

1

Setembro, 2024





MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



FICHA TÉCNICA

Projeto: EUROCLIMA

**Uso sustentável da
infraestrutura energética nas
cidades e transição energética**

PRODUTO

Energia, Cidades e
Transição Energética

TIPO DE PRODUTO

Cartilha

ELABORAÇÃO

Francisco Maciel

Setembro, 2024

**Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH**

COORDENAÇÃO EUROCLIMA
Bernhard Zymła

COORDENAÇÃO TÉCNICA
Ernesto Feilbogen

COORDENAÇÃO BRASIL
Gustavo Oliveira

EQUIPE TÉCNICA DE APOIO
Santiago Mata Chavez
Rabea Schmecht

**Empresa de
Pesquisa Energética
(EPE)**

COORDENAÇÃO
Gustavo Naciff de Andrade

EQUIPE TÉCNICA DE APOIO
Natália Gonçalves de Moraes
Flávio Raposo de Almeida

EUROCLIMA é um programa cofinanciado pela União Europeia e pelo Governo Federal da Alemanha por meio do Ministério Federal de Cooperação Econômica e do Desenvolvimento (BMZ), assim como pelos governos da França e da Espanha por meio do Ministério de Relações Exteriores, União Europeia e Cooperação.

A missão do Programa é a de reduzir o impacto da mudança do clima e seus efeitos em 18 países da América Latina e Caribe, promovendo mitigação, adaptação, resiliência e investimento climático. Para isso, é implementado segundo o “Espírito do Team Europe” sob o trabalho sinérgico de sete agências: Agência Espanhola de Cooperação Internacional para o Desenvolvimento (AECID), Grupo AFD: Agência Francesa de Desenvolvimento (AFD)/Expertise France (EF), Comissão Econômica para América Latina e Caribe (Cepal), Fundação Internacional e para Iberoamérica de Administração e Políticas Públicas (FIIAPP), *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* (GIZ) GmbH e

o Programa da ONU para o Meio Ambiente. Como resultado do processo de Diálogo País desenvolvido pelo Programa EC+ e autoridades do Ponto Focal Nacional no Brasil, 10 Ações foram selecionadas em nível nacional para receber assistência técnica do Programa e desenvolver atividades em conjunto com as contrapartes brasileiras.

No Brasil, como resultado do processo de Diálogo País¹, 10 Ações foram priorizadas em âmbito nacional para implementação do Programa e desenvolver atividades em conjunto com as contrapartes brasileiras, alinhadas com a NDC do país. Um destas foi apresentada pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), sob o título ***Uso sustentável da infraestrutura energética em cidades e transição energética.***

1 O Diálogo País é um processo de compromisso de longo prazo entre o EUROCLIMA e um país parceiro na América Latina que ajuda a fortalecer a implementação e/ou a atualização da NDC.

Essa Ação tem por objetivo principal projetar modelos de negócios de energia sustentáveis e inclusivos para promover o acesso à energia e à eficiência energética nas cidades, aproveitando as oportunidades de digitalização. A proposta é identificar o papel da digitalização na concepção de políticas públicas, visando incentivar o uso sustentável da infraestrutura energética no contexto das cidades.

Os objetivos gerais se centram principalmente em:

1. Apoiar a concepção de políticas públicas para incentivar o uso sustentável da infraestrutura energética no contexto de cidades, tomando a digitalização como elemento inovador de tais políticas;
 2. Desenhar modelos de negócios de energia sustentável e inclusivos por meio da digitalização, para promover o uso eficiente da energia e, quando possível, o acesso a pessoas de baixa renda, reduzindo a desigualdade no contexto das cidades brasileiras; e
 3. Compartilhar resultados e conclusões com os tomadores de decisão em nível político para gerar aderência em torno da implementação dos modelos identificados.
- Neste contexto, esta cartilha apresenta-se como material de nivelamento técnico sobre energia, cidades, transição energética e digitalização, com o fim de apoiar a criação de consciência inicial por parte dos municípios sobre os modelos de negócio identificados no âmbito da Ação.

ROTEIRO SUGERIDO

1	Como usar esta cartilha	8
2	Qual a importância da energia em cidades?	9
3	Cenário Energético Brasileiro e Plano de Expansão	12
4	Infraestrutura energética local e principais atividades urbanas dependentes da energia	17
5	Energia e mudança do clima	27
6	Transição energética	33
7	Geração distribuída e eficiência energética no âmbito municipal	35
8	Risco climático, segurança e pobreza energética	41
9	Resumo Executivo	49
10	Referências e sugestões de leitura	56

COMO USAR ESTA CARTILHA

Esta cartilha faz parte de um conjunto de três cartilhas interligadas, mas de uso independente, como material de apoio para prefeitos, secretários municipais e servidores públicos municipais, bem como subsídio temático ao **Programa EUROCLIMA**, no âmbito da **Ação “Uso sustentável da infraestrutura energética nas cidades e transição energética”**.

A cartilha foi elaborada como um roteiro sugerido de leitura, com palavras-chave ao início de cada tópico e um **resumo executivo com as mensagens principais** de cada tópico, de maneira a ser consultada rapidamente por **prefeitos e secretários** quando em discussão e negociação relacionadas aos temas aqui apresentados.

Por último, conta com uma seção de referências e leituras sugeridas para o balizamento e o aprofundamento do corpo técnico municipal (ou de consórcios públicos intermunicipais) nas discussões levantadas.



QUAL A IMPORTÂNCIA DA ENERGIA EM CIDADES?

PALAVRAS-CHAVE

Competência federal;
Competência estadual;
Pioneirismo municipal na energia;
Pacto federativo;
Governança energética;
Gestão energética;
Aumento de arrecadação;
Acesso a financiamento.

Tradicionalmente, o setor da energia esteve compreendido na alçada da infraestrutura, que, antes do pacto federativo estabelecido na atual Constituição Federal, seria de competência predominante do Governo Federal, eventualmente em coordenação com os governos estaduais. Muito antes, porém, no final do século 19 e começo do século 20, as primeiras centrais hidrelétricas brasileiras foram implementadas para atender à iluminação pública municipal, em circuitos elétricos isolados. Com o desenvolvimento dos municípios, esses circuitos foram sendo conectados, e demandas industriais, comerciais e residenciais vieram a necessitar de maiores blocos de energia gerada, transmitida e distribuída, dando lugar a empresas públicas e privadas para atender a esses serviços e demanda.



Após as privatizações de concessionárias de energia no final do século 20, o aperfeiçoamento e a maturidade do pacto federativo, o retorno da municipalização da iluminação pública, o desenvolvimento da economia digital, da geração distribuída e o movimento de cidades inteligentes, a administração da energia volta a ter papel imprescindível na gestão operacional e estratégica dos municípios do Brasil. Com um atendimento insuficiente ou de baixa qualidade de energia em um município, dificuldades múltiplas serão encontradas, o que se estabelece como um vetor de subdesenvolvimento local, podendo ser observada a pobreza energética².

2 Conceito a ser abordado em tópico específico desta cartilha, mas que aqui pode ser traduzida como a condição de pobreza que resulta da insuficiência no acesso à energia moderna, diretamente afetada pela mudança do clima.

A adoção de uma governança energética empodera a gestão municipal na sua relação com a concessionária local de distribuição de energia. A prefeitura, como consumidora de energia para serviços essenciais e/ou como representante da população, tem condições de avaliar e adotar posicionamentos quanto à energia no município, bem como compreender as necessidades da economia local, da gestão das pastas municipais e até daquelas relacionadas às implementações do seu plano diretor. Igualmente, possibilita a gestão eficiente da iluminação pública direta ou da prestação de serviços contratada.

Para além da governança, uma gestão energética implementada permite:

- | | |
|---|---|
| A. aumentar a disponibilidade de energia com qualidade no município; | G. desenvolver ecossistemas de empreendedorismo e inovação; |
| B. aperfeiçoar o planejamento municipal; | H. atrair investimentos e empresas; |
| C. melhorar as gestões da organização das pastas municipais; | I. otimizar e aumentar a arrecadação municipal; |
| D. diminuir riscos e vulnerabilidades climáticas, bem como barreiras ao desenvolvimento urbano associadas a essas externalidades; | J. acessar financiamento. |
| E. garantir condições de desenvolvimento socioeconômico nas cidades; | |
| F. contribuir para o alívio de pobreza; | |

Portanto, a energia nas cidades, além do papel de elemento de infraestrutura básica, passa a ser também geradora e alavancadora de potenciais ativos municipais de gestão. A importância da energia nos municípios demanda pertencimento na gestão municipal e conhecimento (e acesso) a informações e instrumentos de avaliação como subsídio para gestão energética local.

CENÁRIO ENERGÉTICO BRASILEIRO E PLANO DE EXPANSÃO

O cenário energético brasileiro é consolidado e analisado anualmente no Balanço Energético Nacional (BEN), incluindo a composição da oferta de energia (com todas as fontes energéticas disponíveis no Brasil), a geração de energia elétrica, sua transmissão e distribuição, bem como de demanda (consumo), tanto de energia total como de energia elétrica. O BEN resulta no documento de referência essencial para toda e qualquer avaliação, projeto e estudo de energia no Brasil, sendo publicamente disponibilizado por meio de um portfólio de produtos com diferentes níveis de detalhe e modelos de apresentação.

PALAVRAS-CHAVE

Balanço Energético Nacional;

Matriz energética;

Balanços Energéticos Estaduais;

Plano Decenal de Expansão;

Mapa-síntese;

Cenário energético municipal;

Empresa de Pesquisa Energética.

Figura 1 - Portfólio de produtos do BEN.
Fonte: EPE (2020b).

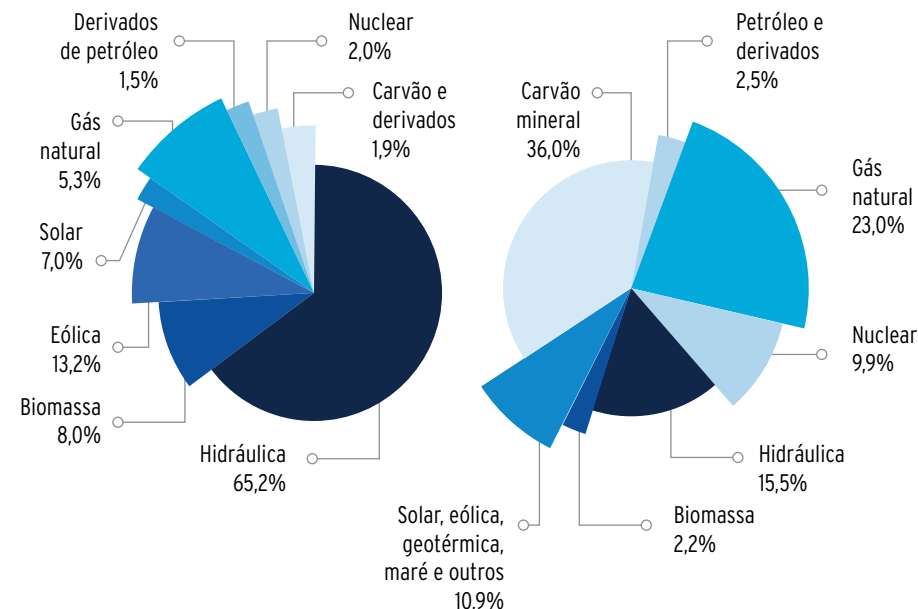


Figura 2 - Matrizes de Energia Elétrica Brasil e Mundial.
Fontes: EPE (2024b).

O BEN disponibiliza anualmente a Matriz Energética e Elétrica consolidada, na qual é apresentada a composição das fontes de energia, de modo a identificar o cenário energético de um projeto municipal ou servir de base para uma estratégia de gestão local.

De acordo com o BEN 2024, no ano de 2023, 89,2% da geração de energia elétrica foi atendida por fontes renováveis. Merece destaque o crescimento de 68,1% da geração de energia solar em comparação com 2022. Tal fonte, que pode também ser associada ao biogás, vem a possibilitar papel significativo para a governança municipal, tanto no desenvolvimento quanto na gestão dos impactos positivos gerados.

Fonte	2022	2023	Δ 23/22
Hidrelétrica	427.114	425.996	-0,3%
Gás Natural	41.911	38.589	-7,9%
Eólica	81.632	95.801	17,4%
Biomassa	52.212	54.210	3,8%
Nuclear	14.559	14.504	-0,4%
Carvão Vapor	7.988	8.770	9,8%
Derivados do Petróleo	7.056	5.686	-19,4%
Solar Fotovoltaica	30.126	50.633	68,1%
Outras	14.563	13.932	-4,3%
Geração Total	677.162	708.119	4,6%

Alguns estados adotam a prática da publicação anual de seus balanços energéticos, os quais, se atualizados, podem ser usados de modo complementar ao BEN³ para avaliação de implicações do cenário energético para municípios.

No entanto, se balanços energéticos divulgam as estatísticas relativas à oferta e ao consumo de energia no Brasil, o Plano Decenal de Energia (PDE) é a referência central para a avaliação dos cenários de desenvolvimento ener-

3 O BEN conta com uma seção de Dados Energéticos Estaduais, consolidando-os também por região.

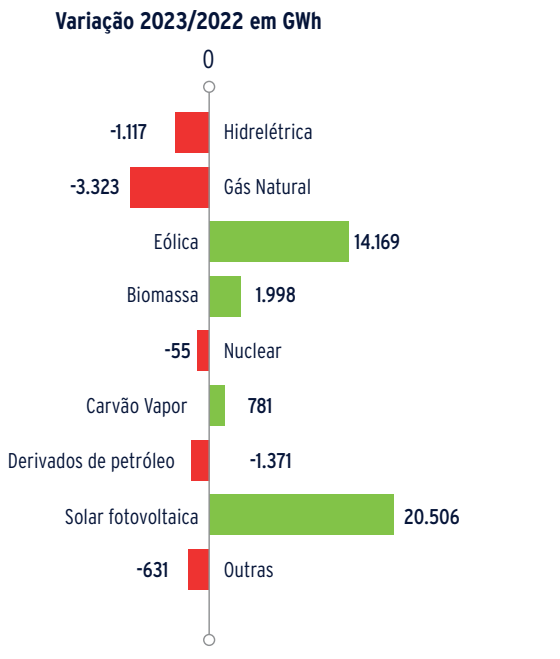
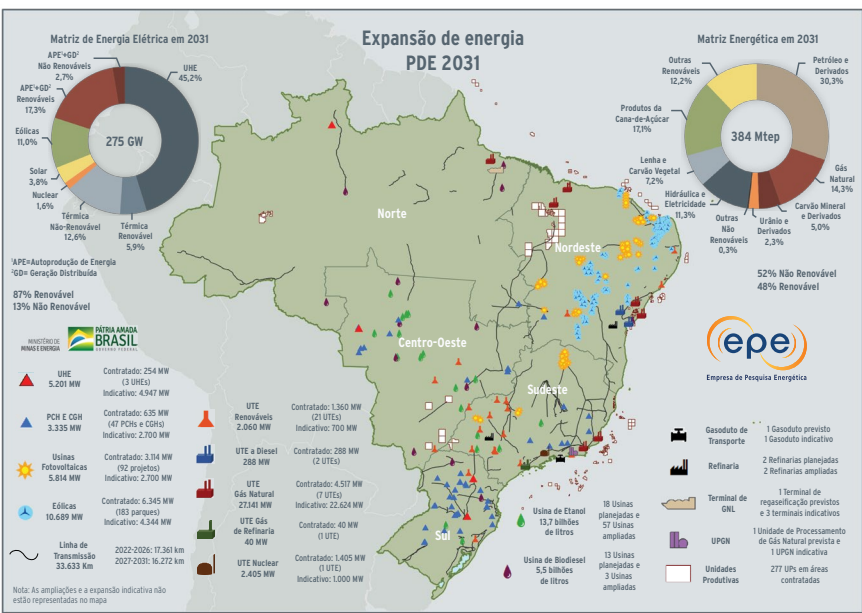


Figura 3 - Evolução das fontes de energia elétrica 2019-2020⁴.Fonte: EPE (2021b).

gético do País em médio prazo. Trata-se de um documento informativo voltado a toda a sociedade, com uma indicação - e não determinação - das perspectivas de expansão futura do setor de energia sob a ótica do Governo Federal no horizonte decenal.

4 Houve uma variação positiva da renovabilidade em 2023 devido à manutenção da oferta hidráulica no país, aliada ao aumento da geração eólica e solar, e à queda na geração termelétrica não renovável. Cabe ressaltar que ao longo dos últimos 20 anos, a participação das fontes renováveis na matriz elétrica se manteve acima de 70%, patamar considerado elevado em relação aos valores mundiais.



Quadro 1. Mapa-Síntese do PDE 2031. Fonte: EPE (2022a).

O PDE é publicado anualmente sob uma perspectiva de análises para 10 anos à frente, considerando-se a previsão de evolução e implementação das políticas públicas nacionais, da economia, de tendências de mercado e tecnologias. Por exemplo, no relatório do PDE 2031, estima-se que aproximadamente 20% da capacidade instalada no

ano de 2031 será composta por Autoprodução de Energia (APE) e Geração Distribuída (GD). Isso significaria ter 55 GW (quase 4 vezes a potência instalada da hidroelétrica de Itaipu) em fontes de geração de energia de pequeno porte distribuídas nos municípios brasileiros com forte impacto na realidade energética e socioeconômica local.

De acordo com o PDE 2031, a geração solar fotovoltaica distribuída e de autoprodução pode totalizar 45 TWh em 2031, valor este 5 vezes maior do que o observado em 2021. Essa significativa expansão deve gerar uma miríade de novos modelos de negócios, que pode representar também um eventual aumento de tamanho e de quantidade de cooperativas e consórcios de créditos de energia elétrica, com possíveis impactos positivos na arrecadação tributária dos municípios.

Considerando que o setor público brasileiro responde por aproximadamente 8% do consumo nacional de energia elétrica (EPE, 2021b), fica evidenciado que, tanto pela gestão operacional do Município quanto pelas oportunidades de desenvolvimento, de arrecadação e diminuição de riscos futuros, é essencial que os assessores técnicos da gestão municipal conheçam e utilizem o BEN e o PDE. A versatilidade no acesso e no uso desse portfólio de referência do setor energético brasileiro possibilita apoio técnico diferencial aos ges-

tores públicos, secretários e prefeitos nas suas avaliações, tomadas de decisão, negociações (principalmente com concessionárias do setor energético) e estratégias.

Para municípios ou consórcios públicos intermunicipais com mais de 1 milhão de habitantes, sugere-se a realização de estudos da matriz energética municipal ou sub-regionais como elemento de apoio atualizado, acessível e ajustado às gestões municipais de aglomerações urbanas ou regiões metropolitanas.

A responsabilidade de elaborar e publicar o BEN, assim como o desenvolvimento dos estudos do PDE, são da Empresa de Pesquisa Energética (EPE)⁵, uma empresa pública vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME). No *site* da EPE, encontram-se para acesso público e irrestrito todas as versões publicadas, seus portfólios de produtos, assim como estudos correlacionados e de apoio.

⁵ BRASIL. Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004.

INFRAESTRUTURA ENERGÉTICA LOCAL E PRINCIPAIS ATIVIDADES URBANAS DEPENDENTES DA ENERGIA

PALAVRAS-CHAVE

Diagrama de Sankey;
Fluxos de energia;
Uso final de energia;
Autarquia pública;
Concessionárias de energia;
Urbanização;
Desenvolvimento sustentável;
Economia circular;
Políticas públicas.

A infraestrutura energética local pode ser entendida a partir de sua representação enquanto fluxo de energia, da geração a usos finais locais, como no formato de Diagrama de Sankey, desenvolvido a partir de dados municipais da cidade de Santos (Figura 4).



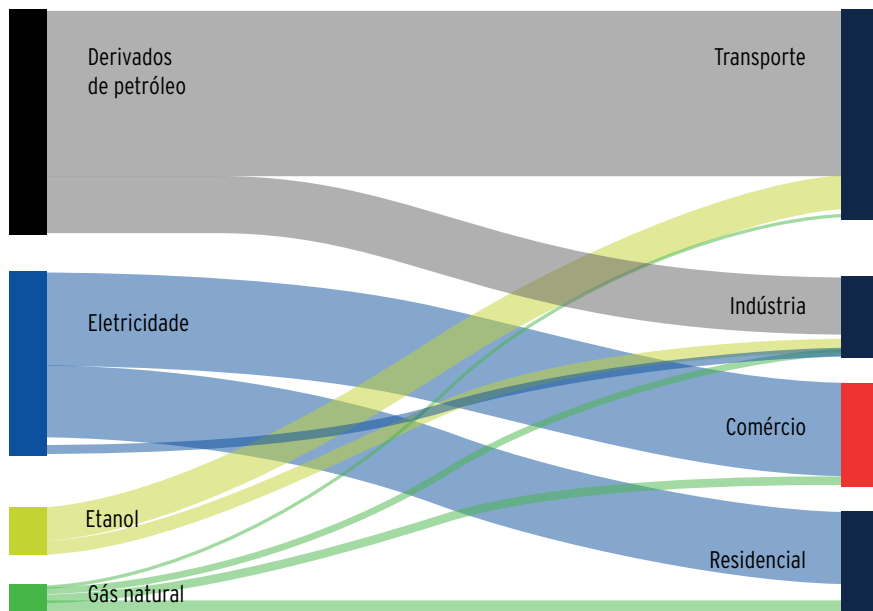


Figura 4 - Representação do Diagrama de Sankey no setor energético em Santos (SP).
Fonte: Urzagasti (2021).

No diagrama acima tem-se a estratificação das fontes em derivados de petróleo, etanol, gás natural e eletricidade em fluxo esquemático quantificado de fornecimento para os setores de transportes, residencial, comercial e industrial.

Do lado das fontes de energia, a geração de eletricidade permite infraestrutura energética local no que diz respeito à gestão municipal.

A gestão municipal da geração de energia pode ser enquadrada em três modelos, conforme Quadro 2.

Gerenciada direta ou indiretamente pela gestão municipal

São fontes geradoras de energia sob gestão direta, parcial ou total, do município ou indireta, como, por exemplo, através de autarquias municipais ou consórcios públicos intermunicipais.

No primeiro caso, um exemplo seria o aproveitamento de telhados públicos ou áreas contaminadas para a geração de energia elétrica. Outros exemplos possíveis seriam a geração de energia pela queima de biogás em aterros sanitários municipais controlados pela prefeitura ou a queima de combustível derivado de resíduos (CDR).

O pré-requisito que se estabelece seria o da organização dessa gestão na atribuição das pastas municipais, de maneira a viabilizar a coordenação entre a pasta responsável por essa gestão e as outras envolvidas.

Para a gestão indireta, seria estabelecido um corpo técnico, cedido ou contratado, para autarquias ou consórcios, que poderiam realizar a gestão da geração, distribuição e de participações, como é o exemplo dos municípios de Poços de Caldas (MG) e Ijuí (RS).

O Departamento Municipal de Eletricidade (DME) de Poços de Caldas remonta ao começo do século 20 no aproveitamento do potencial hidrelétrico do município para atender à iluminação pública urbana. Outrora autarquia pública, sob administração indireta do município para geração e distribuição de energia local conta, hoje com uma estrutura societária composta por:

- DME Distribuição S.A., responsável pela distribuição e da geração de energia elétrica própria para todo o município;
- DME Energética S.A., responsável por gerar e comercializar energia elétrica independente; e

Quadro 2. Modelos de gestão municipal para geração de energia.
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

- DME Poços de Caldas Participações S.A., holding que administra as empresas acima, com capital 100% público e titularidade do município de Poços de Caldas.

Por sua vez, o Departamento Municipal de Energia de Ijuí (DMEI) é atualmente uma concessionária de energia pública municipal, que foi autarquia municipal criada em 1994, a partir da antiga Secretaria Municipal de Energia e Comunicações (SMECOM). O DMEI gerencia o parque municipal hidrelétrico (através do DMEI Geração), o sistema de distribuição de energia local, bem como os programas municipais de eficiência energética, gestão de qualidade do uso de energia e do uso inteligente de energia.

Gerenciada por concessionárias públicas, de capital misto, grupos corporativos privados nacionais ou internacionais

Resultam nos casos de centrais geradoras, tipicamente de médio e grande porte, estabelecidas nos municípios, que geram consequências positivas e negativas de várias ordens para as gestões municipais. Entre os impactos gerados, pode-se apontar aumento na arrecadação; geração de empregos; variações na qualidade de energia na rede de distribuição de energia elétrica nos municípios; e vulnerabilidades socioambientais, como nos riscos de desastres climáticos por represamento de recursos hídricos ou desmatamento de áreas contíguas à ocupação humana desordenada.

Dada a relevância política e econômica das instituições que fazem a gestão dessa infraestrutura, o prefeito, apoiado por algum secretário da gestão municipal (usualmente finanças ou serviços), atua como ponto focal de relacionamento, o que tende a resumir a interlocução com a gestão municipal a uma dinâmica de interlocução por assuntos pontuais específicos.

Portanto, havendo um modelo de governança energética, a gestão municipal teria condições de apresentar uma perspectiva qualificada para negociar a instalação e a operação dos empreendimentos de geração de energia, de modo a qualificar e maximizar o atendimento do público local.

A exemplo dessa situação, estariam as fazendas solares, os parques eólicos e as centrais hidrelétricas autorizadas pela ANEEL para serem instaladas por grupos empresariais, primariamente para conexão ao Sistema Interligado Nacional (SIN).

Gerenciada por empresas ou indivíduos do município

Refere-se aos casos de pessoas físicas e jurídicas que instalam gerações de energia, usualmente de porte pequeno, de mini ou microgeração e para consumo próprio ou de outros, no próprio município ou em seu município vizinho.

Como a geração e o consumo da energia, bem como eventuais atividades econômicas associadas, ocorrem no município (ou em sua zona de influência vizinha), acaba por envolver naturalmente pastas municipais de autorizações e controle, além daquelas usuais das empresas e municípios. Assim, vem a resultar em polo de desenvolvimento, quer seja pelo aspecto da sua contribuição arrecadatória e socioeconômica (na sua instalação e operação), quer seja pela potencial contribuição à qualidade da energia nas redes de baixa e média tensão do município.

Retomando o apresentado no PDE 2031 acima, na perspectiva de elevado aumento de autoprodução e geração distribuída, a gestão municipal com governança energética pode estabelecer uma dinâmica de incentivo e facilidades processuais continuadas, de modo a motivar novas instalações, mensurar e fazer gestão de seus impactos, bem como atrair investidores e novos modelos de desenvolvimento para condomínios residenciais, conjuntos habitacionais e galpões.

Tendo como marco a contribuição a um desenvolvimento sustentável das cidades, as perspectivas desse desenvolvimento econômico, enquanto política pública, atendem ao seu aspecto inclusivo, distributivo, participativo e transparente.

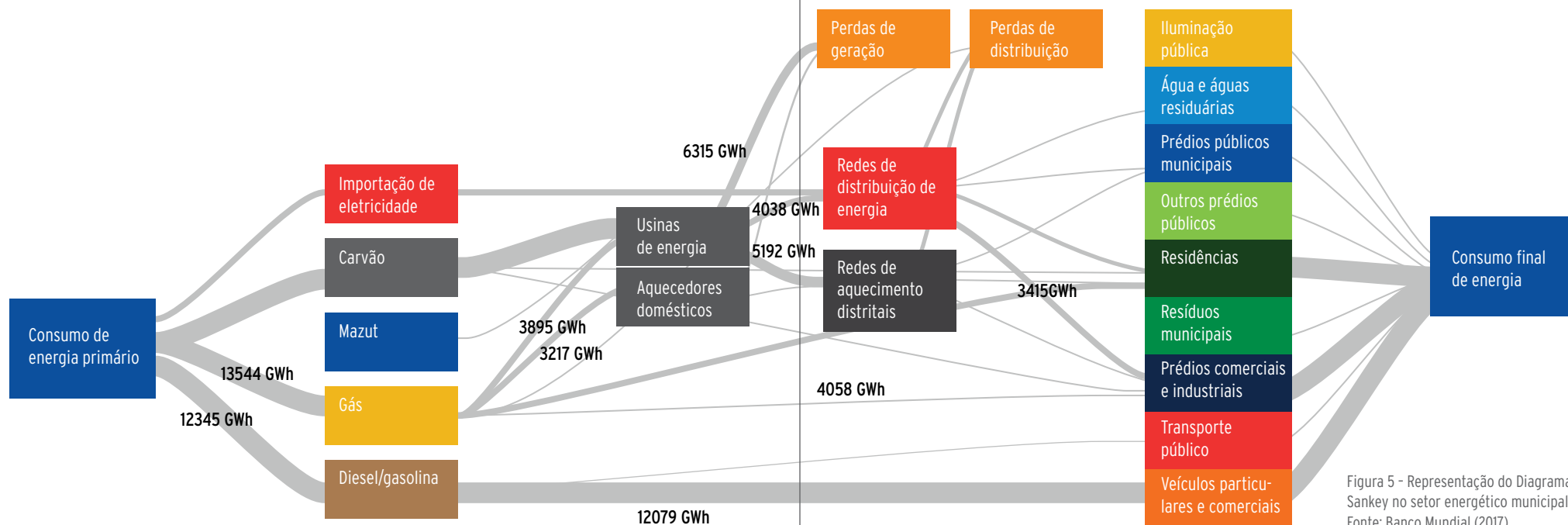


Figura 5 - Representação do Diagrama de Sankey no setor energético municipal.
Fonte: Banco Mundial (2017).

Observando um detalhamento local de um Diagrama de Sankey pelo lado da tipologia dos usos da energia sob a ótica da gestão municipal (Figura 5), pode-se apontar que o consumo de energia em cidades está relacionado:

- A. à iluminação pública;
- B. ao saneamento municipal (abastecimento e tratamento de água, coleta e tratamento esgoto e resíduos sólidos);
- C. aos edifícios públicos;
- D. ao equipamento público não municipal;
- E. aos domicílios residenciais;
- F. à atividade comercial;
- G. à atividade industrial;
- H. ao transporte público;
- I. ao transporte privado.

Portanto, parece evidente a constatação de que o crescente processo de urbanização no Brasil vem a demandar disponibilidade com qualidade de energia e no uso de energia para seu desenvolvimento, com atenção a:

- A. diminuição da dependência de fontes de energia não renováveis;
- B. dependência de segurança energética para a vida urbana moderna;
- C. intensidade energética no desenvolvimento do espaço urbano (construção civil);
- D. relação da energia com o planejamento e gestão da mobilidade urbana;
- E. necessidades na produção de alimentos;
- F. necessidades para o desenvolvimento das atividades industriais e de comércio;
- G. necessidades específicas da gestão pública municipal e seus serviços à sociedade local.

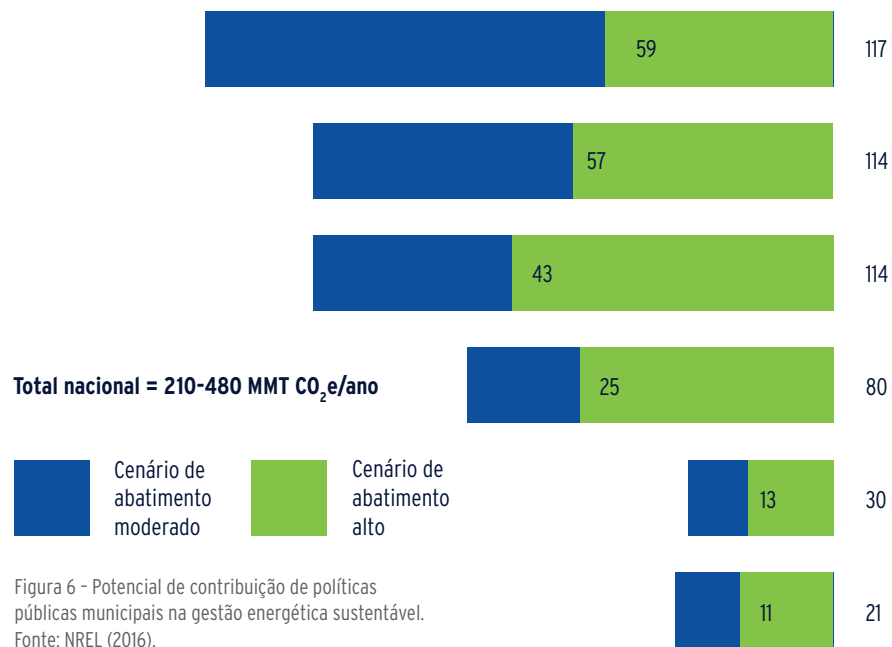


Figura 6 - Potencial de contribuição de políticas públicas municipais na gestão energética sustentável. Fonte: NREL (2016).

- ○ Códigos de energia de edificações: requerimentos para novas construções e para grandes reformas, especificando a tecnologia ou as metas a serem atingidas.
- ○ Transporte público: políticas que aumentam o uso do transporte público.
- ○ Incentivos de energia em construções: políticas que incentivam tecnologias mais eficientes em energia ou melhores práticas em edifícios.
- ○ Crescimento inteligente: políticas que reduzam o viagens veiculares por meio de práticas de planejamento urbano que facilitam modos alternativos de transporte.
- ○ Políticas de painéis solares fotovoltaicos: ações com vistas a aumentar a implementação privada de energia solar em telhados.
- ○ Ações municipais: medidas adotadas pelas cidades para reduzir as emissões de GEE de suas operações.

Toda a operacionalidade da gestão municipal guarda alguma dependência de qualidade da disponibilidade de energia e de sua qualidade de fornecimento. Nesse sentido, os sistemas de saúde, de segurança pública (iluminação pública e centros de comando e controle) e de operações municipais específicas (como as de transbordo, transporte e de saneamento), mesmo que fora da gestão municipal direta, representam atividades prioritárias ocasionalmente dependentes do fornecimento de energia.

De outro lado, sob gestão pública direta, estão a rede de educação municipal, os próprios prédios da administração pública e seus bancos de dados. Desse modo, apenas com a adoção da gestão energética municipal, seria possível o planejamento, organização e gerenciamento por parte da administração, além da execução de um sistema de contingência para o fornecimento de energia de modo a assegurar o atendimento prioritário com a qualidade necessária de energia.

Portanto, a gestão energética municipal pode contribuir para o Desenvolvimento Sustentável no município através da:

- A. adoção, facilitação e promoção da eficiência energética e geração distribuída renovável;
- B. facilitação e promoção da economia circular;
- C. planejamento, implementação e promoção de soluções sustentáveis de mobilidade urbana;
- D. planejamento urbano integrado e participativo;
- E. facilitação e promoção da inovação em energia sustentável para o meio urbano.

PALAVRAS-CHAVE

- Gases de Efeito Estufa (GEE);
- Emissões de GEE da Energia;
- Compromissos climáticos;
- Metas climáticas;
- Energia renovável;
- Adaptação à mudança do clima;
- Risco climático;
- Vulnerabilidade energética.

6 Em termos da contribuição ao combate à mudança do clima pela redução de emissões de GEE.

ções, crescimento inteligente atrelado ao planejamento urbano, fomento à geração solar fotovoltaica e redução de emissões de GEE das próprias operações municipais.

Portanto, adicionalmente aos benefícios diretos locais, a adoção de tais políticas públicas municipais aponta para um alinhamento dos municípios com as políticas e compromissos federais de mudança do clima, de tal modo a possibilitar aos municípios o acesso aos instrumentos de suporte técnico e financeiro previstos nessas políticas federais.

A relativa alta participação de fontes renováveis na matriz energética brasileira (Figura 7) faz com que as emissões de gases de efeito estufa (GEE) do setor energético representem historicamente uma participação menor nas emissões totais⁷ se comparado a outros países ou mesmo a outros setores, tais como as atividades agropecuárias e a mudança de uso da terra e floresta.

7 Segundo BEN 2021 (EPE, 2021b), das emissões do setor energético, 45% seriam ocasionadas pelo consumo de combustíveis.

Emissões de gases de efeito estufa do Brasil de 1990 a 2020 (GtCO₂e) em milhões

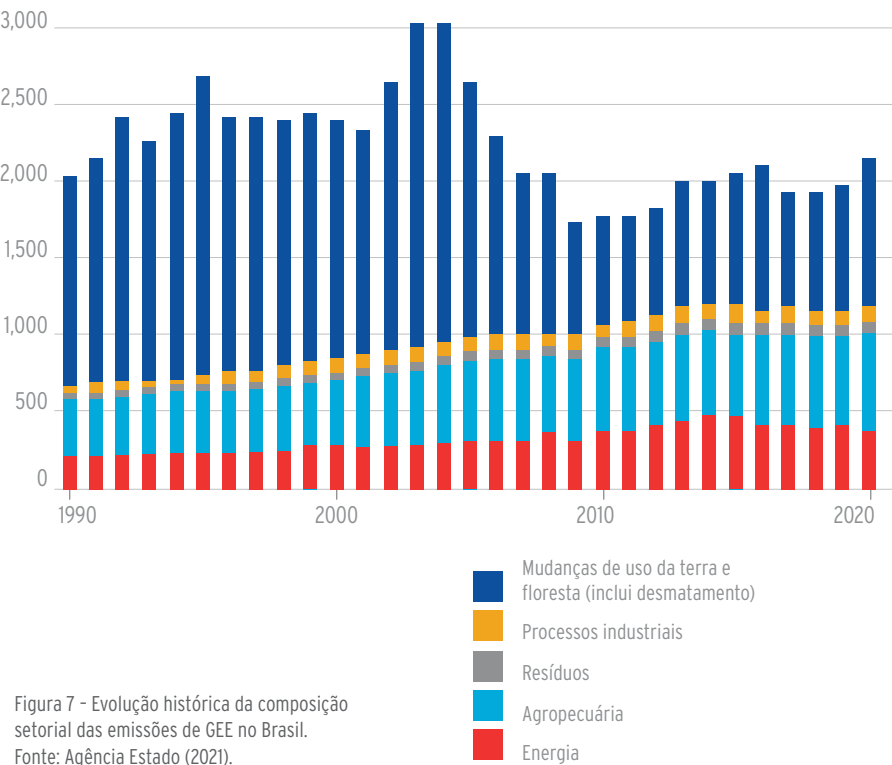


Figura 7 - Evolução histórica da composição setorial das emissões de GEE no Brasil. Fonte: Agência Estado (2021).

Ainda assim, o Brasil conta com metas e compromissos oficiais de reduções de emissões de GEE na economia do país, os quais demandam contribuição do setor energético, de modo crescente, até o marco da neutralidade de emissões de GEE em 2050, conforme Quadro 3.

Por outro lado, pode-se notar, a partir na projeção da evolução das emissões do setor, que, para o atendimento ao desenvolvimento socioeconômico até 2031, é necessário um aumento total das emissões de GEE em 25%, conforme mostrado no Quadro 4.

Meta	Ano Referência	Ano para a Meta	Onde foi oficializado
37% de redução de emissões de GEE	2005	2025	NDC
50% de redução de emissões de GEE	2005	2030	COP26
50% da matriz energética limpa	2030	2030	COP26
Neutralidade climática	2050	2050	COP26

Quadro 3. Metas climáticas do Brasil com consequências para o setor energético. Fonte: EPE (2022a).

Setores	Mt.CO ₂ eq												Var %
	2005	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2022/31
Setor elétrico	27	47	33	32	32	33	37	43	48	53	58	59	24%
SIN	21	34	18	17	17	17	20	25	29	34	38	39	17%
Autoprodução	6	14	14	15	15	16	16	17	18	19	19	19	42%
Setor energético	23	29	31	32	35	38	39	41	43	44	45	45	53%
Residencial	26	20	20	20	20	21	21	21	21	22	22	22	11%
Comercial	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	24%
Público	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24%
Agropecuário	16	22	22	23	23	24	24	24	25	25	26	26	18%
Transportes	141	204	211	214	217	219	222	227	232	238	244	251	23%
Industrial	62	76	77	78	80	82	84	85	87	89	91	93	21%
Emissões fugitivas	20	21	23	24	25	26	27	29	30	31	31	31	51%
TOTAL	316	422	419	426	435	444	456	473	488	504	518	529	25%

Quadro 4. Evolução das emissões de GEE na produção, transmissão e uso da energia⁸. Fonte: EPE (2022a).

8 A desagregação de emissões se baseia no Balanço Energético Nacional (BEN). As emissões fugitivas incluem o transporte e o processamento de gás natural, bem como perdas nas atividades E&P, além da mineração de carvão. A equivalência de CO₂ é dada pela métrica do Potencial de Aquecimento Global (GWP) para 100 anos conforme o Quinto Relatório de Avaliação do IPCC - AR5 (CH₄ = 28 e N₂O = 265).



É importante destacar que o crescimento das emissões de carbono associadas ao setor energético está relacionado à expectativa de que, no horizonte decenal, haja no país tanto crescimento econômico quanto intensificação do uso de energia médio por habitante. Esses dois pontos são condições necessárias para garantir que países em desenvolvimento consigam garantir o acesso universal, moderno e acessível à população, como preconiza o Objetivo 7 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU. Deve-se reconhecer ainda que as emissões *per capita* associadas ao setor energético no Brasil são bem inferiores às de grande parte dos países e que há esforços para aumentar as re-

moções de carbono para acomodar esse crescimento associado à energia. Ainda assim, fica evidente a necessidade de intensificação da participação de fontes renováveis na matriz energética, bem como de busca máxima de eficiência nos transportes urbanos e no uso de energia elétrica.

Considerando a complexidade de planejamento, projeto e implementação de grandes iniciativas e centrais de âmbitos regionais ou nacionais, bem como seu consequente longo tempo de desenvolvimento até a operação, destaca-se que as gestões municipais têm papel imprescindível para o atendimento das metas climáticas de 2025 e 2030.

Assim, a incorporação da gestão energética municipal - visando a aceleração de programas e projetos de energia limpa, a reorganização do transporte e a eficiência energética - vem como tendência de protagonismo político, econômico e social para a administração pública e seus gestores.

Também se identifica a possibilidade de desenvolvimento de programas federais de capacitação, apoio técnico e financiamento municipais, no sentido de dar apoio e alavancar a aceleração necessária para o atendimento das metas climáticas nacionais, de maneira direta e/ou por assistências e cooperações internacionais.

Nos estados com compromissos climáticos estaduais estabelecidos, fica provável ainda maior oferta de oportunidades de alinhamento da gestão municipal, uma vez que as metas nacionais e estaduais, bem como seus planos de ação para cumprimento, não se encontram coordenadas ou consolidadas.

Em termos de risco climático⁹ e impacto para a segurança energética, diante do quadro de agravamento de ocorrências intensas e mudanças de características das sazonalidades no Brasil, a governança e a gestão da energia no município permitem o mapeamento desses riscos e as vulnerabilidades associadas. Assim, a descentralização energética bem planejada pode vir a diminuir a suscetibilidade a riscos de desastres e danos¹⁰, aumentando a resiliência das cidades.

⁹ O risco climático se refere à probabilidade de ocorrência de eventos perigosos e de seus impactos ocorrerem como decorrência da mudança do clima, sendo composto pelas componentes de vulnerabilidade, exposição e ameaça (IPCC, 2014).

¹⁰ A plataforma Adapta Brasil do MCTI e INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) tem como um dos pilares de análise a questão da segurança energética.

Como exemplo no Brasil, pode-se citar a situação de escassez hídrica do Sul-Sudeste brasileiros dos anos 2014 e 2021, representando alterações de séries históricas de disponibilidade de água com impactos sensíveis para a geração hidrelétrica de energia para o SIN.

Assim, a problemática da Energia e da Mudança do Clima no Brasil representa necessidade e oportunidade para que as gestões municipais incorporem a governança da energia no âmbito municipal da administração pública, levando em conta tanto os aspectos de mitigação com a redução de emissões de GEE quanto os de adaptação em face do risco climático.

TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

PALAVRAS-CHAVE

Produção limpa de energia;

Mitigação da mudança do clima;

Fontes não renováveis;

Fontes renováveis;

Eficiência energética;

Digitalização;

Transição justa;

Planejamento.

O processo de mudança da matriz energética em direção à produção limpa de energia e seu uso eficiente, em virtude da mudança climática global e do atendimento de metas climáticas, resulta na transição energética. Ao mesmo tempo, considerando que o processo de mitigação e adaptação à mudança do clima se baseia no pressuposto do desenvolvimento sustentável, conclui-se que transição energética é um processo que inclui a transição para uma economia baseada em energia limpa (oferta e demanda) e socialmente justa.



Assim, seria possível apontar alguns elementos que apoiam essa transição energética:

- A. diminuição da oferta de energia por fontes emissoras;
- B. aumento da oferta de energia por fontes renováveis;
- C. aumento da eficiência energética;
- D. digitalização da energia e inovação tecnológica;
- E. transição justa.

Os três primeiros processos são clássicos em avaliação e planejamento energéticos, recorrentes nas análises de transição da economia e são fundamentais no processo de descarbonização da economia. A digitalização da energia como processo resultante da evolução tecnológica e da economia digital no setor energético, em razão do avanço notável das capacidades de acesso e processamento de dados e informações, apoia a democratização e otimização do acesso à energia e novos arranjos e modelos de gestão. Por fim, a Transição Justa é um processo pelo qual as mudanças dos processos anteriores estão em compasso com as mudanças socioeconômi-

cas necessárias, de modo a garantir condições de evitar injustiças sociais e econômicas.

Nesse sentido, se o planejamento da transição energética no pacto federativo brasileiro tipicamente estaria sob a coordenação do planejamento federal, os projetos implementados nos processos acima e seus impactos diretos acabam ocorrendo nos municípios. Assim, caberia às gestões públicas seu conhecimento, interlocução diante de seus planos de implementação, identificação de oportunidades e antecipação de impactos socioeconômicos e ambientais nos municípios.

GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO ÂMBITO MUNICIPAL

PALAVRAS-CHAVE

ANEEL;
Geração Distribuída;
Minigeração de energia;
Microgeração de energia;
MMGD;
Cooperação internacional;
Assistência técnica;
Agência Brasileira de Cooperação;
Sistema de iluminação inteligente;
Economia da energia;
Qualidade energética;
Proatividade na gestão municipal.

Considerando a contribuição da gestão municipal, tem-se a Geração Distribuída (GD), que é aquela geração de energia instalada em um município objetivando a maioria do seu consumo direto ou compartilhado no próprio município ou em municípios da mesma sub-região administrativa.

Nesses casos se intensificam a interlocução com a gestão pública municipal para sua instalação e operacionalidade, assim como a percepção e a gestão dos impactos econômicos e de qualidade da energia local.

Essa tipologia se encontra regida pelas resoluções da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) nº 414/2010, nº 482/2012, nº 687/2015 e a Lei Federal nº 14.300/2022.

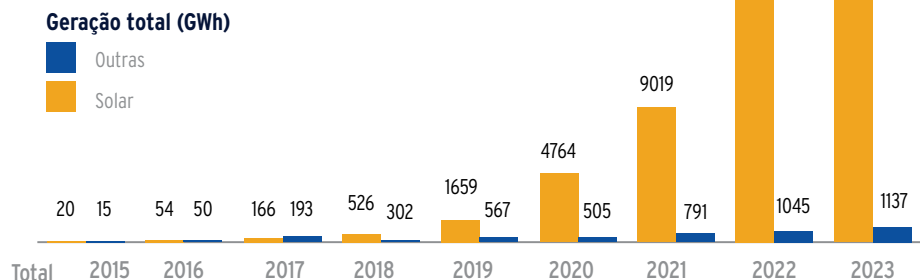
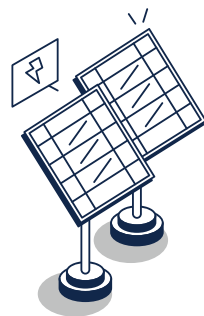


Figura 8 - Evolução da MMGD no Brasil.
Fonte: EPE (2024b).

Inclui-se então “qualquer fonte renovável, além da cogeração qualificada, denominando-se **microgeração distribuída** a central geradora com potência instalada até 75 quilowatts (KW) e **minigeração distribuída** aquela com potência acima de 75 kW e menor ou igual a 5 MW (para fontes despacháveis¹¹), ou menor ou igual a 3MW (para fontes não despacháveis¹²), conectadas na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras” (ANEEL, 2020).

11 Fontes controladas pelo Operador Nacional do Sistema (NOS) que podem ser acionadas a qualquer tempo para atender ao consumo ou à sua variação no Sistema Interligado Nacional (SIN).

12 Fontes não controladas pelo Operador Nacional do Sistema (ONS), por meio das quais a energia produzida é diretamente injetada na rede a partir da disponibilidade do recurso natural primário para geração.

Nesse enquadramento, durante 60 meses, é possível creditar, compensar, compartilhar energia mensalmente gerada, entre condomínios, cooperativas, consórcios e para autoconsumo, dentro da subscrição de um mesmo sistema de distribuição concedido.

Com 90% desse modelo já representado por geração solar, vê-se no BEN 2024 (Figura 8) o resultado pronunciado da política pública implementada, saindo de 35 GWh em 2015 para 30950 GWh gerados em 2023, em Mini e Microgeração Distribuída (MMGD).

Por outro lado, considerando o aumento da geração, as necessidades da transição energética e a efetividade de políticas públicas federais até 2031, o PDE 2031 apresenta uma avaliação de cenários que apontam um crescimento da capacidade instalada de MMGD variando de 3 a 5 vezes daquela de 2022, com uma participação de instalações de energia solar fotovoltaica de 91,3%.

Para as gestões municipais, essa projeção já seria suficiente para motivar ações de planejamento e desburocratização, no sentido de atrair, facilitar os projetos e maximizar seus impactos positivos.

Já estabelecida essa tendência no Brasil, e considerando as oportunidades de aceleração da transição energética nos municípios por meio da gestão energética municipal, das assistências técnicas internacionais de cooperação, da disponibilização de financiamentos diretos e indiretos e da rede de apoio instalada no Brasil para suporte técnico e promoção de programas de fomento as administrações muni-

cipais, há elementos para assumir protagonismos no seu encaminhamento de maneira rápida e vantajosa para seus municípios.

As cooperações de assistência técnica podem ser acessadas diretamente pelos municípios ou (consorciadamente entre municípios) por meio dos consulados e embaixadas, agências de cooperação e bancos de desenvolvimento. Ainda, pode também ser acessada por meio da interlocução com a Agência Brasileira de Cooperação (ABC), vinculada ao Ministério das Relações Exteriores.

A rede de apoio e facilitação de acessos aos municípios se dá por programas de apoio (como o **Global Covenant of Mayors - GCoM**) e/ou entidades que contam com programas de suporte à transição energética municipal (como o WRI, ICLEI, CDP, entre outras), as quais, a partir do estabelecimento de uma meta assumida pelo município, atuam no sentido de facilitar e acelerar seu cumprimento, além de apoiar na interlocução entre pares e disseminar o protagonismo alcançado.

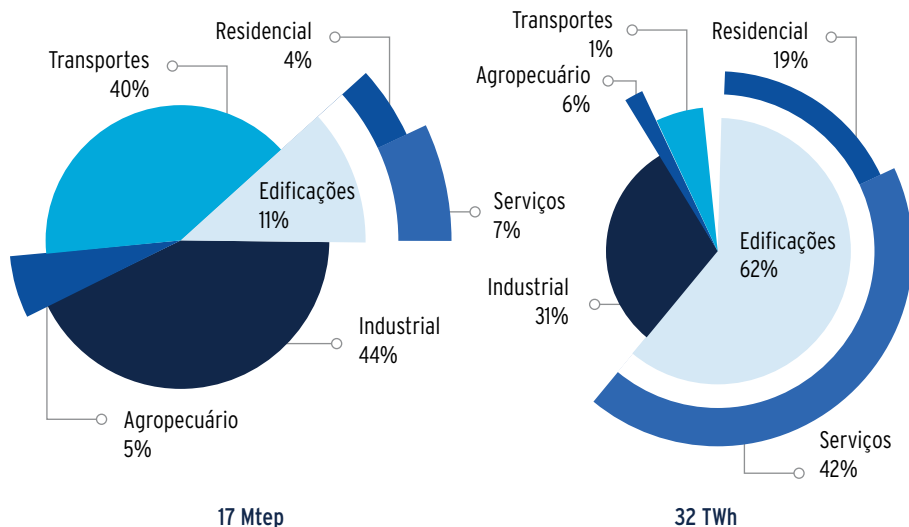


Figura 9 - Composição projetada da economia de energia e energia elétrica por eficiência energética em 2031. Fonte: EPE (2022a).

Da mesma maneira, a busca por maior eficiência energética é um processo contínuo e em curso no qual o ganho direto da economia do usuário da energia se compõe a ganhos indiretos compartilhados na sociedade de qualidade de energia, disponibilidade e evitabilidade de investimentos e perdas. Tipicamente, a melhoria da eficiência energética se dá pela combinação da melhoria dos processos de uso de energia com a substituição tecnológica por equipamentos de maior eficiência e controle nesse uso.

Por conta do processo recente de municipalização da iluminação pública, que permitiu que a gestão pública municipal tivesse que passar a avaliar as iluminações públicas mais eficientes, como o uso de lâmpadas LED, bem como a instalação de sistemas inteligentes de iluminação, a conveniência e oportunidade da eficiência energética se difundiu como prática usual das administrações municipais. Assim, buscar a melhoria de eficiência no uso de energia (principalmente combustíveis) nos transportes

de gestão pública municipal, bem como no uso da energia elétrica na iluminação pública e nos prédios das administrações públicas municipais, já faz parte da gestão operacional de serviços ou finanças, bem como das suas práticas de planejamento, como a medição de sua efetividade pelos órgãos controladores de tribunais de contas municipais e dos estados.

municipais, como, por exemplo, com o código de obras do município. Esse potencial dificilmente será distribuído por igual no território, pois pode ser mais ou menos facilitado por essas políticas públicas municipais, além de acelerado pela interlocução e pelo reforço ativo dos programas federais diretos, estaduais ou das concessionárias de distribuição.

As projeções do PDE 2031, porém, apontam para uma potencial economia nos combustíveis até 2031 de 14.541 mil tep (5,5% do consumo potencial de combustíveis) e na energia elétrica 32.336 GWh (3,9% do consumo potencial de energia elétrica, mas que, em ordem de grandeza significaria 52,5% da geração por MMGD em 2031 e mais de 6 vezes a geração por MMGD em 2020).

Pelas composições da Figura 9 acima, fica evidente que a grande maioria dos resultados potenciais dos programas de eficiência energética para a década guarda algum grau de correlação com planejamento e políticas públicas mu-

Para além das assistências técnicas e da disponibilidade de financiamento para os processos de eficiência energética da gestão direta municipal, facilitando a implementação de projetos de substituição tecnológica e melhoria de planejamento e controle nos usos de energia, os programas de apoio e incentivo a eficiência energética são tipicamente direcionados a setores e usuários finais. Desse modo, o papel enquanto promotor e facilitador da eficiência energética exige proatividade e interlocução das administrações públicas municipais, além de eventual associativismo representativo.



Palmas Solar como política pública de fomento à geração de energia renovável

Figura 10 – Palmas Solar: Empreendimento habitacional de 500 famílias – Jardim Vitória 2. Fonte: Edu Fortes, Prefeitura Municipal de Palmas (2021).

Como caso de sucesso da administração municipal no sentido de facilitar e acelerar o aumento da geração distribuída e da eficiência energética, tem-se o Programa Palmas Solar, criado pela prefeitura de Palmas em 2015¹³. O programa estabelece incentivos fiscais (IPTU, ISS, ITBI e de outorga onerosa), de priorização de deferimentos processuais e de financiamento (Fundo de Economia Solidária e popular) para facilitação de instalação de sistemas fotovoltaicos e de aquecimento solar para pessoas físicas, jurídicas e comunidades.

13 Palmas. Lei complementar nº 327, de 24 de novembro de 2015.

A coordenação do programa se dá pela Secretaria Municipal Extraordinária de Assuntos Estratégicos, Captação de Recursos e Energias Sustentáveis, a qual aponta um crescimento de 541% de adesões ao programa (2017-2020)¹⁴, além da atração de mais 100 empresas do ramo para a cidade, gerando empregos, aumento arrecadação e impactos positivos em segurança energética e de apoio à mitigação da mudança do clima, reconhecidos internacionalmente.

14 Prefeitura de Palmas. Secretaria Municipal Extraordinária de Assuntos Estratégicos, Captação de Recursos e Energias Sustentáveis. 2021. Disponível em: <https://www.palmas.to.gov.br/portal/noticias/prefeitura-registra-crescimento-nos-ultimos-tres-meses-em-adesoes-ao-palmas-solar/28866/>. Acesso em: 2 dez. 2021.

RISCO CLIMÁTICO, SEGURANÇA E POBREZA ENERGÉTICA

PALAVRAS-CHAVE

Política Energética Nacional;
Qualidade da Energia;
Vulnerabilidade;
Sensibilidade;
Capacidade de adaptação;
Exposição;
Pobreza multidimensional;
Acesso à energia moderna;
ODS.

A Agência Internacional de Energia (IEA) define segurança energética como a oferta e disponibilidade de serviços energéticos a todo momento, em qualidade e quantidades suficientes e a preços acessíveis. No Brasil, a Política Energética Nacional¹⁵ garante a disponibilidade e qualidade para todos seus usos nos municípios. De outro lado, a Segurança Energética pode também considerar *“um ambiente comercial que promova a eficiência, a sustentabilidade, a utilização de fontes limpas e modernas, e que sejam capazes de mitigar os efeitos dos eventos extremos”* (MCTI, 2022c).

15 Brasil. Lei nº 9.478 de 6 de agosto de 1997.

O grau de robustez de um município quanto à sua segurança energética, então, é avaliado nos termos acima em contraste com sua vulnerabilidade e exposição a riscos de desastres de qualquer natureza.

Nesse sentido, tem-se aqui o entendimento de risco climático como aquele resultado da exposição a uma determinada ameaça climática (inundação, seca, onda de calor, deslizamento, aumento do nível do mar etc.) com a vulnerabilidade climática local (que por sua vez é composta entre a sensibilidade e a capacidade de adaptação climática) (IPCC, 2014).



A exposição local à mudança do clima pode ser avaliada considerando:

- A. densidade populacional;
- B. série histórica de desastre naturais;
- C. série histórica de pessoas afetadas;
- D. série histórica de residências e edifícios afetados;
- E. distribuição e exposição da infraestrutura urbana (hídrica, sanitária, transportes, energia e de educação);
- F. unidade de conservação florestal.

Já a sensibilidade municipal a impactos climáticos pode ser avaliada a partir de:

- A. distribuição e tipologia da População vulnerável;
- B. índice de Desenvolvimento Humano Municipal;
- C. nível de pobreza e desigualdade;
- D. produto Interno Bruto per capita;
- E. limitações ao acesso de saneamento básico (água e esgoto);
- F. nível de acesso à energia elétrica.

E, por fim, a capacidade municipal de adaptação aos impactos climáticos pode ser avaliada segundo:

- A. instrumentos de prevenção ao risco climático;
- B. disponibilidade de ferramentas de gestão de risco à natureza e biodiversidade;
- C. avaliação de emprego e renda no município;
- D. Produto Interno Bruto municipal, sua variação histórica e projeção;
- E. previsão de investimentos em infraestrutura urbana, recursos hídricos e saneamento;
- F. previsão de medidas oficiais de adaptação climática na região do município (independentemente de serem de gestão municipal).



Considerando então o risco climático de um município, em termos de gestão energética, a segurança energética local poderia ser avaliada em função da:

- A. matriz energética municipal;
- B. previsão de expansão da oferta de energia no município;
- C. potencial de expansão de fontes renováveis no município;
- D. tipologia e estratificação do consumo de energia local;
- E. distribuição da densidade populacional no município;
- F. avaliação do comprometimento atual e futuro de sistemas de recursos hídricos e barragens;
- G. avaliação da autossuficiência energética no município.

Nesse sentido, a baixa segurança energética parece ser indicativa e promotora da pobreza e sua distribuição em um município, enquanto essas mesmas condições econômicas e infraestruturais acabam por impactar notavelmente a vulnerabilidade climática local, intensificando o risco.

A partir disso, pode-se entender a pobreza energética para além do conceito básico do acesso à energia moderna, mas como multidimensional, complexa e diretamente afetada pela mudança global do clima, com o aumento de eventos extremos, a exemplo das secas que impactam a geração hidroelétrica.

Pobreza energética multidimensional

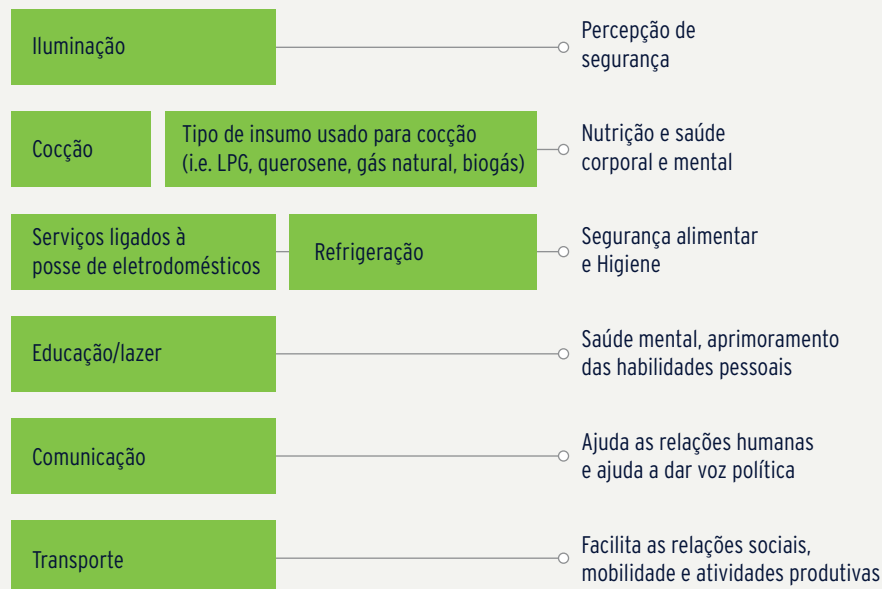


Figura 11 - Pobreza Energética Multidimensional.
Fonte: Mazzone et al. (2021).

Conforme se vê na Figura 11, a pobreza energética nos municípios brasileiros pode ser entendida a partir da avaliação e da condição econômica das famílias para a aquisição serviços energéticos com qualidade.

Considerando a Figura 12, com acesso praticamente pleno à energia, a pobreza energética multidimensional no Brasil parece estar centrada na condição proporcionada de desenvolvimento das capacidades humanas.

A ultrapassagem da barreira da pobreza energética pode ser abordada pelo Objetivo 7 (Energia acessível e limpa) dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)¹⁶, proposto pela Organização das Nações Unidas (ONU) no pacto global 2030, garantindo acesso à energia barata, confiável, sustentável e renovável para todos¹⁷.

16 Nações Unidas Brasil. Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 13 jan. 2022.

17 Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/ods/ods7.html>. Acesso em: 23 abr. 2022.

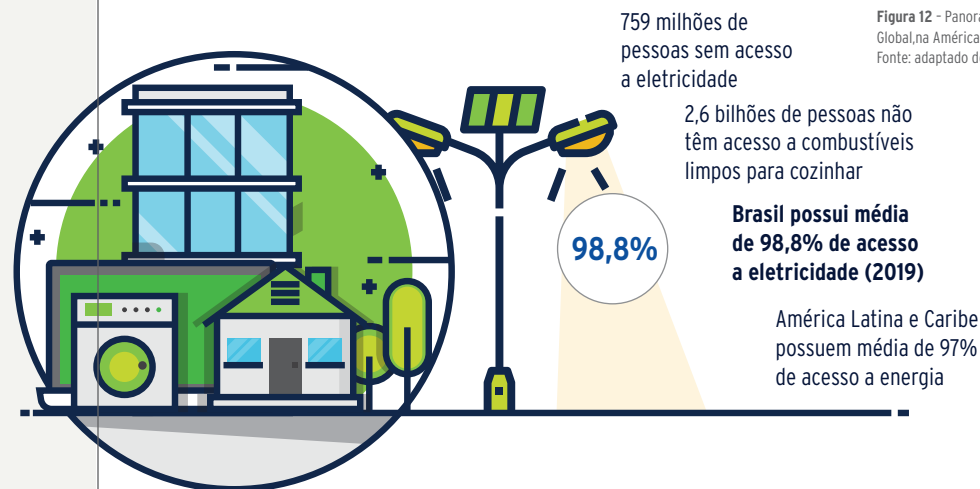


Figura 12 - Panorama de acesso à Energia Global, na América Latina e Caribe e no Brasil.
Fonte: adaptado de IBGE (2019) e IEA (2021).

Para o âmbito municipal, a contribuição para a erradicação da pobreza energética, nos termos propostos pelo ODS 7 para 2030, significaria:

- contribuir para o acesso universal, confiável, moderno e a preços acessíveis a serviços de energia;
- investir, incentivar e dar condições de facilitação do aumento substancial da participação de energias renováveis na matriz energética municipal;
- investir, incentivar e dar condições de aceleração em melhoria substancial da eficiência energética municipal;
- promover o investimento em infraestrutura de energia e em tecnologias de energia limpa no município;
- investir, promover e facilitar a modernização tecnológica para incrementar a disponibilidade e qualidade do fornecimento moderno e uso de energia no município.

Programas municipais de alívio e erradicação da pobreza local bem elaborados, por consequência, contribuiriam potencialmente para a diminuição do risco climático e o aumento da segurança energética do município.

Plataforma Adapta Brasil

Um exemplo da relevância da avaliação do risco climático no âmbito local pode ser extraído da Plataforma ADAPTA Brasil (MCTI, et al., 2022c) que contém dados atuais, projeções 2030 e 2050 (com cenarização) de risco climáticos com impacto na segurança energética (por secas) para todos os municípios brasileiros.

São considerados como fatores influenciadores as características municipais de geração hidrelétrica, dependência de reservatórios locais, sistema de distribuição de energia elétrica, geração distribuída, além de consumo municipal e dados socioeconômicos. Ainda de que apenas a ameaça climática das secas esteja hoje contemplada, resulta em sinalização da relevância da ferramenta como referência de acesso livre, bem como aponta para a necessidade de integração com as outras ameaças climáticas.

RESUMO EXECUTIVO

Qual a importância da energia em cidades?

O início da geração e uso de energia elétrica no Brasil se deu no final do século 19 para atender à iluminação pública de cidades, sob gestão municipal. Mais tarde, com a necessidade de grandes quantidades de energia para atender ao desenvolvimento urbano e industrial, a gestão energética passou para a alçada estadual e federal.

Atualmente, através do pacto federativo nacional, após a municipalização da iluminação pública, o avanço da economia digital e a referência a cidades inteligentes, os municípios voltam a ter a oportunidade de resolverem demandas e aspirações locais pela gestão energética municipal.

Uma gestão energética eficaz permite aos gestores públicos:

- A. aumentar a disponibilidade de energia com qualidade no município;
- B. aperfeiçoar o planejamento municipal;
- C. melhorar gestões das e nas pastas municipais;
- D. diminuir riscos e vulnerabilidades climáticas;
- E. garantir condições de desenvolvimento socioeconômico nas cidades;
- F. contribuir para o alívio de pobreza;
- G. desenvolver ecossistemas de empreendedorismo e inovação;
- H. atração de investimentos e empresas;
- I. otimizar e aumentar a arrecadação municipal.

Cenário Energético Brasileiro e Plano de Expansão

As fontes de referência do cenário energético e plano de expansão do setor energético no Brasil são o portfólio do Balanço Energético Nacional (BEN) e do Plano Decenal de Expansão (PDE), com atualizações anuais e de livre acesso e consulta.

Para que gestores públicos tenham subsídios técnicos nas suas avaliações, tomadas de decisão e negociações, é essencial que assessores técnicos da gestão municipal conheçam e utilizem o BEN e o PDE,

principalmente nas relações com concessionárias e atores do setor energético.

Adicionalmente, a realização de estudos de matriz energética municipal ou sub-regionais como elemento de apoio atualizado, acessível e ajustado às gestões municipais é recomendada para municípios, regiões metropolitanas ou consórcios públicos intermunicipais com mais de 1 milhão de habitantes.

Infraestrutura energética local e principais atividades urbanas dependentes da energia

Entende-se aqui por infraestrutura energética local aquela infraestrutura de energia fisicamente instalada nos municípios.

No que diz respeito à relação com a gestão municipal, a geração de energia local poderia ser enquadrada em 3 modelos:

- A. gerenciada direta ou indiretamente pela gestão municipal;
- B. gerenciada por concessionárias públicas, de capital misto, grupos corporativos privados nacionais ou internacionais;
- C. gerenciada por empresas ou indivíduos do município.

Já pelo lado das atividades urbanas dependentes de energia, nas quais a gestão municipal teria relação e possibilidade de atuar na qualidade de seu desempenho, pode-se apontar a:

- A. iluminação pública;
- B. saneamento municipal (abastecimento e tratamento de água, coleta e tratamento esgoto e resíduos sólidos);
- C. edifícios públicos;
- D. equipamento público não municipal;
- E. domicílios residenciais;
- F. atividade comercial;
- G. atividade industrial;
- H. transporte público;
- I. transporte privado.

Assim, entre as maneiras pelas quais a gestão municipal poderia contribuir para o desenvolvimento (sustentável) do município em energia, estariam:

- A. adoção, facilitação e promoção da eficiência energética e da geração distribuída renovável;
- B. facilitação e promoção da economia circular;
- C. planejamento, implementação e promoção de soluções sustentáveis de mobilidade urbana;
- D. planejamento urbano integrado e participativo;
- E. facilitação e promoção da Inovação em Energia sustentável para o meio urbano.

Energia e mudança do clima

O Brasil conta com metas e compromissos climáticos nacionais e estaduais oficiais ousados para serem atingidos em 2030 e 2050, com demandas que se desdobram em todos os setores econômicos. A aceleração de programas e projetos de energia limpa, reorganização do transporte e eficiência energética é necessária para atender a essas metas e depende também da gestão municipal.

Nesse sentido, a adoção da gestão municipal da energia pode significar oportunidades locais, tais como:

- A. protagonismo político para a administração pública e seus gestores;
- B. oportunidade de desenvolvimento econômico e social do município;
- C. diminuição de riscos e vulnerabilidades associadas à mudança do clima.

Transição energética

A Transição Energética pode ser entendida como o processo de mudança da matriz energética em direção à produção limpa de energia e seu uso eficiente, em razão da mudança climática global e do atendimento de metas climáticas.

Como processo, considera os seguintes processos:

- A. diminuição da oferta de energia por fontes não renováveis;
- B. aumento da oferta de energia por fontes renováveis;
- C. aumento da eficiência energética;
- D. digitalização da energia;
- E. transição justa.

A princípio, o planejamento e coordenação da transição energética no pacto federativo brasileiro seria de competência federal, mas os projetos implementados nos processos acima e seus impactos diretos acabam ocorrendo nos municípios.

Desse modo, a participação ativa municipal tem a capacidade de alterar a aceleração dos processos e seu desempenho, além de poder interferir na sua distribuição de benefícios resultantes.

Geração Distribuída e eficiência energética no âmbito municipal

A intensificação de geração de energia e eficiência energética nos municípios é um processo em aceleração, que tende a ser ainda mais intenso e acelerado a nível local.

O aumento de instalações de energia fotovoltaica e de ofertas de economia de energia nos municípios são notáveis e tendem a crescer continuamente até 2030.

Além de realizar economias pela eficiência energética no próprio município, a gestão municipal pode assumir um papel de agen-

te de aceleração dos processos fora de sua gestão direta, desenvolvendo economia local e atraindo investimentos.

Para isso, existem atualmente operações de assistência técnica e programas de apoio nacionais e internacionais. Essas oportunidades podem ser acessadas diretamente pelos municípios (ou via consórcios) nos ministérios, por meio de consulados e embaixadas, agências de cooperação e bancos de desenvolvimento, ONGs e entidades municipalistas.

Risco Climático, segurança e pobreza energética

O risco climático é representado como uma composição da exposição e sensibilidade à mudança do clima, considerando a capacidade adaptativa a ameaças climáticas (inundação, seca, onda de calor, deslizamento e aumento do nível do mar).

A segurança energética é entendida como a oferta e a disponibilidade de serviços energéticos a todo momento, em qualidade e quantidades suficientes e a preços acessíveis, que promova a eficiência, a sustentabilidade, a utilização de fontes limpas e modernas, e que sejam capazes de mitigar os efeitos dos eventos extremos.

A pobreza energética é multidimensional e aponta a limitação do município ao seu desenvolvimento sustentável, uma vez que sinaliza a limitação ao acesso a formas de energia que permitam condições mínimas para capacidades humanas como segurança, segurança alimentar, educação, relações sociais e econômicas.

Para o âmbito municipal, medidas para a erradicação da pobreza energética, nos termos dos ODS, significariam:

- A. contribuir para o acesso universal, confiável, moderno e a preços acessíveis a serviços de energia;
- B. investir, incentivar e dar condições de facilitação do aumento substancial da participação de energias renováveis na matriz energética municipal;
- C. investir, incentivar e dar condições de aceleração em melhoria substancial da eficiência energética municipal;
- D. promover o investimento em infraestrutura de energia e em tecnologias de energia limpa no município;
- E. investir, promover e facilitar a modernização tecnológica para incrementar a disponibilidade e qualidade do fornecimento moderno e uso de energia no município.



REFERÊNCIAS E SUGESTÕES DE LEITURA

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Geração Distribuída. **Aneel**, Brasília, 2020. Disponível em: http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/GD_Modalidade.asp. Acesso em: 3 mar. 2022.

AMERICAN CITIES CLIMATE CHALLENGE RENEWABLES ACCELERATOR *et al.* **Integrating equity into city clean energy initiatives**. Considerations and Resources for U.S. Local Governments - Relatório. Colorado: American Cities Climate Challenge, 2021.

ATLANTICO. **Transformação Digital na América Latina 2021** - Report. São Paulo: Atlantico, 2021. Disponível em: <https://www.atlantico.vc/2021-transformao-digital-da-america-latina>. Acesso em: 19 fev. 2022.

BANCO DE DESENVOLVIMENTO DA AMÉRICA LATINA (CAF). **Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático em São Paulo** - Relatório. Brasília: CAF, 2018.

BANCO MUNDIAL. Esmap. Tool for rapid assessment of city energy (TRACE). **Esmap**, 19 jan. 2018. Disponível em: <https://esmap.org/node/235>. Acesso em: 15 abr. 2022.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (CCEE). **Proposta conceitual para a Abertura do Mercado**. CCEE, set. 2021. Disponível em: proposta-conceitual-abertura-mercado-livre.pdf (poder360.com.br). Acesso em: 21 dez. 2021.

CEZAR, E. **Como tornar sua cidade a melhor do Brasil**. Gestão Pública e Administração Pública. São Paulo: Plataforma, 2021.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS (CNM). **Inovação e municípios inteligentes**. A tecnologia a serviço da gestão municipal. Coleção Gestão Pública Municipal. Série Novos Gestores - cartilha. Brasília: CNM, 2020a.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS (CNM). Internacional. **A importância do protagonismo dos municípios na cooperação internacional em um mundo globalizado** - Coleção Gestão Pública Municipal. Série Novos Gestores - cartilha. Brasília: CNM, 2020b.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS (CNM). **Consórcios Públicos Intermunicipais**: Como e para que cooperar? Coleção Gestão Pública Municipal. Série Novos Gestores - cartilha. Brasília: CNM, 2020c.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS. **Meio ambiente e saneamento**: O que o gestor precisa saber? Coleção Gestão Pública Municipal - Série Novos Gestores - cartilha. Brasília: CNM, 2020d.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS. **Livro do prefeito**: Orientações para uma gestão responsável. Coleção Gestão Pública Municipal. Série Novos Gestores - cartilha. Brasília: CNM, 2020e.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Plano Decenal de Expansão de Energia 2031**. Rio de Janeiro: EPE, 2022a. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decena-de-expansao-de-energia-2031>. Acesso em: 13 dez. 2021.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balanco Energético Nacional 2021**. Rio de Janeiro: EPE, 2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2021>. Acesso em: 15 fev. 2022.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **O que são cidades inteligentes e sustentáveis?** Informe Técnico. Rio de Janeiro: EPE, 2020c.

GIZ - DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT *et al.* **Guia de constituição de cooperativas de geração distribuída fotovoltaica**. Brasília: Sistema OCB, Cooperação Alemã, GIZ, DGRV, 2018. INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL (IBAM) *et al.* **Elaboração e atualização do código de obras e edificações**. Guia Procel Edifica. Relatório. Rio de Janeiro: IBAM, 2012.

INSTITUTO MICROPOWER. Brasil protagonista na inovação e transformação digital global alinhado ao ESG. **Brasil 6.0**, 2022. Disponível em: <https://www.brasil50.org.br/>. Acesso em: 22 abr. 2022.

INSTITUTO DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO (ITDP). **Como maximizar a micromobilidade**: oportunidades para integrar a micromobilidade ao transporte público. Resumo Executivo. Rio de Janeiro: ITDP, 2021.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **AR5 Climate Change 2014**: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Summary for Policy Makers. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY (IRENA). **Renewable energy policies for cities: experiences in China, Uganda and Costa Rica**. Abu Dhabi: IRENA, 2021a.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY (IRENA). **Innovation landscape for a renewable-powered future: solutions to integrate variable renewables**. Abu Dhabi: IRENA, 2019b. MAZZONE, A. *et al.* A multidimensionalidade da pobreza no Brasil: um olhar sobre as políticas públicas e desafios da pobreza energética. **Revista Brasileira de Energia**, Itajubá, v. 27, nº 3, 3º trimestre de 2021, edição especial I.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (MCTI) *et al.* **Plano Nacional de Inovação**. Relatório. Brasília: MCTI, 2021a.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (MCTI) *et al.* **Estratégia Brasileiro para a Transformação Digital**. E-Digital. Brasília: MCTI, 2018b.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (MCTI) *et al.* (2022c). **Adapta Brasil MCTI**. Disponível em: <https://sistema.adaptabrasil.mcti.gov.br/>. Acesso em: 16 jan. 2022.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME) *et al.* **Plano nacional de Energia 2050**: Estudo. Brasília: MME, 2020.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL (MDR) *et al.* **Carta Brasileira para Cidades Inteligentes**. Brasília: MDR, 2021.

NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY (NREL). **Estimating the National Carbon Abatement Potential of City Policies**: A Data Driven Approach. Colorado: NREL, 2016. SINDICATO DA INDÚSTRIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL (SINDUSCON-SP) *et al.* **Guia Interativo de Eficiência Energética em Edificações**. SindusCon-SP, São Paulo, 2019. Disponível em: <https://www.guiaenergiaedificacoes.com.br/ferramentas-e-subsidios/>. Acesso em: 13 mar. 2022.

SINO-GERMAN URBANISATION PARTNERSHIP *et al.* **Energy-law in Germany**: At European, federal, and municipal level and its impacts on low-carbon urban development. Berlin: GIZ, 2021.

UN-HABITAT. **Sustainable Urban Energy**. A sourcebook for Asia - Relatório. Nairobi: UN-Habitat, 2012.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP) **Cities**: Investing in energy and resource efficiency. Green Economy. Copenhagen: UNEP, 2011.

URZAGASTI, C. A.; URUCHI, N. T. Análise Energética da Cidade de Santos (SP). **International Journal of Environmental Resilience Research and Science**, Cascavel, v. 3, n. 3, 2021.

WORLD ECONOMIC FORUM (WEF) *et al.* **Biodivercities by 2030**: Transforming Cities' Relationship with Nature. Cologne: WEF, 2022.



Cofinanciado pela
União Europeia



cooperação
alemã
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT



giz Deutsche Gesellschaft
für Informations- und
Kommunikations-Technik



Empresa de Pesquisa Energética

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

