



WWF

CLIMA &
ENERGIA

2017

BR



PROGRAMA MUDANÇAS CLIMÁTICAS E ENERGIA - WWF-BRASIL

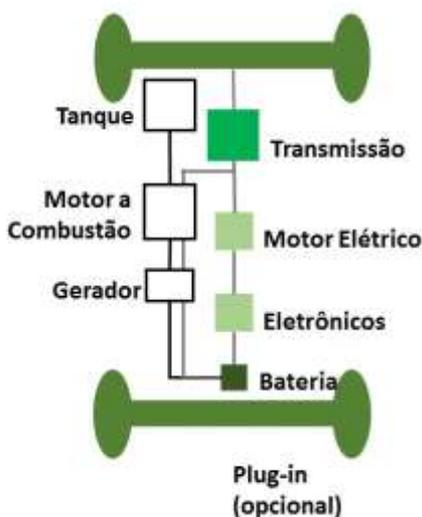
O PAPEL DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS NA ECONOMIA LIMPA

Contribuição do WWF-Brasil para discutir os reflexos socioambientais da adoção de veículos elétricos no país

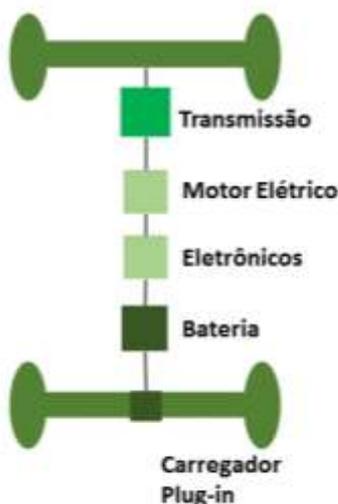
Cada vez mais presentes em países como Estados Unidos, China e na Europa em geral, os veículos elétricos poluem menos, são mais silenciosos, econômicos e possuem melhor desempenho do que os modelos convencionais. A evolução tecnológica e a diminuição nos preços colocam os elétricos como parte de uma revolução na matriz energética mundial. Porém, para que a transição aconteça, é necessário haver incentivos para alavancar a produção, disseminação de eletropostos e legislação para descarte de baterias. Um desafio, mas que vale a pena.

O QUE É UM VEÍCULO ELÉTRICO?

Veículo elétrico (plug in) híbrido (P) HEV



Veículo elétrico a bateria (BEV)



Um carro elétrico ou veículo elétrico (VE) é um veículo que utiliza ao menos um motor elétrico para sua propulsão. Há versões totalmente elétricas e versões híbridas, que utilizam os tradicionais motores a combustão interna em conjunto com motores elétricos. A grande maioria deles utiliza baterias para armazenar a energia elétrica, mas há veículos de grande porte que operam continuamente conectados na rede elétrica, como trólebus e veículos sobre trilhos (VLT, metrô e trem).

Os veículos puramente elétricos podem obter a eletricidade diretamente da rede elétrica (armazenando-a em baterias) ou de células de hidrogênio que transformam hidrogênio em eletricidade, a qual é utilizada pelos motores elétricos. A vantagem desses últimos é terem uma autonomia maior, com menor quantidade de baterias. Por outro lado, os veículos que se recarregam na rede elétrica são mais baratos e com menos componentes, além de terem um custo mais baixo de recarga.

Os veículos híbridos apresentam várias configurações. O sistema elétrico pode ser um simples complemento ao motor a combustão, utilizado para aumentar a eficiência do conjunto e reduzir o consumo de combustível e emissões. O motor elétrico também pode ter uma participação maior na propulsão do veículo, podendo inclusive contar com a capacidade de locomover o veículo por vários quilômetros a partir de uma carga elétrica inicial. Nesse caso, os veículos são chamados híbridos *plug-in*.

Uma característica comum nos veículos elétricos é a recuperação de parte da energia proveniente das frenagens, a qual é direcionada para as baterias para uso posterior. Essa tecnologia, conjugada à maior eficiência dos motores elétricos, faz com que um veículo elétrico híbrido seja mais eficiente, com menor consumo de combustível e emissões quando comparado a um veículo tradicional, dotado de motor a combustão interna.

POR QUE USAR VEÍCULOS ELÉTRICOS?

Os veículos elétricos oferecem vários benefícios para seus proprietários e para a sociedade em geral. Para os proprietários, há a diminuição dos custos de manutenção, já que carros elétricos tem menos partes móveis e não há o desgaste proveniente do sistema de combustão. Segundo análises da FGV, um veículo elétrico possui custo de manutenção 28% mais baixo que de um veículo convencional, devendo cair ainda mais com a evolução e disseminação da tecnologia.

Os custos de reabastecimento também são inferiores: o gasto com combustível de um veículo elétrico é cerca de metade do gasto com um veículo abastecido com gasolina ou etanol¹. O motorista também tem outras vantagens: o veículo elétrico é mais silencioso e possui mais torque que um veículo convencional, especialmente nas arrancadas, oferecendo uma viagem mais agradável para motorista e passageiros. Por fim, em alguns estados eles recebem incentivos como redução ou isenção de IPVA e, na cidade de São Paulo, isenção do rodízio.

Custo de reabastecimento e recarga

Combustível/distância	400 km	10 mil km	20 mil km
Gasolina	R\$ 131,80	R\$ 3.294,90	R\$ 6.589,80
Etanol	R\$ 133,25	R\$ 3.331,31	R\$ 6.662,62
Eletricidade	R\$ 70,67	R\$ 1.766,80	R\$ 3.533,60

Valores médios de autonomia e preços de eletricidade para consumidor residencial, gasolina e etanol no Brasil em março de 2017. Fontes: Brajterman (2016), ANP e Aneel.

A SOCIEDADE TAMBÉM SE BENEFICIA

No uso de veículos elétricos, não há emissões de gases de efeito estufa (GEE) nem de nenhum outro gás poluente, o que contribui com a qualidade do ar nos grandes centros urbanos (os veículos automotores são os principais culpados pela poluição nessas regiões) e com o combate às mudanças climáticas².

Essas duas vantagens tem um valor inestimável: localmente a poluição do ar agrava problemas respiratórios como bronquite e asma e aumenta o risco de doenças do coração, câncer, AVC e infertilidade. Em termos nacionais, as emissões provenientes do setor de transportes corresponderam a 204 milhões de toneladas de CO₂e em 2015³, ou mais de 10% do total das emissões brasileiras de gases de efeito estufa.

É por essas razões que a política brasileira em relação ao Acordo de Paris e às metas de redução das emissões deve considerar seriamente a disseminação de veículos elétricos no país de forma integrada com a produção de energia elétrica renovável ao mesmo tempo em que promove o transporte público de massa nas áreas urbanas. Além de contribuir com o clima, eles permitem a melhora da qualidade do ar e da saúde pública nas áreas urbanas.

¹ Com base no consumo levantado por Brajterman (2016) e nos preços médios de gasolina, etanol e eletricidade para classe residencial no Brasil em março de 2017 (Aneel e ANP).

² Mesmo considerando as emissões indiretas envolvidas na produção de eletricidade utilizada pelos veículos elétricos, as emissões de GEE deles são aproximadamente 70% menores que de um veículo a combustão interna.

³ Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa – SEEG.

EMISSÕES DE POLUENTES DURANTE O USO

			
<i>Peugeot 208 1.0</i>	<i>Toyota Corolla 2.0</i>	<i>Toyota Prius</i>	<i>BMW i3**</i>
veículo mais econômico do Brasil*	um dos sedãs mais vendidos	veículo elétrico híbrido mais barato do Brasil	veículo elétrico plug-in mais barato do Brasil
85 g CO ₂ /km	118 g CO ₂ /km	71 g CO ₂ /km	0 g CO ₂ /km
0,75 g CO/km	0,452 g CO/km	0,038 g CO/km	0 g CO/km
0,032 g NO _x /km	0,016 g NO _x /km	0,006 g NO _x /km	0 g NO _x /km

*entre os veículos a combustão interna ** considerando utilização apenas no modo elétrico. Fonte: INMETRO (2017).

PAÍSES COM GRANDE
ADOÇÃO DE VEÍCULOS
ELÉTRICOS INVARIAVELMENTE
ADOTAM POLÍTICAS QUE
PRIORIZAM O TRANSPORTE
PÚBLICO E FACILITAM O
TRÂNSITO DE PEDESTRES E
BICICLETAS

OUTROS PAÍSES

Em virtude da s vantagens proporcionadas pelos veículos elétricos sua

adoção é crescente em vários países, com as vendas mundiais atingindo 750 mil unidades em 2016⁴. A China foi o maior mercado, com 336 mil novos carros elétricos.

A Europa e os EUA foram os dois outros grandes mercados, com 215 mil e 160 mil carros respectivamente. Isso fez com que a participação dos carros elétricos nas vendas totais atingisse 29% na Noruega, enquanto que na Holanda e Suécia atualmente são de 6,4% e 3,4%, respectivamente.

Isso é resultado de um conjunto de políticas de incentivo, várias de cunho fiscal, diminuindo a diferença de preços entre um veículo convencional e um elétrico, mas também de utilização privilegiada da infraestrutura urbana, como liberação de rodízios e pedágios urbanos e permissão para trafegar em faixas exclusivas de ônibus.

Esse efeito pode ser observado na tabela a seguir:

⁴ IEA (2017)

Incentivos para veículos elétricos e reflexo nas vendas em 2016

País	INCENTIVOS 2015 - 2016		AUMENTO NAS VENDAS 2015-2016		VENDAS 2016	
	Veículos elétricos	Veículos híbridos Plug-in	Veículos elétricos	Veículos híbridos Plug-in	Veículos elétricos	Veículos híbridos Plug-in
China	~	~	75%	30%	257 000	79 000
Estados Unidos	~	~	22%	70%	86 731	72 885
Noruega	~	↗	6%	164%	29 520	20 660
Reino Unido	~	~	4%	42%	10 509	27 403
França	~	~	26%	36%	21 758	7 749
Japão	~	~	48%	-34%	15 461	9 390
Alemanha	~	~	-6%	20%	11 322	13 290
Holanda	~	~	47%	-50%	3 737	20 740
Suécia	~	↘	0%	86%	2 951	10 464
Canadá	~	↘	19%	147%	5 220	6 360
Dinamarca	~	~	-71%	-49%	1 218	182
Coréia do Sul	~	↘	75%	-40%	5 099	164

Nota: o símbolo ~ indica que não houve grande mudança em incentivos de apoio a carros elétrico entre 2015 e 2016; a seta para cima indica um aumento no incentivo a carros elétricos; a seta para baixo indica uma queda nos incentivos. Fonte: IEA (2017)



Estação de recarga em Campinas (SP). Créditos: Divulgação CPF

A QUESTÃO DAS BATERIAS

A disseminação dos veículos elétricos depende do barateamento das baterias e da capacidade de produzi-las em larga escala. Há várias tecnologias disponíveis, sendo a baseada em íons de lítio a mais adotada por apresentar melhor capacidade e menor custo. O desenvolvimento delas vem acompanhando a evolução do mercado de veículos elétricos: os seus custos caíram de US\$ 900/kWh em 2009 para pouco menos de US\$ 300/kWh⁵ em 2016. E a perspectiva é de que ainda há bastante espaço para melhorias: estimativas do Departamento de Energia dos EUA e de fabricantes⁶ indicam que os custos podem chegar a US\$ 100/kWh em 2020. De forma análoga, a densidade de energia na bateria vem aumentando, tendo atingido mais de 300 Wh/litro, passo importante para diminuir o peso e aumentar a eficiência e autonomia dos carros.

O uso de baterias em larga escala de forma sustentável envolve duas questões: a demanda por matéria-prima na sua produção e o descarte delas ao fim da sua vida útil. A principal limitação na produção de baterias em larga escala é o lítio, um metal alcalino cuja demanda pode superar a capacidade de oferta com o crescimento da produção de veículos elétricos, especialmente no médio prazo, entre 2020 e 2025⁷.

No longo prazo, considerando as reservas mundiais conhecidas estimadas em 13,5 milhões de toneladas⁸, elas seriam suficientes para atender a produção por cerca de 40 anos⁹ tendo-se como referência a atual produção mundial de carros (72 milhões/ano) caso fossem todos elétricos. É importante considerar que as baterias e o lítio contido nelas podem ser reciclados, o que elimina a necessidade de exploração contínua do metal. Outro fator positivo é que as baterias retêm entre 70% e 80% da capacidade de carga mesmo após o fim de seu uso veicular, podendo no futuro virem a ser utilizadas em sistemas de backup ou geração distribuída de eletricidade¹⁰, diminuindo o seu impacto sobre o ambiente.



⁵ IEA (2017)

⁶ IEA (2017)

⁷ IRENA (2017)

⁸ USGS (2015)

⁹ Com base em dados de IRENA (2017), USGS (2015) e OICA (2017)

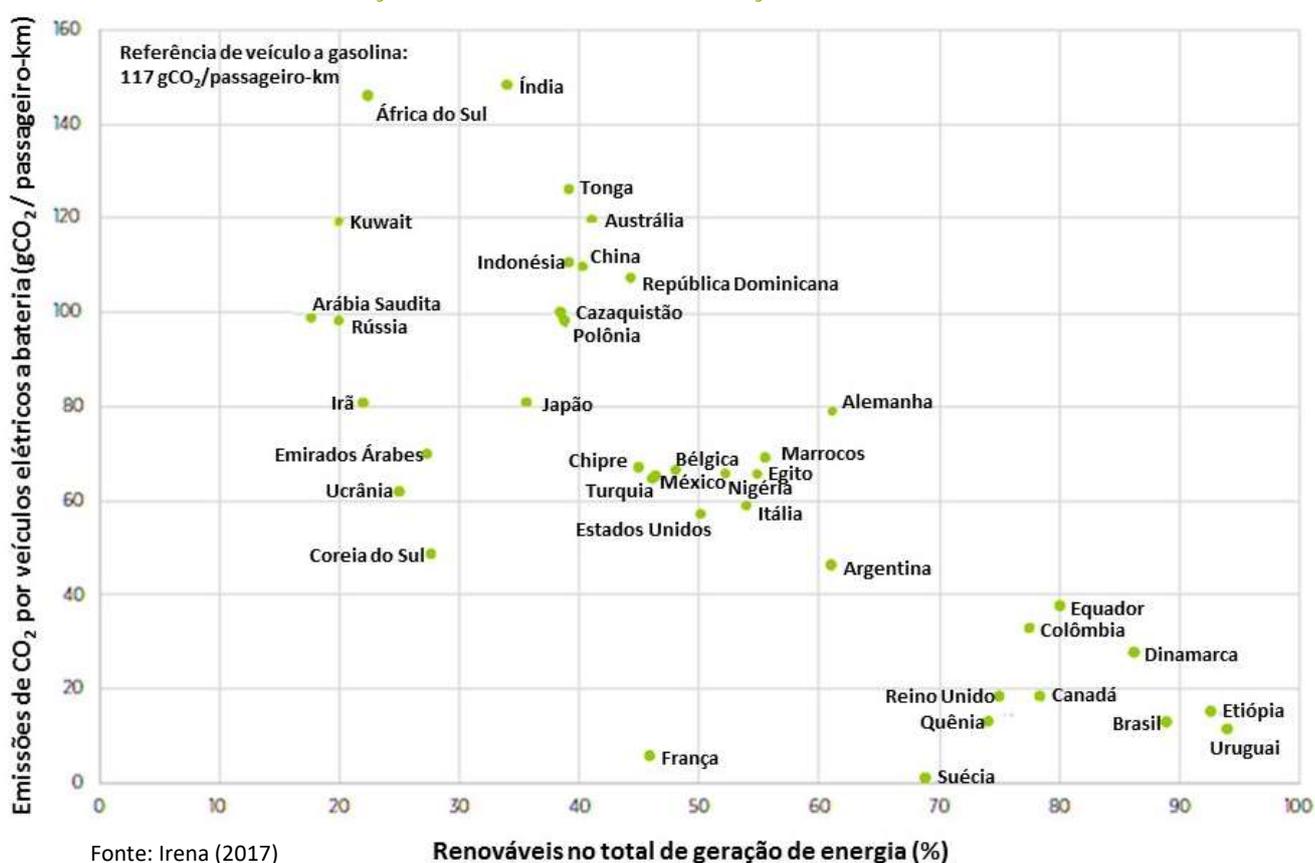
¹⁰ IRENA (2017)

OFERTA DE ENERGIA, EMISSÕES E BIOCOMBUSTÍVEIS

Uma política que estimule a adoção de veículos elétricos conjugada à utilização do etanol em veículos flex pode reduzir as emissões de gases de efeito estufa com um aumento moderado na demanda de eletricidade. Análises¹¹ feitas para o estado de São Paulo indicam que ao aumentarmos em 10% a frota de veículos reduz-se o total de emissões no estado em 1,3% ao mesmo tempo em que a demanda total por eletricidade aumenta apenas 2%.

Tendo-se em vista que há mais alternativas para produzir eletricidade renovável que biocombustíveis, a adoção de veículos elétricos de maneira complementar aos veículos flex permite uma melhor utilização dos recursos renováveis no Brasil, um dos países com maior participação de renováveis na produção de eletricidade no mundo. Adicionalmente, isso garante que as emissões indiretas dos veículos elétricos sejam muito baixas, em linha com uma estratégia de redução da poluição urbana e descarbonização da economia Brasileira.

EMISSÕES INDIRETAS DE CO₂ DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS PROVENIENTES DA GERAÇÃO DE ENERGIA – PROJEÇÃO PARA 2030



¹¹ Dias et al (2014)

REDUÇÃO DE EMISSÕES DE GEE E AUMENTO NO CONSUMO DE ELETRICIDADE

A adoção dos veículos elétricos pode contribuir significativamente com o atingimento da meta brasileira de emissões estipulada no Acordo de Paris. Com base nas projeções de consumo de gasolina e demanda por eletricidade apresentadas pelo governo¹², as emissões de CO₂ provenientes do consumo de gasolina atingiriam 130 milhões de toneladas de CO₂ em 2030.

Caso a circulação de veículos elétricos alcance 25% do total da frota de veículos de passeio a redução de emissões atingiria 30 milhões de toneladas CO₂, o equivalente a 2,5% da meta de emissões com a qual o Brasil se comprometeu no Acordo de Paris.

Por outro lado, o aumento do consumo de eletricidade seria de 42,5 TWh, o equivalente a 4,5% do consumo brasileiro. Ademais, a eletricidade adicional necessária pode ser produzida com impacto menor que a produção de gasolina, proveniente do petróleo, um recurso fóssil não renovável. A seguir são apresentados os resultados do cenário tendencial e dos cenários com grande adoção de veículos elétricos.

PERSPECTIVAS PARA 2030 DO CONSUMO DE GASOLINA, EMISSÕES DE CO₂ E DEMANDA ADICIONAL DE ELETRICIDADE

Participação dos veículos elétricos entre os veículos de passeio	Consumo de gasolina (bilhões de litros)	Emissões evitadas (milhões tCO ₂)	% da meta de emissões brasileira	Aumento no consumo de eletricidade (TWh)	% da demanda brasileira
2%	59,1	-	-	-	-
25%	45,5	30,0	2,5%	42,5	4,5%
50%	30,7	62,7	5,2%	88,9	9,5%

Considerando participação dos veículos elétricos de 2% (cenário tendencial, sem incentivos), 25% ou 50% dos veículos de passeio. As emissões poupadas são comparadas ao cenário referencial apresentado por MME (2015). A meta de emissões de CO₂ brasileira foi estabelecida na COP 2015 (1,2 Giga toneladas ao ano).

¹² MME (2015)

DESAFIOS PARA OS VEÍCULOS ELÉTRICOS NO BRASIL

Atualmente há dois grandes obstáculos para a adoção de veículos elétricos no Brasil: o alto custo de aquisição e a ausência de infraestrutura de recarga. A ausência de produção local e IPI elevado (25%, bem superior à alíquota para veículos flex, que parte de 7%)¹³ aliados aos maiores custos dos veículos elétricos faz com que as versões disponíveis para compra no Brasil sejam inacessíveis para a maior parte dos usuários.

A opção mais barata, Toyota Prius, custa R\$ 130 mil, enquanto outras alternativas como o Ford Fusion e o BMW i3 partem de R\$ 160 mil. A queda de preços depende do barateamento da tecnologia, de alíquotas de impostos mais atrativas e da produção nacional.

A disponibilidade de infraestrutura de recarga dos veículos também é fundamental para viabilizar o uso dos veículos elétricos entre os usuários comuns. Ainda que os carros elétricos possam ser recarregados em casa – uma facilidade que os veículos a combustão interna não possuem – é preciso haver pontos de recarga (eletropostos) em áreas públicas e privadas nos destinos e rotas de maior movimento.

A disseminação dos eletropostos, os quais demandam um investimento significativo¹⁴, depende da criação de um arcabouço legal que atraia investidores interessados em prestar o serviço de recarga; a questão vem sendo discutida no Congresso e na Aneel, responsável pela regulação do setor elétrico.



Iniciativa de Car Sharing Vamo, em Fortaleza (CE).

Créditos: Divulgação Enell

OS VEÍCULOS ELÉTRICOS SÃO
OPÇÕES INTERESSANTES PARA A
UTILIZAÇÃO EM TAXIS E SISTEMAS
DE COMPARTILHAMENTO DE
VEÍCULOS. ISSO JÁ OCORRE EM
CIDADES COMO SÃO PAULO, RIO DE
JANEIRO, CURITIBA E FORTALEZA

¹³ FGV Energia (2017)

¹⁴ Eletropostos de recarga rápida, capazes de garantir autonomia de 100 km com uma hora de recarga, podem custar R\$ 74 mil. Por outro lado, é possível carregar o veículo diretamente na rede elétrica, porém cada hora de recarga garante apenas 3 km a 8 km de autonomia. Por essa razão, fabricantes de veículos costumam fornecer sistemas de recarga residenciais, permitindo a recarga total em algumas horas. Fonte: CPFL Energia (2015) e FGV Energia (2017).

RECOMENDAÇÕES PARA POLÍTICAS PÚBLICAS

Os veículos elétricos e híbridos proporcionam diversos benefícios aos seus usuários e cidades e contribuem com a redução de emissões de gases de efeito estufa. Embora o desenvolvimento tecnológico na última década tenha baixado significativamente os preços dos veículos elétricos, eles ainda são consideravelmente mais caros que os veículos a combustão interna, e contam com poucos pontos de recarga.

Por essas razões, é importante criar condições para o desenvolvimento do mercado no Brasil por meio de incentivos à oferta e à demanda de veículos elétricos e híbridos, o que contribuirá com a redução de preços e à geração de emprego e renda no Brasil. A produção nacional, por sua vez, facilitará a oferta de híbridos flex, mais em linha com uma política de combate às mudanças climáticas do que os híbridos abastecidos apenas com gasolina.

Os investimentos para o desenvolvimento do mercado são via de regra oriundos de investidores privados, sejam eles fabricantes, consumidores e prestadores de serviços associados, mas dependem da criação de um arcabouço regulatório e institucional que incentive esses investimentos.

Esses incentivos envolvem estímulos de natureza tributária, o que implica em renúncia fiscal por parte dos governos. Apesar disso, essa renúncia é compensada pelos menores gastos com a diminuição de mortes, internações e perda de produtividade provocadas por doenças causadas pela poluição.

Desse modo, recomenda-se:

- **REDUÇÃO DO IPI** de veículos elétricos e híbridos com motores flex¹⁵, o qual deve ter alíquota máxima igual à de veículos flex de baixa cilindrada;
- **REDUÇÃO DO IPVA** de veículos elétricos e híbridos com motores flex;
- **INCORPORAÇÃO DE ESTÍMULOS** para a redução de emissões e aumento da eficiência energética no Rota 2030 ou outro programa que venha a ser criado para o setor automotivo;
- **ADOÇÃO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS E HÍBRIDOS** com motores flex pelas frotas governamentais, especialmente em veículos utilizados nos centros urbanos, conjugadas a metas de diminuição das emissões da frota por km rodado;
- **REALIZAÇÃO DE CAMPANHAS DE CONSCIENTIZAÇÃO** sobre a possibilidade de consumidores adotarem a tarifa branca a partir de 2018 para aproveitar o desconto oferecido fora do horário de ponta para recarga dos veículos elétricos com menor custo e menor impacto sobre a rede de distribuição;
- **INCORPORAÇÃO NOS PROJETOS DE NOVOS EDIFÍCIOS** comerciais e residenciais de infraestrutura elétrica nas garagens, facilitando a implantação de carregadores com o surgimento da demanda;
- **DEFINIÇÃO DE PADRÕES** para os sistemas de recarga, garantindo a sua compatibilidade entre os diversos modelos de veículos elétricos;
- **ISENÇÃO DO RODÍZIO** veicular nas grandes cidades;
- **IMPLANTAÇÃO DE INSPEÇÃO VEICULAR** obrigatória com isenção para veículos elétricos;
- **AUMENTO DOS INVESTIMENTOS EM PESQUISA** e desenvolvimento para nacionalização dos veículos elétricos e híbridos no Brasil, incluindo o desenvolvimento de veículos híbridos flex.

¹⁵ Os veículos híbridos com motores flexíveis podem ser abastecidos com etanol e gasolina, garantindo uma taxa média de emissões de GEE inferior aos híbridos disponíveis, que utilizam apenas gasolina.

METODOLOGIAS E PREMISSAS ADOTADAS~

As perspectivas de emissões e do consumo de gasolina e eletricidade foram calculadas para três cenários de utilização de veículos elétricos (2%, 25% e 50%). O primeiro, com utilização de 2%, é baseado no cenário de referência do PDE 2024 (MME, 2015). Para o cálculo do consumo de gasolina automotiva e da demanda de eletricidade em 2030 foi utilizada a taxa de crescimento anual calculada no PDE para o quinquênio 2019-2024 sobre os valores de 2024, enquanto a penetração de VEs em 2030 foi obtida por uma extrapolação linear da utilização de VEs de 2018 (0,2%) a 2024 (1,5%).

Para os cenários de 25% e 50% de utilização foram admitidas reduções no consumo de gasolina sobre o cenário base de 23% e 48%, respectivamente. O aumento na demanda de eletricidade foi calculado de forma proporcional, admitindo-se o consumo médio dos veículos a gasolina de 8,937 litros/100km e dos elétricos de 28kWh/100km, conforme Brajterman (2016).

As emissões evitadas foram calculadas com base na taxa de emissões para automóveis (2,21 kg CO₂/litro gasolina) apresentada no Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários 2013 – Ano Base 2012 (MMA, 2013).

REFERÊNCIAS~

ANP. **Vendas, pelas distribuidoras, dos derivados combustíveis de petróleo (metros cúbicos)**. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2017.

Brajterman, O. **Introdução de veículos elétricos e impactos sobre o setor energético brasileiro**. Dissertação de Mestrado. COPPE-UFRJ. Rio de Janeiro, 2016.

Dias, M. V. X. et al. The impact on electricity demand and emissions due to the introduction of electric cars in the São Paulo Power System. **Energy Policy**. Issue 65 pp 298-304, 2014.

FGV Energia. Carros elétricos. **Cadernos FGV Energia**. Ano 4 – número 7, 2017.

IEA. **Global EV Outlook 2017 – Two million and counting**. International Energy Agency, 2017.

INMETRO. **Programa Nacional de Etiquetagem Veicular – Veículos automotores leves**. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, 2017.

IRENA. **Electric Vehicles: technology brief**. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, 2017.

MMA. **Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários 2013 – Ano Base 2012 – Relatório Final**. Ministério do Meio Ambiente, 2014.

MME. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2024**. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília, 2015.

OICA. **2016 Production Statistics**. International Organization of Motor Vehicle Manufacturers, 2017

USGS. **Lithium – Mineral Commodity Summaries**, U.S. Geological Survey, Janeiro de 2015.

VANTAGENS DOS ELÉTRICOS

ZERO

São as emissões de gases de efeito estufa na utilização de veículos elétricos

47%

Mais barato recarregar um veículo elétrico do que abastecer um carro com gasolina



29%

É a participação dos veículos elétricos no mercado de veículos leves na Noruega

750 MIL

Veículos elétricos foram vendidos em 2016



Por que estamos aqui?

Para frear a degradação do meio ambiente e para construir um futuro no qual os seres humanos vivam em harmonia com a natureza.

wwf.org.br