

## Ônibus elétricos com troca de baterias

Com os 1.259 ônibus elétricos já em operação (1.070 a bateria + 189 trólebus) e a entrega de mais 500 veículos no domingo (21), 13% da frota total do município de São Paulo passa a ser eletrificada, graças a financiamentos contratados pela Prefeitura junto a bancos públicos (BNDES e Caixa) e instituições internacionais, em montante superior a R\$6 bilhões.

Outros municípios têm dificuldade em seguir o exemplo devido ao ainda elevado custo dos veículos e ao impacto da recarga sobre as redes de distribuição de energia elétrica. Porém, tudo considerado - investimento e custo de manutenção - a opção elétrica tem ficado cada vez mais atraente. Principalmente quando se considera a queda do custo das baterias e a possibilidade de recarregá-las nas horas ensolaradas, quando a energia poderia ser grátis.

Diferente do carregamento convencional, que usa a rede elétrica apenas na janela horária da madrugada, quando a maioria dos ônibus não circula e a eletricidade tem custo, a opção por baterias intercambiáveis permite deslocar o carregamento para as horas de superávit de geração renovável. As estações de troca poderiam funcionar como sistemas descentralizados de armazenamento de energia em larga escala.

Explicando melhor: quando há sobra de energia e ocorre o *curtailment*, o preço deveria ser zero ou negativo. Ainda não é assim porque existe uma regulação obsoleta fixando um preço mínimo. Qualquer futuro aperfeiçoamento do marco regulatório deverá eliminar esta restrição porque a economia funciona melhor quando o preço sinaliza corretamente a escassez ou a abundância de qualquer produto, inclusive a energia.

Seria possível adotar um modelo de negócios que separe a propriedade do chassi do ônibus de seu componente mais caro, a bateria. Essa desvinculação permitiria que empresas de propósito específico adquiram e gerenciem as baterias, comercializando a energia e a disponibilidade do ativo na modalidade de serviço. E o custo de aquisição do veículo cairia para patamares equivalentes aos dos modelos tradicionais a diesel.

Na China, essa opção tecnológica já é adotada em Pequim, Xiamen e Fuzhou. Os ônibus urbanos entram na baía e, em menos de 5 minutos, um sistema robotizado substitui o pacote de baterias descarregado por um cheio. O operador do ônibus paga uma tarifa combinada baseada no consumo por quilômetro rodado e na assinatura de disponibilidade.

Nas grandes metrópoles brasileiras, com mais de 250 mil habitantes, a frota operacional é de aproximadamente 22 mil ônibus, responsáveis por 1320 milhões de quilômetros rodados por ano. Considerando o consumo médio de 1,5 kWh/km de veículos refrigerados, o consumo energético anual dessa eletrificação totalizaria cerca de 2.000 GWh (apenas 6% de toda a energia eólica e solar desperdiçada no país, em 2025).

Essas considerações iniciais são insuficientes para afirmar que o modelo de troca de baterias é economicamente viável. Mas sugerem que a proposta merece aprofundamento. A conversão de estações de recarga em armazenadores de energia elétrica converte energia atualmente desperdiçada em energia útil para o transporte de massa. Armazenar o sol em baterias dos ônibus parece ser uma forma inteligente de sintonizar a mobilidade urbana com a nossa fatura energética.

## Financiamento climático global supera US\$ 2 tri pela 1ª vez, mas segue abaixo do necessário

Estudo da Iniciativa de Política Climática aponta desaceleração nos investimentos verdes; recursos públicos internacionais encolhem 6%

Gabriel Gama

SÃO PAULO O fluxo global de financiamento climático superou US\$ 2 trilhões (R\$ 10,2 trilhões) pela primeira vez em 2024 e deve alcançar US\$ 2,1 trilhões (R\$ 10,7 trilhões) em 2025, diz relatório da Iniciativa de Política Climática (CPI, na sigla em inglês) divulgado na segunda-feira (22). Porém, o montante ainda é insuficiente para atender às necessidades dos países menos desenvolvidos.

O documento identifica uma desaceleração nos investimentos na área: depois de registrar crescimento anual de 30% em 2021, a estimativa é de que o aumento seja de apenas 2% em 2025.

A organização afirma que isso pode ser explicado por custos tecnológicos menores e o amadurecimento dos mercados, mas pondera que será necessário manter expansão sustentada de dois dígitos para atingir as metas climáticas.

A mitigação, que envolve o corte das emissões de gases do efeito estufa e inclui, por exemplo, a troca de combustíveis fósseis por fontes renováveis, recebeu US\$ 1,9 trilhão (R\$ 9,7 trilhões) em 2024.

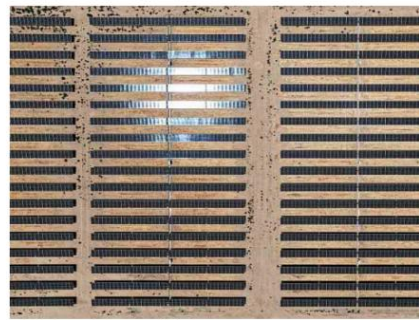
Desse total, US\$ 952 bilhões (R\$ 4,8 trilhões) foram para a área de energia, US\$ 492 bilhões (R\$ 2,5 trilhões) para transportes e US\$ 359 bilhões (R\$ 1,8 trilhão) para edificações e infraestrutura. Os aportes no setor de agricultura, florestas e outros usos da terra somaram apenas US\$ 8 bilhões (R\$ 41 bilhões), montante que precisaria crescer em 153 vezes para alcançar o patamar anual necessário de 2025 a 2030.

"Nesse ritmo, os fluxos não alcançarão nem mesmo as menores necessidades de mitigação estimadas até meados da década de 2030, agravando os riscos relacionados ao clima e afastando ainda mais os investimentos na trajetória necessária", afirma o relatório.

A organização calcula que será necessário atingir a média anual de US\$ 7,8 trilhões (R\$ 40 trilhões) em recursos para mitigação até o final desta década e chegar a US\$ 9 trilhões (R\$ 46,2 trilhões) anuais de 2031 a 2035.

A situação é pior no financiamento para a adaptação, que engloba o preparo para enfrentar as consequências já inevitáveis de um planeta mais quente. Essa área recebeu US\$ 64 bilhões (R\$ 328 bilhões) em 2024, apenas 3% do total mobilizado naquele ano.

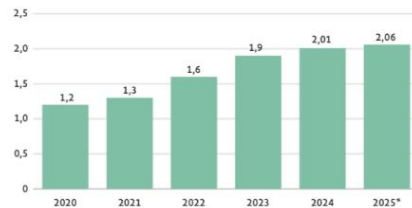
A maior parte do dinheiro vem de entes privados —US\$ 1,2 trilhão (R\$ 6,1 trilhões) em 2024. Já os recursos públicos somaram US\$ 763 bilhões (R\$ 3,9 trilhões) naquele ano, dos quais somente US\$ 198 bilhões (R\$ 1,01 trilhão) foram aplicados em outros países



Painéis fotovoltaicos na Califórnia Mario Tama - 17 Jun 26/Getty Images/AFP

### Financiamento climático global

Em US\$ trilhões



\* Valor para 2025 é estimativa preliminar  
Fonte: Iniciativa de Política Climática (CPI)

— queda de 6% em relação a 2023, quando o financiamento público internacional havia somado US\$ 210 bilhões (R\$ 1,07 trilhão).

A discussão sobre quem abre o bolso para investir na luta contra o aquecimento global é constante nas COPs, as conferências do clima das Nações Unidas. O Acordo de Paris, tratado de 2015 para conter as mudanças climáticas, estabeleceu que as nações desenvolvidas devem liderar os esforços, por terem emitido mais carbono desde a Revolução Industrial.

A COP29, realizada em 2024, definiu que os países ricos precisariam mobilizar US\$ 300 bilhões anuais (R\$ 1,5 trilhão), muito abaixo do US\$ 1,3 trilhão (R\$ 6,6 trilhões) exigido pelas nações em desenvolvimento. O impasse fez as presidências das COP29 e 30 apresentarem um roteiro de como o mundo pode alcançar esse valor.

"O aperto fiscal, as demandas orçamentárias concorrentes nos países doadores e as taxas de juros globais mais elevadas restringem os empréstimos concessionais, apontando para um recuo estrutural dos fluxos públicos transfronteiriços", afirma o relatório divulgado nesta segunda.

O destino do financiamento permanece distante do que preconiza o Acordo de Paris: economias avançadas ficaram com 40,9% dos recursos em 2024, enquanto a China abocanhava 36,7% do total. Apenas 1,7% do dinheiro foi para o grupo dos países menos desenvolvidos (LDCs, na sigla em inglês).

Apesar da desaceleração global, a organização aponta que a verba direcionada a energias limpas cresceu 17% em 2024, acompanhando preocupações com segurança energética e o aumento da eletrificação.

Em 2025, veículos elétricos responderam pelo maior aumento no financiamento, e o relatório calcula que o investimento em fontes renováveis equivale a aproximadamente o dobro do montante direcionado aos combustíveis fósseis.

"O financiamento climático provou sua resiliência, crescendo durante uma pandemia, uma crise energética e uma série de turbulências geopolíticas", disse Barbara Buchner, diretora-executiva da CPI, em comunicado. "A tarefa agora é acelerar o ritmo."

## Ônibus elétricos com troca de baterias

Veículos entram na baía e, em cinco minutos, sistema substitui equipamento descarregado

Jerson Kelman

Engenheiro, foi professor da Coppe-UFRJ e dirigente de ANA, Aneel, Light, Enersul e Sabesp

Com os 1.259 ônibus elétricos já em operação (1.070 a bateria + 189 trólebus) e a entrega de mais 500 veículos no domingo (21), 13% da frota total do município de São Paulo passa a ser eletrificada, graças a financiamentos contratados pela prefeitura em bancos públicos (BNDES e Caixa) e instituições internacionais, em montante superior a R\$ 6 bilhões.

Outros municípios têm dificuldade em seguir o exemplo devido ao ainda elevado custo dos veículos e ao impacto da recarga sobre as redes de distribuição de energia elétrica. Ainda assim, tudo considerado — investimento e custo de manutenção —, a opção elétrica tem ficado cada vez mais atraente. Principalmente quando se consideram a queda do custo das baterias e a possibilidade de recarregá-las nas horas ensolaradas, quando a energia poderia ser grátis.

Diferentemente do carregamento convencional, que usa a rede elétrica apenas na janela horária da madrugada, quando a maioria dos ônibus não circula e a eletricidade tem custo, a opção por baterias intercambiáveis permite deslocar o carregamento para as horas de superávit de geração renovável. As estações de troca poderiam funcionar como sistemas descentralizados de armazenamento de energia em larga escala.

Explicando melhor: quando há sobra de energia e ocorre o "curtailment", o preço deveria ser zero ou negativo. Ainda não é assim porque existe uma regulação obsoleta fixando um preço mínimo.

**Seria possível adotar um modelo de negócios que separasse a propriedade do chassi de seu componente mais caro, a bateria; custo de aquisição do ônibus se aproximaria dos modelos a diesel**

Qualquer futuro aperfeiçoamento do marco regulatório deverá eliminar essa restrição, já que a economia funciona melhor quando o preço sinaliza corretamente a escassez ou a abundância de qualquer produto, inclusive a energia. Seria possível adotar um modelo de negócios que separasse a propriedade do chassi do ônibus de seu componente mais caro, a bateria. Essa desvinculação permitiria que empresas de propósito específico adquirissem e gerenciassem as baterias, comercializando a energia e a disponibilidade do ativo na modalidade de serviço. E o custo de aquisição do veículo cairia para patamares equivalentes aos dos modelos tradicionais a diesel.

Na China, essa opção tecnológica já é adotada em Pequim, Xiamen e Fuzhou. Os ônibus urbanos entram na baía e, em menos de cinco minutos, um sistema robotizado substitui o pacote de baterias descarregado por um cheio. O operador do ônibus paga uma tarifa combinada baseada no consumo por quilômetro rodado e na assinatura de disponibilidade.

Nas grandes metrópoles brasileiras, com mais de 250 mil habitantes, a frota operacional é de aproximadamente 22 mil ônibus, responsáveis por 1,32 bilhão de quilômetros rodados por ano. Considerando o consumo médio de 1,5 kWh/km de veículos refrigerados, o consumo energético anual dessa eletrificação totalizaria cerca de 2.000 GWh (apenas 6% de toda a energia eólica e solar desperdiçada no país, em 2025).

Essas considerações iniciais são insuficientes para afirmar que o modelo de troca de baterias é economicamente viável. Mas sugerem que a proposta merece aprofundamento.

A conversão de estações de recarga em armazenadores de energia elétrica transforma energia atualmente desperdiçada em energia útil para o transporte de massa. Armazenar o sol em baterias dos ônibus parece ser uma mente inteligente de sintonizar a mobilidade urbana com a nossa fatura energética.