

Cidades inteligentes e sustentáveis

O papel das fontes renováveis de energia na mitigação das mudanças climáticas

Me. Danielle Rodrigues Raimundo

Outubro de 2025



Olá, muito
prazer!



UNIFEI
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ



UNICAMP



UFSCar
Campus Lagoa do Sino



REALIZAÇÃO:



IIª QUALIFICAÇÃO DE
Educadores Ambientais

AULA 5 | 06 DE OUTUBRO (SEGUNDA) | 18h00 - 19h30

ENERGIA

Cidades Inteligentes e Sustentáveis: O Papel das Fontes Renováveis na Mitigação das Mudanças Climáticas

COM MS. DANIELLE RODRIGUES RAIMUNDO

Analista na CPFL Renováveis, com foco em manutenção e planejamento de energia renovável (eólica, PCHs e biomassa). Doutoranda na UNICAMP em energia solar flutuante e hidrelétricas, mestre e engenheira ambiental pela UNIFEI, e fundadora da Terei de Letra Consultoria. Tem experiência docente na UFSCar e atuou na Unilever na área de meio ambiente.

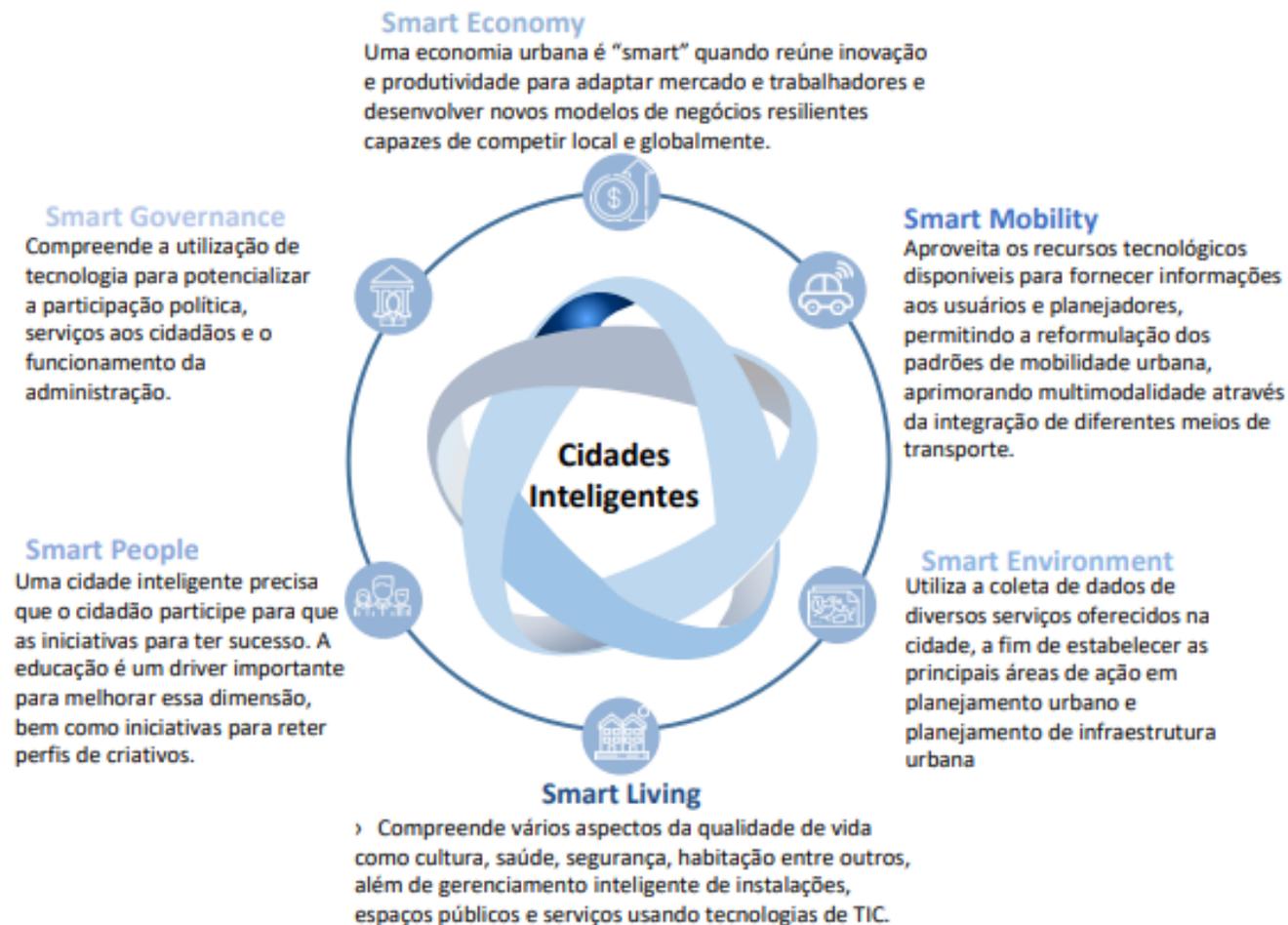


Cidades inteligentes e sustentáveis?



O conceito de Cidade Inteligente

Figura 1 – Características das Cidades Inteligentes



Fonte: Giffinger et al. (2007, *apud* EPE, 2020).

Tabela 1: Características e fatores de uma Cidade Inteligente

Economia Inteligente (Competitividade)	Pessoas Inteligentes (Capital Social e Humano)	Governança Inteligente (Participação)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Espírito inovador ▪ Empreendedorismo ▪ Imagem econômica e marcas registradas ▪ Produtividade ▪ Flexibilidade do mercado de trabalho ▪ Integração internacional ▪ <i>Habilidade de transformar⁷</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nível de qualificação ▪ Afinidade para a aprendizagem ao longo da vida ▪ Pluralidade social e étnica ▪ Flexibilidade ▪ Criatividade ▪ Cosmopolita / Receptividade ▪ Participação na vida pública 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Participação na tomada de decisões ▪ Serviços públicos e sociais ▪ Governança transparente ▪ <i>Estratégias e perspectivas políticas</i>
Ambiente Inteligente (Recursos Naturais)	Mobilidade Inteligente (Transportes e TIC)	Modo de Vida Inteligente (Qualidade de vida)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Atratividade das condições naturais ▪ Níveis de Poluição ▪ Proteção ambiental ▪ Gerenciamento de recursos sustentáveis 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Acessibilidade local ▪ Acessibilidade (inter) nacional ▪ Disponibilidade de infraestrutura de TIC ▪ Sistemas de transporte sustentáveis, inovadores e seguros 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Instalações culturais ▪ Condições saudáveis ▪ Segurança individual ▪ Qualidade da habitação ▪ Instalações de educação ▪ Atratividade turística ▪ Coesão social

Fonte: Giffinger et al. (2007).



Smart cities



*Uma cidade inteligente e sustentável é uma cidade inovadora que utiliza tecnologias de informação e comunicação (TICs) e outros meios para **melhorar a qualidade de vida**, a eficiência das operações e serviços urbanos e competitividade, garantindo, ao mesmo tempo, que atenda às necessidades das gerações presentes e futuras aspectos econômicos, sociais, ambientais e culturais.*

United for Smart Sustainable Cities (2017)



Desenvolvimento Sustentável



Do latim *sustentare*, o termo “sustentável” significa sustentar, defender, favorecer, apoiar, conservar, cuidar.

Sustentabilidade é suprir as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades (ONU, 1987).

Desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, garantindo a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações. É o desenvolvimento que não esgota os recursos para o futuro.

Desenvolvimento Sustentável

- “A **sustentabilidade** é como um objetivo de longo prazo (ou seja, um mundo mais sustentável), enquanto o **desenvolvimento sustentável** se refere aos processos e caminhos para alcançá-la.” (UNESCO)



Gestão sustentável: gerenciamento dos recursos e elementos disponíveis para que um determinado processo, projeto ou organização promova a sustentabilidade em suas atividades ou ações.

Tríade da Sustentabilidade



AMBIENTALMENTE
RESPONSÁVEL

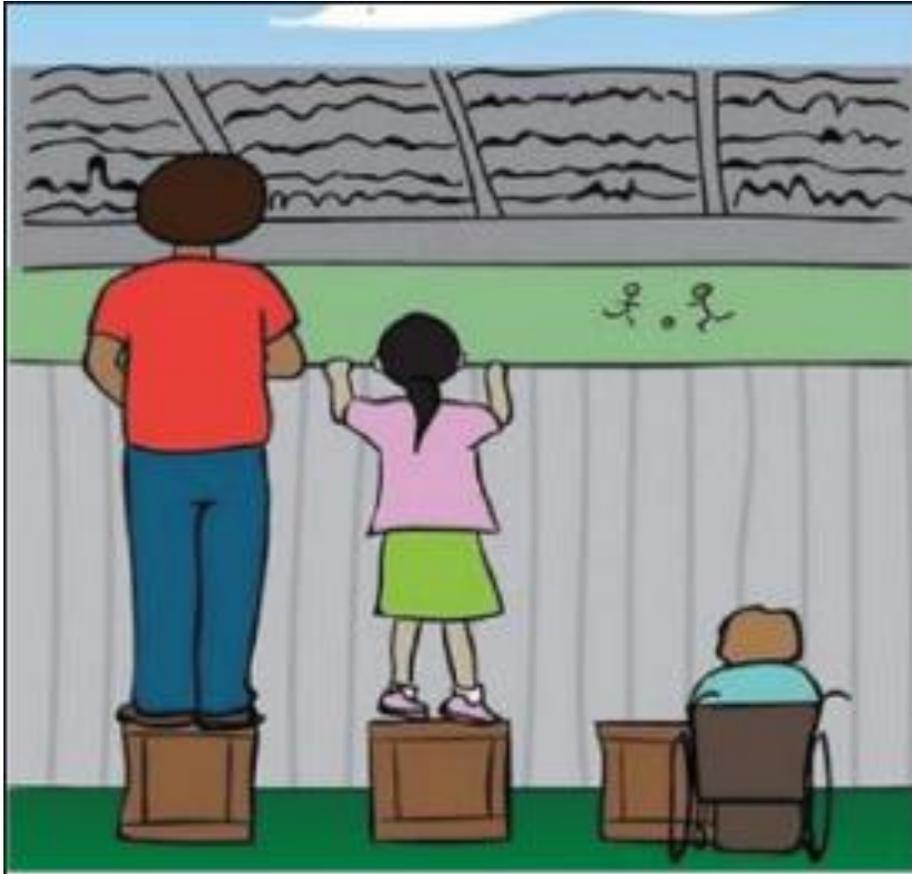


ECONOMICAMENTE
EFICAZ



SOCIALMENTE
EQUITATIVO





IGUALDADE



EQUIDADE



Cidades ou cidadãos inteligentes?





SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

17 GOALS TO TRANSFORM OUR WORLD

1 NO POVERTY

2 ZERO HUNGER

3 GOOD HEALTH AND WELL-BEING

4 QUALITY EDUCATION

5 GENDER EQUALITY

6 CLEAN WATER AND SANITATION

7 AFFORDABLE AND CLEAN ENERGY

8 DECENT WORK AND ECONOMIC GROWTH

9 INDUSTRY, INNOVATION AND INFRASTRUCTURE

10 REDUCED INEQUALITIES

11 SUSTAINABLE CITIES AND COMMUNITIES

12 RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION

13 CLIMATE ACTION

14 LIFE BELOW WATER

15 LIFE ON LAND

16 PEACE, JUSTICE AND STRONG INSTITUTIONS

17 PARTNERSHIPS FOR THE GOALS


SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



Ranking das 100 cidades mais inteligentes do Brasil

RANKING GERAL

2023	2022	Cidade	UF	Nota	
1	▲ 1	2	Florianópolis	SC	37,925
2	▼ 1	1	Curitiba	PR	38,571
3	▬ 0	3	São Paulo	SP	36,877
4	▲ 8	12	Belo Horizonte	MG	35,496
5	▲ 3	8	Niterói	RJ	35,574
6	▲ 5	11	Barueri	SP	35,516
7	▬ 0	7	Vitória	ES	35,604
8	▲ 5	13	Santos	SP	35,197
9	▬ 0	9	Salvador	BA	35,570
10	▬ 0	10	Rio de Janeiro	RJ	35,536
11	▲ 4	15	Balneário Camboriú	SC	35,145
12	▲ 4	16	Jaguariúna	SP	34,995
13	▼ -8	5	Campinas	SP	35,778
14	▼ -8	6	Brasília	DF	35,731
15	▼ -11	4	São Caetano do Sul	SP	36,365
16	▲ 12	28	Jaraguá do Sul	SC	33,016
17	▲ 1	18	Jundiaí	SP	34,250
18	▼ -1	17	Fortaleza	CE	34,335
19	▲ 5	24	Londrina	PR	33,577
20	▼ -6	14	Campo Grande	MS	35,192
21	▲ 2	23	Recife	PE	33,690
22	▬ 0	22	Santana de Parnaíba	SP	33,923
23	▲ 2	25	Goiânia	GO	33,554
24	▲ 2	26	Sorocaba	SP	33,441
25	▲ 5	30	Cuiabá	MT	32,630

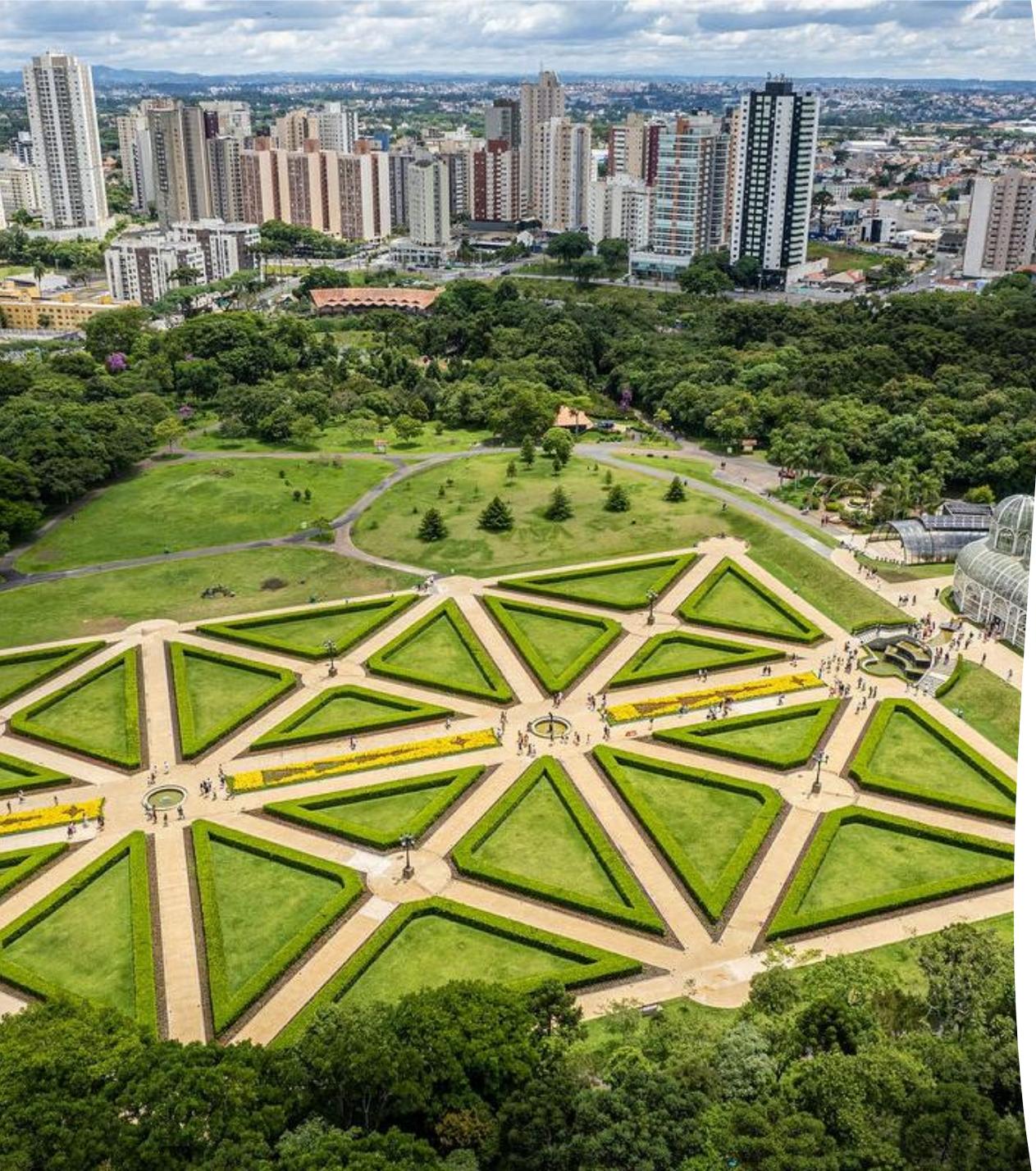
2023	2022	Cidade	UF	Nota	
26	▲ 3	29	Ribeirão Preto	SP	32,672
27	▲ 4	31	São José dos Campos	SP	32,608
28	▲ 12	40	Joinville	SC	31,638
29	▲ 4	33	Vila Velha	ES	32,504
30	▲ 2	32	Uberlândia	MG	32,521
31	▼ -10	21	Blumenau	SC	34,109
32	▼ -13	19	Porto Alegre	RS	34,238
33	▼ -6	27	São Bernardo do Campo	SP	33,236
34	▲ 43	77	Pato Branco	PR	29,998
35	▲ 2	37	Cachoeiro de Itapemirim	ES	32,054
36	▬ 0	36	Santo André	SP	32,180
37	▲ 12	49	Indaiatuba	SP	31,359
38	▲ 1	39	Palmas	TO	31,938
39	▲ 3	42	Petrópolis	RJ	31,599
40	▲ 30	70	Praia Grande	SP	30,215
41	▲ 7	48	Varginha	MG	31,389
42	▲ 37	79	Lençóis Paulista	SP	29,946
43	▼ -23	20	Maringá	PR	34,165
44	▲ 1	45	Osasco	SP	31,551
45	▲ 19	64	Paulínia	SP	30,336
46	▼ -5	41	Vinhedo	SP	31,602
47	▼ -13	34	Itajaí	SC	32,321
48	▲ 14	62	Pinhais	PR	30,406
49	▲ 10	59	Uberaba	MG	30,547
50	▲ 61	-	Três Lagoas	MS	29,179

<https://mobilidade.estadao.com.br/mobilidade-para-que/ranking-connected-smart-cities-estudo-exclusivo-revela-as-100-cidades-mais-inteligentes-do-pais/>



Florianópolis - SC

- No quesito mobilidade, a cidade garantiu o 3º lugar, por contar com um alto índice de veículos de baixa emissão: 0,91% da frota.
- A cidade também possui elevada malha cicloviária per capita, com 44,68 quilômetros de ciclovia para cada cem mil habitantes.
- Possui 98,3% de cobertura de sinal 5G e velocidade média de conexão de 456,2 Mbps.
- Quando o assunto é segurança, Florianópolis chega à 3ª colocação, com investimento de R\$ 122,98 por habitante, centro de controle e operações, 975 policiais por cem mil habitantes e taxa de mortes em acidente de trânsito de 9,9 mortes por cem mil habitantes.
- No eixo de saúde, a capital catarinense obteve a 4ª posição, contando com 3,61 leitos para cada mil habitantes e 790 médicos para cada 100 mil habitantes.
- Além disso, 100% da população tem cobertura da atenção de saúde primária, investimento per capita de R\$ 929,3 por habitante em saúde, taxa de óbitos infantis de 4,4 por mil nascidos vivos e a existência de agendamento online para consultas de saúde na rede pública.



Curitiba - PR

- Curitiba tem sido um modelo de inovação urbana desde os anos 1970;
- Um exemplo recente é o uso de **big data** para otimizar o transporte público, ajustando as rotas e horários dos ônibus com base em dados em tempo real.
- Além disso, Curitiba está investindo em iluminação pública inteligente, que utiliza sensores para ajustar a intensidade das luzes de acordo com a presença de pessoas, economizando energia e aumentando a sensação de segurança.
- O projeto de iluminação inteligente é parte de um esforço maior para tornar a cidade mais sustentável, com uma meta de reduzir em 40% as emissões de carbono até 2030.

CURITIBA: A CIDADE MAIS INTELIGENTE DO MUNDO

Curitiba foi eleita no dia 8 de novembro, em Barcelona, na Espanha, a Cidade Mais Inteligente do Mundo de 2023. O prefeito Rafael Greca recebeu o principal prêmio do World Smart City Awards, na categoria “Cidades”, pelas políticas públicas, ações e programas de planejamento urbano inteligentes da Prefeitura de Curitiba voltados ao crescimento socioeconômico e à sustentabilidade ambiental. A premiação ocorreu durante o Smart City World Expo Congress, o maior fórum internacional de cidades inteligentes.

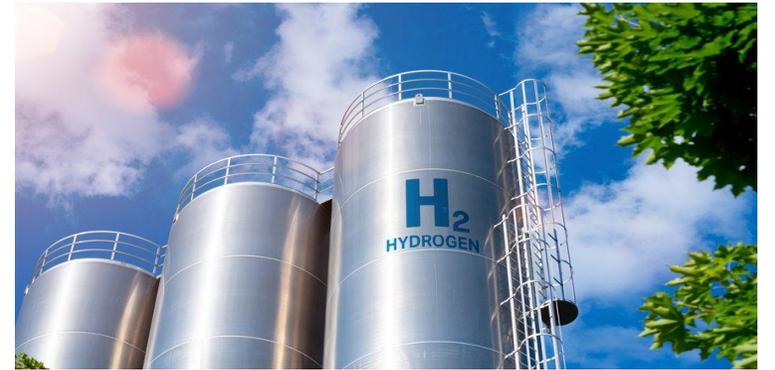
“Ano após ano, temos mostrado como Curitiba se diferencia das demais cidades, sendo pioneira em serviços de cidades inteligentes que estimulam o pensamento inovador, promovendo melhorias na vida dos curitibanos, com desenvolvimento sustentável e reforçando que a inovação só vale quando ela se transforma em processo social. A inovação é como a luz, não tem proprietários e tem de ser compartilhada, multiplicada para que possamos ter um cenário cada vez melhor da humanidade que nós desejamos”, destaca o prefeito Rafael Greca, ao comemorar a premiação internacional.

Outros exemplos - Interior do estado de SP

-
- **Jundiaí** disponibilizou um aplicativo integrado, no qual os cidadãos podem acessar cerca de 100 serviços diferentes.
 - **Santa Bárbara d'Oeste** já está usando drones, wi-fi e câmeras para segurança pública e tem um sistema inteligente de estacionamento onde os cidadãos podem pagar de forma online pelo uso das vagas.
 - Em **Limeira**, foi desenvolvido um sistema de botão de pânico para mulheres em situação de risco e um sistema mobile de estacionamento rotativo baseado em IoT.
 - **Vinhedo** monitora todas as entradas e saídas da cidade em tempo real, por meio de um sistema de câmeras, avança na implantação do sistema de iluminação LED e planeja a instalação de estacionamentos e hidrômetros inteligentes.
 - Em **Sorocaba**, todas as viaturas policiais agora contam com computadores de bordo integrados a um sistema central de segurança.
 - Em **Capivari**, foi criado o Sistema Integrado de Administração Municipal (SIAM), por meio do qual o cidadão pode pedir solução para problemas que são de competência da prefeitura.
 - Em **Diadema**, a totalidade dos processos internos relacionados à gestão do município estão digitalizados.
 - Outro exemplo é **Itu**, na qual a Secretaria de Planejamento lidera a integração entre as demais secretarias, promovendo a digitalização dos processos.
 - **Campo Limpo** está projetando um novo portal interativo e integrado, que liga todas as áreas da administração do município.
 - Já em **Guarulhos**, a prefeitura está trabalhando em um projeto de big data para integrar os dados de gestão.
 - E **Campinas** está adotando uma plataforma aberta para implementar soluções em IoT voltadas ao atendimento aos cidadãos, e que foi desenvolvida pelo CPqD, que fica no município.

A energia em
seus mais
diversos fins





Fontes Renováveis de Energia

A energia no ambiente urbano

Atualmente, o desafio de transição do sistema energético para uma economia de baixo carbono passa a adicionar alguns aspectos que se destacam no ambiente urbano, tais como:

1. Economia circular;
2. Eficiência energética nas edificações;
3. Uso de recursos energéticos distribuídos (RED); e
4. Adaptação da mobilidade urbana.



Por que promover a sustentabilidade?

- Aquecimento global;
- Mudanças climáticas;
- Eventos extremos;
- Vulnerabilidade e adaptabilidade;
- Impactos ambientais.



Previsão de mudanças induzidas por diferentes níveis de aquecimento global

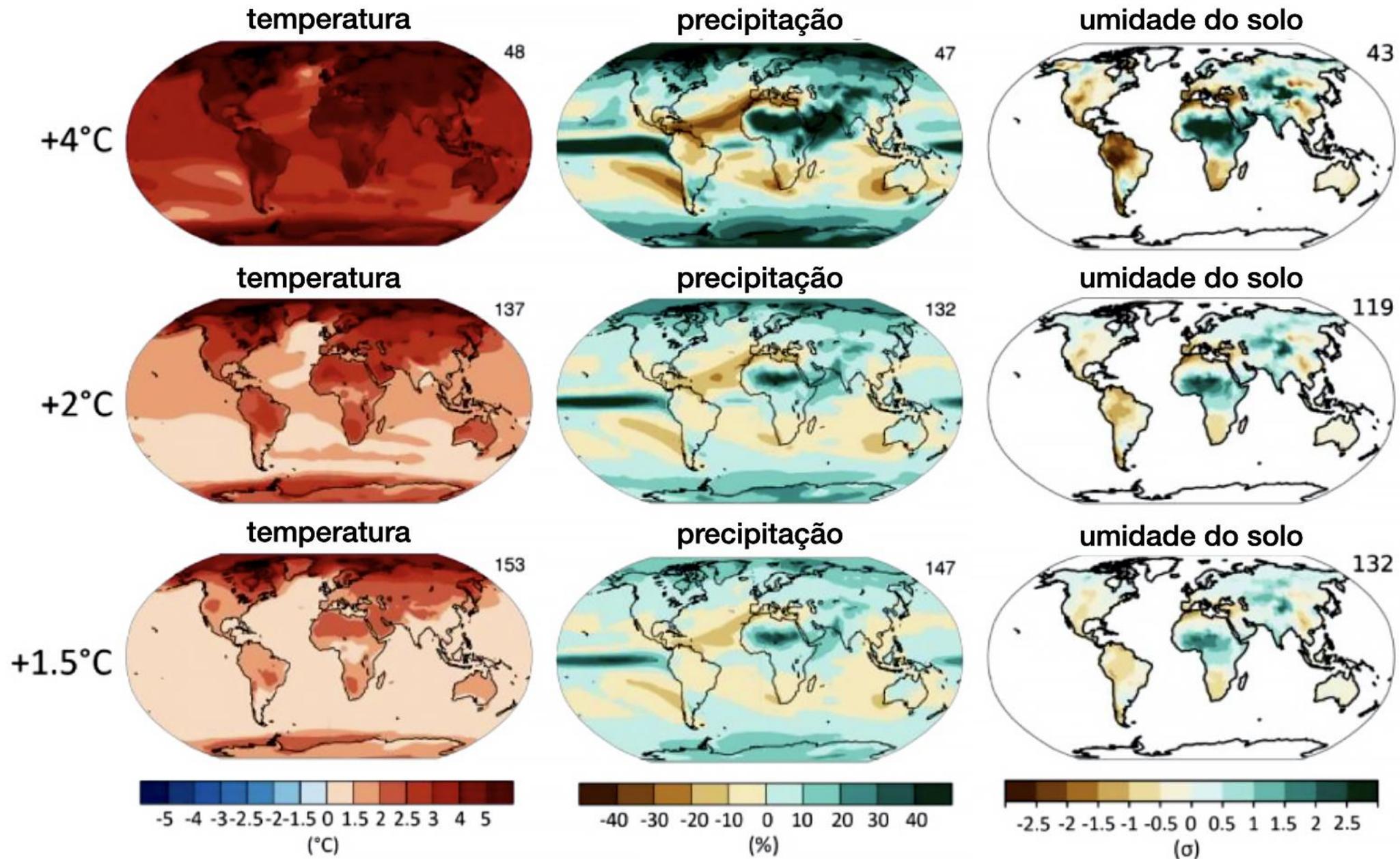
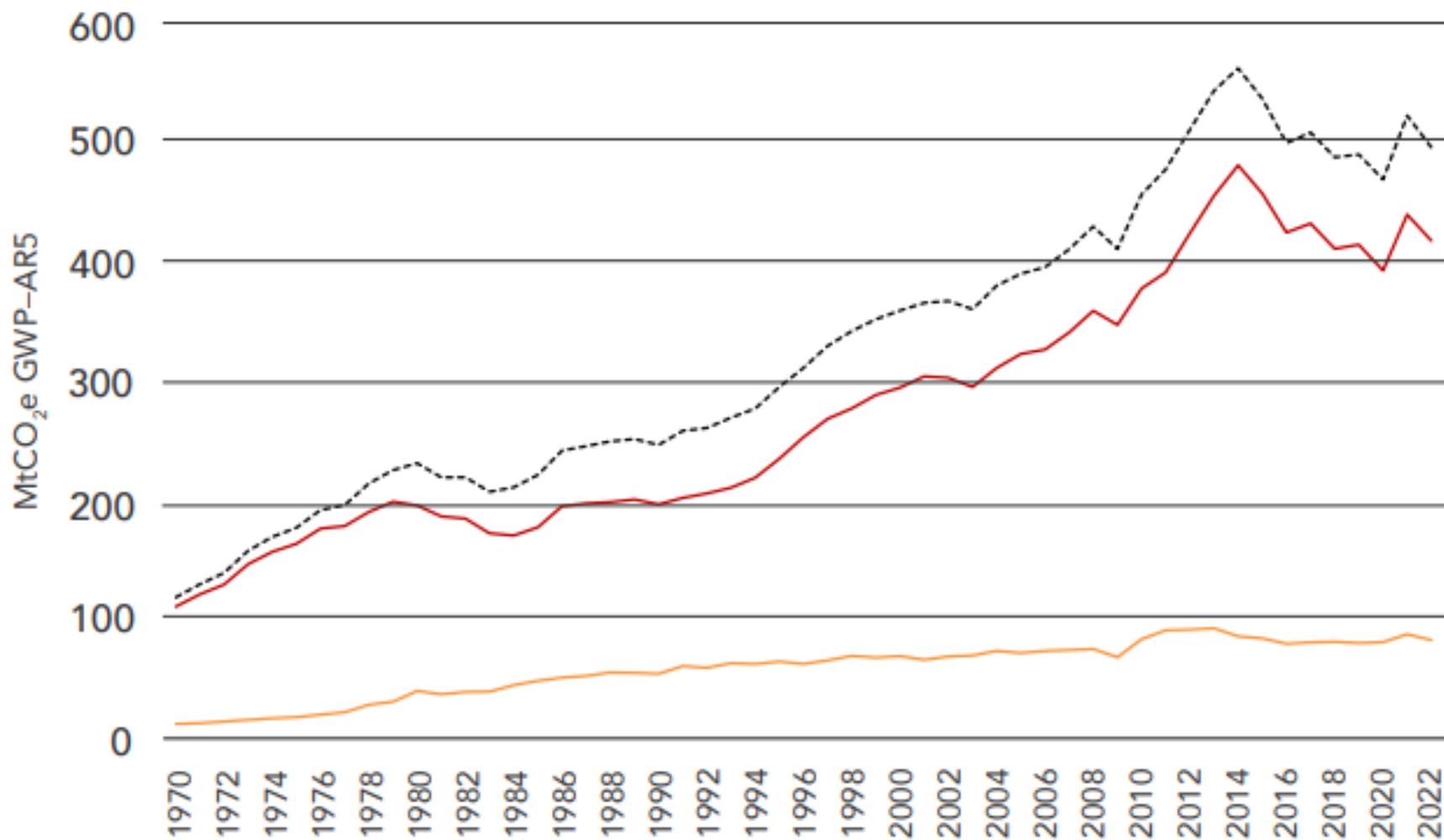


Figura 11

Emissões de gases de efeito estufa nos setores de Energia e Processos Industriais (PIUP)

- Energia
- Processos Industriais e Uso de Produtos (PIUP)
- Total (Energia + PIUP)



*PIUP = processos industriais e uso de produtos

Figura 12

Emissões de gases de efeito estufa nas atividades de energia e PIUP e participação de cada uma delas no total emitido por esses dois setores em 2022

- Transportes
- Indústria
- Edificações
- Produção de combustíveis
- Geração de eletricidade
- Agropecuária

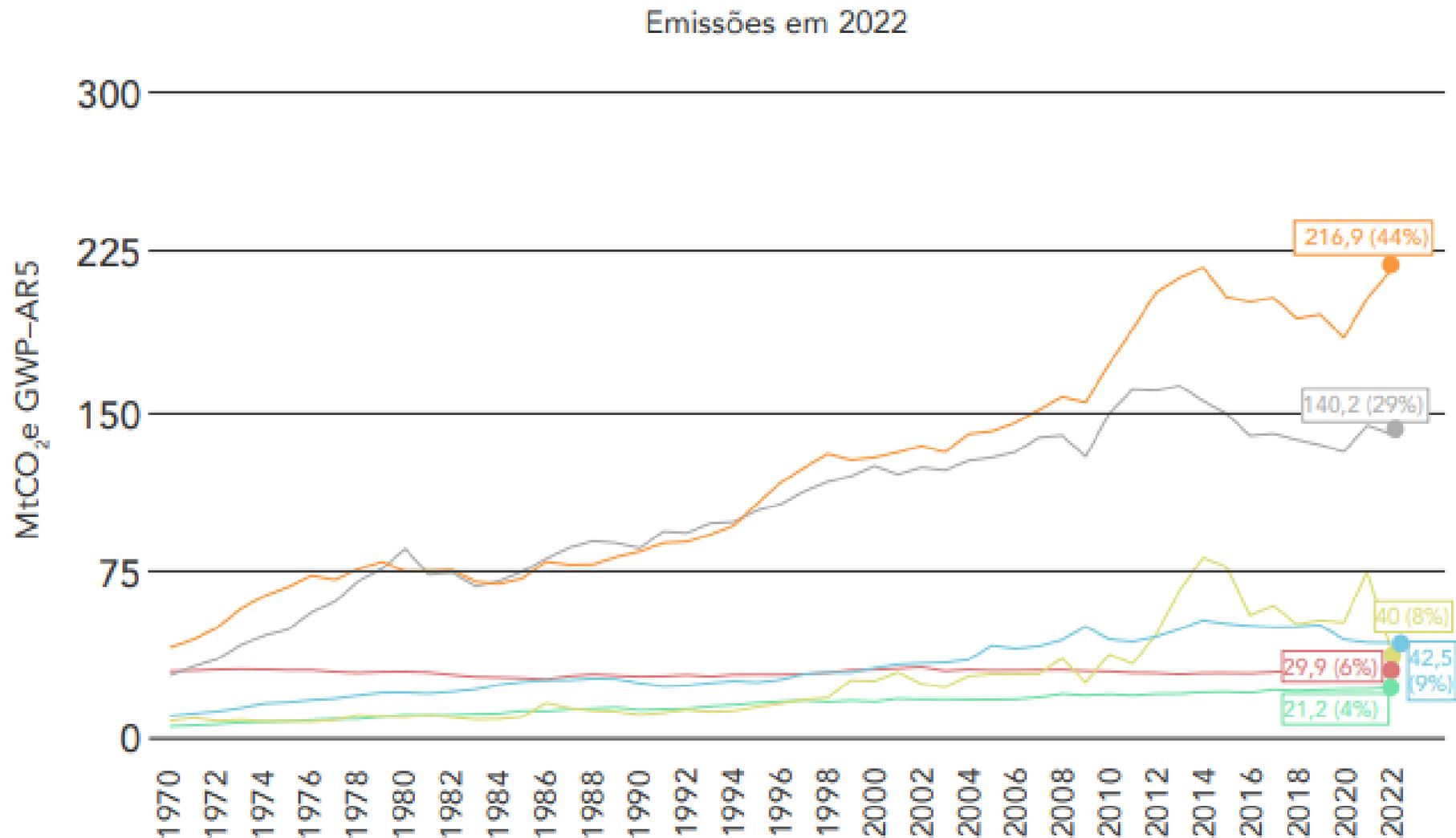
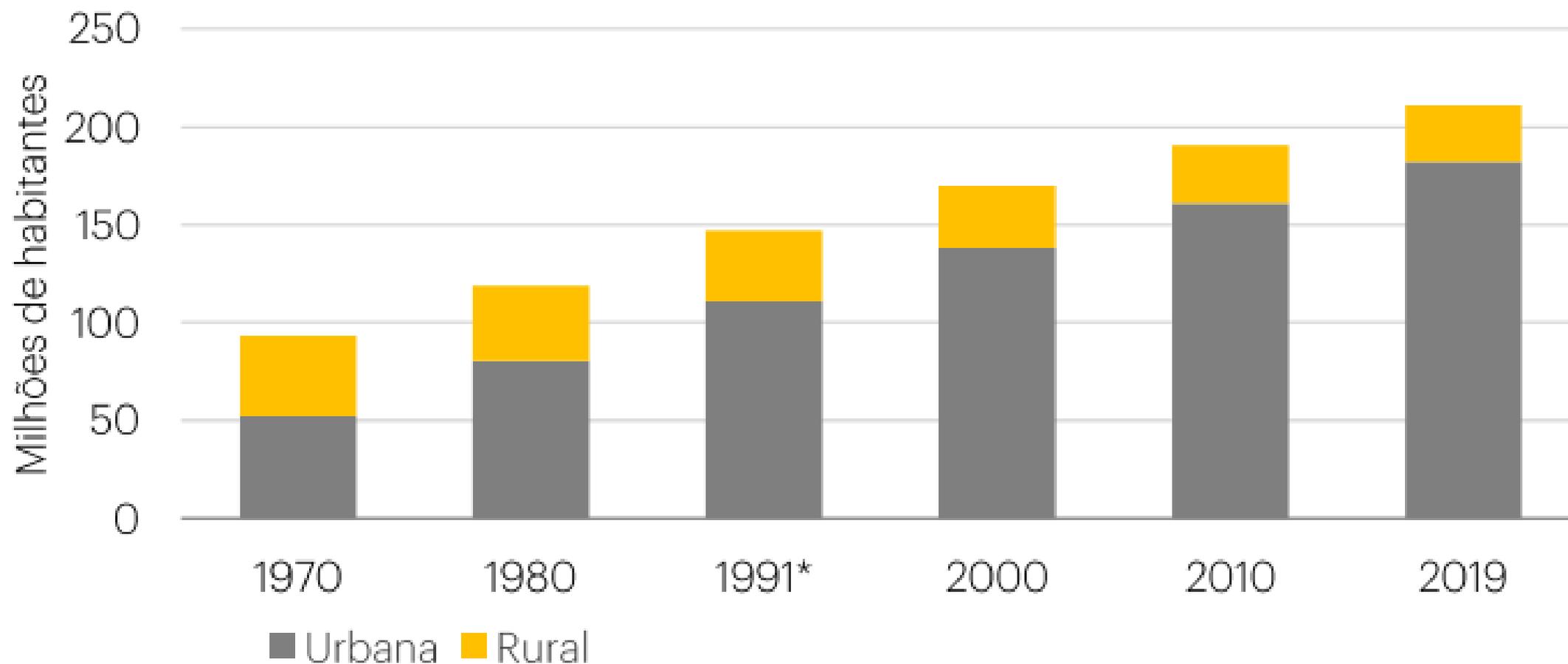


Gráfico 1.1 – Evolução da população brasileira urbana e rural (1970-2019)

Fonte: IBGE (diversos anos) e estimativa de 2019 baseadas em IBGE (2018).



Mudanças climáticas e o ambiente urbano



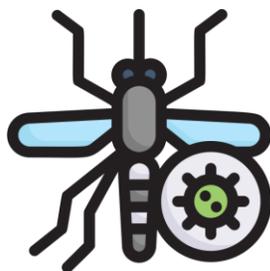
Insegurança alimentar



Risco ao suprimento de água



Conflitos e migrações



Epidemias e doenças



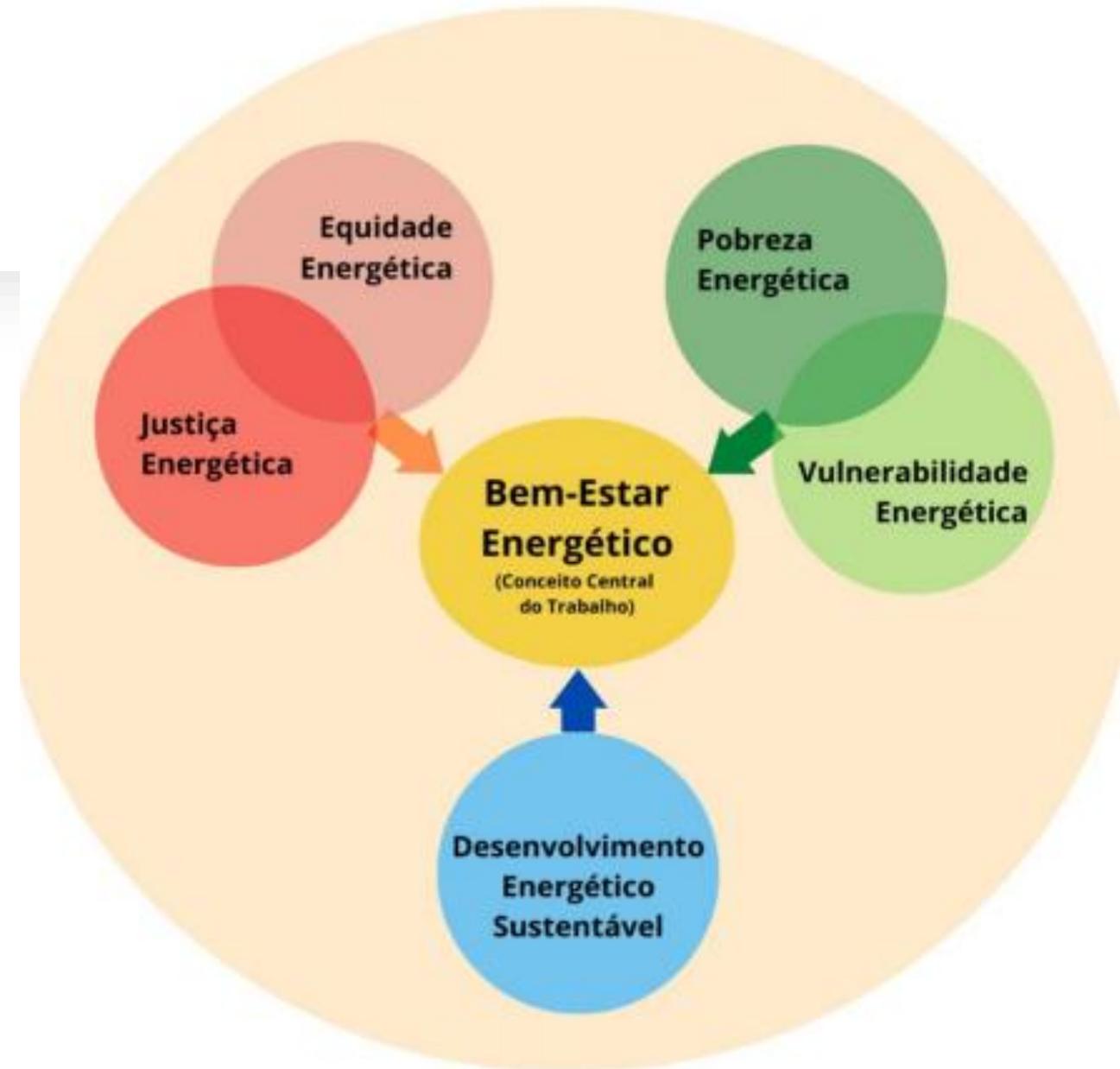
Estresse térmico

Mudanças
climáticas e o
ambiente
urbano



Outros Desafios

- Pobreza Energética;
- Justiça Energética;
- Desigualdade social;



Pobreza Energética



The background image shows a dense urban area, likely a favela, with multi-story brick buildings. The buildings are built on a hillside, and the sky is clear and blue. Numerous power lines are visible, crisscrossing the scene and creating a complex web of lines against the sky. The overall atmosphere is one of a densely populated, low-income urban environment.

Pobreza Energética

- Há uma diferença entre a definição da pobreza energética nos países pobres e naqueles já desenvolvidos.
- Nos **países pobres ou em desenvolvimento**, a pobreza energética é geralmente entendida como a falta de acesso a serviços modernos de energia para manter o conforto térmico, a iluminação e o uso de seus eletrodomésticos (THOMSON et al., 2020; SOKOŁOWSKI, 2019; SOVACOOOL, 2012).
- Nos **países desenvolvidos**, a pobreza energética é entendida em termos dos gastos com energia em relação às rendas domiciliares (BUZAR, 2007).

O QUE É POBREZA ENERGÉTICA?

Pobreza Energética é definida como a falta de acesso a combustíveis limpos e comerciais, equipamentos eficientes e eletricidade e uma alta dependência da biomassa tradicional, que é, principalmente, queimada em fogões ineficientes e poluentes. O conceito da IEA da pobreza energética tem sido amplamente utilizado nos países em desenvolvimento (IEA, 2002).

Limiares da Pobreza Energética

1

Uma quantidade de combustíveis líquidos e/ou gasosos para cozinhar equivalente a 35 kg de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) por ano per capita e fogões de cozinha eficientes e limpos

2

120 kWh de eletricidade per capita por ano para iluminação

3

Acesso à maioria dos serviços básicos (água potável, comunicação, serviços de saúde, de educação e outros), além de algum valor agregado à produção local

Justiça Energética

O QUE É JUSTIÇA ENERGÉTICA?

As abordagens e as ações práticas por Justiça Energética envolvem todo o processo de geração, transmissão, distribuição e consumo de energia. O objetivo é compreender onde as injustiças ocorrem, quais os grupos sociais afetados e quais as formas de evitá-las ou remediá-las (SOVACOOOL e DWORKIN, 2015). Em suma, Justiça Energética é um conceito que integra justiça social e sistemas de produção e consumo de energia.

Parâmetros de Justiça Energética

VALORES	DESCRIÇÃO
Disponibilidade	Garantia de serviços energéticos suficientes e de qualidade a todos
Acessibilidade Financeira	Os serviços energéticos não devem comprometer mais do que 10% da renda das famílias, prejudicando outros gastos do orçamento doméstico
Devido processo legal	Respeito aos procedimentos legais e aos direitos humanos, informando as comunidades de políticas, processos e projetos que as afetem
Transparência e Prestação de Contas	Fornecimento de informações de qualidade sobre energia e meio ambiente, implementação de processos decisórios e de prestação de contas justos e transparentes
Sustentabilidade	Preservação das reservas de recursos naturais, garantindo às futuras gerações, no mínimo, as atuais condições
Equidade intrageracional	Garantia de acesso igual e justo à serviços energéticos a todos, assegurando níveis mínimos de bem-estar
Equidade Intergeracional	Proteger as futuras gerações dos impactos negativos das decisões energéticas atuais, assegurando seu bem-estar
Responsabilidade	Diferenciar as responsabilidades na proteção do ambiente e na minimização das ameaças aos indivíduos e à natureza relacionadas aos processos energéticos



Pobreza Energética

- Atualmente, quase **759 milhões de pessoas** não têm acesso à eletricidade (IEA et al., 2021);
- Só na União Europeia, estima-se que mais de **50 milhões de pessoas** não têm acesso a uma quantidade de energia suficiente para atender às suas necessidades básicas ou estão com despesas excessivas de energia em relação à renda doméstica (THOMSON et al., 2016; THOMSON e BOUZAROVSKI, 2018)



Pobreza Energética

- No Brasil, aproximadamente **1 milhão de pessoas** não possui acesso perene à energia elétrica, contando com algumas horas de energia por dia, através de geradores a diesel ou a gasolina (IEMA, 2020).

Relatório estima que 8% da população não terá acesso à energia em 2030

02 junho 2022

Um novo relatório que monitora os progressos em direção ao fornecimento de energia moderna e acessível para todos até 2030, mostrou que atualmente 733 milhões de pessoas ainda não têm acesso à eletricidade.

No ritmo atual de eletrificação, cerca de 8% da população mundial permanecerá sem acesso à eletricidade em 2030, cerca de 670 milhões de pessoas. A pandemia de COVID-19 e guerra na Ucrânia estão entre os desafios a serem superados para que haja avanço nesta meta.

O relatório foi produzido pelo Banco Mundial, Organização Mundial da Saúde (OMS), Divisão de Estatística das Nações Unidas (UNSD), em parceria com a Agência Internacional de Energia (IEA) e a Agência Internacional de Energia Renovável (IRENA).

Pobreza Energética: *trade-offs*

Há estudos que relacionam o aumento da **pobreza energética** com os esforços em usar **energias mais limpas** (MCCAULEY, 2018; MCCAULEY et al., 2019; JENKINS, 2018).

Como no início da transição energética essas **fontes renováveis eram mais caras**, argumenta-se que é preciso cuidar para que essa mudança, além de ser positiva para o meio ambiente, seja justa com as pessoas, não aumentando o custo da energia para os consumidores.

Cidades inteligentes: para quem?



Cidades inteligentes, cidades resilientes

A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) define **resiliência urbana** como a capacidade de um sistema urbano de absorver, recuperar e se preparar para choques futuros. É a habilidade que as cidades têm de adaptar ou transformar rapidamente suas funções diante de um distúrbio que limite suas possibilidades.



Cidades inteligentes, cidades **resilientes**

Como promover a **resiliência** e a **adaptação** das cidades frente às mudanças climáticas, pensando no **bem-estar** e na **qualidade de vida** da população?



Referências

- **EPE. Iniciativas nas cidades para o uso inteligente da energia.** O papel das cidades no uso da energia. 2022. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-519/topico-626/IT2%20-%20Iniciativas%20na%20cidades%20para%20o%20uso%20inteligente%20da%20energia.pdf>
- **EPE. O QUE SÃO CIDADES INTELIGENTES E SUSTENTÁVEIS?** O papel das cidades no uso da energia. 2021. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/IT1%20-%20O%20que%20sa%CC%83o%20Cidades%20Inteligentes_rev2020_10_30%20%282%29.pdf
- **EvEX. Cidades inteligentes: conceitos e aplicações.** 2021. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/jspui/bitstream/1/7001/1/2021.05.14%20-%20Cidades%20inteligentes%20-%20conceitos%20e%20aplica%C3%A7%C3%B5es%20-%20rev.%2005-22.pdf>
- **FIESC. Florianópolis é a cidade mais conectada e inteligente do país.** 2025. Disponível em: <https://fiesc.com.br/pt-br/imprensa/florianopolis-e-cidade-mais-conectada-e-inteligente-do-pais>
- **G1. Curitiba e a revolução das cidades inteligentes no Brasil.** 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/pr/parana/especial-publicitario/uniopet/opet-inovacao-em-rede/noticia/2024/09/12/curitiba-e-a-revolucao-das-cidades-inteligentes-no-brasil.ghtml>