Colegiada – RDC Nº 751 de 15 de setembro de 2022. De acordo com esta resolução, entende-se que os esfigmomanômetros são classificados como dispositivos com classe de risco médio (Classe de Risco II) e estão sujeitos à notificação, pois, tratam-se de dispositivos não invasivos que de alguma forma entram em contato com a pele dos usuários. Contudo a RDC nº 27, de 21 de junho de 2011, estabelece a obrigatoriedade da certificação de equipamentos sob regime de Vigilância Sanitária, incluindo os esfigmomanômetros.

Essa certificação é regida, basicamente, pela Portaria Inmetro nº 384, de 18 de dezembro de 2020, que estabelece os requisitos de avaliação da conformidade e pela Instrução Normativa da Anvisa nº 49, de 22 de novembro de 2019, que estabelece a lista de normas técnicas que devem ser atendidas por cada produto sendo que, no caso de esfigmomanômetros, aplica-se a norma ABNT NBR ISO/IEC 80601-2-30 - Equipamento eletromédico - Parte 2-30: Requisitos particulares para a segurança básica e desempenho essencial de esfigmomanômetros automatizados não invasivos.

---

Uma vez que o modelo de esfigmomanômetro atende aos requisitos da certificação, o fabricante ou o importador deve juntar a documentação necessária e solicitar à Anvisa o registro que, ao ser concedido, permite a fabricação ou importação dos lotes que serão comercializados. Enquanto o registro for válido, o fabricante ou importador passa por avaliações periódicas referentes ao processo de fabricação e os instrumentos vendidos e em uso no País são monitorados por meio da tecnovigilância<sup>5</sup>, que se trata de um sistema de vigilância de eventos adversos e queixas técnicas de produtos para a saúde na fase de pós-comercialização.

### ***Controle metrológico legal exercido pelo Inmetro***

O controle exercido pela Anvisa é baseado em um conjunto de normas técnicas, que apresenta requisitos voltados à segurança básica e ao desempenho essencial, sendo que essas duas características se referem à ausência de riscos inaceitáveis que possibilitam a ocorrência de danos físicos ao paciente ou operador pelo equipamento.

Contudo, o esfigmomanômetro é um instrumento de medição cujo resultado produzido é utilizado para basear a decisão de um diagnóstico ou monitoramento. Ou seja, se esse resultado não refletir a verdadeira condição do paciente, um tratamento desnecessário pode ser realizado ou uma intervenção médica necessária pode deixar de ser realizada. Portanto, o erro de medição é uma característica intrínseca que também possibilita dano ao paciente, mas de forma indireta. Então, para avaliar o desempenho metrológico dos esfigmomanômetros, o Inmetro estabeleceu um controle legal que atualmente é descrito pelo Regulamento Técnico Metrológico (RTM) anexo à Portaria Inmetro nº 341, de 09 de agosto de 2021.

---

<sup>5</sup> Ministério da Saúde - MS/Agência Nacional de Vigilância Sanitária . Disponível em <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/fiscalizacao-e-monitoramento/tecnovigilancia>. Acesso em 21.05.2024.



---

Esse regulamento estabelece que os esfigmomanômetros devem ser construídos com materiais adequados e possuir características capazes de assegurar a confiabilidade metrológica das medições deles resultantes. Ainda, o desempenho dos esfigmomanômetros deve atender a erros máximos admissíveis considerando requisitos relacionados a braçadeira, à válvula de deflação, ao dispositivo indicador, à influência de temperatura e umidade e de choques mecânicos, assim como de vários outros requisitos específicos para os esfigmomanômetros eletrônicos e mecânicos, respectivamente, além de informações que devem estar presentes nos equipamentos e nos manuais de operação dos mesmos. O regulamento também estabelece o controle em cada fase da vida útil do esfigmomanômetro.

Antes de iniciar a venda em território nacional, o requerente (fabricante ou importador) deve submeter o instrumento ao Inmetro para Avaliação do Modelo. Caso seja aprovado, ele recebe uma marca de Aprovação de Modelo e a fabricação ou importação pode ser realizada.

Ainda, cada unidade fabricada ou importada só pode ser colocada no mercado após a checagem do atendimento a alguns requisitos (Verificação Inicial). Uma vez vendido, o esfigmomanômetro deve passar por uma avaliação anual (Verificação Periódica) ou toda vez que passa por alguma manutenção (Verificação Após Reparo). Ambas as verificações são realizadas pelos órgãos delegados do Inmetro que atuam em todos os estados da federação.

### **Os principais desafios**

A pressão arterial é uma medida clínica, fundamental não apenas para avaliações diagnósticas, mas também para a investigação científica. Deste modo é imprescindível garantir que os valores fornecidos pelos equipamentos medidores de pressão apresentem a confiabilidade metrológica para o uso a que se destinam.

---

Desenvolvimentos tecnológicos introduzidos em esfigmomanômetros remeteram a equipamentos mais complexos sob o ponto de vista de calibração e confiabilidade de medições. O uso de *softwares* e da inteligência artificial vem possibilitando uma interface mais amigável entre o equipamento e o usuário permitindo a incorporação de outras funções, porém exigindo uma adequação dos mecanismos de controle metrológico legal que dependerá de experimentos desenhados cientificamente utilizando técnicas modernas como, por exemplo, inteligência artificial, *big data* e *machine learning*.

---

#### **Luciana Casciny Pacífico**

Graduada em engenharia Química pela Faculdade Oswaldo Cruz. Atua no Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT desde 1997, sendo nos primeiros 24 anos na área de metrologia e desde 2023 junto à presidência do IPT na GECON - Gerência de Conformidade, Gestão de Riscos e Controle Interno.

#### **Maria Luiza Otero D’Almeida Lamardo**

Bacharel em Química e Mestre em Química Analítica (Instituto de Química da Universidade de São Paulo). Doutorado em TNA pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Atualmente é pesquisadora da Unidade de Tecnologias Regulatórias e Metrológicas do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT.

#### **Olga Satomi Yoshida**

Bacharel, mestre e doutora Estatística Matemática e Bayesiana, pós doutorado em predição e previsão de potabilidade de água. Pesquisadora da Unidade de Tecnologias Regulatórias e Metrológicas do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT.

#### **Rafael Feldman Farias**

Pesquisador-Tecnologista em Metrologia e Qualidade. Formado em Engenharia Elétrica e Mestrado em Metrologia e Qualidade. Pesquisador do Inmetro, onde atua na área de Metrologia Legal de instrumentos de medição no âmbito da saúde.

---

# PLANOS DE GESTÃO MUNICIPAL E REGIONAL DE RESÍDUOS

## o caso da Baixada Santista

**Letícia dos Santos Macedo**

O arcabouço legal brasileiro em resíduos sólidos tem evoluído significativamente nas últimas décadas fazendo com que o País disponha de uma das melhores legislações ambientais do mundo. A política nacional de resíduos sólidos brasileira traz o princípio da hierarquia priorizando a redução, reutilização, reciclagem, processamento/tratamento e disposição final, além da necessidade de adoção de sistemas integrados de forma regional, a fim de possibilitar a destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

Os instrumentos que norteiam as políticas públicas de gestão integrada de resíduos sólidos possuem seus níveis de planejamento: nacional, estadual, regional, municipal e intermunicipal. O quadro 1 apresenta alguns destes principais instrumentos no País e no Estado de São Paulo.

**Quadro 1.** Principais políticas públicas brasileiras e seus instrumentos

Instrumento	Ano	Resumo
Lei N° 12.305, de 02 de agosto de 2010	2010	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.
Lei N° 12.300, de 16 de março de 2006 (Estado de São Paulo)	2006	Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes.
Lei N° 14.026, de 15 de julho de 2020	2020	Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000.

Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022	2022	Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.
Decreto Nº 11.043, de 13 de abril de 2022	2022	Aprova o Plano Nacional de Resíduos Sólidos.
Decretos Nº 11.413 e 11.414, de 13 de fevereiro de 2023	2023	Institui o Certificado de Crédito de Reciclagem de Logística Reversa, o Certificado de Estruturação e Reciclagem de Embalagens em Geral e o Certificado de Crédito de Massa Futura, no âmbito dos sistemas de logística reversa de que trata o art. 33 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui o Programa Diogo de Sant’Ana Pró-Catadoras e Pró-Catadores para a Reciclagem Popular e o Comitê Interministerial para Inclusão Socioeconômica de Catadoras e Catadores de Materiais Reutilizáveis e Recicláveis

Os municípios brasileiros são os responsáveis por lidar e equacionar o problema dos RSU, organizando os sistemas de gerenciamento e de gestão que dependem do correto entendimento e equacionamento dos fatores que afetam a gestão de resíduos nas diferentes etapas do sistema, desde a coleta até a disposição final (GUERREIRO *et al.*, 2013). Por ausência de recursos (financeiros, técnicos e operacionais), os municípios enfrentam uma série de dificuldades para operar o sistema de forma direta, e o modelo mais adotado é a terceirização, com contratos de empresas privadas, geralmente por 12 meses, estendidos no máximo por até 60 meses. Esses prazos são considerados curtos para viabilizar uma visão de longo prazo (BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, 2018). Por esse motivo, alternativas institucionais e de gestão como, por exemplo, concessões, Parcerias Público-Privadas (PPPs), gestão consorciada, podem ser estratégicas, permitindo ganho de escala e planejamento de longo prazo, com a possibilidade de investimento em novas tecnologias, por exemplo.

---

Os planos municipais e regionais são os instrumentos de planejamento previstos na Política Nacional de Resíduos Sólidos, que norteiam as diretrizes, estratégias, ações, metas e apoio à tomada de decisões para a gestão de resíduos sólidos. A lei prevê o conteúdo mínimo contemplado em quatro etapas: definição dos princípios e diretrizes; diagnóstico (aspectos gerais e dos resíduos sólidos); avaliação de alternativas institucionais e tecnológicas (prognóstico); definição das diretrizes, estratégias, metas e ações. Os planos devem ser revistos a cada 4 anos (nacional e estaduais) ou a cada período de vigência dos planos plurianuais, no caso dos planos municipais (máximo de 10 anos), sendo uma das principais condições para acesso a recursos e obtenção de financiamentos federais relacionados à gestão de resíduos sólidos. Devem prever a mobilização e participação social (oficinas e audiências públicas) e podem ser realizados planos simplificados para municípios com menos de 20.000 habitantes.

Há incentivos a soluções consorciadas intermunicipais, propiciando ganho de escala, o que pode levar a uma maior eficiência, redução de custos, melhores serviços e maior proteção ambiental. No entanto, é essencial reconhecer que pode haver desafios associados a sistemas maiores, como coordenar esforços entre vários municípios e garantir financiamento adequado.

Apesar do cenário positivo em relação à legislação, há ainda diversos obstáculos e desafios na sua implementação. Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), em 2022 os municípios brasileiros geraram em torno de 81 milhões de toneladas de RSU, a cobertura da coleta estava em torno de 93%, porém 39% ainda são dispostos de forma inadequada. Em 2021, 75,1% dos municípios declararam possuir alguma iniciativa de coleta seletiva, porém o índice de reciclagem nacional gira em torno de 4% e menos de 5% dos resíduos recebem tratamento ou processamento diferenciados de disposição em aterros sanitários. Os custos dos municípios com os serviços públicos de limpeza urbana em 2021 girou em torno de 28 bilhões de reais (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, 2022; BRASIL, 2022). Ou seja, os desafios de universalização da coleta

---

seletiva, adoção dos conceitos de hierarquização e de novas tecnologias ainda persistem.

No Plano Nacional de Resíduos Sólidos (2022) são estabelecidas metas nacionais ousadas a curto, médio e longo prazo para os resíduos sólidos e, com o atingimento dessas metas, estima-se em 2040 atingir um potencial de descarbonização na destinação final de RSU em torno de 30 milhões de tCO<sub>2</sub>eq (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS, 2022; BRASIL, 2022).

A solução para o problema não é simples, visto a variedade de aspectos sociais, econômicos, ambientais, políticos, tecnológicos envolvidos. A geração mundial de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) gira em torno de 2 bilhões de toneladas anualmente, e a estimativa é que a geração mundial anual chegará a 3,4 bilhões de toneladas até 2050 (KAZA et al., 2018). Como alternativa a esse cenário insustentável, na União Europeia os conceitos e práticas de economia circular vêm sendo largamente introduzidos por meio de medidas legislativas e não legislativas promovendo ações de grande valor para redução de resíduos em alguns segmentos (EUROPEAN COMMISSION, 2023).

Uma economia circular é uma abordagem sistêmica para o desenvolvimento econômico projetada para beneficiar os negócios, a sociedade e o meio ambiente. Em contraste com o modelo linear ‘extrair-produzir-consumir-descartar’, uma economia circular é regenerativa por *design* e visa gradualmente dissociar o crescimento do consumo de recursos finitos [...] Em uma economia circular, a atividade econômica constrói e reconstrói a saúde geral do sistema. [...] É um movimento baseado em três princípios: minimizar os resíduos e a poluição; estender o uso de produtos e materiais; e regenerar os sistemas naturais (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2023, tradução nossa).

A economia circular parte do princípio do uso dos recursos naturais, pelo maior tempo possível e visa promover estratégias ambientais preventivas, tais como: a redução de consumo e de geração de resíduos, o reúso, a reciclagem e outras formas de reaproveitamento dos materiais e energia contidas no ciclo de vida dos produtos e

---

serviços (SÃO PAULO, 2020). A melhoria dos sistemas de gerenciamento de resíduos é, e foi desde o princípio, um dos motivadores da EC, o principal tema da economia circular e continua sendo um desafio para a gestão pública (DEUS *et al.*, 2022).

### **O caso da Baixada Santista**

A Baixada Santista é a primeira Região Metropolitana instituída no Brasil sem a participação de uma capital de Estado. Compõe a Macrometrópole Paulista e foi criada pela Lei Complementar Estadual nº 815, de 30 de julho de 1996. É formada pelo agrupamento dos municípios que integram o litoral do Estado de São Paulo: Bertioga, Cubatão, Guarujá, Itanhaém, Mongaguá, Peruíbe, Praia Grande, Santos e São Vicente, que abrangem uma área de 2.373 km<sup>2</sup>.

Na Região Metropolitana da Baixada Santista, uma pequena parte dos resíduos sólidos urbanos é reciclada (em torno de 3%) e o restante encaminhado a aterros sanitários que, em sua maioria, têm as áreas destinadas à disposição e ao tratamento praticamente esgotadas ou com previsão de esgotamento em curto prazo (2025) (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2018).

O Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Baixada Santista (PRGIRS) foi publicado em 2018 (IPT & AGEM, 2018) com o objetivo de orientar e coordenar ações para uma gestão eficaz dos resíduos sólidos. Esta iniciativa representa um esforço colaborativo que visa identificar soluções viáveis economicamente, ambientalmente e socialmente para os resíduos sólidos, levando em consideração as características e desafios únicos da região. Notavelmente, um dos principais desafios é a gestão de aterros sanitários, pois a região enfrenta restrições substanciais na implementação de novos sistemas de disposição de resíduos. Além disso, há demandas da sociedade civil organizada por avanços nas instalações de triagem, melhorias nas condições de trabalho dos catadores e um foco maior nos princípios da economia circular. As disparidades econômicas entre as cidades e os altos custos associados à gestão de resíduos complicam ainda mais a situação. Por fim, há um reconhecimento da necessidade de tecnologias que possam melhorar



---

a recuperação de materiais e energia. O plano é fundamentado em quatro princípios-chave:

- Redução de resíduos e métodos de disposição ambientalmente adequados;
- Universalização da coleta de resíduos e serviços de limpeza urbana;
- Adoção de tecnologias de tratamento de resíduos tecnicamente, economicamente, ambientalmente e socialmente viáveis; e
- Integração dos sistemas de gestão de resíduos.

O PRGIRS foi desenvolvido por meio de um processo estruturado, composto por quatro etapas principais: Mobilização Social, Diagnóstico, Prognóstico e a Formulação de Diretrizes e Estratégias para Implementação. O processo de planejamento começou em janeiro de 2017 e foi concluído em janeiro de 2018, com dados do ano-base de 2016, formando a base do plano. Essas proposições delinearão os caminhos para resolver os desafios da gestão de resíduos e visaram aprimorar os padrões técnicos, ambientais, econômicos e sociais para a gestão de resíduos na região. Para alcançar esses objetivos, um plano de ação foi elaborado, incorporando: quatro princípios orientadores; três diretrizes; 26 estratégias e um total de 222 ações. O caminho para a construção deste plano de ação é resumido na figura 1.

Para garantir a execução eficaz do plano de ação, um protocolo de interesse foi endossado por todos os nove municípios. O Conselho de Desenvolvimento da Região Metropolitana da Baixada Santista (CONDESB), em colaboração com suas câmaras temáticas e com o apoio da Agência Metropolitana da Baixada Santista (AGEM), assumiu a responsabilidade de impulsionar as ações para implementar o Plano. Simultaneamente, os municípios foram encarregados da coordenação técnica necessária para a execução das ações propostas.

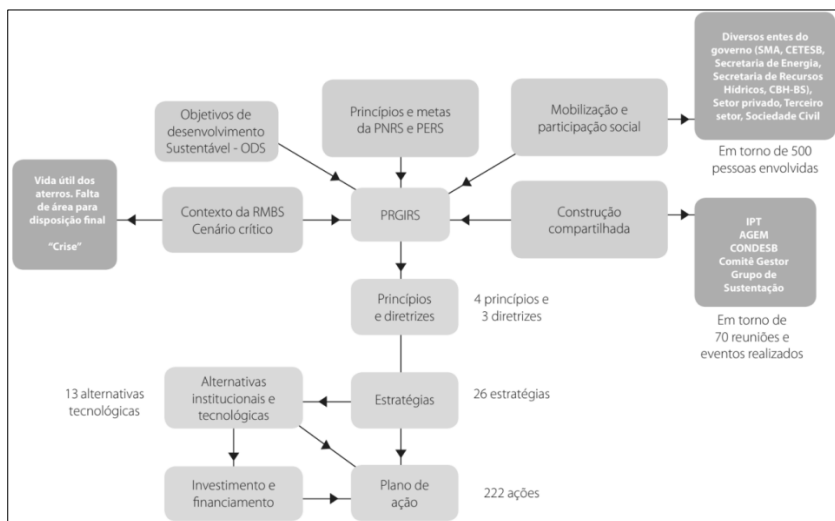


Figura 1. Caminho de construção do PRGIRS da Baixada Santista (Instituto De Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2018).

Nesse contexto, a implementação do PRGIRS foi o foco da segunda fase do projeto, que começou em 2020 e foi finalizado no final de 2023. O objetivo principal desta fase foi realizar uma avaliação abrangente das ações que já foram executadas tanto em nível municipal quanto regional. Além disso, foram desenvolvidos instrumentos para facilitar a execução das estratégias e ações propostas, com ênfase na gestão de resíduos sólidos mistos, especialmente resíduos domiciliares. A coleta de dados para atualizar a situação da gestão de resíduos na Baixada Santista foi realizada com o ano base definido como 2020. Para avaliar o progresso, foi realizada uma análise comparativa de fatores socioeconômicos, características e indicadores de gestão de resíduos, comparando dados de 2016 a 2020.

A Região da Baixada Santista tem feito avanços substanciais em diversos indicadores e métricas, trabalhando consistentemente para estabelecer mecanismos de governança e institucionais que facilitem a formulação de políticas e a implementação de ações a longo prazo. Entre os progressos, destaca-se o aumento no número de cooperativas de triagem de materiais recicláveis e um crescimento significativo na coleta seletiva. A massa de material reciclável coletada pela coleta seletiva quase dobrou entre 2016 e 2020. No entanto, o Cadernos do ILP: Ensino – Pesquisa – Extensão Cultural

---

estudo apontou a necessidade de aumentar a capacidade instalada de triagem para acompanhar esse crescimento na coleta. Além do livro digital detalhando esses dados, foram produzidos outros três *e-books* com orientações para gestores públicos sobre o planejamento e a estruturação de cada etapa do sistema de gestão de resíduos. Esses guias abordam desde a segregação, coleta, triagem, inserção das cooperativas, até o tratamento e disposição final adequados dos resíduos:

- Guia: sistemas de recuperação de resíduos recicláveis secos;
- Guia: implantação de unidades de compostagem para tratamento de resíduos orgânicos; e
- Guia: sistemas de logística reversa no contexto dos municípios.

Um modelo conceitual tecnológico mais detalhado do sistema de processamento dos resíduos sólidos foi apresentado, contendo a concepção de sistemas e modelo conceitual de unidades de processamento de resíduos; especificação de processos, avaliação de necessidades e capacidade instalada e desempenho dos sistemas, além de diretrizes para chamamento público ou edital.

### **Considerações Finais**

O planejamento de resíduos em nível regional no Brasil está ganhando impulso e é visto como uma oportunidade para avançar em soluções de gestão de resíduos. Essa abordagem inclui a adoção de tecnologias de tratamento de resíduos ambientalmente, economicamente e tecnicamente viáveis, a integração dos sistemas de gestão de resíduos e a incorporação das práticas da economia circular.

O PRGIRS da Baixada Santista representa um marco significativo no enfrentamento das questões de resíduos sólidos na região. Embora tenha enfrentado vários desafios, como a coordenação de múltiplos municípios, transições políticas, engajamento da comunidade e questões de financiamento, ele também mostra as várias oportunidades de colocar em discussão a melhoria das práticas de gestão de resíduos, a necessidade de estabelecer uma governança para a continuidade a longo prazo, o aumento da recuperação de

---

materiais e energia, a obtenção de melhores resultados ambientais e sociais, a realização de economia por meio de sistemas eficientes e a melhoria da qualidade dos serviços para a população.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (2022) **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo: ABRELPE. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (2018) **Visão 2035: Brasil, país desenvolvido**: agendas setoriais para alcance da meta. Rio de Janeiro: BNDES.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2022) **Plano Nacional de Resíduos**. Brasília: MMA.

BRASIL. Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 12 jan. 2022.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 02 ago. 2010.

DEUS, R. M. *et al.* (2022) Drivers and barriers to successful solid waste management: assessing through an aggregated indicator. *Journal of Material Cycles and Waste Management* 24: 1476–1484.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2023) **The circular economy in detail Deep dive**. Disponível em: <https://ellenmacarthurfoundation.org/the-circular-economy-in-detail-deep-dive>.

EUROPEAN COMMISSION (2013). **Circular economy action plan**: The EU's new circular action plan paves the way for a cleaner and more competitive Europe. Disponível em: [https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan\\_en](https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan_en).

GUERRERO, L. A.; MAAS, G.; HOGLAND, W (2013). Solid waste management challenges for cities in developing countries. *Waste Management* 33(1): 220-232.

---

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (2018). Agência Metropolitana da Baixada Santista. **Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Baixada Santista**. São Paulo: IPT. Disponível em: [http://www.ipt.br/download.php?filename=1654-PRGIRS\\_BS.pdf](http://www.ipt.br/download.php?filename=1654-PRGIRS_BS.pdf).

KAZA, S. Y. *et al* (2018). **What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050 Urban Development**. Washington, DC: World Bank, 2018.

SANTOS (Município) (2017). Lei complementar n° 952 de 30 de dezembro de 2016. Disciplina o gerenciamento dos resíduos sólidos que especifica e da outras providencias. Diário Oficial da Cidade, Santos, 2 jan. 2017.

SÃO PAULO (Estado). **Plano de resíduos sólidos do Estado de São Paulo**. São Paulo, 2020. Disponível em: [https://smastr16.blob.core.windows.net/home/2020/12/plano-resi%CC%81duos-solidos-2020\\_final.pdf](https://smastr16.blob.core.windows.net/home/2020/12/plano-resi%CC%81duos-solidos-2020_final.pdf).

### Sugestões de leitura

Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Baixada Santista. <https://ipt.br/residuossolidosbaixadasantista/>.

---

### Letícia dos Santos Macedo

Tecnóloga em Saneamento Ambiental pela UNICAMP. Mestre em Ciências e doutoranda pela Escola Politécnica da USP. Pesquisadora no Núcleo de Sustentabilidade e Baixo Carbono do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT). Atua em projetos de Gerenciamento Integrado de Resíduos; Avaliação Econômica, Técnica, Ambiental e Social de Tecnologias de Tratamento de Resíduos; Economia Circular e Tecnologias de Baixo Carbono.

---

**Pesquisa ILP+IPT**  
**OBLegisPPDS**

# OBSERVATÓRIO LEGISLATIVO DE POLÍTICAS PÚBLICAS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: o Parlamento Paulista e a Agenda 2030

## SUMÁRIO EXECUTIVO

Como sabemos, a Agenda 2030, adotada pela Organização das Nações Unidas em 2015, é a etapa mais recente da política global rumo ao desenvolvimento sustentável, conceito surgido em 1987 e que implica o atingimento de níveis satisfatórios de desenvolvimento social e econômico e de realização humana e cultural para as gerações atuais, garantindo o mesmo direito para as posteriores.

A abordagem foi inicialmente adotada pela Agenda 21, a primeira carta de intenções que visava a promoção de um novo padrão de desenvolvimento em escala planetária, com ênfase em questões ambientais, e pelos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODMs), de 2000, que se constituíram em um arcabouço global de políticas envolvendo meio ambiente, inclusão social e crescimento econômico.

Estruturada por meio de 17 ODSs (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, sucessores dos ODMs) e orientada por 169 metas, a proposta da Agenda 2030 consiste na integração e equilíbrio das diversas dimensões do desenvolvimento sustentável, articuladas desde o nível de abrangência global até os subnacionais, regionais e locais.

Sua implementação envolve a mobilização de atores públicos e privados, dos mais diferentes setores da sociedade, de forma complementar e integrada, processo no qual o Poder Legislativo tem papel de destaque, uma vez que é um campo por excelência do debate sobre a formulação de políticas, o estabelecimento de marcos

---

regulatórios e a destinação de recursos públicos, temas para os quais devem ser fornecidas bases legais a partir das quais os demais atores atuarão.

Tendo em vista refletir sobre sua contribuição para este tema, a Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo (ALESP, o Parlamento do Estado de São Paulo), por meio de projeto proposto pelo Instituto do Legislativo Paulista (ILP) em 2023, criou o Observatório Legislativo de Políticas Públicas e Desenvolvimento Sustentável (OblegisPPDS).

O ILP é uma instituição de pesquisa, capacitação e difusão de conhecimento especializada, um *think tank* da ALESP, que existe fundamentalmente para a qualificação das políticas públicas, o aprimoramento do Parlamento, a promoção da cidadania e da participação popular, da democracia, da justiça e do desenvolvimento no âmbito do Estado de São Paulo. Como instituição orgânica da Assembleia Legislativa, atenta-se às particularidades do processo legislativo estadual e das políticas públicas desenvolvidas nesse contexto.

O conceito de “Observatório”, por sua vez, já traz implícito o escopo da iniciativa: trata-se de um programa de pesquisa que está sendo desenvolvido pelo próprio ILP em parceria com instituições com as quais a ALESP firmou Acordos de Cooperação, e que visa acompanhar, analisar e avaliar as políticas públicas, ações e iniciativas propostas e implementadas no Estado de São Paulo, em termos de sua aderência e contribuição para a consecução dos referidos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODSs) e de suas 169 metas.

O Observatório funciona por meio de subprogramas desenvolvidos por Grupos de Trabalho Temáticos (GTTs), organizados em função de um ou mais ODSs e constituídos pelo ILP e uma ou mais instituições com as quais este mantenha parceria e que tenham atuação aderente aos Objetivos em referência. O primeiro GTT começou sua organização em 2023, no contexto do Acordo de Cooperação estabelecido entre a ALESP, por meio do ILP, e o IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, versando sobre o subprograma de análise de políticas públicas nas áreas de ambiente construído e energia.



---

Já o subprograma de análise de produção legislativa tem foco na própria produção legislativa tramitada na ALESP, tendo em vista a caracterização de sua aderência e alcance em relação aos ODSs e suas metas. Além de caracterizar a produção realizada desde 2016, avaliando sua evolução em termos de alinhamento aos ODSs, a iniciativa busca observar em tempo real as proposições e normas surgidas a partir de 2024, de maneira a fornecer indicadores de contribuição das mesmas para o desenvolvimento sustentável.

O Observatório abre, assim, novo enfoque na pesquisa aplicada sobre produção legislativa e políticas públicas e alinha-se às preocupações com o desenvolvimento humano e sustentável, entendido pelo ILP como um direito humano de nova geração, no Estado de São Paulo, do Brasil e do Planeta. Conquanto seu escopo esteja delimitado ao campo da produção de conhecimento sobre o que vem sendo realizado no Estado de São Paulo, em termos de iniciativas legislativas e políticas públicas, entende-se que este seja um passo fundamental para potencializar o aumento da coerência das políticas para o desenvolvimento sustentável, como preconiza a meta 17.15 do ODS “Parcerias e Meios de Implementação” da Agenda 2030.

Dessa forma, os impactos pretendidos em relação ao trabalho do Observatório serão:

- (1) primariamente, o aumento do conhecimento da Casa Legislativa em relação à sua própria participação no esforço de implementação da Agenda 2030;
- (2) em decorrência da difusão desses resultados, o fortalecimento do interesse parlamentar em relação à pauta da sustentabilidade;
- (3) em paralelo, o aumento da consciência da Sociedade Civil organizada e do cidadão em geral sobre a atuação do Parlamento em relação à Agenda 2030, potencializando a atuação destes atores em suas demandas destinadas ao próprio Legislativo;
- (4) enfim, o aumento e qualificação da produção legislativa e das ações de fiscalização próprias ao Parlamento em relação às políticas

---

voltadas ao desenvolvimento sustentável, em suas vertentes ambiental, econômica e social, potencializando a ação do Estado, em colaboração com a sociedade, no sentido do enfrentamento dos enormes desafios do século XXI, entre eles a melhoria da qualidade de vida da população e dos indicadores de desenvolvimento humano, o aumento da resiliência aos impactos cada vez mais perceptíveis das mudanças climáticas e ambientais e a garantia de um legado sustentável às próximas gerações.

# THE LEGISLATIVE OBSERVATORY ON PUBLIC POLICIES AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT: the São Paulo Parliament and the 2030 Agenda

## EXECUTIVE SUMMARY

As we know, the 2030 Agenda, adopted by the United Nations in 2015, is the latest step in the global policy towards sustainable development, a concept that emerged in 1987 and which implies the achievement of satisfactory levels of social and economic development and human and cultural fulfilment for current generations, while guaranteeing the same right for subsequent generations.

The approach was first adopted by Agenda 21, the first letter of intent aimed at promoting a new pattern of development on a planetary scale, with an emphasis on environmental issues, and by the Millennium Development Goals (MDGs) of 2000, which constituted a global framework of policies involving the environment, social inclusion and economic growth.

Structured through 17 SDGs (Sustainable Development Goals, successors to the MDGs) and guided by 169 targets, the 2030 Agenda proposal consists of integrating and balancing the various dimensions of sustainable development, articulated from the global to the sub-national, regional and local levels.

Its implementation involves the mobilisation of public and private actors from the most diverse sectors of society, in a complementary and integrated way, a process in which the Legislative Branch plays a key role, since it is a field par excellence for debate on policy formulation, the establishment of regulatory frameworks and the Cadernos do ILP: Ensino – Pesquisa – Extensão Cultural

---

allocation of public resources, issues for which legal bases must be provided from which the other actors will act.

With a view to reflecting on its contribution to this issue, the Legislative Assembly of the State of São Paulo (ALESP, the São Paulo State Parliament), through a project proposed by the Instituto do Legislativo Paulista (ILP) in 2024, created the Observatório Legislativo de Políticas Públicas e Desenvolvimento Sustentável (OblegisPPDS - Legislative Observatory on Public Policies and Sustainable Development).

The ILP is an institution for research, training and the dissemination of specialised knowledge, an ALESP “think tank”, which exists fundamentally for the qualification of public policies, the improvement of the Parliament, the promotion of citizenship and popular participation, democracy, justice and development within the State of São Paulo. As an organic institution of the Legislative Assembly, it is attentive to the particularities of the state legislative process and the public policies developed in this context.

The concept of ‘Observatory’, in turn, already implies the scope of the initiative: it is a research programme being developed by the ILP itself in partnership with institutions with which ALESP has signed Cooperation Agreements, and which aims to monitor, analyse and evaluate the public policies, actions and initiatives proposed and implemented in the state of São Paulo, in terms of their adherence to and contribution to achieving the aforementioned Sustainable Development Goals (SDGs) and their 169 targets.

The Observatory operates through sub-programmes developed by Thematic Working Groups (TWGs), organised according to one or more SDGs and made up of the ILP and one or more institutions with which it has a partnership and which work in line with the Goals in question. The first TWG began its organisation in 2023, in the context of the Cooperation Agreement established between ALESP, through the ILP, and the IPT - São Paulo Institute for Technological Research, dealing with the sub-programme for analysing public policies in the areas of the built environment and energy.

---

On the other hand, the legislative production analysis sub-programme focuses on the legislative production itself in ALESP, with a view to characterising its adherence and scope in relation to the SDGs and their targets. In addition to characterising the production carried out since 2016, assessing its evolution in terms of alignment with the SDGs, the initiative seeks to observe in real time the proposals and norms that have emerged since 2024, in order to provide indicators of their contribution to sustainable development.

The Observatory thus opens up a new approach to applied research into legislative production and public policies and aligns itself with concerns about human and sustainable development, understood by the ILP as a new generation human right in the state of São Paulo, Brazil and the planet. Although its scope is limited to the field of producing knowledge about what is being done in the state of São Paulo in terms of legislative initiatives and public policies, it is understood that this is a fundamental step towards increasing the coherence of policies for sustainable development, as advocated by target 17.15 of the SDG 'Partnerships and Means of Implementation' of the 2030 Agenda.

Thus, the intended impacts of the Observatory's work will be:

- (1) primarily, an increase in the Legislative House's knowledge of its own participation in the effort to implement the 2030 Agenda;
- (2) as a result of the dissemination of these results, a strengthening of parliamentary interest in the sustainability agenda;
- (3) in parallel, an increase in the awareness of organised civil society and citizens in general of Parliament's actions in relation to the 2030 Agenda, boosting the actions of these actors in their demands to the Legislature itself;
- (4) finally, the increase and qualification of legislative production and Parliament's own oversight actions in relation to policies aimed at sustainable development, in its environmental, economic and social aspects, enhancing the action of the State, in collaboration with Society, in order to face the enormous challenges of the 21st century,

---

including improving the population's quality of life and human development indicators, increase resilience to the increasingly noticeable impacts of climate and environmental change and guarantee a sustainable legacy for future generations.

---

## Política Editorial

Os “Cadernos do ILP: Ensino – Pesquisa – Extensão Cultural” são um periódico de extensão científica e cultural de livre acesso. Hospedado na Biblioteca Digital da ALESP, seu objetivo é contribuir para a consecução das atribuições de ensino, pesquisa, extensão e suporte à atividade parlamentar do Instituto do Legislativo Paulista.

Os Cadernos do ILP publicam trabalhos produzidos no âmbito das atividades do Instituto e de seus Acordos de Cooperação, relatórios técnicos, resultados de pesquisa, artigos ou textos didáticos de apoio aos cursos ou palestras ministradas e atas de eventos, bem como artigos originais e inéditos de cunho científico-cultural, e de reflexão livre nas áreas de políticas públicas e gestão, ciência política, educação legislativa e cultura, estes submetidos à revisão por parte de corpo consultivo externo.

Editora:  
Any Ortega (2020-atual)

Assistente Editorial:  
Caroline Gomes (2024-atual)

