

2. Demanda de Energia

Em consonância com o cenário econômico delineado, o consumo final de energia passa a primeira metade da década crescendo a taxas mais modestas (1,4% a.a.) que se aceleram no segundo quinquênio (2,3% a.a.). Dessa forma, o consumo cresce à taxa média de 1,9% anuais entre 2016 e 2026, atingindo uma elasticidade-renda de 0,76.

A eficiência energética, aliada a uma mudança na participação dos setores no consumo de

energia, leva a uma redução gradual da intensidade energética ao longo da década.

Por fim, o consumo de energia per capita cresce 13% no decorrer do período em estudo. Entretanto, ainda assim o País ainda estará longe de atingir o nível de consumo médio de países desenvolvidos em 2026.

Tabela 1. Indicadores: consumo final de energia

Indicador	2016	2021	2026
Consumo Final de Energia (10 ⁶ tep)	256,9	275,4	309,1
Consumo Final de energia per capita (tep/hab/ano)	1,24	1,29	1,41
Intensidade Energética da Economia (tep/10 ³ R\$ [2010])	0,065	0,063	0,062
Elasticidade-renda do consumo de energia (período)	0,71 (2016-2021)	0,80 (2021-2026)	0,76 (2016-2026)

Nota: Dados preliminares para 2016.

2.1 Consolidação por Setor

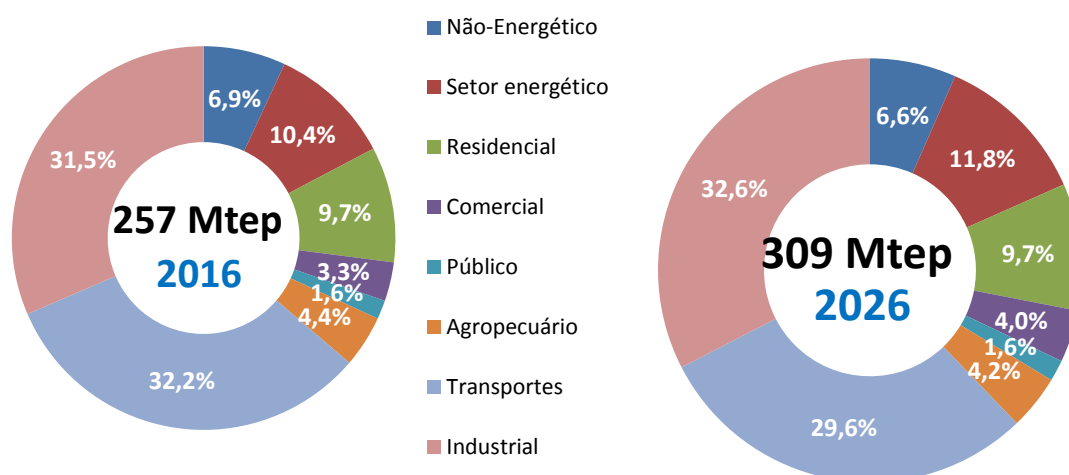
Entre 2016 e 2026, o setor energético é o que mais ganha importância no consumo final de energia, influenciado principalmente pelo aumento de produção do pré-sal, aliado ao incremento da produção do setor sucroalcooleiro.

Também se destaca o ganho de importância do setor comercial. Apesar de crescer em um ritmo mais modesto que o observado em histórico recente, espera-se que o setor ainda seja um dos principais vetores da economia brasileira para o período projetado.

O setor industrial, atualmente com alto nível de ociosidade, praticamente mantém a sua participação no consumo final de energia até 2026. Em grande medida, o consumo deste setor cresce com base na retomada da utilização da capacidade instalada, com necessidade de expansões de capacidade principalmente no segundo quinquênio.

Por outro lado, o setor de transportes é o que mais perde importância no período decenal e perde a liderança no ranking dos setores consumidores de energia. Entretanto, se mantém como um dos setores mais importantes neste âmbito, com destaque para o segmento de transporte rodoviário.

Gráfico 9. Consumo final de energia por setor



Nota: Dados preliminares para 2016.

2.1.1 INDUSTRIAL

No cenário econômico adotado espera-se que o valor adicionado industrial, exclusive setor energético, evolua à taxa média de 2,2% anuais, em grande medida a partir do reaproveitamento da utilização da capacidade instalada em alguns segmentos.

Destacam-se positivamente os segmentos de celulose, alumínio e fertilizantes. A produção de celulose tem vantagem comparativa no Brasil e espera-se que novas unidades industriais sejam instaladas, sobretudo no próximo quinquênio. No caso do alumínio, sua produção foi bastante debilitada recentemente por perda de competitividade decorrente do aumento de custo da energia elétrica e espera-se que parte da utilização da capacidade instalada seja retomada nos próximos anos, incentivada pela perspectiva de melhoria dos condicionantes do setor elétrico. Já a produção de fertilizantes nitrogenados considera o incremento da capacidade instalada.

Espera-se que a construção civil retome o vigor das atividades apenas ao final do primeiro quinquênio, quando a economia brasileira atingirá níveis maiores de crescimento do PIB.

Dessa forma, o cenário adotado para o valor adicionado da indústria brasileira prevê um

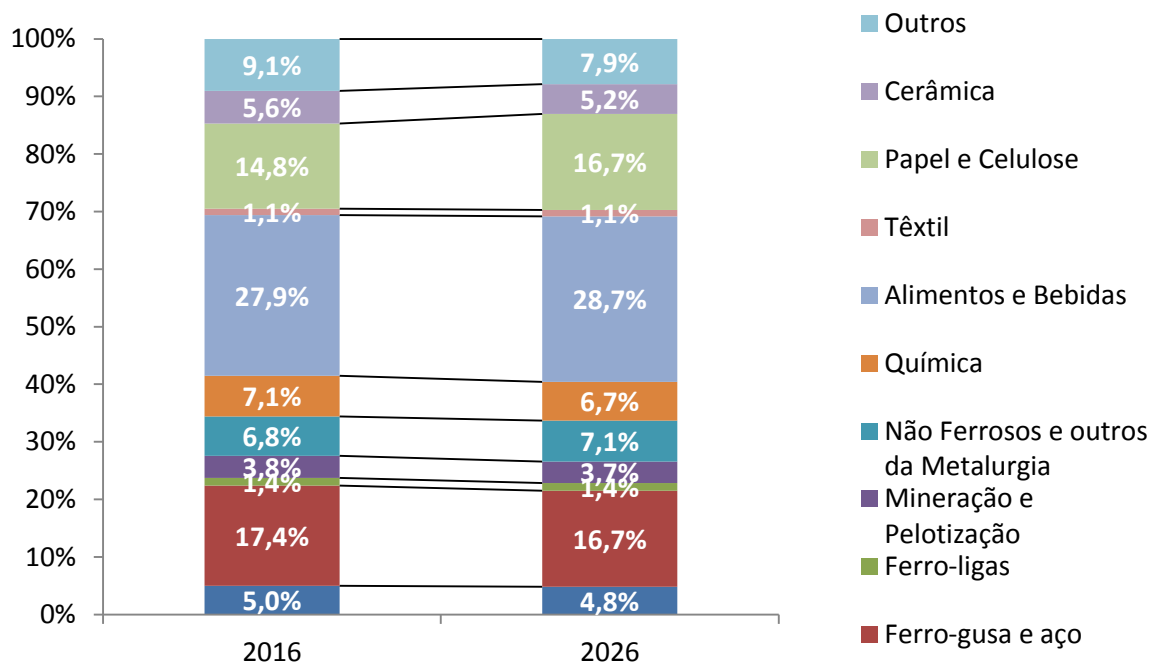
crescimento de 1,8% anuais no primeiro quinquênio e uma aceleração para 2,6% ao ano no segundo, com uma média de 2,2% no decênio.

Em termos de consumo de energia, espera-se que o setor industrial cresça à taxa de 2,2% anuais, alinhada com a perspectiva de valor adicionado, atingindo o montante de 101 milhões de tep em 2026. Destacam-se os segmentos de papel e celulose e de alimentos e bebidas, que ganham importância no horizonte decenal, em detrimento dos segmentos de cerâmica, ferro-gusa e aço, química e outras indústrias.

Sob a ótica do consumo por fonte, o gás natural é a única fonte fóssil que ganha espaço na indústria brasileira. As demais fontes fósseis, notadamente o carvão mineral e derivados, além dos derivados de petróleo, têm redução de importância no período em análise.

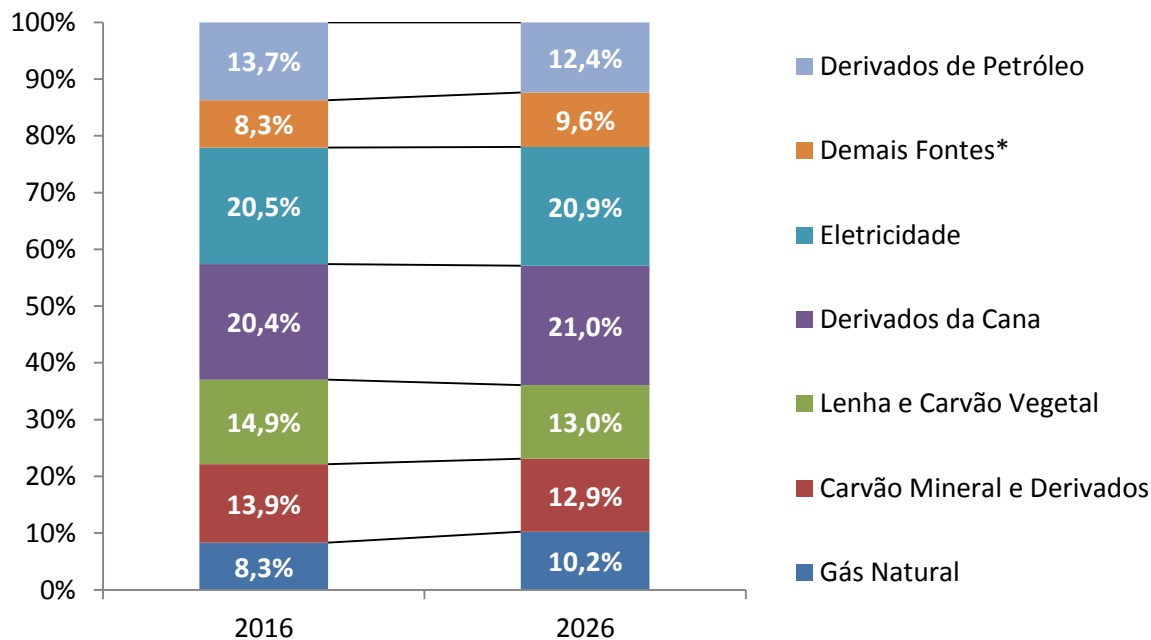
Por outro lado, ganham participação fontes com menor impacto no que tange às emissões de gases de efeito estufa. São elas: a eletricidade, os derivados da cana e as demais fontes, em especial a lixívia obtida no processo produtivo da celulose. O único grupo de fontes renováveis que perde espaço até 2026 é o de lenha e carvão vegetal, que têm baixo rendimento energético e que são substituídos gradativamente por fontes mais eficientes.

Gráfico 10. Setor industrial: Consumo final de energia por segmento



Nota: Dados preliminares para 2016.

Gráfico 11. Setor industrial: Consumo final de energia por fonte



Notas: Dados preliminares para 2016.

*Inclui biodiesel, lixívia, outras renováveis e outras não renováveis

2.1.2 TRANSPORTES

A frota de veículos leves representa cerca de 95% da frota total de autoveículos (caminhões, ônibus e veículos leves).

Na próxima década, o licenciamento de veículos leves será impactado por fatores como: i) demanda reprimida por veículos novos ao longo do período de crise; ii) grau de envelhecimento da frota; iii) alto potencial de mercado dada a baixa motorização; e iv) aumento da competitividade na indústria automotiva. Estima-se que a frota de veículos leves alcance 52 milhões de unidades em 2026, o que corresponde a uma taxa de motorização de 4,3 habitantes por autoveículo.

A atividade total do transporte de passageiros aumentará cerca de 4% ao ano, entre 2016 e 2026. O transporte coletivo atenderá a maior parte do crescimento da demanda por mobilidade no período considerado.

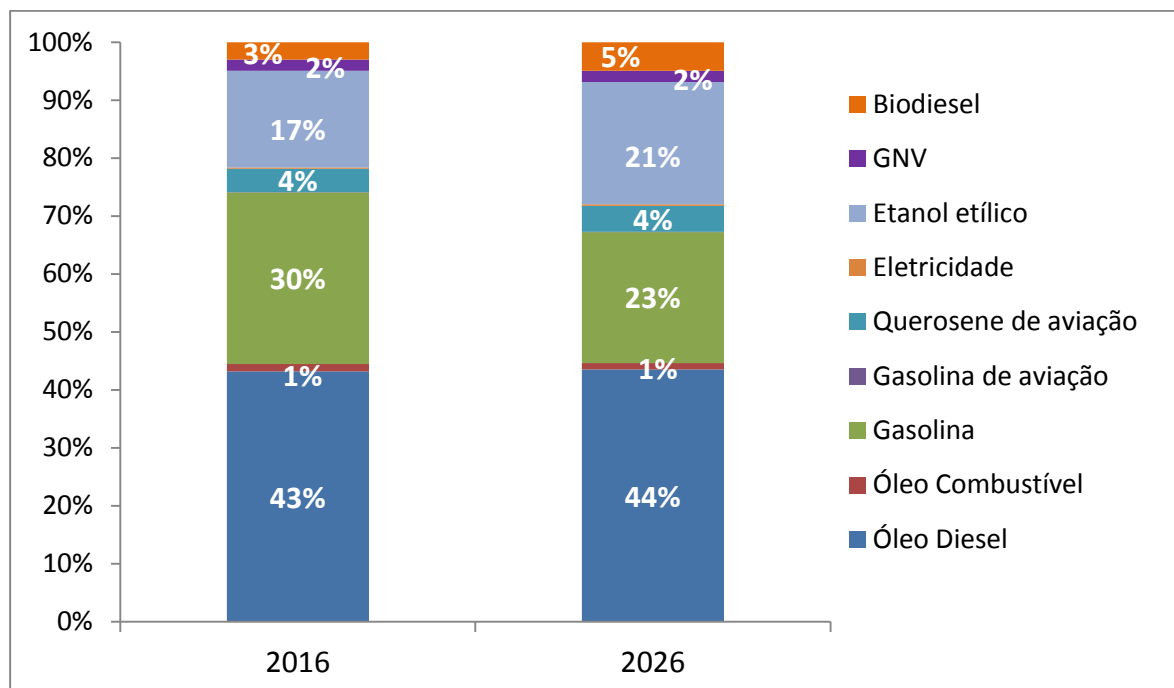
A expansão da participação do transporte coletivo sobre a atividade total de passageiros, aliada

aos avanços tecnológicos dos veículos, contribui para o aumento da eficiência energética no sistema.

No caso do transporte de cargas, considerou-se que a atividade aumenta 3,5% a.a. entre 2016 e 2026. O modal ferroviário assumirá participação crescente na matriz de atividade de cargas, passando de 27,2% para 31,4% no período de projeção, dado que projetos ferroviários com execuções físicas avançadas devem entrar em operação. No entanto, o transporte de cargas através de caminhões a diesel continuará altamente preponderante.

A demanda total de energia do setor de transportes aumentará, em média, 1,6% a.a. entre 2016 e 2026, com destaque para o crescimento da participação do etanol hidratado e óleo diesel. A demanda de eletricidade, apesar de seu alto crescimento, apresenta ainda uma pequena participação de 0,3% em 2026.

Gráfico 12. Participação dos tipos de energia na demanda energética do setor de transportes



Nota: Dados preliminares para 2016.

Por fim, um tema relevante para o setor de transportes são os carros elétricos. Em um contexto de redução de emissões veiculares (locais e globais) e de reforço de segurança energética, diversos países buscam estratégias de aumento da eficiência veicular, melhoria das tecnologias existentes e substituição da combustão interna por novas tecnologias automotivas. Nesse sentido, os veículos elétricos e híbridos têm sido apresentados como alternativas disruptivas às tecnologias convencionais (combustão interna), que aceleram a consecução dos

objetivos de política energética e ambiental de boa parte dos países. Mas, de fato, poucos países dispõem de alternativas automotivas que lhes permitam atender simultaneamente seus objetivos de redução de emissões e de garantia de segurança energética, como o etanol carburante no Brasil. Como discutido no box 2.1, no horizonte do PDE 2026 a EPE projeta que a frota nacional de veículos leves permanecerá constituída essencialmente de veículos com motores a combustão interna ciclo Otto (majoritariamente *flex fuel*).

BOX 2.1 – ENTRADA DE VEÍCULOS ELÉTRICOS E HÍBRIDOS NO HORIZONTE DO PDE 2026

Ainda que haja um movimento global para a adoção de novas tecnologias veiculares, cabe ressaltar que as transições energéticas são processos usualmente lentos, como revela a história da indústria de energia. Isso porque, além dos desafios iniciais de entrada no mercado e do processo de sucateamento e reposição de veículos, ao longo do processo de disseminação das novas tecnologias surgem questões que não eram tão relevantes (pressão sobre os preços de insumos e materiais, custos de descarte e reciclagem de baterias, universalização da infraestrutura, limites de orçamento público para introdução e/ou *scale-up* dos incentivos, etc.), os quais podem contrabalançar parte dos ganhos de escala esperados da produção de novas tecnologias.

No Brasil, em particular, há aspectos específicos que sugerem uma transição energética ainda mais tardia na indústria automotiva, entre os principais:

- O elevado preço de aquisição de veículos híbridos ou elétricos, já que os modelos comercializados, mesmo com incentivos, têm preços de venda ao consumidor entre R\$ 115 a 250 mil, em média (Carros UOL, 2015). Até dezembro de 2016, haviam sido licenciados no total acumulado no país menos de 3,5 mil veículos híbridos e elétricos (ANFAVEA, 2016);
- A preferência revelada pelo consumidor nessa faixa de preços é por maiores e luxuosos como *SUVs*, *Pick ups* (caminhonetes), furgões e sedans médio de luxo (FEBRANAVE, 2015), com características bem distintas daquelas dos veículos híbridos e elétricos - em geral, veículos de menor porte. É possível que estes se restrinjam, por algum tempo, a um nicho de segundo veículo para faixas de renda mais elevadas. Assim, haveria limites, além do preço, no potencial de mercado desses veículos;
- Mesmo havendo uma ampla cobertura de rede elétrica no país, há uma série de adaptações e aperfeiçoamentos da infraestrutura de abastecimento para veículos elétricos e de descarte e reciclagem de baterias no Brasil. Essas questões incluem questões simplórias como a recarga e a cobrança em garagens de condomínio (tarifação horária?) até problemas mais complexos como a previsão de carga e o reforço de rede considerando os diversos locais de recarga possíveis (o veículo poderá ser abastecido em casa, no trabalho, no shopping, no supermercado, etc.). A estrutura de segurança e proteção ambiental no descarte e na reciclagem de baterias também precisará ser desenvolvida.

- Mesmo em países e regiões com elevado nível de renda, a disseminação de tecnologias veiculares híbridas e elétricas tem sido baseada em forte estrutura de incentivos governamentais. É difícil pensar em tais incentivos no Brasil nos próximos anos em função das restrições fiscais e orçamentárias. Ademais, caso se opte por políticas públicas de desenvolvimento de novas tecnologias veiculares no país, é razoável supor que essas serão direcionadas para o desenvolvimento de plataforma para veículo híbrido *flex fuel*.
- Por fim, as políticas públicas para o atendimento de metas de redução de GEEs no setor transporte e ampliação da segurança energética têm sido a principal motivação para a definição de esquemas de incentivo a substituição de veículos a combustão interna por híbridos e elétricos. O Brasil, contudo, tem a alternativa de biocombustível avançado (etanol de cana), o que traz diversas externalidades positivas para a economia do país.

Ressalte-se que a rapidez da introdução dos veículos *flex fuel* no Brasil esteve bastante relacionada ao fato de não necessitar de mudanças tecnológicas construtivas não muito significativas em relação à estrutura do motor construído até então e por ser uma alternativa *drop-in*, sem maiores necessidades de ajustamento da infraestrutura de abastecimento de combustíveis (ao contrário dos veículos híbridos *plug-in* e elétricos). Esta última vantagem também se manteria no desenvolvimento da plataforma de veículo híbrido *flex fuel*, em função da importância dos biocombustíveis no país.

Diante do exposto, nos próximos dez anos, a EPE projeta que a frota nacional de veículos leves permanecerá constituída essencialmente de veículos com motores a combustão interna ciclo Otto (majoritariamente *flex fuel*), sendo a participação esperada de veículos híbridos na frota menor do que 1% em 2026. Cabe destacar que, em tal horizonte, são considerados apenas veículos híbridos, sendo que os mesmos são assumidos como híbridos *flex fuel* a partir de 2021.

Nesse sentido, considera-se que a participação dos biocombustíveis na matriz veicular brasileira permanecerá relevante, através dos veículos do ciclo Otto, abastecidos com etanol carburante. Os desafios de estímulo à maior participação dos biocombustíveis na matriz serão diversos, como apontados no PDE 2026. Todavia, espera-se que ações governamentais em andamento como o RenovaBio e a Plataforma (internacional) Biofuturo – uma coalizão internacional, liderada pelo Brasil, visando acelerar o desenvolvimento e a implantação de biocombustíveis avançados -contribuam para a superação desses desafios e reafirmem os esforços do Brasil com o desenvolvimento energético sustentável.

Observe que a inserção de veículos elétricos, dadas suas características (tempo de recarga, alto custo de capital, autonomia limitada), traz consigo um grande potencial disruptivo que vai muito além do abastecimento do veículo, principalmente se vier aliado a mudanças nas características dos deslocamentos dos indivíduos, sua relação com a posse do automóvel e a maior integração com transportes coletivos e não motorizados. Assim, os avanços na eficiência do veículo podem vir acompanhados de eficiência nas viagens e no sistema de transporte de passageiros como um todo.

Neste contexto de mudança de comportamento, surge o conceito de mobilidade como serviço, a exemplo do *car sharing* no qual o consumidor não tem a posse do veículo, mas usufrui ter suas necessidades de mobilidade atingidas de forma eficiente. O serviço de *car sharing* estimula padrões de mobilidade menos dependente do automóvel e mais colaborativas, além do uso mais racional do carro (menos viagens). Pelo ponto de vista das montadoras, o *car sharing* pode ser uma porta de entrada para o mercado de veículos elétricos, pois através dele, novos consumidores experimentam a tecnologia e podem se tornar potenciais compradores.

Assim, os veículos elétricos podem contribuir para o avanço da mobilidade urbana no Brasil, além de ampliar os ganhos potenciais de eficiência energética nos transportes de passageiros, caso sua inserção esteja em consonância com as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana (Lei 12.587, de 3/1/2012), tais como: (i) integração entre os modos e serviços de transporte urbano; (ii) mitigação dos custos ambientais, sociais e econômicos dos deslocamentos de pessoas e cargas na cidade. Deve-se ainda ressaltar o princípio da justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes do uso dos diferentes modos e serviços e equidade no uso do espaço público de circulação, vias e logradouros.

2.1.3 RESIDENCIAL

Espera-se que o consumo total de energia no setor residencial cresça 1,8% ao ano entre 2016 e 2026, resultado conjunto do aumento da renda médias das famílias, do número de novos domicílios, das políticas de eficiência energética e da expansão da malha de distribuição de combustíveis.

A eletricidade continua sendo a principal fonte de energia dos domicílios, graças à universalização do serviço de distribuição e ao aumento do estoque de eletrodomésticos, decorrente da elevação da renda média das famílias e do número de novos domicílios no horizonte decenal. Por outro lado, políticas que estabelecem índices mínimos de eficiência energética induzirão a redução do consumo médio do estoque de equipamentos.

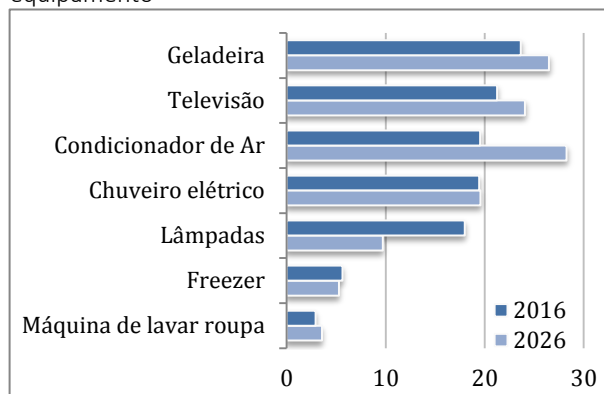
Tabela 2. Posse média de equipamentos

Equipamento	2016	2021	2026
	unidades/100 domicílios		
Condicionador de ar	46	56	60
Geladeira	108	108	110
Freezer	18	17	15
Chuveiro elétrico	65	61	58
Máquina de lavar roupa	68	74	76
Televisão	181	183	186
Lâmpadas ⁽¹⁾	8,9	9,1	9,3

Nota: (1) Lâmpadas/domicílio

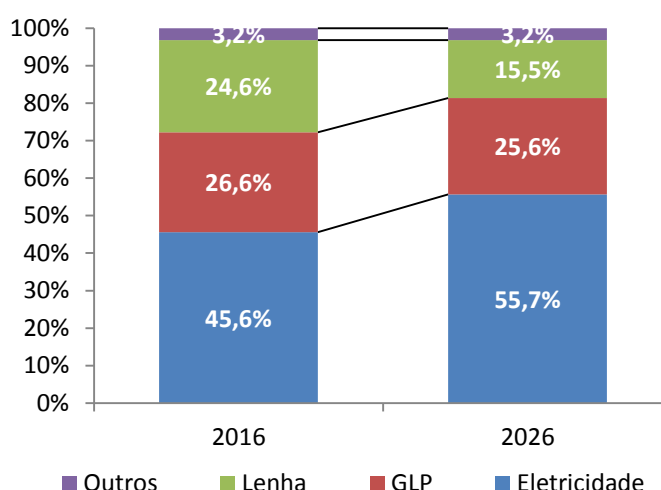
O consumo de energia dos principais equipamentos residenciais crescerá, com destaque para o condicionador de ar que, por conta da ampliação do seu acesso pelas famílias, será o principal responsável pelo consumo de energia elétrica nos domicílios. Já a lâmpada será o dispositivo que apresentará a maior redução da participação no consumo total, resultado do fim da comercialização de lâmpadas incandescentes mais populares nas residências, com maior consumo médio, e da maior penetração de lâmpadas fluorescentes compactas e de LED (*light-emitting diode*), mais eficientes. Nesse contexto, o consumo de energia elétrica no setor residencial 3,9% ao ano.

Gráfico 13. Consumo de energia elétrica por equipamento



Notas: Dados preliminares para 2016.

No consumo dos demais combustíveis, utilizados predominantemente para cocção de alimentos e aquecimento de água, destaca-se o crescimento do GLP em função da substituição parcial da lenha e do carvão vegetal, devido, sobretudo, ao aumento do rendimento médio das famílias da zona rural. Já o gás natural deslocará parte do consumo de GLP na medida em que ocorre a expansão de sua rede de distribuição em áreas urbanas. A demanda por GLP crescerá 1,4% ao ano em função da substituição parcial da lenha e do carvão, devido, sobretudo, ao aumento do rendimento médio das famílias da zona rural. Por outro lado, mesmo partindo de uma base de consumidores ainda pequena, o gás natural deslocará parte do consumo de GLP na medida em que ocorre a expansão de sua rede de distribuição em áreas urbanas e crescerá 6,3% ao ano.

Gráfico 14. Consumo final de energia no setor residencial

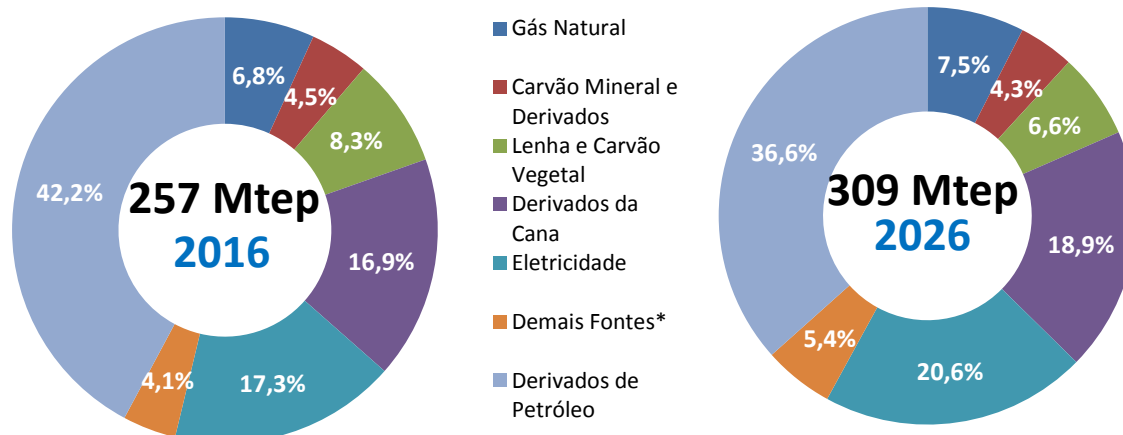
Nota: Dados preliminares para 2016

2.2 Consolidação por Fonte

As expectativas de evolução da matriz de consumo de energia por fonte no decênio mostram a manutenção da tendência de crescente eletrificação do País, atingindo um incremento médio anual de 3,7%. O gás natural e os derivados da cana, além das outras fontes (incluindo biodiesel) também ganham importância ao longo do período.

Os derivados de petróleo mantêm-se como a principal fonte de energia final, com um crescimento médio de 0,4% anuais no decênio. Parte de seu mercado potencial é abatida pelo etanol e pelo biodiesel, especialmente no setor de transportes.

Também perdem participação a lenha e o carvão vegetal, em benefício de outras fontes com melhores rendimentos energéticos.

Gráfico 15. Consumo final de energia por fonte

Notas: Dados preliminares para 2016.

*Inclui biodiesel, lixívia, outras renováveis e outras não renováveis.

2.2.1 BIOCOMBUSTÍVEIS

No que tange aos biocombustíveis, os que mais crescem de importância no consumo final de energia no decênio são o biodiesel (6,8% a.a.), o álcool etílico (3,9% a.a.) e a lioxívia (3,7% a.a.), sendo esta última advinda do processo produtivo da celulose e que ainda é largamente utilizada para autoprodução de eletricidade.

A demanda de biodiesel é catalisada pela premissa de aumento de sua participação no óleo diesel comercializado, que salta de 7,0%, em 2016, para 11,0%, em 2026. Já o etanol cresce de importância nos veículos leves, em detrimento da gasolina automotiva.

Por outro lado, espera-se que a lenha tenha uma redução do seu uso final (-0,7% ao ano), atrelada à melhoria gradual do poder econômico da população brasileira, e é substituída por outras fontes com melhor rendimento energético, como é o caso do GLP no setor residencial.

No período 2016-2026, o etanol tem um expressivo aumento do consumo final, sendo que boa parte deste incremento advém do etanol hidratado (7,2% anuais), a ser utilizado basicamente em veículos do ciclo Otto. Por outro lado, o etanol anidro tem uma redução média anual da demanda de 3,1%, atrelada ao cenário de consumo de gasolina C.

Gráfico 16. Consumo final de etanol por tipo

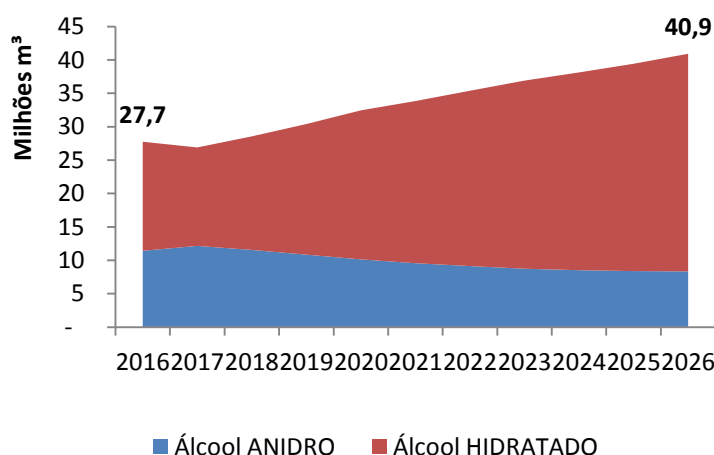
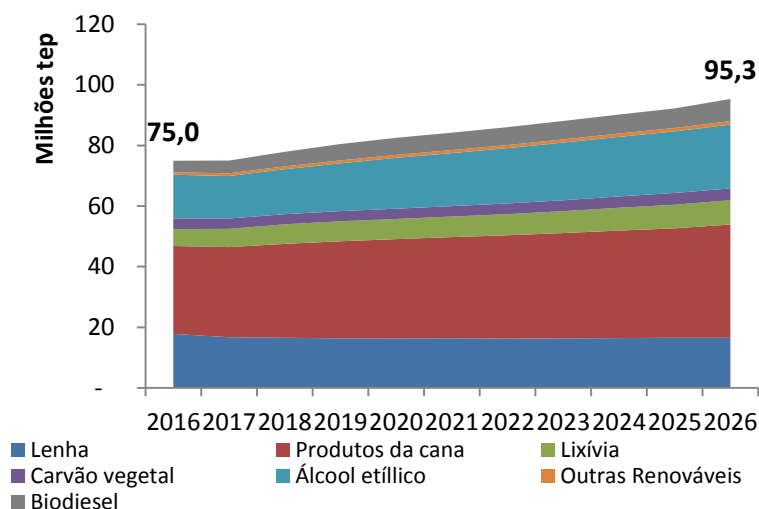


Gráfico 17. Consumo final de biocombustíveis, por fonte



2.2.2 DERIVADOS DE PETRÓLEO

Apesar de ter uma participação decrescente na matriz de consumo final, os derivados de petróleo ainda se manterão com alta importância. No período decenal, esta parcela cresce à taxa de 0,4% ao ano.

O óleo diesel mineral é a principal fonte utilizada para transporte de cargas pesadas no País e, apesar de seu consumo potencial ser reduzido com um aumento da participação do biodiesel no óleo diesel comercializado, ainda ganha importância entre os derivados de petróleo, com um crescimento médio anual de 1,6%.

O óleo combustível tem seu consumo final impulsionado principalmente pelo setor industrial, em especial nos segmentos de não ferrosos, alimentos e bebidas e papel e celulose.

A gasolina apresenta redução de importância entre os derivados de petróleo, uma vez que o etanol toma parte de seu espaço na demanda de veículos leves.

A nafta tem seu consumo final destinado somente à sua utilização como matéria-prima para fins petroquímicos. No decênio, não há implementação de novas unidades. Assim, o

incremento da demanda de nafta se dá apenas através da reutilização da capacidade instalada petroquímica existente.

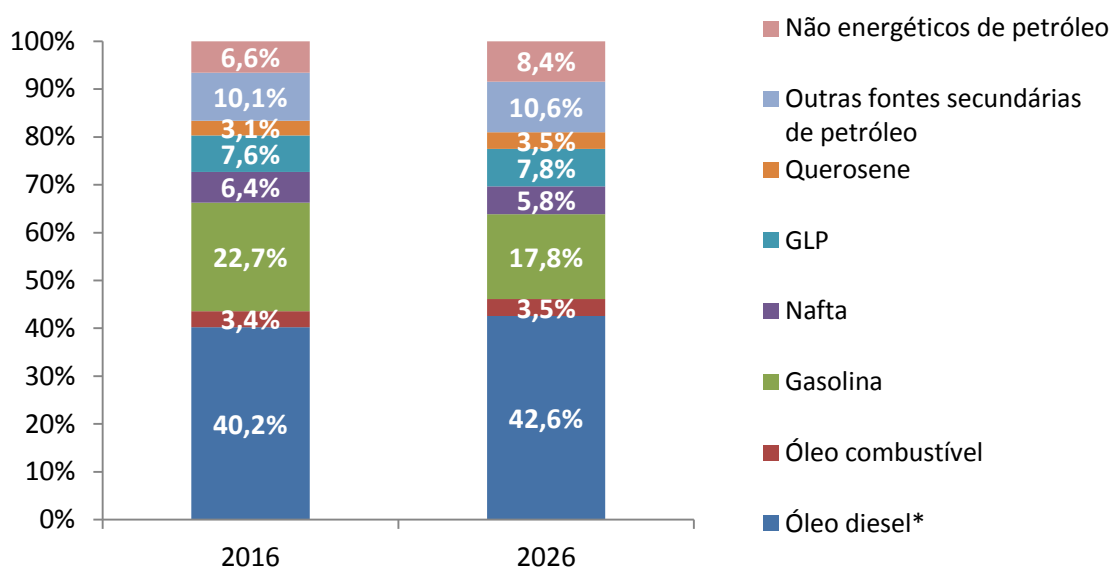
O GLP tem seu principal uso no setor residencial e substitui parte da lenha utilizada. Desta forma, é um dos derivados de petróleo que ganha importância no decênio.

Quase a totalidade da demanda de querosene se dá no setor de transportes, através do uso de QAV em aviões. Espera-se que este segmento demonstre boa dinâmica ao longo do período em estudo e gere um incremento médio anual da demanda de 2,6%

Entre as outras fontes secundárias de petróleo (gás de refinaria, coque de petróleo e outros energéticos de petróleo), o coque de petróleo é o que mais se destaca no cenário, principalmente a partir da retomada do vigor econômico do setor de cimento.

Já entre os produtos não energéticos de petróleo (asfaltos, solventes, lubrificantes e outros não energéticos de petróleo), os asfaltos são os que mais ganham importância relativa, com um crescimento de 3,4% ao ano.

Gráfico 18. Derivados de Petróleo: Consumo final de energia por fonte



Notas: Dados preliminares para 2016.

2.2.3 GÁS NATURAL

A projeção da demanda de gás natural para os próximos dez anos resulta de análise crítica de dados obtidos em pesquisas realizadas pela EPE junto às Empresas Distribuidoras de Gás Canalizado e aos consumidores industriais de gás natural. Ademais, essa projeção também levou em conta as perspectivas de expansão e a correspondente evolução da malha de gasodutos, bem como as respectivas restrições de transporte do gás natural.

Os estudos de demanda de gás natural geram o cenário de demanda setorial (industrial, comercial, residencial, setor de transportes e produção de energia) no horizonte decenal, por unidade da federação e desagregada por município. A metodologia *bottom-up* parte da coleta de dados, junto às distribuidoras de gás natural e grandes consumidores industriais, seguida de uma análise de consistência econômica e energética. O resultado é a projeção de consumo de gás natural esperada no horizonte decenal.

Adicionalmente, um aspecto fundamental na avaliação da penetração do gás natural na indústria consiste na competição direta com energéticos substitutos. O uso do gás natural na indústria é diversificado e apresenta vantagens com relação à logística, ao rendimento e manutenção dos equipamentos. É aplicável para geração de calor e força motriz, além do uso como matéria-prima, sendo substituto direto de grande parte dos combustíveis industriais.

No entanto, a grande maioria dos segmentos industriais não faz uso cativo do gás natural conferindo à competitividade o papel chave para a penetração do combustível. O grande leque de combustíveis substitutos faz com que sua demanda seja altamente influenciada pelo preço dos concorrentes.

A competitividade é avaliada segundo as lógicas de uso por segmento industrial e por faixa de consumo. Por exemplo, no segmento de cerâmica

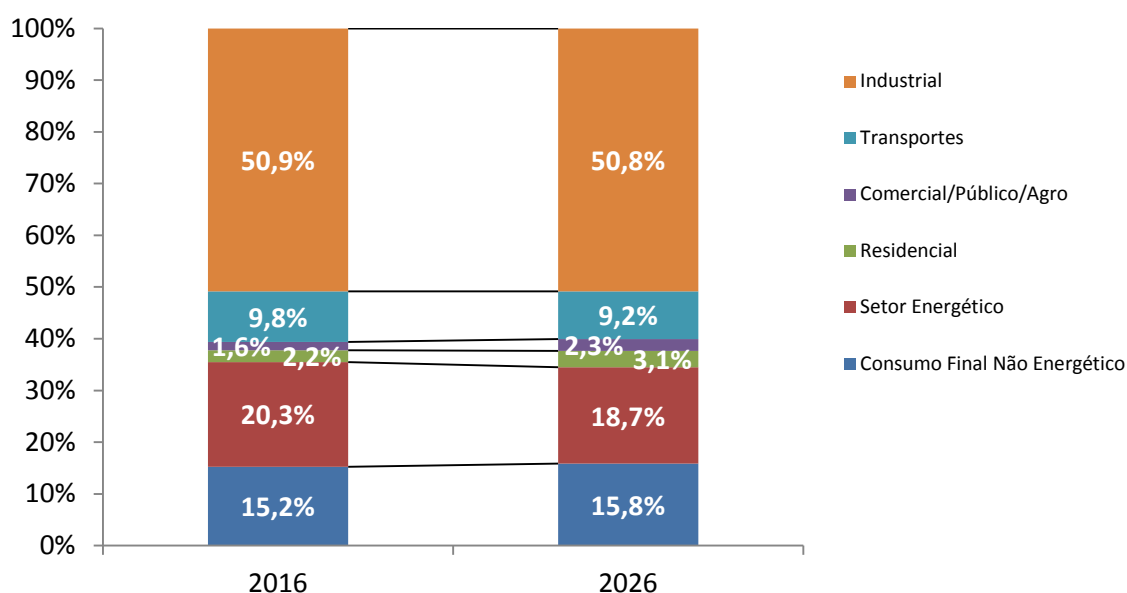
branca o uso do gás natural agrega valor ao produto final e, conseqüentemente, a atratividade para o energético é alta. Já no setor de cimento os benefícios são poucos, frente a gama de substitutos possíveis e mais baratos no processo, o que torna a atratividade do gás natural muito baixa.

Outra consideração de grande relevância é a identificação de condições particulares de competitividade em âmbito regional, que permeiam diversos segmentos industriais. Um exemplo seria a competição com a biomassa, que, a depender da região, pode ter inúmeros fornecedores, propiciando segurança de fornecimento e redução no preço.

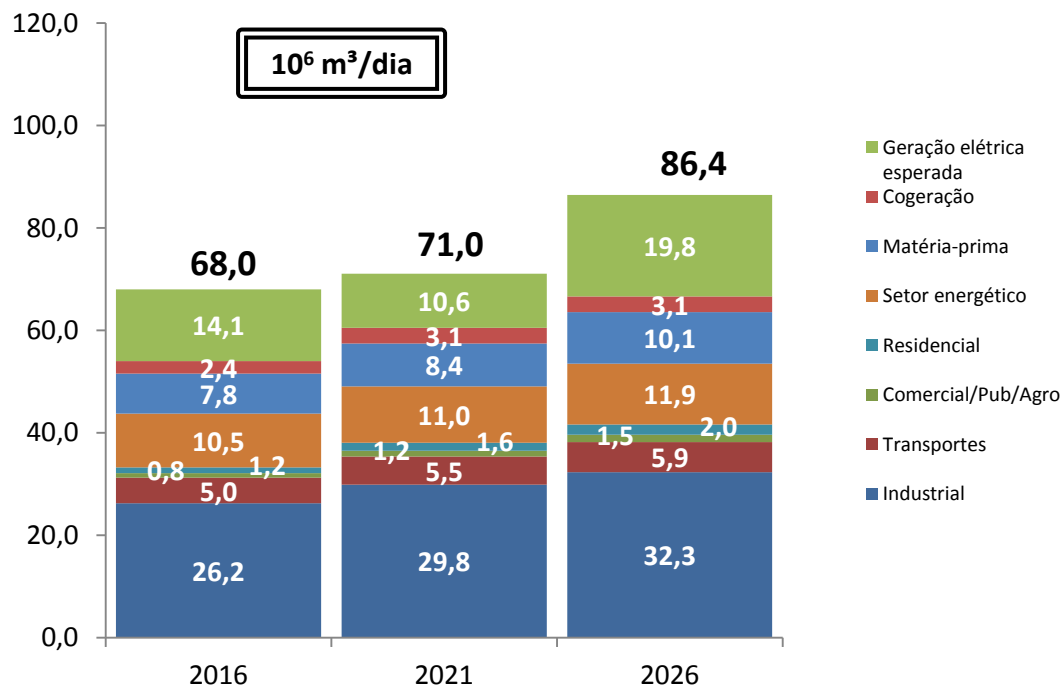
Quanto ao consumo final de gás natural, observa-se a manutenção da posição dos setores ao longo do horizonte do plano. O setor industrial mantém-se como principal consumidor com 50,8% de participação no consumo final de gás natural em 2026. Destaque para o ganho de participação dos setores residencial e comercial/público/agro que mesmo ainda com participação modesta ao final do período, respectivamente 3,1% e 2,3%, apresentaram crescimento da ordem de 5,5% ao ano ao longo do horizonte do estudo.

Observa-se no primeiro quinquênio uma redução no consumo de gás natural, associado à geração elétrica esperada, devido à expectativa de alívio na severidade das condições hidrológicas observadas em 2016 e à entrada em plena operação dos grandes empreendimentos hidrelétricos construídos nos últimos anos.

Além da geração esperada, existe um potencial relevante de aumento da geração elétrica adicional, associado à complementação de potência de ponta, acentuada pela previsão de incorporação de novas renováveis no parque de geração no horizonte do plano. A geração elétrica adicional representa um consumo potencial de gás natural, mas é uma das alternativas, dentro de outras possibilidades de complementaridade na ponta, tema do Capítulo de Geração de Energia Elétrica.

Gráfico 19. Gás Natural: Participação no consumo final de energia por setor

Notas: (1) Setor Energético: Consumo em refinarias, não incluindo produção de hidrogênio. Não considera consumo em E&P e gás natural absorvido em UPGN.
 (2) Setor Industrial: Inclui parcela energética de fertilizantes.
 (3) Consumo Final Não Energético (matéria-prima): Gás natural utilizado como insumo em refinarias (produção de hidrogênio), unidades de fertilizantes e indústria.

Gráfico 20. Gás Natural: Consumo total por setor

Notas: (1) Setor Energético: Consumo em refinarias, não incluindo produção de hidrogênio. Não considera consumo em E&P e gás natural absorvido em UPGN.
 (2) Setor Industrial: Inclui parcela energética de fertilizantes.
 (3) Consumo Final Não Energético (matéria-prima): Gás natural utilizado como insumo em refinarias (produção de hidrogênio), unidades de fertilizantes e indústria.

BOX 2.2 – IMPACTOS DO CENÁRIO ALTERNATIVO NO CONSUMO DE GÁS NATURAL

Mesmo antes da crise econômica, já se observava um arrefecimento das expectativas de crescimento do mercado de gás natural nas sucessivas revisões do PDE, pela perda de competitividade do gás natural frente aos energéticos concorrentes. Um cenário econômico mais otimista, naturalmente impactaria positivamente o consumo de gás natural, entretanto o aumento da competitividade do gás natural é fundamental para que este mercado mude de patamar. O aumento da competitividade do gás natural passa tanto por questões objetivas, como o preço do energético frente aos seus concorrentes, quanto por questões subjetivas, como a confiança do consumidor no fornecimento do energético ou a insegurança para a conversão de equipamentos e mudança de tecnologia.

A desverticalização do mercado em virtude da necessidade do programa, já em curso, de desinvestimento da Petrobras representa grande oportunidade de ingresso de novos agentes no setor. Muitas questões que hoje representam entraves ao mercado de gás natural já estão sendo discutidas com representantes do setor no âmbito do programa Gás Para Crescer do MME, com destaque para a implementação de medidas de estímulo à concorrência, que limitem a concentração de mercado e promovam efetivamente a competição na oferta de gás natural, a harmonização entre as regulações estaduais e federal, a regulação do mercado livre e a redução da assimetria de informações, aumentando a transparência e previsibilidade do mercado, entre tantas outras medidas e iniciativas. Se adequadamente endereçadas, essas questões tem o potencial de alavancar significativamente o mercado de gás natural nos próximos anos.

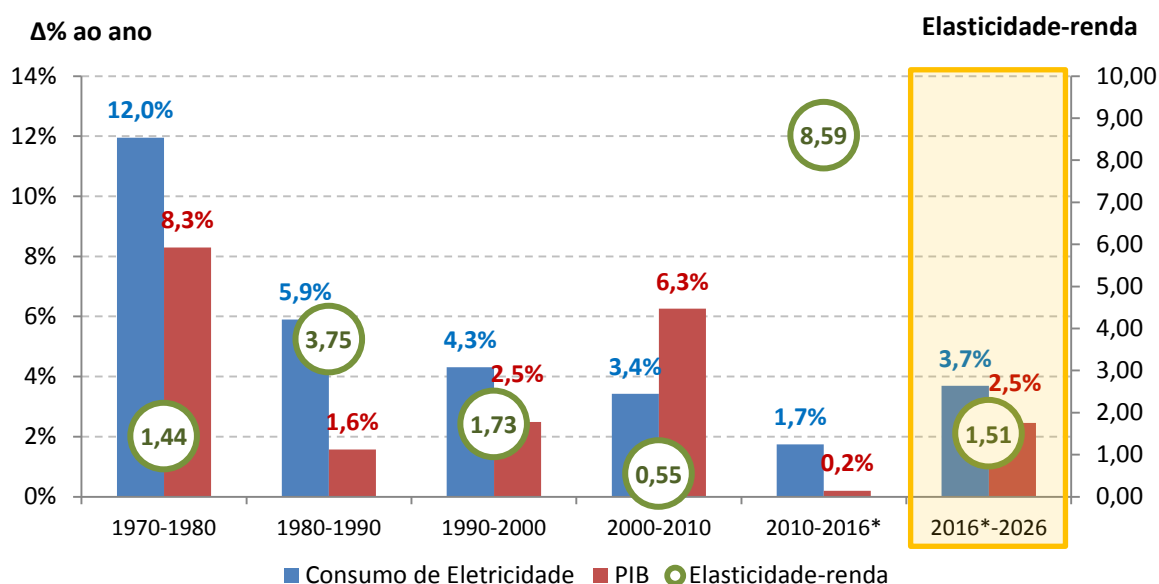
2.2.4 ELETRICIDADE

A eletrificação crescente é uma tendência verificável no período decenal. Desta forma, espera-se que o consumo total de eletricidade cresça cerca de 50% a mais que a economia brasileira, fato refletido no indicador de elasticidade-renda de 1,51. Este indicador é afetado diretamente pelo incremento acelerado da autoprodução clássica, que cresce à taxa média anual de 4,5%, contra 3,6% do consumo na rede, o que proporciona um aumento de 3,7% ao ano do consumo total.

O cenário econômico adotado para o período decenal é comparável ao ocorrido na década de 1990, quando o PIB apresentou um crescimento

médio anual de 2,5%. Entretanto, há uma grande diferença nas características de crescimento do consumo total de eletricidade nestes dois períodos. Na década de 90, o consumo de eletricidade cresceu à taxa de 4,3% ao ano, com fortes expansões dos setores residencial e comercial, além de grande peso da indústria no total consumido no País. Já a projeção para a próxima década aponta que os incrementos das classes comercial e residencial já se situem em patamares mais brandos, que a indústria cresça com mais vigor, se aproveitando da alta capacidade ociosa atual, e que o setor energético tenha forte expansão de consumo via autoprodução.

Gráfico 21. Elasticidade-renda da demanda de eletricidade: Histórico x Projeção Decenal



Nota: Dados preliminares para 2016.

Sob influência da eficiência energética e de uma nova distribuição setorial econômica, nota-se também uma queda da intensidade energética dos tempos atuais até 2026.

O consumo residencial cresce a partir do resultado do aumento do número de consumidores residenciais (2,5% a.a.), que alcança o total de 89 milhões em 2026, e também pelo incremento do consumo médio residencial (1,4% anuais), atingindo 182 kWh/mês ao final do decênio, pouco superior ao máximo histórico (179 kWh/mês, em 1998).

Por fim, o cenário de perdas é coerente com o cenário econômico adotado. No primeiro

quinquênio, há uma gradual retomada do crescimento econômico, havendo maior dificuldade na realização de investimentos para a redução de perdas, fazendo com que o nível deste indicador se mantenha constante. Já na segunda metade da década, a retomada do vigor econômico inverte esta expectativa e gera investimentos que levam à redução das perdas.

O consumo na rede cresce de forma acelerada ao longo do decênio, seguindo a retomada apontada no cenário econômico. Dessa forma, o crescimento esperado no primeiro quinquênio (3,2% ao ano) é inferior ao dos cinco anos seguintes (3,9% ao ano).

Tabela 3. Indicadores: consumo de eletricidade

Discriminação	2016	2021	2026	2016-2021	2021-2026	2016-2026
				Crescimento médio (% a.a.)		
População Total (milhão)	207	214	220	0,7	0,5	0,6
Consumo Total (TWh)	516	609	741	3,4	4,0	3,7
Autoprodução Clássica (TWh)	56	70	87	4,5	4,5	4,5
Consumo Total per capita (kWh/hab/ano)	2.492	2.844	3.370	2,7	3,5	3,1
Consumo por Consumidor Residencial (kWh/mês)	159	167	182	1,0	1,7	1,4
Número de Consumidores Residenciais (milhão, base 31/12)	69,4	78,6	88,6	2,5	2,4	2,5
Percentual de Perdas Totais no SIN (%)	19,6	19,6	18,7	-	-	-
Intensidade Elétrica da Economia (MWh/10³R\$ [2010])	0,040	0,039	0,036	-	-	-
Elasticidade-renda do consumo de eletricidade	-	-	-	1,71	1,37	1,51

Nota: Dados preliminares para 2016.

Os principais motores para este crescimento são as classes comercial, residencial e as outras classes (que incluem o setor agropecuário).

A classe comercial passou um ciclo de maior expansão nos últimos anos, mas agora se espera que ela não volte a um nível de crescimento tão forte, uma vez que a população já comprou boa parte dos equipamentos domésticos básicos e não deve tomar maiores níveis de endividamento que venham a impulsionar o setor comercial. Ainda assim, ganha importância no consumo na rede, saltando de 19,2% para 19,8% entre 2016 e 2026.

A classe residencial também continua a ganhar participação no consumo na rede, saindo de 28,9% para 29,7%. Em grande medida, o crescimento se dá pela retomada da expansão do consumo médio residencial.

Como o cenário aponta que o setor agropecuário será o principal vetor de crescimento econômico do País até 2026, as outras classes, são as que mais crescem ao longo do decênio, impulsionadas pelo consumo rural.

Nesse íterim, sua importância do consumo na rede aumenta de 16,3% para 17,0% no decênio.

Já a classe industrial teve grandes impactos no consumo de eletricidade na rede nos últimos anos por conta dos efeitos das crises econômicas e, em 2016, atingiu um nível de consumo semelhante ao de 2006. No cenário decenal, o consumo na rede desta classe cresce abaixo da média, mas ainda assim se espera que o nível máximo histórico (185 TWh, em 2013), seja atingido no início do segundo quinquênio, basicamente através da retomada da utilização da capacidade instalada existente. No segundo quinquênio, espera-se que haja a instalação de novas unidades industriais em alguns segmentos energointensivos a partir da melhora do ambiente econômico.

Com isso, o consumo na rede cresce à taxa anual de 2,9%, sendo 2,6% a.a. no primeiro quinquênio e 3,3% a.a. no segundo.

A projeção da carga de energia para o período decenal, por subsistema interligado do SIN, resulta da projeção do consumo na rede e da premissa formulada sobre a evolução do índice de perdas.

No período decenal, o subsistema Norte apresenta aumento de participação na carga do SIN, em parte por influência da interligação do sistema de Boa Vista. Também se destaca o subsistema Nordeste, enquanto os subsistemas Sudeste/CO e Sul reduzem suas participações na carga total do SIN.

A estimativa atual para 2016 é de uma carga de energia 1,9 GWmédios inferior à previsão do PDE 2024, em função da expansão mais modesta do que se havia previsto da economia este ano, sobretudo no que se refere à atividade industrial. Em 2024, a projeção atual situa-se 9,4 GWmédios abaixo da previsão do PDE 2024.

BOX 2.3 - OS DADOS DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DA EPE

A EPE realiza coleta de dados referentes ao consumo de energia elétrica para as principais classes e segmentos de consumo, além do número de consumidores, basicamente por meio de dois sistemas: SAM (Sistema de Acompanhamento do Mercado) e SIMPLES (Sistema de Informações de Mercado para o Planejamento do Setor Elétrico), complementados pelo preenchimento e envio de planilhas (dados relacionados aos consumidores livres e autoprodutores). No que tange aos dados obtidos através dos sistemas, tratam-se, na prática, de informações oriundas dos sistemas de faturamento das distribuidoras, não guardando necessariamente correspondência com os meses civis, especialmente no que se refere aos dados das classes residencial e comercial, tendo em vista a existência de variação nos períodos de leitura pelas distribuidoras, que podem compreender entre 27 e 33 dias, conforme o calendário de leitura (vide Art. 84, Resolução ANEEL nº 441, de 9 de setembro de 2010), podendo variar entre 15 e 47 dias nos casos excepcionais previstos.

Vale frisar, portanto, que a EPE não realiza qualquer tipo de medição física, sendo esta função executada pelo ONS e CCEE. Os dados históricos utilizados nos estudos e análises da EPE são disponibilizados pelas concessionárias de energia elétrica, autoprodutores e consumidores livres, a partir do envio de formulários e uso de sistemas, correspondendo a um conjunto de informações declaradas pelos mesmos.

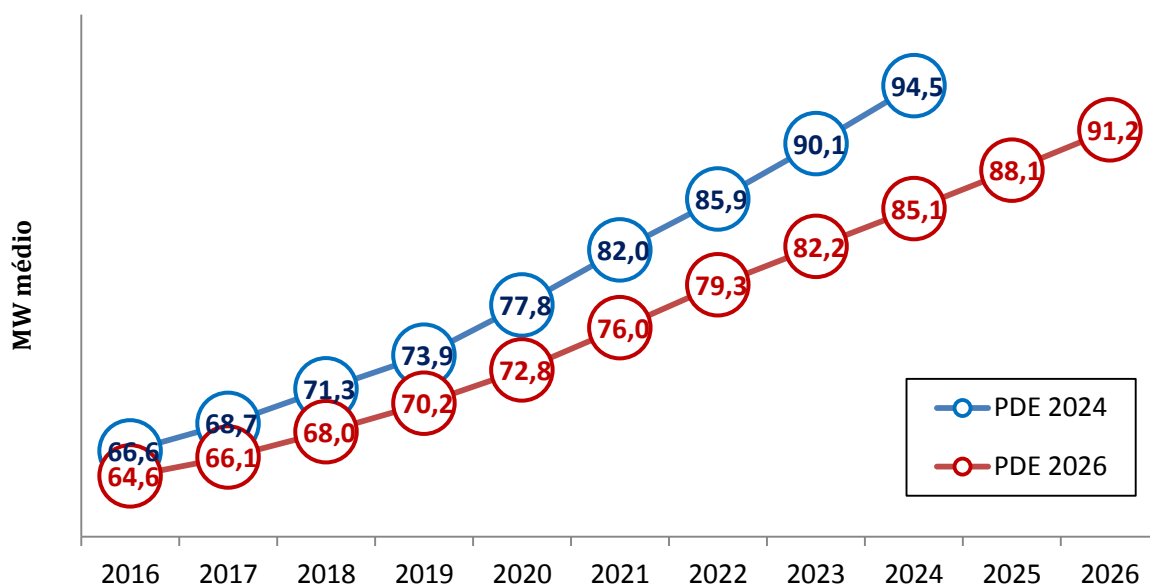
Tabela 4. SIN e subsistemas: carga de energia

Tabela 4: SIV e Subsistemas: carga de energia					
Ano	Subsistema				SIN
	Norte	Nordeste	Sudeste/CO	Sul	
	MWmédio				
2016	5.484	10.436	37.752	10.964	64.636
2021	6.887	12.525	43.796	12.792	76.000
2026	8.844	15.388	51.640	15.288	91.160
Período	Variação (% a.a.)				
2016-2021	4,7%	3,7%	3,0%	3,1%	3,3%
2021-2026	5,1%	4,2%	3,3%	3,6%	3,7%
2016-2026	4,9%	4,0%	3,2%	3,4%	3,5%

Notas: (1) Considera a interligação de Boavista a partir de 2023 ao subsistema Norte.

(2) Nesta tabela, são expostos os valores projetados de Carga Global. Ou seja, o requisito de geração do sistema elétrico, sem autoprodução clássica, sem sistemas isolados, sem a adição da carga da ANDE (Paraguai) e sem o abatimento de geração distribuída

Gráfico 22. PDE 2026 x PDE 2024: Comparação entre previsões de carga de energia no SIN



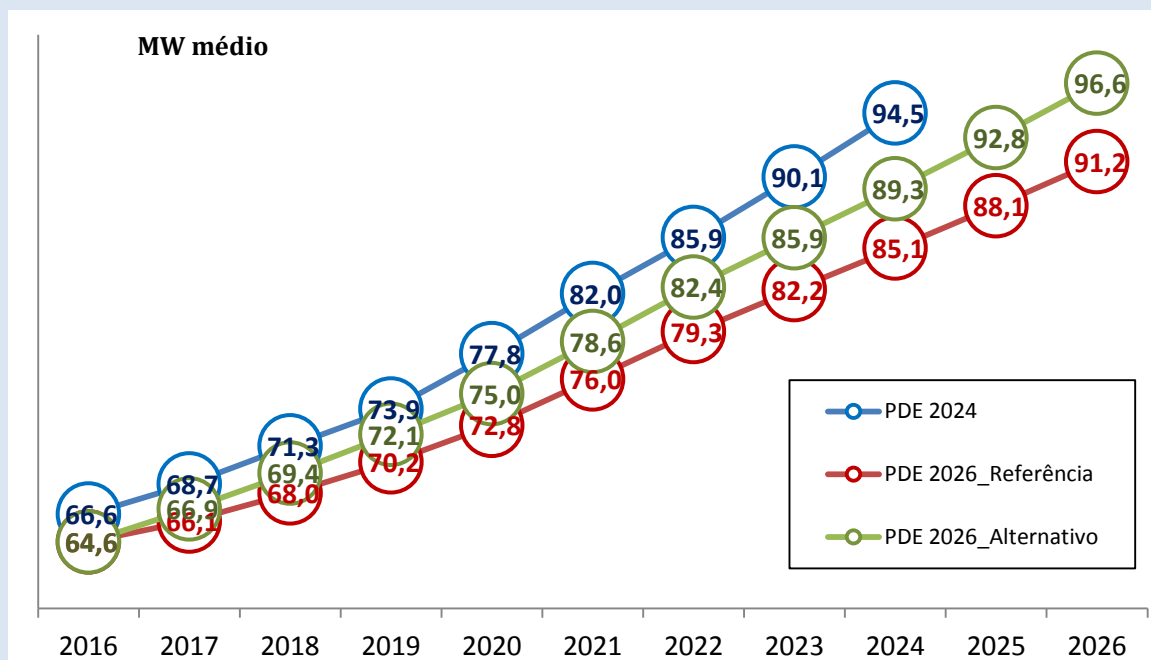
BOX 2.4 – IMPACTOS DE CENÁRIO ALTERNATIVO NA CARGA DE ENERGIA

Supondo-se um cenário econômico mais próspero onde a economia brasileira cresce 0,7% a.a. em relação ao cenário de referência adotado, o consumo total de energia elétrica alcança um nível cerca de 7% maior no fim do horizonte decenal. Portanto, há um incremento de mais de 40 TWh no consumo na rede, com maior impacto advindo do setor industrial, cujo consumo alcança a taxa média de 3,9% anuais.

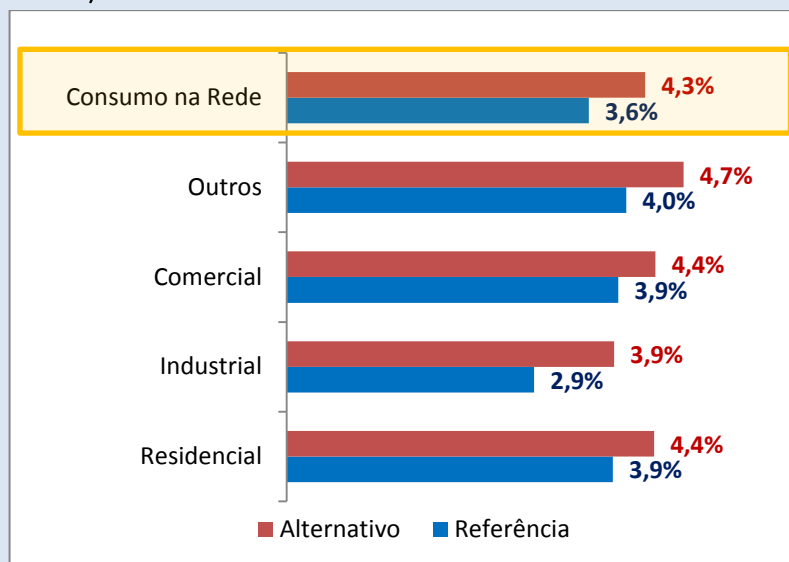
Por outro lado, espera-se uma redução adicional do nível de perdas comerciais, consequência de maiores investimentos por parte das distribuidoras de energia elétrica em programas de combate às perdas.

Em relação à carga, o maior vigor econômico leva a um incremento superior da carga de energia, que se situa 5,4 GW médios acima da carga de energia do cenário de referência ao final do horizonte decenal. O impacto sobre a expansão de geração de energia elétrica é analisado no Capítulo de Geração de Energia Elétrica.

(cont.)

BOX 2.4 (cont.)**Gráfico 23.** PDE 2026 x PDE 2024: Comparação entre previsões de carga de energia no SIN com cenário alternativo**Gráfico 24.** Crescimento do consumo de eletricidade na rede, por classe. Cenário de Referência x Alternativo

(Δ% média ao ano)



BOX 2.5 – EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA PRÓXIMA À DEMANDA E A ADAPTAÇÃO DO PLANEJAMENTO

O setor energético vem experimentando uma notável evolução tecnológica, com epicentro próximo ao consumidor. Uma parte importante desta evolução tem sua origem no setor elétrico – com perspectivas de aumento do uso de geração distribuída, baterias e outros recursos energéticos distribuídos, além de veículos elétricos. E esta evolução impacta diretamente na projeção de demanda de energia do país.

As taxas de adoção destas tecnologias representam uma fonte de incertezas relevante para a construção de previsões sobre seu papel no planejamento da expansão do sistema energético. Parte destas incertezas é explicada pelo dinamismo na evolução dos preços de equipamentos, resultando em desafios para a previsão de sua competitividade como alternativas de suprimento de energia a consumidores finais.

As taxas de adoção também são afetadas por preferências pessoais não inteiramente capturáveis por análises de competitividade econômica em relação às alternativas de atendimento aos usos finais de energia. Serão cada vez mais relevantes as preferências pessoais de consumidores (por exemplo, aquelas relacionadas a contribuições individuais à sustentabilidade ambiental), fenômenos socioculturais que afetam a difusão de novas tecnologias (como a dificuldade de traçar estratégias de marketing que permitam a transição da adoção pelo grupo de *visionários* ao grupo de *pragmáticos*), dentre outros fatores.

Este contexto requer adaptações ao processo de planejamento. Algumas destas são de natureza metodológica. Por exemplo, torna-se necessário considerar cenários de adoção de recursos energéticos distribuídos ao projetar a demanda de energia elétrica a ser atendida pelo Sistema Interligado Nacional.

Outras adaptações relacionam-se com a função dos planos de expansão. Ganha importância, em um contexto em que o número de agentes cujas decisões afetam a evolução do setor energético se incrementa devido às possibilidades de investimento em novas tecnologias distribuídas, a interpretação dos planos de expansão como instrumentos de subsídio às decisões de desenho de políticas públicas e regulação setorial. Ao analisar diferentes visões de futuro quanto ao desenvolvimento de novas tecnologias, os planos podem se formatar como ferramenta de análise dos impactos de decisões de políticas públicas e regulação, auxiliando no desenho de sinais econômicos e políticas públicas que evoquem decisões privadas condizentes com o bem-estar social. O rápido desenvolvimento das novas tecnologias acelera essa necessidade.

A EPE conduz atualmente esforços para adaptar seus processos a esta nova realidade. Neste documento, já podem ser vistos os primeiros passos nesta direção – incluindo discussões aprofundadas sobre o desenvolvimento de veículos elétricos e estrutura de incentivos para o desenvolvimento da geração distribuída; e também os esforços para a consideração de diferentes cenários para a expansão do sistema de geração. Seguir com estes ajustes é uma das prioridades atuais da EPE. Uma interessante referencia neste sentido é o estudo do *Lawrence Berkeley National Laboratory* sobre as novas praticas de planejamento e necessidade de adaptações, no setor elétrico, para um mundo com forte penetração de geração distribuída (ver LBNL (2016)).

PONTOS PRINCIPAIS DO CAPÍTULO

- > O consumo final de energia cresce à taxa média de 1,9% anuais entre 2016 e 2026. A intensidade energética reduz no período, graças à eficiência energética e a uma mudança na participação dos setores no consumo de energia.*
- > Na análise por setor, a indústria e o setor de transportes continuam a representar mais de 60% do consumo final de energia. O setor energético é o que mais ganha importância no consumo final de energia, influenciado principalmente pelo aumento de produção do pré-sal, aliado ao incremento da produção do setor sucroalcooleiro.*
- > Na demanda total de energia do setor de transportes, o destaque é o crescimento da participação do etanol hidratado e óleo diesel. A demanda de eletricidade, apesar de seu alto crescimento, apresenta ainda uma pequena participação em 2026.*
- > A frota nacional de veículos leves permanecerá constituída essencialmente de veículos flex fuel, sendo pequena a participação de veículos híbridos (flex fuel) no final do decênio (menos de 1%). Os desafios de estímulo à maior participação dos biocombustíveis na matriz serão diversos. Todavia, espera-se que ações governamentais em andamento como o RenovaBio e a Plataforma Biofuturo contribuam para a superação desses desafios e reafirmem os esforços do Brasil em atender aos compromissos do país com o desenvolvimento energético sustentável.*
- > No consumo industrial, destacam-se os segmentos de papel e celulose e de alimentos e bebidas, que ganham importância no horizonte decenal, em detrimento dos segmentos de cerâmica, ferro-gusa e aço, química e outras indústrias. O gás natural é a única fonte fóssil que ganha espaço na indústria brasileira. Por outro lado, ganham participação: a eletricidade, os derivados da cana e as demais fontes. Perdem participação: a lenha e o carvão vegetal, em benefício de outras fontes com melhores rendimentos energéticos.*
- > No setor residencial, o condicionador de ar será o principal responsável pelo consumo de energia elétrica nos domicílios. Já a lâmpada será o dispositivo que apresentará a maior redução da participação no consumo total, resultado do fim da comercialização de lâmpadas incandescentes e da maior penetração de lâmpadas fluorescentes compactas e de LED, mais eficientes. Destacam-se o crescimento do GLP em função da substituição parcial da lenha e do carvão, devido, sobretudo, ao aumento do rendimento médio das famílias da zona rural o gás natural que deslocará parte do consumo de GLP na medida em que ocorre a expansão de sua rede de distribuição em áreas urbanas.*
- > Na análise por fonte, mantém-se a tendência de crescente eletrificação do País. O gás natural e os derivados da cana, além das outras fontes (incluindo biodiesel) também ganham importância ao longo do período. Os derivados de petróleo mantêm-se como a principal fonte de energia final, embora parte de seu mercado potencial é abatida pelo etanol e pelo biodiesel, especialmente no setor de transportes.*
- > Espera-se o crescimento de importância relativa do biodiesel (com o aumento de sua participação no óleo diesel comercializado), o etanol (cresce sua importância nos veículos leves, em detrimento da gasolina automotiva) e a lixívia, sendo esta última advinda do processo produtivo da celulose e que ainda é largamente utilizada para autoprodução de eletricidade.*
- > Observa-se no primeiro quinquênio uma redução no consumo de gás natural, associado à geração elétrica esperada, devido à expectativa de alívio na severidade das condições hidrológicas observadas em 2016 e à entrada em plena operação dos grandes empreendimentos hidrelétricos construídos nos últimos anos.*

- > Existe um potencial relevante associado à complementação de potência de ponta, acentuada pela previsão de incorporação de novas renováveis no parque de geração no horizonte do plano. A geração elétrica adicional representa um consumo potencial de gás natural, mas é uma das alternativas dentro de outras possibilidades de complementaridade na ponta.
- > Um cenário econômico mais otimista, naturalmente impactaria positivamente o consumo de gás natural, entretanto o aumento da competitividade do gás natural é fundamental para que este mercado mude de patamar. O aumento da competitividade do gás natural passa pelo preço do energético frente aos seus concorrentes, a confiança do consumidor no fornecimento do energético ou a insegurança para a conversão de equipamentos e mudança de tecnologia.
- > O programa de desinvestimento da Petrobras representa grande oportunidade de ingresso de novos agentes no setor. Muitas questões que hoje representam entraves ao mercado de gás natural já estão sendo discutidas com representantes do setor no âmbito do programa Gás Para Crescer do MME, com destaque para a implementação de medidas de estímulo à concorrência, que limitem a concentração de mercado e promovam efetivamente a competição na oferta de gás natural, a harmonização entre as regulações estaduais e federal, a regulação do mercado livre e a redução da assimetria de informações, aumentando a transparência e previsibilidade do mercado, entre tantas outras medidas e iniciativas. Se adequadamente endereçadas, essas questões tem o potencial de alavancar significativamente o mercado de gás natural nos próximos anos
- > A eletrificação crescente é uma tendência verificável no período decenal. Espera-se que o consumo total de eletricidade cresça cerca de 50% a mais que a economia brasileira, puxado diretamente pelo incremento acelerado da autoprodução clássica.
- > O consumo residencial cresce a partir do resultado do aumento do número de consumidores residenciais, que alcança o total de 89 milhões em 2026, e também pelo incremento do consumo médio residencial, atingindo 182 kWh/mês ao final do decênio, pouco superior ao máximo histórico (179 kWh/mês, em 1998).
- > No caso das perdas elétricas, espera-se maior dificuldade na realização de investimentos para a redução de perdas, fazendo com que o nível deste indicador se mantenha constante no primeiro quinquênio. Já no segundo quinquênio, o maior crescimento econômico gera investimentos que levam à redução das perdas.
- > O consumo industrial na rede cresce abaixo da média, mas ainda assim se espera que o nível máximo histórico (185 TWh, em 2013), seja atingido no início do segundo quinquênio, basicamente através da retomada da utilização da capacidade instalada existente. No segundo quinquênio, espera-se que haja a instalação de novas unidades industriais em alguns segmentos energointensivos a partir da melhora do ambiente econômico.
- > Supondo-se uma trajetória de crescimento econômico melhor do que no cenário de referência, o consumo total de energia elétrica alcança um nível cerca de 7% maior no fim do horizonte decenal. Portanto, há um incremento de mais de 40 TWh no consumo na rede, com maior impacto advindo do setor industrial, cujo consumo alcança a taxa média de 3,9% anuais. Em relação à carga, o maior vigor econômico leva a um incremento superior da carga de energia, que se situa 5,4 GW médios acima da carga de energia do cenário de referência ao final do horizonte decenal. O impacto sobre a expansão de geração de energia elétrica é analisado no Capítulo de Geração de Energia Elétrica.