



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO ENERGÉTICO



PNE 2050

PLANO NACIONAL DE ENERGIA



VERSÃO PARA
CONSULTA PÚBLICA



MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

Transportes

Atualmente o setor de transportes corresponde a 1/3 do consumo final de energia no Brasil. Além de sua relevância no consumo energético e dos diversos impactos ambientais associados, o setor de transportes tem ampla relevância e abrangência econômica e social, englobando aspectos como a mobilidade de pessoas, o escoamento da produção agrícola, a logística de exploração do pré-sal, o abastecimento de insumos para indústria, etc.

Historicamente, o transporte de carga e passageiros no Brasil tem sido primordialmente realizado pelo modo rodoviário, resultado de um modelo baseado no veículo individual (no caso de passageiros) e no caminhão (no caso de cargas). Como resultado, a evolução do consumo de energia no setor de transportes está fundamentalmente relacionada com as perspectivas de alteração da estrutura modal do transporte de cargas, os padrões da mobilidade urbana e a velocidade do processo de eletrificação da frota.

No transporte de cargas, as políticas setoriais têm sido direcionadas ultimamente ao uso mais eficiente do sistema logístico, aplicando novos conceitos e tecnologias na busca de maior equilíbrio dos modos de transporte com melhor alocação dos recursos. Este equilíbrio, associado a ganhos de eficiência energética dos equipamentos, deve se traduzir em ganhos sistêmicos, proporcionando a diminuição de custos, os ganhos de produtividade, a redução das emissões de gases de efeito estufa e a maior acessibilidade aos bens. De forma geral, o País necessita investir relativamente mais na infraestrutura logística destinada aos serviços ferroviários, hidroviários e de cabotagem, além de aumentar a produtividade dos ativos existentes.

O crescimento populacional das cidades e da renda per capita traz desafios relacionados à movimentação de pessoas que demandam por mais acesso a serviços e produtos, repercutindo diretamente nos serviços de transporte, com efeitos sobre aumento da frota de veículos, maior congestionamento, acidentes de trânsito, poluições sonora e atmosférica e maior consumo de combustíveis. No Brasil, assim como em outros países emergentes, há o desafio de se evitar o aumento da mobilidade de passageiros demasiadamente centrada no uso do automóvel. A Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), ao visar a integração dos diferentes modos de transportes e melhoria de mobilidade de pessoas e cargas nos municípios brasileiros, evidencia a complexidade em atenuar as externalidades negativas associadas ao uso intensivo do automóvel sobre a qualidade de vida das pessoas nas cidades.

Novas tecnologias que modifiquem o atual sistema de propulsão dos veículos representam transformações industriais e econômicas paradigmáticas no setor de transportes. Em particular, o ritmo de entrada das novas rotas tecnológicas veiculares são incertezas críticas que impactam diversas cadeias energéticas e industriais. De fato, a propulsão elétrica em veículos requer alterações significativas em cadeias industriais, nichos de mercado, estratégias corporativas e mudanças legislativas e comportamentais que variam por país. A eletromobilidade será um inequívoco agente de mudança e os desafios para sua implementação compreendem: identificação de nichos de mercado prioritários para sua promoção, a identificação de oportunidades e barreiras da cadeia industrial, incluindo o fornecimento de matérias-primas e insumos, a avaliação de impactos da eletrificação veicular na rede elétrica, disseminação de infraestrutura de postos de recarga, aspectos mercadológicos e regulatórios relacionados ao descarte, reuso e reciclagem de baterias elétricas, aspectos econômicos e culturais associados à posse de veículos pelos cidadãos e as condições do mercado automobilístico brasileiro frente ao mercado mundial.

Apesar de sua importância para a perspectiva do setor de transportes, não é possível definir precisamente quando a transformação ocorrerá. De todo modo, sugere-se o estabelecimento, junto às demais autoridades com poder de decisão sobre o tema, de *roadmap* realista para adoção da eletromobilidade com base no princípio de políticas “sem arrependimentos” (*no regret policies*), monitorando e revisando regularmente as condições de mercado e inovações tecnológicas. Nesse sentido, o foco em soluções sinérgicas, tais como a priorização do transporte de massa (BRT/VLT/metrô), e no transporte individual aos veículos híbridos *flex*, com soluções mais voltadas a nichos específicos a outras tecnologias como veículos elétricos (no caso de frotas cativas e comerciais em centros urbanos com alta emissão de poluentes locais) em um primeiro momento e, em prazo mais longo, a veículos elétricos a célula combustível com base biocombustíveis e gás (gás natural e biogás/biometano), evitaria a destruição de tributação e soluções difíceis de serem

sustentadas e/ou disseminadas, além de evitar políticas que promovam trancamento tecnológico (“lock-in”), promovendo a competição entre as rotas tecnológicas.

Merecem atenção os efeitos da digitalização sobre a mobilidade, dado que a gestão do ambiente virtual já disponível pode reduzir os congestionamentos diários decorrentes do movimento pendular, reduzindo a demanda por combustíveis. Esse novo contexto de relação laboral tende a estimular a busca das famílias por imóveis maiores e mais distantes dos grandes centros, reforçando o conceito de descentralização, o qual tende a aumentar o consumo de combustíveis para abastecimento. As viagens a negócios também tendem a ser substituídas pelas videoconferências

Políticas em Vigor

Dentre as políticas de transporte em vigor com impacto na perspectiva de evolução do consumo de energia do setor de transportes, destacam-se:

1. Plano Setorial de Transporte e de Mobilidade Urbana para Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima (PSTM): A elaboração do PSTM foi determinada por meio do Decreto nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010, que regulamenta a Política Nacional sobre Mudança do Clima e é parte integrante da estratégia brasileira de mitigação e adaptação à mudança do clima. O Plano Setorial tem como objeto os sistemas modais de transporte interestadual de cargas e passageiros e transporte público urbano e deverá ser submetido a revisões em períodos regulares não superiores a dois anos.
2. Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU) - Lei 12.587/2012: promove prioridade aos meios de transporte não motorizados e ao transporte público coletivo, além da integração entre os modos e serviços de transporte urbano. A Lei também impõe que municípios com população acima de 20 mil habitantes desenvolvam seus planos de mobilidade urbana. O Plano de Mobilidade Urbana deve colocar em prática os princípios, objetivos e diretrizes da Política Nacional da Mobilidade Urbana (PNMU). Essa política deve integrar o planejamento urbano, de transporte e de trânsito e observar os princípios de inclusão social e espacial e da sustentabilidade ambiental.
3. O Plano Nacional de Logística Integrada (PNLI): é um plano de longo prazo elaborado pela Empresa de Planejamento e Logística (EPL), empresa estatal criada pela Lei 12.743, de 19 de dezembro de 2012, com a finalidade de estruturar e qualificar, por meio de estudos e pesquisas, o processo de planejamento integrado de logística no país, interligando rodovias, ferrovias, portos, aeroportos e hidrovias. O PNLI tem como objetivo elaborar o planejamento estratégico para otimizar a movimentação de cargas com o uso dos diferentes modos de transporte, utilizando as ferrovias, a cabotagem e as hidrovias interiores como sistemas de alta capacidade, integrados a malha rodoviária regional de forma sinérgica e harmônica.

Além destas, o seguinte conjunto de políticas, programas, iniciativas e ações relaciona os diversos temas do setor de transportes: Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), Plano Nacional de Eficiência (PNEf), Programa Rota 2030 de Mobilidade e Logística, Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE), projeto Eficiência Energética na Mobilidade Urbana, Programa Mobilidade Elétrica e Propulsão Eficiente (PROMOB-e), Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular (PBEV), Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET).

Perspectivas Tecnológicas

No processo de transição energética, diversas alternativas tecnológicas em melhorias de eficiência energética, uso de fontes alternativas ou mesmo substituição à motorização à combustão interna serão observadas. Todas as opções representam vias para substituição dos motores a combustão interna e mitigação dos efeitos no âmbito das mudanças climáticas. Entretanto, no Brasil, a promoção de medidas de eficiência, com a continuidade de programas como o PROCONVE e PBVE e a busca por uma matriz de transporte mais equilibrada também contribuem para o atingimento destes objetivos.

Para o período analisado, embora o transporte de carga e passageiros em veículos pesados seja feito majoritariamente pelo modo rodoviário, em detrimento dos modos ferroviário e hidroviário e haja grande participação do transporte

individual, existem perspectivas de avanços no uso dos VLTs, metrô e outros modos de transporte não motorizados nas grandes cidades, contribuindo para ganhos sistêmicos de eficiência energética na matriz de transporte brasileira.

Para as demais opções, segue uma lista das tecnologias consideradas no horizonte do PNE 2050:

1. *Veículos Flexfuel:*

Em um contexto de transição energética, os veículos a combustão interna serão substituídos, de modo mais acelerado ou mais lento, por veículos elétricos. Entretanto, entende-se que esta substituição será realizada globalmente após avanços significativos na tecnologia do motor a combustão. Na próxima década, montadoras ainda buscarão o máximo de eficiência desses veículos, seja por meio da redução de peso, por melhorias na injeção direta, uso dos gases de combustão (turbo), arquitetura de motores, tecnologia eletroeletrônica embarcada ou aperfeiçoamentos aerodinâmicos, na transmissão, em pneus, etc., de veículos. Neste contexto, no Brasil, também se desenvolverão veículos flexfuel, a partir da experiência nacional com o uso do etanol e da gasolina automotiva.

2. *Gás Natural Liquefeito (GNL), Gás Natural Veicular (GNV) e Biogás:*

Cada tecnologia/combustível será implementada a partir de diversas condicionantes no Brasil, com espectro de penetração variado, a depender da existência e do valor da tecnologia disponível, modelos de negócio, disponibilidade de combustível, sua estrutura de custos, margens e tributos, além do preço da fonte a ter o mercado contestado. No mundo, o uso de GNL em veículos, em especial para caminhões pesados e embarcações, tendem a ampliar sua participação na próxima década. Ainda que o aumento de escala permita uma redução do preço do veículo nos próximos anos, a disponibilidade do GNL, essencialmente através do amplo estabelecimento de infraestrutura de produção, importação e abastecimento deste combustível, serão desafios para maior uso no País. A ampliação do uso do GNV em veículos pesados e leves de forma dedicada ou com outros combustíveis (exemplo, diesel-GNV) está associada a tecnologias bastante estudadas, já com relevante grau de maturidade tecnológica e se dará basicamente a partir das condições de mercado e de infraestrutura que favoreçam a aplicação desta tecnologia. Entende-se que sua participação na frota nacional deverá crescer de forma tímida e gradativa, nos próximos anos, a partir do estabelecimento de condições mais favoráveis à sua entrada. Destaca-se, ainda, a possibilidade de complementação destes mercados de gás natural para transporte através do uso de biogás, especialmente em escala regional.

3. *Biodiesel*

O aumento do consumo de Biodiesel e Biogás em veículos, principalmente pesados, também deve ocorrer nas próximas décadas, a partir do desenvolvimento e progressos nos motores de caminhões e máquinas agrícolas, além de melhorias na fabricação, tratamento e especificações destes combustíveis. No caso do biodiesel, em escala nacional e no caso do biogás em amplitude regional.

4. *Diesel renovável ou diesel verde (Green Diesel):*

O diesel verde é um combustível renovável, formado por uma mistura de hidrocarbonetos com composição química semelhante à do combustível fóssil, podendo ser produzido a partir dos seguintes processos: Hidrotratamento de óleo vegetal (*Hydrotreated Vegetable Oil – HVO*) e animal, Fischer-Tropsch a partir de fontes renováveis, Processos Fermentativos e Oligomerização de álcoois. Este biocombustível surge como nova alternativa para o ciclo diesel e pode ganhar participação nas próximas décadas, pois além de ser *drop in*, conta com ações da ANP para sua normatização e com as perspectivas de aumento de viabilidade econômica.

5. *Veículos elétricos*

No mundo, os veículos elétricos têm diversos desafios, em especial, relacionados às baterias. Neste caso, a disponibilidade de matéria-prima para sua fabricação, aspectos tecnológicos no âmbito da segurança e autonomia e consequente preço de aquisição são aspectos que permeiam toda a discussão de como a introdução destes veículos poderá ser acelerada. Observa-se, contudo, que as questões das mudanças climáticas e da poluição nas grandes cidades, associadas às questões econômicas importantes tem servido de força-motriz para diversos países imprimirem esforços na superação destes desafios. Nesse sentido, a tecnologia das baterias pode lograr ganhos de desempenho e ampliar a viabilidade econômica em determinados nichos de mercado ainda na década de 2030, o que promove uma redução do preço dos veículos e maior penetração ao redor do globo. Ressalta-se que, esse desenvolvimento ocorre às custas de matéria-prima disponível, a preço viável, o que

depende também de questões geopolíticas e econômicas dada a sua distribuição concentrada em alguns países no mundo. No Brasil, além dos aspectos citados, questões associadas ao preço final do veículo, à infraestrutura de recarga e à regulação do uso da energia elétrica também serão relevantes. Em um primeiro momento, entende-se que a eletrificação na frota brasileira ocorrerá por meio de veículos híbridos, onde os veículos leves devem contar com o desenvolvimento desta tecnologia associada à motorização *flexfuel*.

6. *Célula Combustível para produção de hidrogênio a partir de biocombustíveis e gás (gás natural e biogás)*
A Célula Combustível para produção de hidrogênio a partir de biocombustíveis e gás (gás natural e biogás) trata-se da tecnologia mais disruptiva entre as demais já citadas. Esta tecnologia, no longo prazo, pode representar uma alternativa tecnológica bastante importante para o Brasil, dadas as características do País e seu papel relevante na produção de biocombustíveis no mundo.

Evolução do Consumo de Energia no Setor de Transportes

A evolução do consumo de energia no setor de transportes considerada no PNE 2050 está relacionada com as perspectivas de alteração da estrutura modal do transporte de cargas, os padrões da mobilidade urbana e a velocidade do processo de eletrificação da frota, conforme descritas a seguir.

Transporte de Cargas: Alteração na estrutural modal e avanços tecnológicos levam a crescimento da demanda de energia menor do que crescimento da atividade.

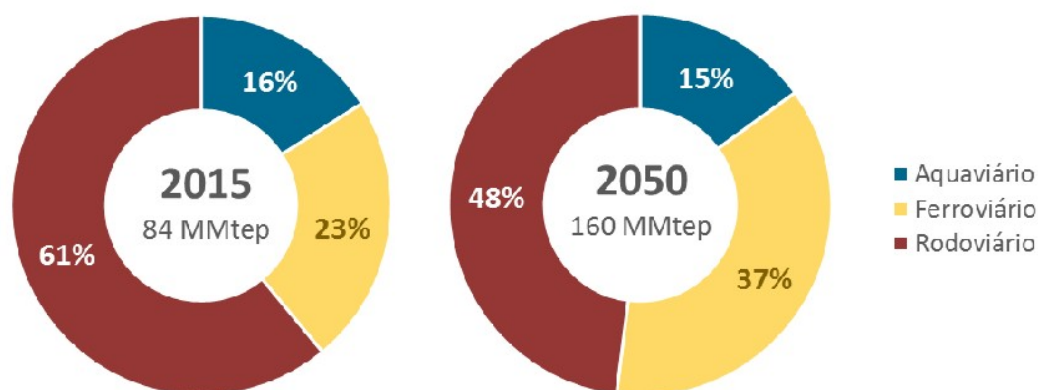


Figura 67 - Composição do consumo final por modo no transporte de cargas

Com o crescimento econômico do País haverá a necessidade de ampliação e diversificação dos modos de transporte no Brasil. A predominância do modo rodoviário tem implicações tais como menor eficiência energética por tonelada transportada e maior nível de emissões de poluentes atmosféricos, além de custos de frete superiores às alternativas de transporte por meio hidroviário e ferroviário. Nesse sentido, entende-se que a matriz de transporte de cargas nacional, embora ainda com grande participação do modo rodoviário, terá como principais condicionantes o aumento de eficiência energética e operacional (via alteração na estrutura modal e na efficientização dos motores) e as questões ambientais (por meio de maior disponibilidade de fontes energéticas menos emissoras).

No **Cenário Desafio da Expansão**, prevê-se a redução substancial da participação do modal rodoviário na matriz energética no horizonte até 2031, tomando como base o Plano Nacional de Logística em Transportes (PNLT). No horizonte pós-2031, considerou-se a continuação da tendência de aumento da eficiência produtiva, com prioridade de

investimentos em transportes ferroviário e hidroviário. Ganhos de eficiência por melhorias nas tecnologias dos veículos pesados possibilitarão pagar os seus altos custos de capital por meio da economia de combustível. Além disso, inovações no motor de combustão interna a diesel serão implantadas no Brasil em etapa posterior ao observado em países como EUA e Europa, principalmente com o avanço das normas PROCONVE.

Mudanças de tecnologia de motor/combustíveis para veículos pesados, como a adoção da eletrificação ou ampliação do uso do GNV/GNL serão implementadas no País em nichos de mercado, como frotas cativas, governamentais, serviços de utilidade pública e representarão parcelas marginais na frota de veículos pesados no Brasil. O avanço das tecnologias digitais trará melhorias nos aspectos logísticos, com a disponibilidade e compartilhamento de dados e a gestão da cadeia de suprimentos e de frotas. Porém, em um cenário de ampliação das movimentações de mercadorias ao longo do País, tais progressos não serão suficientes para total eliminação dos diversos gargalos logísticos existentes.

No âmbito dos veículos pesados, o mercado de ônibus apresenta especificidades em relação ao mercado de caminhões, com motivações diferenciadas de aplicação, modelos de negócio, *stakeholders*, regulações, etc. Além da redução de poluentes globais (GEE), a eletrificação dos ônibus impacta na emissão de poluentes locais e ruídos sonoros com repercussões importantes para a saúde pública dos habitantes da cidade. Este fato pode justificar aprimoramentos regulatórios e contratuais que incentivem ou internalizem as vantagens deste tipo de tecnologia em relação ao diesel.

Assim, a perspectiva no **Cenário Desafio da Expansão** é a de que as tecnologias de ônibus híbridos a diesel e elétricos a bateria já se mostrem competitivas em relação aos ônibus a diesel P7 (padrão regulatório para emissões veiculares atualmente vigente no Brasil) para ônibus de passageiros já na primeira década do horizonte, levando-se em conta os custos do ciclo de vida e as emissões de carbono negro e de GEEs dos ônibus convencionais a diesel, biodiesel, híbridos a diesel e elétricos, elétricos a bateria e elétricos movidos a célula de combustível.

Adicionalmente, as perspectivas de redução de custos dos veículos, aliados à capacidade de produção nacional dos ônibus, pode alavancar o surgimento de arranjos locais na adoção dos ônibus elétricos com possibilidades de aproveitamento das potencialidades dos recursos energéticos distribuídos de cada localidade como forma de abastecimento destes veículos.

O uso de fontes alternativas de energia em motores contribuirá para o alcance dos objetivos de política energética e ambiental, como a diversificação da matriz de transporte e a redução dos gases de efeito estufa. Entretanto, o desenvolvimento de combustíveis alternativos e a adoção de novas tecnologias de motor para veículos pesados ocorrerão se houver atendimento de alguns requisitos como: acesso adequado à infraestrutura, disponibilidade de combustível, facilidade de comercialização (incluindo dinâmica de revenda dos veículos pesado) e desenvolvimento pleno da tecnologia.

Mobilidade Urbana: Taxa de Motorização alcança 1,6 hab./autoveículo em 2050 em linha com a evolução da renda.

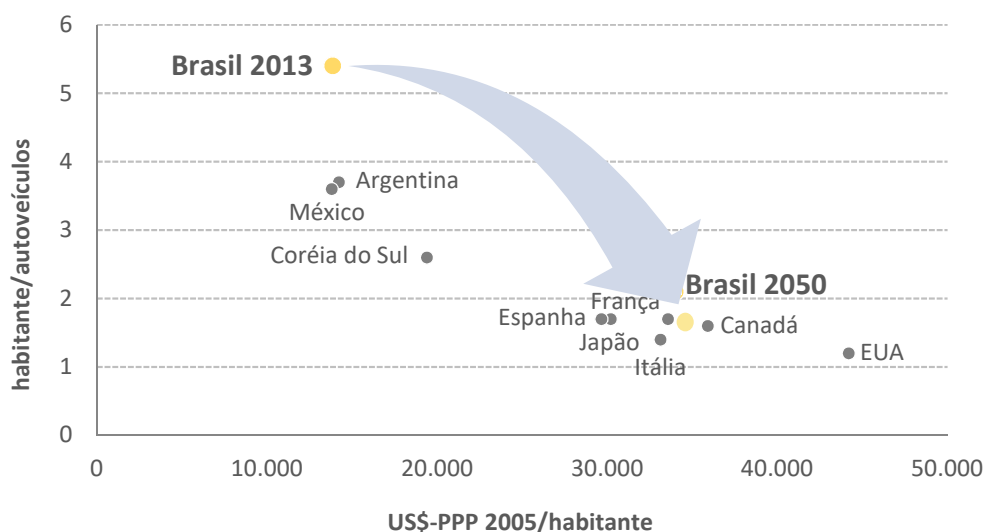


Figura 68 - Evolução comparada na taxa de motorização

A saturação das grandes cidades brasileiras e a necessidade de um novo modelo de crescimento para as cidades de pequeno e médio portes terão efeitos sobre a evolução do padrão futuro de mobilidade nas cidades brasileiras, com foco no transporte coletivo e não motorizado. As políticas de mobilidade e planejamento urbano, além do aumento da conectividade entre os usuários de transportes e entre os próprios veículos terão impacto profundo não somente sobre o consumo de energia, como também sobre outros aspectos como qualidade de vida da população. Por sua vez, a composição dos modos de transporte utilizados para suprir a demanda crescente por mobilidade terá papel crucial para os níveis de consumo de energia e emissões de GEE ao longo do tempo. No Brasil, assim como em outros países emergentes, há o desafio de se evitar o aumento da mobilidade de passageiros demasiadamente centrada no uso do automóvel.

Assim, no **Cenário Desafio da Expansão**, os baixos níveis de motorização e a expectativa de aumento de renda resultam em uma frota de veículos leves de 130 milhões de unidades em 2050. Dessa forma, a taxa de motorização alcança aproximadamente 1,6 habitante/autoveículo em 2050, patamar equivalente ao observado em países da OCDE. Certamente, há um desafio subjacente relacionado aos limites sustentáveis de expansão de uso da frota nas cidades, ligadas às políticas de mobilidade urbana. A resposta a essas questões dependerá, fundamentalmente do desenvolvimento tecnológico e da efetividade e abrangência de aplicação da PNMU.

Nas próximas décadas, tecnologias disruptivas, como a eletrificação e automação veicular, associadas a novos serviços de mobilidade, avanços das telecomunicações e tecnologias de armazenamento, inovações em logística, o desenvolvimento e planejamento das cidades e do transporte urbano têm o potencial de transformar não apenas a forma das pessoas se locomoverem, mas a qualidade de vida dos cidadãos. Em relação à PNMU, os instrumentos de gestão do sistema de transporte e da mobilidade urbana podem, por meio da entrada de sistemas de alta e média capacidade nos centros urbanos tais como BRTs, BRSs, VLTs, Metrô e trens urbanos, alterar a oferta de transportes de passageiros e a qualidade dos serviços prestados, resultando na migração de passageiros entre os modos de transporte. Portanto, compreender os efeitos da maior inserção dos veículos elétricos no Brasil requer uma análise das vantagens, dos desafios e das barreiras à luz das peculiaridades e do contexto vigente no país, dado a constatação da grande diferença entre as motivações subjacentes à introdução do veículo elétrico no mercado mundial e no Brasil.

A eletrificação da frota de leves é examinada sob duas perspectivas: Híbridização Progressiva e Maior Eletromobilidade

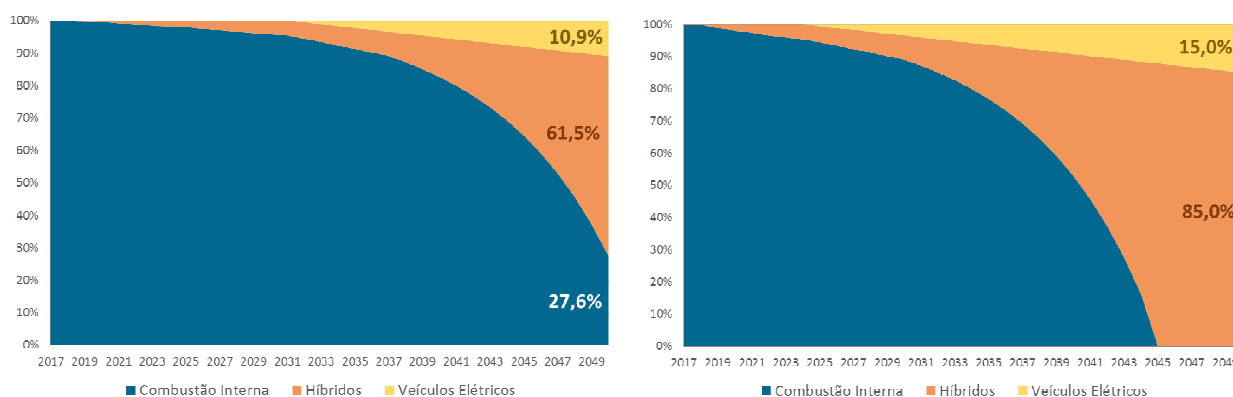


Figura 69 - Curva de penetração de tecnologias na frota

No **Cenário Desafio da Expansão**, associado à trajetória de maior eletromobilidade, há uma inequívoca aceleração da entrada da veículos leves elétricos após 2030 e substituição total dos veículos a ICE na última década, sustentados por arranjos legais e regulatórios robustos (eventualmente, com banimento dos ICE), políticas públicas consistentes e incentivos significativos para a adoção da eletromobilidade, assim como investimentos privados substanciais e redução de custos radicais para viabilizar a massificação do licenciamento de veículos HEV, PHEV e EV. Este cenário apresenta uma dinâmica de destruição criativa que leva à rápida substituição dos veículos a ICE pelos HEV (com a perda da vantagem de preços dos ICE para os HEV) e de ilusão de resiliência dos ICE em relação aos PHEV e EV (resolvidos os desafios dos PHEV e EV, os ICE seriam progressiva e firmemente substituídos).

Alternativamente, diante dos inúmeros desafios a serem superados pelas tecnologias veiculares híbridas e elétricas, considera-se uma trajetória caracterizada por uma entrada modesta da eletromobilidade no Brasil na qual há uma dinâmica de coexistência robusta de veículos a ICE e HEV (com vantagem para ICE devido às faixas de preços da maior parte dos modelos) e de resiliência robusta do ICE em relação ao PHEV e ao EV. A solução *drop-in* dos biocombustíveis em veículos *flex fuel* e a tecnologia *stop/start* em veículos ICE terão um papel fundamental na redução das emissões de GEE no setor transporte até 2050 no Brasil, alongando o ciclo de vida de veículos ICE em uma coexistência robusta com as tecnologias veiculares alternativas (HEV e EV). Cabe ressaltar que, mesmo em países desenvolvidos, a entrada da eletromobilidade no mercado de veículos pesados não é trivial e tampouco tem sido proposta como política prioritária para a redução das emissões de GEE nesse segmento. Há diversas ações com características de políticas “sem arrependimento” (*no regret policies*) como, por exemplo: redução do peso dos veículos, aperfeiçoamentos aerodinâmicos, na transmissão, eixos, pneus, etc.

Outro aspecto não menos importante neste contexto refere-se à necessidade de infraestrutura específica para abastecimento de veículos elétricos. Nesse caso, a estrutura de recarga compreende a implantação e padronização de postos específicos para este fim, regras de acesso, limite de tempo de recarga, procedimentos regulatórios e políticas para o comércio no mercado de distribuição. A padronização da interface do veículo com a rede de eletricidade deverá ocorrer, de preferência, de forma adaptável com a padronização internacional. Para que ocorra a disseminação dos veículos elétricos também é necessário que exista uma infraestrutura de recarga elétrica adequada.

Setor de Transportes: O crescimento médio da demanda energética é de 1,9% a.a. no cenário Desafio da Expansão.

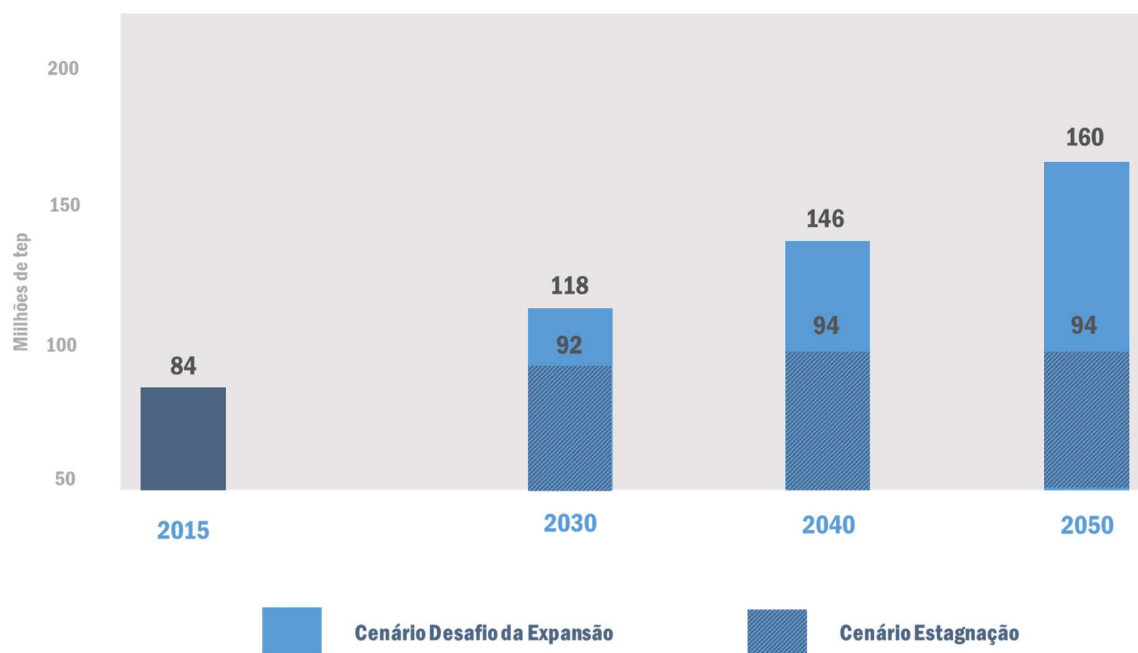


Figura 70 - Evolução do consumo final no setor de transportes

Uma das principais diferenças entre os cenários analisados consiste no nível de atividade de transporte de cargas e nível de investimento em infraestrutura. A atividade total do transporte de cargas deve aumentar 3,5% ao ano no **Cenário Desafio da Expansão**, enquanto 2,5% ao ano no **Cenário de Estagnação**.

Em relação a investimentos em infraestrutura logística, no **Cenário Desafio da Expansão**, com a melhoria da infraestrutura logística do país, estima-se que a participação do modal rodoviário diminua de 60% para 48% devido, principalmente, ao grande aumento da movimentação de cargas pelo modal ferroviário – apesar dos avanços nos investimentos em logística, ainda há muitos entraves para uma mudança rápida na matriz de transportes de cargas. Já no **Cenário de Estagnação**, atrasos em obras e a conjuntura negativa para estes investimentos no País fazem mesmo projetos com execuções físicas avançadas pararem. Como consequência, a participação do modo rodoviário se mantém relativamente estável.

No caso do transporte de passageiros, o planejamento da mobilidade urbana e a penetração de novas tecnologias terão papel crucial na evolução do consumo de energia no horizonte de 2050. Em termos energéticos, a demanda do transporte de passageiros cresce em média 1,6% a.a. no **Cenário Desafio da Expansão** (1,1% a.a. no **Cenário de Estagnação**). A diferença em relação à taxa da atividade é explicada, em grande medida, pelos avanços tecnológicos, com avanços significativos na eficiência energética de veículos de transporte de passageiros.

O aumento da importância do modo rodoviário coletivo e a implementação de corredores de ônibus, além da priorização do transporte coletivo em vias preferenciais, também ajudam a melhorar a eficiência energética do sistema. Além disso, ambos os cenários contemplam a penetração de veículos híbridos e elétricos no transporte individual e a consequente redução da participação dos veículos a combustão interna no licenciamento, mas a frota no **Cenário Desafio da Expansão** é maior, embora a tendência de envelhecimento da população brasileira tenda a reduzir a demanda por transporte, com pessoas aposentadas não exigindo a locomoção diária ao trabalho. Por outro lado, o crescimento da população é fator de incremento de demanda.

Outra variável importante é o nível de renda da população, na medida em que, uma renda maior está associada a uma maior demanda por mobilidade. Além disso, deve-se destacar a conectividade, que ajuda a reduzir a demanda por transporte, facilitando o trabalho remoto. Contudo, ela também contribui para a mobilidade, facilitando o acesso ao transporte, inclusive individual, mesmo para quem não tem a propriedade dos meios de transporte. Isso tende a aumentar a locomoção de pessoas, inclusive de pessoas de menor renda e de maior idade. De qualquer forma, em ambos os cenários, apesar do crescimento da frota de veículos leves, a participação do transporte individual na matriz se reduz, principalmente em virtude das melhorias do transporte urbano de massa e da menor quilometragem média dos veículos leves.

Derivados: A parcela de óleo diesel no consumo de derivados continua elevada

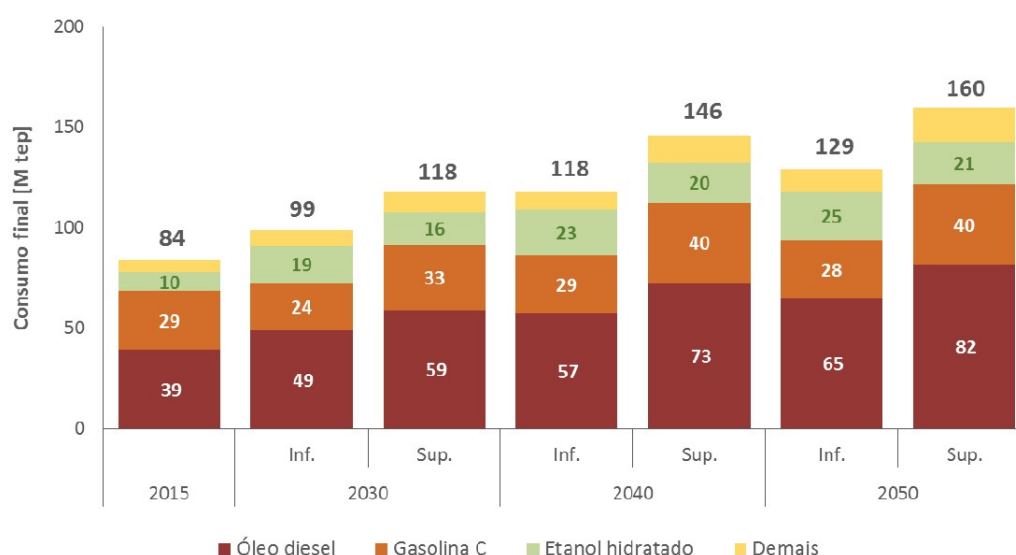


Figura 71 - Evolução da participação dos principais derivados no consumo final no setor de transportes

A demanda por gasolina C para motores ciclo Otto perde significativa importância, de 35% da demanda em 2015 para 25% no cenário **Desafio da Expansão** (22% no cenário de **Estagnação**). Por outro lado, o etanol hidratado e a eletricidade aumentam sua participação, apesar de a eletricidade continuar pouco expressiva em 2050 (1,4% da demanda em ambos os cenários). Há destaque para o óleo diesel utilizado no transporte rodoviário de cargas, que aumenta sua já elevada representatividade, de 47% em 2015 para 51% em 2050 em ambos os cenários.

Desafios Principais

1. *Definir governança de políticas públicas na área de transporte.*

No Brasil, vários órgãos governamentais, dentro de sua esfera de atuação, implementam políticas, planos, programas e projetos que promovem a eficiência energética, a mitigação de emissões e a inserção de novas tecnologias nos transportes, o desenvolvimento científico e industrial, a promoção da mobilidade sustentável, bem como o correto descarte das baterias de modo a evitar significativos impactos ambientais. Estabelecer um sistema efetivo de governança dessas políticas, do compartilhamento de estatísticas e de informações é uma tarefa complexa e que exige coordenação e estratégia de comunicação entre as diferentes partes interessadas, embora em alguns casos, isso já esteja contemplado (por exemplo, a integração da política de desenvolvimento urbano com outras políticas esteja contemplada na PNMU).

2. *Barreiras à entrada de novas tecnologias veiculares e novos combustíveis.*

Com o avanço das normas PROCONVE, as inovações no motor de combustão interna a diesel serão implantadas no Brasil em etapa posterior ao observado na Europa e nos EUA. Mesmo com estímulos à ampliação do uso de gás natural, biocombustíveis e eletricidade, de forma a superar o hiato existente entre o custo destes novos modelos de transporte e o custo dos modelos atuais, entende-se que mudanças de tecnologia de motor/combustíveis para veículos pesados, como a adoção da eletrificação ou ampliação do uso do GNV/GNL serão implementadas no País em nichos de mercado, como frotas cativas, governamentais e serviços de utilidade pública e representarão parcelas marginais na frota de veículos pesados no Brasil. Já para os veículos leves, uma redução do preço de aquisição de versões elétricas e de implementação de infraestrutura de recarga também são desafios a serem suplantados. Outros combustíveis/motores, como o GNV, terão participação mais significativa caso existam condicionantes que permitam uma ampliação da representatividade na frota nacional de veículos leves.

3. *Adequação da infraestrutura para tecnologias alternativas*

Deve-se ressaltar a importância de avaliar a estratégia de disponibilização de outras fontes alternativas no setor de transportes. Em especial, o GNL necessitará do estabelecimento de ampla infraestrutura de produção, importação e abastecimento para uma maior penetração desta fonte no País. O GNV, por sua vez, encontra entre os principais desafios a ampliação da malha existente, transformando-o em uma alternativa nacional. Ambos os combustíveis possuem como desafios o deslocamento de fontes já estabelecidas e, como tal, o desafio é conseguir atratividade na ótica dos seus consumidores, destacando-se o tempo de retorno do investimento, segurança na disponibilidade do combustível, superar as assimetrias de informações e desenvolvimento de um mercado de revenda de veículos usados com essas tecnologias. Para que ocorra a disseminação dos veículos híbridos recarregáveis (*plug-in*) e elétricos, é necessário que exista uma infraestrutura de recarga elétrica adequada, o que requererá investimentos significativos. Em particular, a modernização das redes de distribuição é fundamental para interagir com o consumidor e criar estímulos para que este recarregue seu veículo sem sobrecarregar o sistema elétrico, bem como regras para recarga como: limite de tempo de recarga, procedimentos regulatórios e políticas para o comércio no mercado de distribuição. A padronização da interface do veículo com a rede de eletricidade deverá ocorrer, de preferência, de forma compatível com a padronização internacional. Para que ocorra a disseminação dos veículos elétricos também é necessário que exista uma infraestrutura de recarga elétrica adequada.

Recomendações

1. *Alinhamento com autoridades envolvidas em políticas ligadas ao setor de transportes para a implementação de planos, políticas, programas e projetos da área de transportes que sejam coerentes entre si.*

Por conta da sua importância sobre a evolução do consumo de energia, é fundamental o alinhamento das autoridades do setor de energia às autoridades envolvidas em políticas ligadas ao transporte de passageiros e de carga. A participação do setor energético estaria em apoiar a implementação dessas políticas por meio da análise de seus impactos sobre questões relacionadas à área de energia. Por exemplo, no caso do “frete verde” a coordenação das políticas das autoridades do setor deve ser estimulada para melhor endereçamento de soluções para: redução de emissões, com a, utilização de veículos menos poluentes, inovação industrial, eficiência operacional, logística reversa e projetos que proporcionem melhor integração com o meio ambiente, etc. Outra área de grande impacto no consumo de energia do setor de transportes relaciona-se aos modos de transporte. Uma coordenação de iniciativas das autoridades do setor para estímulo à ampliação dos investimentos em infraestrutura de transporte coletivo e de carga (tais como cabotagem, dutoviário e ferroviário para a movimentação de carga e de passageiros e a promoção da mobilidade e logística sustentáveis) levaria a uma matriz de transporte mais equilibrada. Por fim, o incentivo à

correta destinação às baterias com a promoção e a difusão de políticas que incentivem a rastreabilidade, o descarte correto e/ou reciclagem das baterias é fundamental para minimizar impactos ambientais negativos.

2. *Auxiliar na remoção de barreiras à entrada de novas tecnologias veiculares e novos combustíveis, em particular aquelas alinhadas com a transição energética para economia de baixo carbono*

Para o desenvolvimento pleno da tecnologia de novos combustíveis, é necessário facilitar o acesso adequado à infraestrutura de distribuição, oferecer condições que permitam a produção, a disponibilização e a comercialização de combustíveis e, eventualmente, o fomento a políticas de incentivo de utilização em frotas governamentais. É necessário ainda promover o devido mapeamento e o conhecimento das tecnologias, seja através de P&D, implementação de projetos pilotos, parcerias entre centros tecnológicos e empresas privadas, universidades, etc. Ademais, deve-se incentivar a identificação de possíveis nichos de mercado, avaliando-se os prováveis impactos econômicos, sociais e ambientais oriundos do uso de novas tecnologias. Entre elas, pode-se citar veículos elétricos a célula combustível com base em biocombustíveis e gás (gás natural e biogás), veículos a biocombustíveis avançados (etanol lignocelulósico, diesel verde) e GNL. No Brasil, a utilização de combustíveis veiculares requer homologação da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, de modo a atender à qualidade requerida pelos fabricantes para manutenção da garantia dos veículos. Nesse sentido, é necessário identificar os procedimentos adotados internacionalmente e estabelecer uma regra o quanto antes, mesmo que a primeira versão seja a mais restritiva. Além disso, registra-se a importância de aprimoramentos no armazenamento de energia, no desenvolvimento e na ampliação de redes inteligentes, na infraestrutura de tecnologia da informação, na automação veicular e em possível captura e uso de carbono. Dado o papel relevante do Brasil no mundo no âmbito da produção de biocombustíveis, rotas tecnológicas de produção de biocombustíveis avançados, assim como tecnologias veiculares que aproveitem o potencial nacional de produção devem estar na pauta dos formuladores de políticas públicas.

3. *Preparar a adaptação da infraestrutura de recarga*

A estrutura de recarga compreende a implantação e padronização de postos específicos para este fim, regras de acesso, limite de tempo de recarga, procedimentos regulatórios e políticas para o comércio no mercado de distribuição. A padronização da interface do veículo com a rede de eletricidade deverá ocorrer, de preferência, de forma adaptável com a padronização internacional. Sendo assim, para que ocorra a disseminação dos veículos elétricos também é necessário que exista a implantação de uma infraestrutura de recarga elétrica adequada.

Mapa do Caminho - Setor de Transportes

Desafios	2020 - 2030	2030 - 2040	2040 - 2050
Definir governança de políticas públicas na área de transporte	Alinhamento com autoridades envolvidas em políticas ligadas ao setor de transportes para a implementação de planos, políticas, programas e projetos da área de transportes que sejam coerentes entre si		
Barreiras à entrada de novas tecnologias veiculares e novos combustíveis	Auxiliar na remoção de barreiras à entrada de novas tecnologias veiculares e novos combustíveis, em particular aquelas alinhadas com a transição energética para economia de baixo carbono		
Adequar a infraestrutura de recarga	Preparar a adaptação da infraestrutura de recarga		