

2. Demanda de Energia

Refletindo o ambiente econômico do cenário delineado deste PDE, o consumo final de energia cresce na primeira metade da década a taxas mais modestas (2,3% a.a.), que se aceleram no segundo quinquênio (2,7% a.a.). Dessa forma, o consumo cresce à taxa média de 2,5% anuais entre 2019 e 2029, atingindo uma elasticidade-renda de 0,85.

Ao longo da década, projeta-se redução gradual da intensidade energética, pela incidência de

ganhos de eficiência energética bem como pela mudança na participação dos setores no consumo de energia.

Por fim, embora o consumo de energia per capita cresça a 1,9% no período decenal, ainda assim o País ainda estará longe de atingir, em 2029, o nível de consumo médio atualmente observado nos países desenvolvidos.

Tabela 2-1 - Indicadores: consumo final de energia

Indicador	2019	2024	2029
Consumo Final de Energia (10 ⁶ tep)	263	295	336
Consumo Final de energia per capita (tep/hab/ano)	1,25	1,35	1,50
Intensidade Energética da Economia (tep/10 ³ R\$ [2017])	0,064	0,062	0,061
Elasticidade-renda do consumo de energia (período)	0,82 (2019-2024)	0,88 (2025-2029)	0,85 (2019-2029)

2.1 Consolidação por Setor

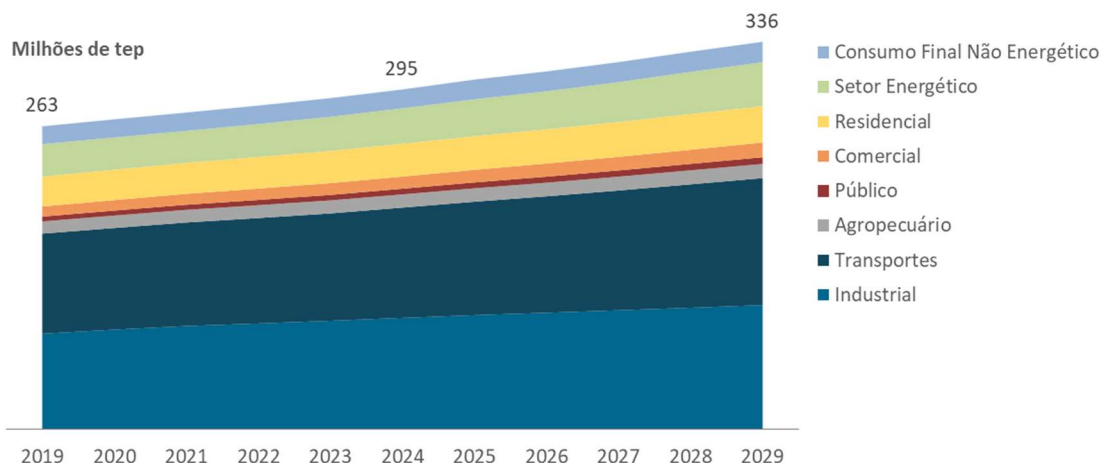
Entre 2019 e 2029 não são esperadas mudanças significativas na estrutura dos setores no consumo final. O setor energético é o que mais ganha importância no consumo final de energia, devido a fatores tais como o incremento da produção de petróleo e gás no País, assim como a de etanol em usinas e destilarias.

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, mantém a sua participação no consumo final de energia até 2029 relativamente estável. 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.

O setor de transportes se mantém líder no *ranking* dos setores consumidores de energia, com 33% de participação, com destaque para o segmento de transporte rodoviário.

Gráfico 2-1 - Consumo final de energia por setor



INDUSTRIAL

Espera-se que o valor adicionado industrial, exclusive setor energético, evolua à taxa média de 3,0% a.a.. Tal resultado decorrerá tanto da melhora dos indicadores econômicos quanto da redução da considerável ociosidade na utilização da capacidade instalada em alguns segmentos.

O setor de papel e celulose cresce mais que o restante da indústria, com a expansão da capacidade instalada de plantas de celulose de aproximadamente 70% da capacidade atual. No horizonte decenal a lixívia continua sendo queimada em caldeiras de recuperação, enquanto as pesquisas em biorrefinarias avançam.

Na produção de metais não-ferrosos se destaca o crescimento médio da produção de alumínio em 9% a.a. no primeiro quinquênio pela retomada de parte da utilização da capacidade instalada, que foi bastante debilitada nos últimos anos por perda de competitividade decorrente do aumento de custo da energia elétrica e questões ambientais.

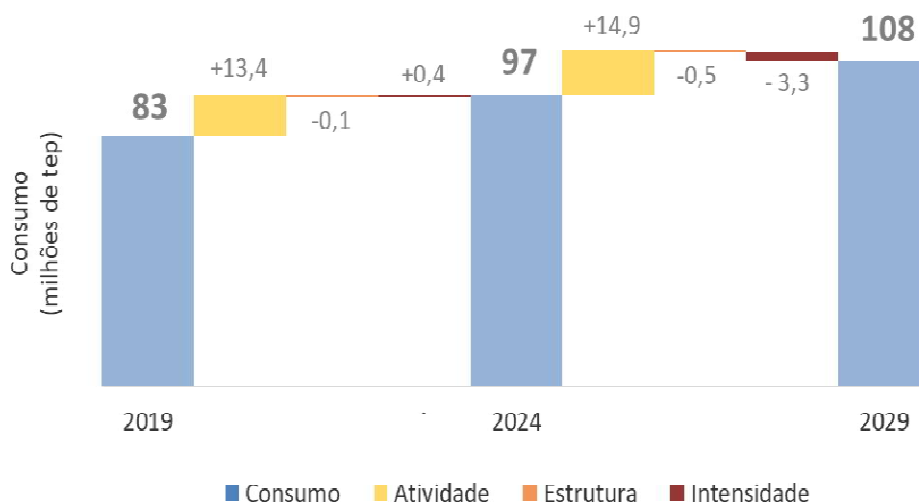
A produção de fertilizantes nitrogenados também considera a retomada de parte da utilização da capacidade instalada e a entrada em operação de uma nova planta que utiliza gás de natural como matéria prima. No setor de soda-cloro há a entrada de

uma planta no final do horizonte, utilizando a tecnologia de membrana, que é a mais eficiente. Atualmente, cerca de 23% da capacidade instalada utiliza tecnologia de membrana, 63% de diafragma e 14% de mercúrio (Abiclor, 2019).

No caso de segmentos ligados à expansão de infraestrutura, tais como cimento e cerâmica, a perspectiva é que suas atividades voltem a crescer de forma mais gradual e acelerando a partir do final do primeiro quinquênio, quando a economia brasileira atingirá níveis maiores de crescimento do PIB. Na indústria de cimento, o teor de adições ao clínquer aumenta de 32% (EPE, 2017) para 35% em 2029, em função de esforços do setor para reduzir suas emissões de gases de efeito estufa.

Em termos de consumo de energia, espera-se que o setor industrial cresça à taxa de 2,6% anuais, atingindo o montante de 108 milhões de tep em 2029. O crescimento do consumo é inferior à perspectiva de valor adicionado em função dos efeitos estrutura e intensidade (Gráfico 2-2). Destacam-se os segmentos de papel e celulose, alimentos e bebidas e alumínio, que ganham importância no horizonte decenal, em detrimento dos segmentos de têxtil, cerâmica e química. Apesar das alterações, não há mudanças estruturais significativas.

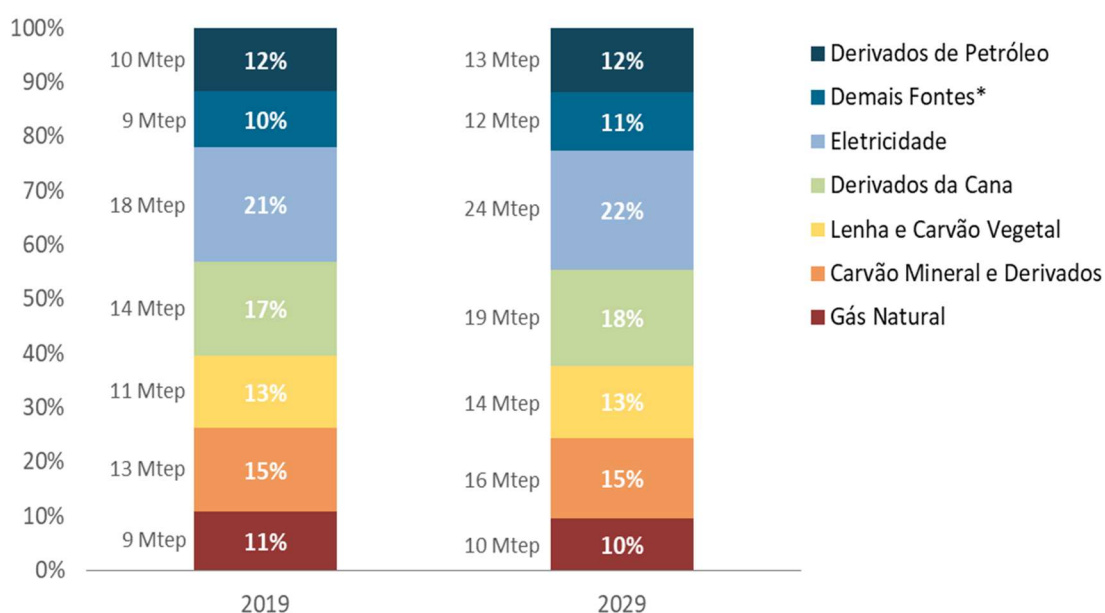
Gráfico 2-2 - Setor industrial: Consumo final de energia por segmento



Sob a ótica do consumo por fonte, há uma maior participação do bagaço de cana, da lixívia, da eletricidade, da lenha e dos derivados de petróleo. Isto ocorre principalmente pela mudança na estrutura da indústria brasileira – o bagaço e a lixívia são coprodutos das indústrias de açúcar e celulose, respectivamente. Fontes como o gás natural e carvão

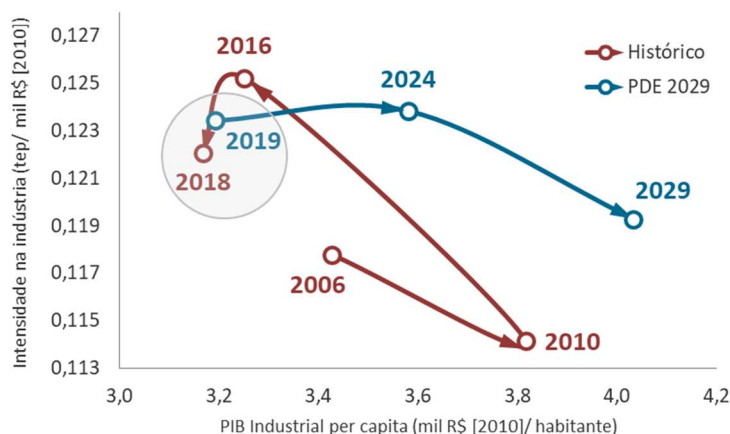
mineral e seus derivados têm redução marginal na participação do consumo final industrial (Gráfico 2-3). A eletricidade ganha participação na metalurgia. Devido à perda de participação de segmentos energointensivos em relação ao total, a intensidade da indústria diminui para níveis similares aos de 2010 (Gráfico 2-4).

Gráfico 2-3 - Setor industrial: Consumo final de energia por fonte



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

Gráfico 2-4 – Sendero energético industrial

**BOX 2-1. ESTUDOS DE RESPOSTA DA DEMANDA NO PLANEJAMENTO ENERGÉTICO**

Resposta da demanda refere-se aos mecanismos para gerenciar o consumo dos clientes em resposta às condições de oferta, como por exemplo, realizar a redução ou deslocamento do consumo de energia em momentos críticos por meio de pagamentos ou em resposta a preços de mercado (Gellings, 2012).

A resposta da demanda baseada em preços refere-se à mudança no perfil de uso da energia devido às alterações no preço ao longo das horas do dia. Um exemplo deste tipo de resposta da demanda é a tarifa branca, que desde 2018 já pode ser utilizada por alguns consumidores da baixa tensão (como residências e pequenos comércios) no Brasil.

A análise e quantificação do potencial a ser ofertado ou diminuído pelos agentes de consumo em programas de resposta da demanda, além da expectativa de custo associado e nível de incerteza, são de suma importância para a consideração em modelos de planejamento. Conforme relatado no Capítulo 3 – Expansão da Geração, a modelagem da resposta da demanda pode ser feita de duas formas nos estudos de longo prazo do planejamento energético: exógena ou endógena.

A modelagem de forma exógena é a maneira mais frequente, sendo que deste modo os impactos da tecnologia são abatidos da projeção de carga. Um exemplo desta implementação é a utilizada em “A Fuzzy Knowledge-Based System to Assess the Impact of Demand Response on the Long Term Demand of Electricity: Application to the Brazilian Interconnected Power System” (Muller, 2019), onde é determinada a diminuição da carga de energia e demanda máxima do SIN de acordo com o desenvolvimento de variáveis que impactarão o desenvolvimento da resposta da demanda, como Regulação, Tarifas de Energia, Tecnologias e Projetos-pilotos. De acordo com o desenvolvimento de cada variável, os impactos na energia e demanda máxima são calculados, abatidos da projeção de carga e consequentemente, outra expansão indicativa é alcançada por meio dos modelos computacionais.

Apesar de ser um passo importante na consideração da resposta da demanda no planejamento energético, os resultados da modelagem exógena costumam ser limitados e não refletem o ótimo sistêmico. Outro problema enfrentado pela modelagem exógena é não captar a sinergia entre diversas variáveis do planejamento, notadamente entre os recursos energéticos distribuídos (RED). Já a modelagem endógena permite que o portfólio de candidatos compita com outros recursos do lado da oferta, buscando a minimização do custo total de atendimento da demanda.

(cont.)

BOX 2-1. (CONT.)

A incorporação da modelagem endógena, bem como de melhoramentos na modelagem exógena da resposta da demanda baseada em preços, passam por diversas etapas a serem construídas. Dentre elas estão:

- Detalhamento temporal dos impactos da resposta da demanda, que passa pela criação de curvas de cargas horárias, bem como da utilização das mesmas nos modelos de simulação;
- Detalhamento espacial, para determinação dos impactos da resposta da demanda por submercados;
- Determinação do potencial e da elasticidade por setores da economia perante diferentes tipos de modelos de tarifação;
- Determinação do potencial por tipo de tarifação, que futuramente podem ser adotados.

Para a determinação do potencial por indústria, o primeiro passo é a identificação dos processos e equipamentos adequados para resposta da demanda. Tipicamente as cargas flexíveis são relacionadas a armazenamento de frio ou calor, flexibilidade da demanda ou armazenamento físico. Alguns processos com potencial de flexibilidade são: eletrólise, fornos elétricos, picadores e moagem, ventiladores, extrusores, compressores e câmaras frias (Gils, 2014). Esses processos são encontrados em diversas indústrias, como a metalúrgica, química, alimentos e bebidas, cimento e papel e celulose. Outras etapas podem incluir a análise das características do perfil de carga por indústria e, a partir do consumo elétrico específico (por unidade produzida), quantificação da participação da carga flexível, duração máxima do corte de carga e restrições operativas e econômicas. Desta forma, é possível associar o potencial de resposta da demanda aos cenários de produção e demanda industrial.

A EPE está desenvolvendo metodologia para melhor estimativa das possibilidades de aplicação de mecanismos de resposta da demanda e de seus impactos no sistema elétrico brasileiro.

TRANSPORTES

O consumo energético do setor transportes é influenciado por diversos fatores, como o PIB *per capita*, a disponibilidade e a ampliação de infraestrutura logística, as políticas ambientais, o comportamento e preferências das pessoas, uma maior conectividade e novas tecnologias. Tais fatores contribuem para a demanda do transporte de cargas e/ou de passageiros, conforme descrito a seguir.

Transporte de cargas

A atividade total do transporte de cargas deve aumentar 3,4% a.a. entre 2019 e 2029 no caso de referência. Esse crescimento é necessário para permitir o escoamento da produção brasileira, principalmente com o crescimento previsto do agronegócio, além da recuperação de setores como o varejo e a construção civil, muito demandantes de transporte rodoviário.

Projetos de infraestrutura com execuções físicas avançadas devem entrar em operação nos próximos anos, como a recentemente leiloadada Ferrovia Norte-Sul, elevando a participação do modo ferroviário.

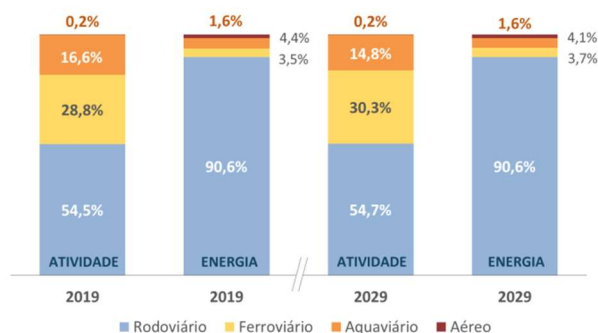
Vale destacar que, apesar da crescente participação do modo ferroviário, o transporte rodoviário de cargas mantém sua elevada representatividade na demanda energética do setor de transportes total.

A demanda do transporte de carga continua muito concentrada no uso do óleo diesel B, já que não se projeta, no horizonte do presente estudo, um amplo desenvolvimento de projetos em fontes substitutas para veículos pesados.

Em termos energéticos, a demanda do transporte de cargas cresce em média 2,5% a.a.. A diferença em relação à taxa da atividade é explicada,

em grande medida, pelos avanços tecnológicos e de aerodinâmica, além da melhor infraestrutura logística, o que permite um aumento da participação de modos menos energointensivos, especialmente o ferroviário, conforme indicado no Gráfico 2-5.

Gráfico 2-5 - Participação dos modos na atividade e demanda energética do transporte de cargas



Transporte de passageiros

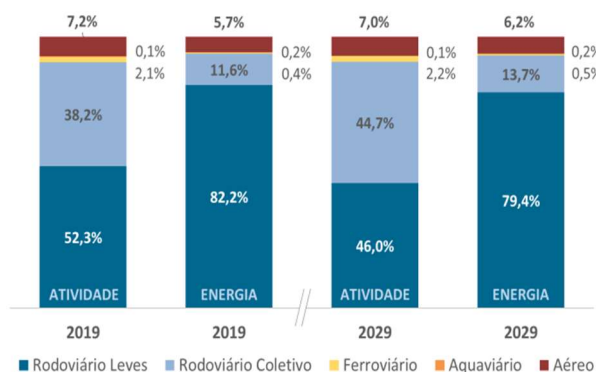
A atividade total do transporte de passageiros deve aumentar 4,1% a.a. entre 2019 e 2029. Esse crescimento visa atender a demanda da sociedade, que exige cada vez mais mobilidade para lazer e trabalho, acompanhando o ritmo do crescimento do PIB *per capita* e da redução do desemprego.

Observa-se que o ritmo de crescimento do PIB *per capita* e a redução do desemprego impactam, menos que proporcionalmente, na redução do endividamento das famílias e no aumento da venda de veículos leves. Isso faz com que boa parte da mobilidade exigida nas grandes cidades seja atendida inicialmente pelo transporte rodoviário coletivo. Considera-se um aumento na capacidade de transporte do sistema metro-ferroviário, sistema menos energointensivo, a uma taxa similar ao crescimento do modo rodoviário.

Em termos energéticos, a demanda do transporte de passageiros cresce em média 2,4% a.a.. 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.⁴ 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.

Gráfico 2-6 - Participação dos modos na atividade e consumo energético do transporte de passageiros



O transporte aéreo, apesar de melhorar sua eficiência energética em 0,5% a.a., apresenta um dos maiores crescimentos da demanda energética do setor de transportes. Isso se justifica, em parte, pela retomada do crescimento econômico associada a uma maior redistribuição de renda.

Vale destacar alguns aspectos qualitativos que influenciaram as taxas de crescimento de cada modo de transporte. A tendência de envelhecimento da população brasileira tende 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

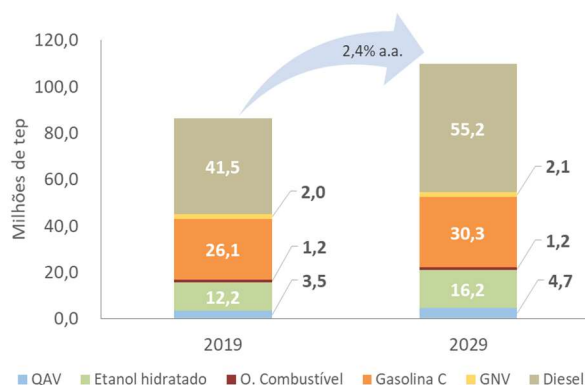
⁴ Apesar de um aumento da qualificação da frota de coletivos (equipados com ar-condicionado) estar associada a uma redução da eficiência energética, a projeção indica um aumento da mesma. Isso decorre do fato de ônibus mais modernos estarem equipados com controles automáticos, como o de tração e de frenagem. Além disso, projeta-se a introdução de novas tecnologias híbridas, e a redução de congestionamentos pela priorização dada ao transporte coletivo.

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.

Demanda energética do setor transportes

A demanda total de energia do setor de transportes aumentará, em média, 2,4% a.a. entre 2019 e 2029, com destaque para o crescimento da demanda de óleo diesel e querosene de aviação, conforme indicado no Gráfico 2-7. A demanda de eletricidade, apesar de seu alto crescimento, não é expressiva, apresentando uma participação de 0,3% em 2029.

Gráfico 2-7 - Participação dos tipos de energia na demanda energética do setor de transportes

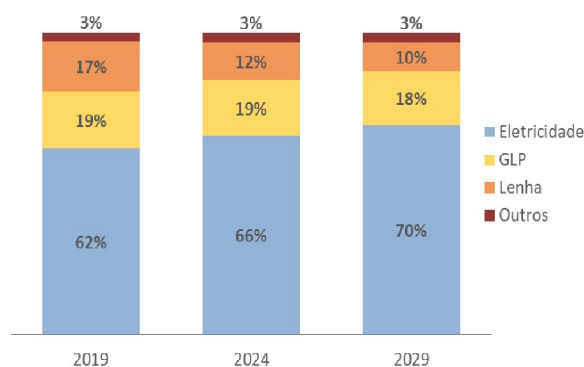


Como já citado, apesar da crescente participação do modo ferroviário, o transporte rodoviário de cargas mantém sua elevada representatividade na demanda energética do setor de transportes total. Desta forma, o diesel para atender a este segmento representará 39,2% da demanda energética total do setor de transportes em 2029, uma pequena variação dos 38,7% em 2019. Outro destaque é participação da demanda para motores Ciclo Otto que, apesar da perda significativa de importância da gasolina C, passa de 32,5% em 2019 para 29,9% da demanda energética total do setor de transportes em 2029.

EDIFICAÇÕES

O setor de edificações é composto por edifícios residenciais, comerciais e públicos. As principais fontes de energia utilizadas nas residências são a eletricidade, o gás liquefeito de petróleo (GLP) e a lenha. Já nos edifícios comerciais e públicos o uso predominante é da energia elétrica. No horizonte decenal, espera-se que essas fontes de energia continuem sendo protagonistas no setor, com destaque para a eletricidade. Em 2029, espera-se que o consumo final de eletricidade no setor alcance 406 TWh, correspondente a cerca de 70% da matriz energética das edificações e 51% do consumo final de eletricidade.

Gráfico 2-8 - Consumo final de energia no setor de edificações

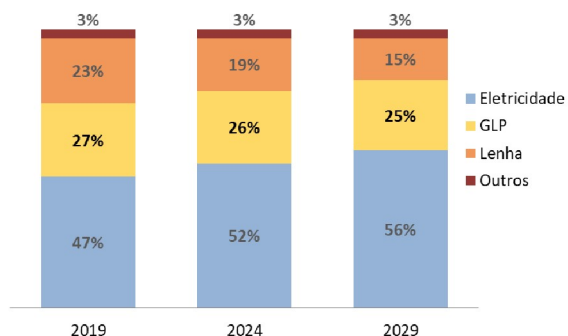


RESIDÊNCIAS

O consumo de energia nas residências deve crescer 2,0% a.a. entre 2018 e 2029, resultado do aumento da renda das famílias, do número de domicílios e da expansão da malha de distribuição de combustíveis.

A eletricidade é a principal fonte de energia utilizada nos domicílios (Gráfico 2-9). O aumento da posse de eletrodomésticos contribuirá positivamente para a elevação do consumo de energia elétrica nas residências no horizonte decenal. Contudo, a revisão dos índices mínimo e das classes de eficiência energética de equipamentos participantes do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) são políticas que podem induzir a redução do consumo médio do estoque dos eletrodomésticos.

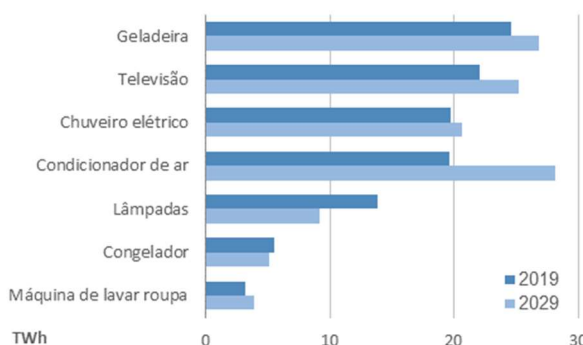
Gráfico 2-9 - Consumo final de energia nas residências



O Gráfico 2-10 sugere que o consumo de energia elétrica associado aos principais eletrodomésticos deverá crescer nos próximos anos. O aumento da renda e a maior propensão dos indivíduos por ambientes climatizados, tornará o condicionador de ar o principal responsável pelo incremento do consumo de eletricidade pelas famílias. Assim, a demanda por esse uso final da energia poderá crescer 3,6% a.a. ao longo do período analisado. Entretanto, a demanda por eletricidade para iluminação continuará diminuindo, resultado da maior penetração da tecnologia LED (*light-emitting diode*), que apresenta menor consumo específico e maior vida útil quando comparada com as lâmpadas fluorescentes. Portanto, de forma agregada, espera-se que o consumo de energia elétrica nas residências cresça 3,9% a.a. entre 2018 e 2029.

Cabe ressaltar que o crescimento da renda das famílias acima da trajetória adotada poderá aumentar a venda de equipamentos, principalmente de máquinas de lavar roupas e condicionadores de ar, que ainda apresentam potencial elevado de penetração nos domicílios. Eventos atípicos, como ondas de calor, podem aumentar permanentemente o consumo de eletricidade, na medida em que os equipamentos adquiridos durante esses eventos passam a ser utilizados regularmente em períodos com a temperatura amena. Além disso, mudanças de comportamento dos indivíduos, decorrente do processo natural de interações sociais ou induzidas por políticas públicas, também podem impactar a demanda futura de energia nas residências.

Gráfico 2-10 - Consumo de energia elétrica por equipamento residencial



As demais fontes de energia utilizadas nos domicílios são o GLP, o gás natural, a lenha e o carvão vegetal. Esses combustíveis são utilizados predominantemente para cocção de alimentos e aquecimento de água. Nesse sentido, destaca-se o crescimento da demanda por combustíveis modernos, GLP e gás natural. A demanda por GLP, que apresenta uma rede de distribuição consolidada no País, crescerá 1,9% a.a. em função sobretudo da substituição parcial do uso de biomassas tradicionais (lenha e carvão vegetal) na área rural. Por outro lado, ainda que partindo de uma base pequena de consumidores, o gás natural crescerá 4,5% a.a. e deslocará parte do consumo de GLP nas áreas urbanas, à medida que ocorre a expansão da sua rede de distribuição.

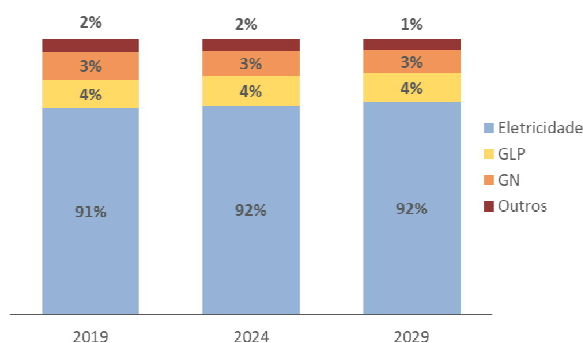
COMERCIAL E PÚBLICO

As edificações comerciais e públicas para efeito da projeção estão inseridas no setor de serviços. De acordo com o BEN 2018 (EPE, 2019), o consumo de energia corresponde a 5% do consumo final energético do País.

O consumo final de energia do setor de serviços deve crescer com uma taxa de 3,3% a.a., entre 2018 e 2029, tendo uma maior aceleração no curto prazo em função da vacância das edificações resultante dos últimos anos de crise econômica no País. Além disso, o setor continua a crescer no horizonte decenal em consonância com o cenário econômico apontado no plano, estando as incertezas quanto ao dinamismo do setor associadas ao desempenho da economia ao longo do horizonte.

A fonte preponderante é a eletricidade, que concentra mais de 92% da energia total consumida nesse setor, em decorrência da possibilidade do uso desta fonte para todos os serviços energéticos demandados. Ao longo do horizonte há ligeiro ganho de participação desta fonte (Gráfico 2-11). Entretanto, há possibilidade de inversão neste processo de eletrificação, caso haja maior difusão de tecnologias de geração de calor/frio baseadas em outras fontes de energia, tais como aquecimento de água a gás natural, aquecimento solar térmico, ou ainda sistemas de refrigeração a gás natural. Projeta-se que esse setor atinja em 2029 o consumo de eletricidade de 191 TWh, onde o setor comercial representa 67% desse consumo.

Gráfico 2-11 - Consumo final de energia no setor de serviços

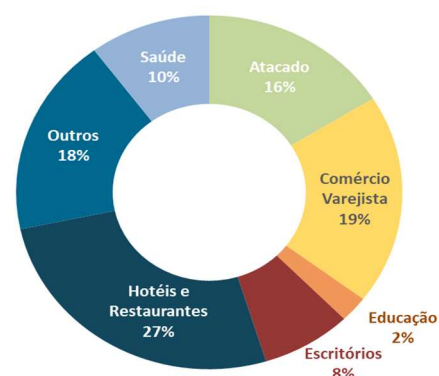


Quanto às demais fontes, há destaque para GLP e gás natural (GN). O primeiro, manterá sua representatividade no consumo final de energia no setor, sendo recrutado majoritariamente para o serviço de cocção para os segmentos associados à alimentação. Já o gás natural, apesar de ser a fonte com maior dinamismo ao longo do horizonte, mantém sua participação dada a restrição de acesso de alguns

estados à malha de distribuição de gás natural ao longo do horizonte.

Cabe ressaltar, que na projeção desse PDE foi utilizado o novo modelo de projeção desenvolvido pela EPE que utiliza dados coletados pela pesquisa do setor de serviços para o ano de 2015,⁵ sendo possível avaliar o tamanho do mercado desse segmento e dessa forma compreender a evolução desse consumo. O Gráfico 2-12 apresenta a distribuição do consumo de energia em 2029.

Gráfico 2-12 – Distribuição do consumo final de energia no setor comercial em 2029



No cenário, de maneira geral os segmentos têm crescimento do consumo mais acentuado nas regiões Norte e Nordeste do país, sobretudo para atendimento de uma demanda reprimida por alguns serviços, tais como saúde, educação e escritórios. Entretanto, a projeção estima maior dinamismo, no curto prazo, na região Sudeste, dada a atual vacância de estabelecimentos nos segmentos de comércio varejista, hotéis e restaurantes, cuja participação conjunta alcança 46% do consumo final do setor comercial em 2029.

⁵ Esses resultados são referentes ao Projeto Caracterização do Uso de Energia no Setor de Serviços, nível nacional, conforme Contrato nº CT-EPE-012-2014, firmado entre a EPE – Empresa de Pesquisa Energética e a Foco Opinião e Mercado, os recursos são provenientes do Acordo de Empréstimo nº 8.095-BR, formalizado entre a República Federativa do Brasil e o Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento – BIRD, em 1º de março de 2012.

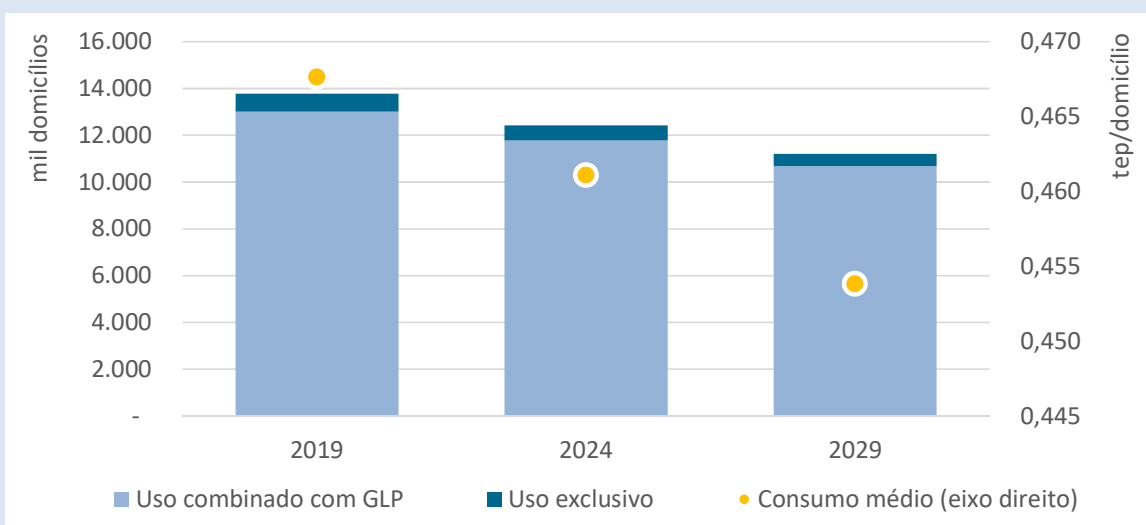
BOX 2-2. A DEMANDA POR BIOMASSAS TRADICIONAIS NAS RESIDÊNCIAS

Nas últimas décadas, foi construído um consenso global de que o acesso a combustíveis limpos é um fator-chave para o desenvolvimento sustentável e para a garantia do bem-estar das famílias, materializado nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU). O acesso a combustíveis limpos nas residências envolve a substituição do uso das biomassas tradicionais por GLP, gás natural e eletricidade. Esse processo de transição energética das famílias não é linear ou unidirecional, já que as elas podem consumir um portfólio de múltiplos combustíveis com diferentes características físicas. As razões para o uso de múltiplos combustíveis são variadas e podem incluir a renda das famílias, a disponibilidade e o custo dos combustíveis substitutos, os riscos associados à interrupção da oferta, aspectos culturais, sociais e preferências. Contudo, o uso de biomassas tradicionais, em maior ou menor grau, pode comprometer a qualidade do ar no interior das residências, devido à baixa eficiência de combustão dos fogões e fornos utilizados, e afetar a saúde dos indivíduos, principalmente daqueles que passam mais tempo dentro de casa, como mulheres, crianças e idosos (WHO, 2016).

No Brasil, a principal biomassa utilizada nas residências é a lenha. Em geral, a lenha é um combustível não comercial usado predominantemente para cocção de alimentos. Desde o início do século passado, o uso de biomassas vem sendo substituído por GLP, como consequência da urbanização, do aumento da renda das famílias e das intervenções governamentais na promoção de combustíveis limpos (LUCON et al., 2004). Contudo, após as alterações da política de preço do GLP e da crise econômica Brasileira de 2015, de acordo com os dados da Pesquisa Nacional de Amostra por Domicílios Contínua (PNAD Contínua) do IBGE, o número de domicílios que declararam utilizar biomassas tradicionais para cocção de alimentos cresceu 27% entre 2016 e 2018, atingindo cerca de 14 milhões de famílias. Ainda com base na pesquisa, 94% dessas famílias utilizam biomassa e gás (GLP ou gás natural) concomitantemente, sugerindo o caráter complementar desse tipo de combustível.

No horizonte decenal, estima-se que o aumento da renda média das famílias, previsto neste PDE, contribua para a redução da demanda por biomassas nas residências. Tal redução é observada pela diminuição conjunta do número de domicílios que utilizam biomassas tradicionais (de forma exclusiva ou combinada com o uso de GLP) e pela redução do seu consumo médio. Cabe destacar que dimensões adicionais, como o custo dos combustíveis substitutos e mudanças de preferências dos consumidores, por exemplo, podem alterar a dinâmica de adoção aos combustíveis limpos nas residências. Porém, tudo mais mantido constante, as biomassas tradicionais continuarão sendo relevantes para atender as necessidades energéticas de parcela significativa das famílias brasileiras nos próximos anos.

Gráfico 2-13 - Número de domicílios que utilizam biomassas tradicionais e consumo médio



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, fonte que atinge um incremento médio anual de 3,8%. Os derivados da cana também conservam sua importância ao longo do período.

Os derivados de petróleo mantêm-se como a principal fonte de energia final, com um

crescimento médio de 2,0% a.a. no decênio. Entretanto, observa-se uma redução de sua participação na matriz de consumo final, que se deve, em parte, pela substituição de parcela de óleo diesel por biodiesel e parte da gasolina por etanol hidratado no setor de transportes.

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

Gráfico 2-14 - Consumo final de energia por fonte



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

BIOCOMBUSTÍVEIS

Quanto aos biocombustíveis, os que mais crescem de importância no consumo final de energia no decênio são o biodiesel (6,9% a.a.) e a lixívia (3,0% 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 B comercializado, que salta de 10,2%, em média em 2019, para 15,0%, em 2029. Já o etanol cresce de importância nos veículos leves, em detrimento da gasolina automotiva.

Por outro lado, espera-se que a lenha mantenha seu consumo final praticamente estável ao longo do decênio (0,6% a.a.), 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 2019-2029, o etanol tem um expressivo aumento do consumo final, sendo que boa parte deste incremento advém do etanol hidratado (2,8% anuais), a ser utilizado basicamente em veículos do ciclo Otto. Por outro lado, o etanol anidro tem uma redução média anual da demanda de 1,4%, atrelada ao cenário de consumo de gasolina C.

Gráfico 2-15 - Consumo final de etanol por tipo

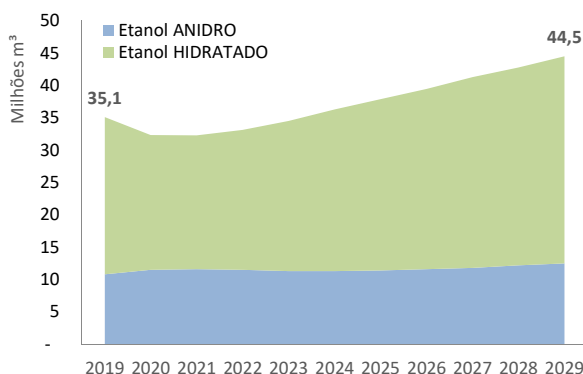
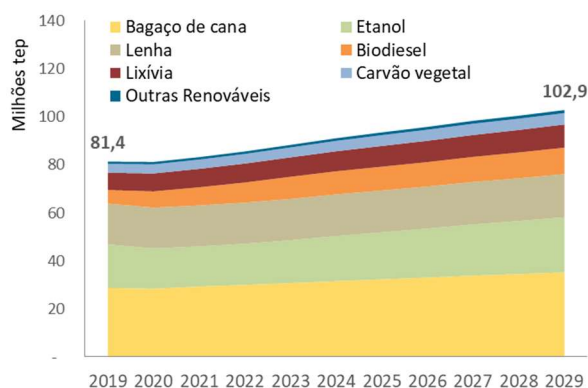


Gráfico 2-16 - Consumo final de biocombustíveis por fonte



DERIVADOS DE PETRÓLEO

Apesar da redução de participação, os derivados de petróleo ainda se manterão com alta importância no período decenal, com 36% do consumo final e crescimento à taxa de 2,8% a.a..

O óleo diesel B é a principal fonte utilizada para o transporte de cargas pesadas no País e, apesar de seu consumo potencial ser reduzido com um aumento da participação do biodiesel no óleo diesel B comercializado, ainda ganha importância entre os derivados de petróleo, com um crescimento médio anual de 2,6%.

O óleo combustível tem seu consumo final majoritariamente alocado no 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, em parte pelo ganho de importância do etanol na demanda de veículos leves.

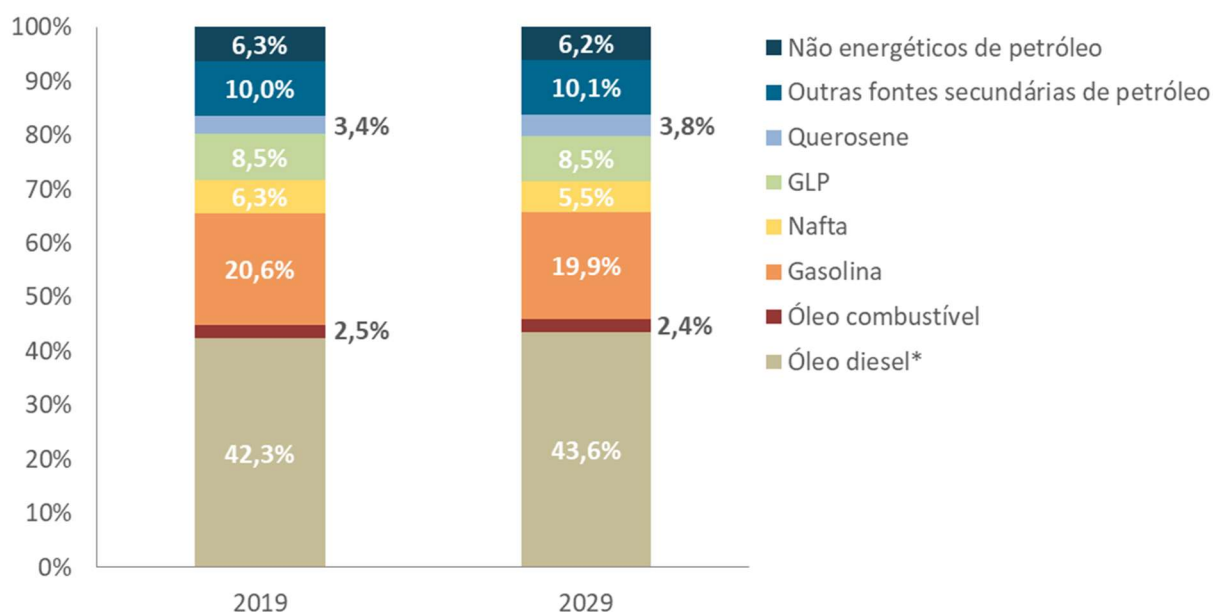
A nafta petroquímica é utilizada como matéria-prima. No decênio, não há implementação de novas unidades. Assim, o incremento da demanda de nafta ocorre apenas através da reutilização da capacidade instalada petroquímica existente.

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

Quase a totalidade da demanda de querosene é atribuída ao 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 3,0%.

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.

Gráfico 2-17 - Derivados de Petróleo: Consumo final de energia por fonte



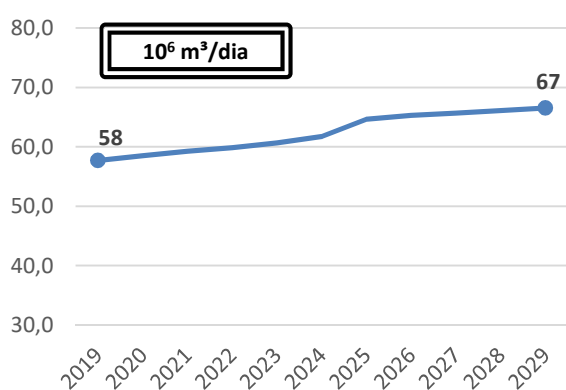
Notas: *Não inclui o biodiesel

GÁS NATURAL

Os estudos de demanda de gás natural geram o cenário de demanda setorial no horizonte decenal, partindo-se de uma metodologia “bottom up” para coleta e consolidação dos dados, seguida de uma análise de consistência econômica e energética, leva-se em conta as perspectivas de expansão da malha de gasodutos, bem como suas respectivas restrições operativas. O resultado é a projeção de consumo esperado de gás natural no horizonte decenal.

Na avaliação da demanda por gás natural, é importante considerar que o crescimento da demanda é sensível não só ao cenário macroeconômico, mas também à competitividade do gás natural. A expectativa é que a recuperação da economia não ocorra de forma igual para todos os setores. Assim, o crescimento da demanda de gás natural associado à recuperação econômica dependerá da resposta dos setores consumidores deste energético. A parcela da projeção da demanda referente potencial de substituição por competição direta com energéticos concorrentes é dependente da competitividade do gás natural, assim como a demanda referente aos novos empreendimentos, em especial os grandes consumidores de gás natural.

Gráfico 2-18 – Gás Natural: Demanda não-termelétrica



A projeção de demanda de gás natural, exclusiva para geração de eletricidade, aponta para um volume de 67 milhões de m³/dia, em 2029, isto representa um acréscimo de 16% em relação a.a. de 2019. O principal destaque fica a cargo da expectativa por moderada expansão do mercado consumidor,

com taxa média de crescimento anual projetada de apenas 1,4% a.a. para a demanda não-termelétrica entre 2019 e 2029. A produção industrial começa a demonstrar perspectivas de recuperação, entretanto mais concentrada em setores não intensivos no uso do gás natural. Assim, esta recuperação não se reflete na mesma proporção em expansão da demanda por gás natural. Este comportamento é agravado pela competitividade, dificultando o ganho de mercado tanto por substituição, quanto pela viabilização de novos empreendimentos potencialmente intensivos no uso do mesmo.

Todavia, iniciativas para a modernização do mercado, como o programa Novo Mercado de Gás, podem melhorar consideravelmente a competitividade do gás natural no Brasil. O Box 2-3 apresenta uma trajetória alternativa de demanda potencial de gás natural, a partir da premissa de aumento de oferta. Novas demandas podem ser viabilizadas em um cenário de maior competitividade do gás natural, como no segmento de fertilizantes nitrogenados, onde o preço do gás natural são fatores determinantes para viabilidade do investimento, conforme destacado no informe técnico “Competitividade do Gás Natural: Impactos na Indústria de Fertilizantes” (EPE, 2019).

O setor industrial mantém-se como principal consumidor do gás natural ao longo de todo o horizonte, com 54% do consumo não-térmico, e 28% do consumo total nacional quando considerada a parcela referente a geração termelétrica esperada.

No Gráfico 2-19 projeta-se em 2029 um consumo total de 87,6 milhões de m³/dia de gás natural, o que representa um acréscimo de 10 milhões de m³/dia em relação ao consumo projetado para 2019. Este crescimento é mais acentuado no segundo quinquênio, principalmente devido ao comportamento da projeção de demanda para geração termelétrica esperada. No primeiro quinquênio estima-se uma queda no consumo de gás natural para geração termelétrica devido à

expectativa de alívio na severidade das condições hidrológicas

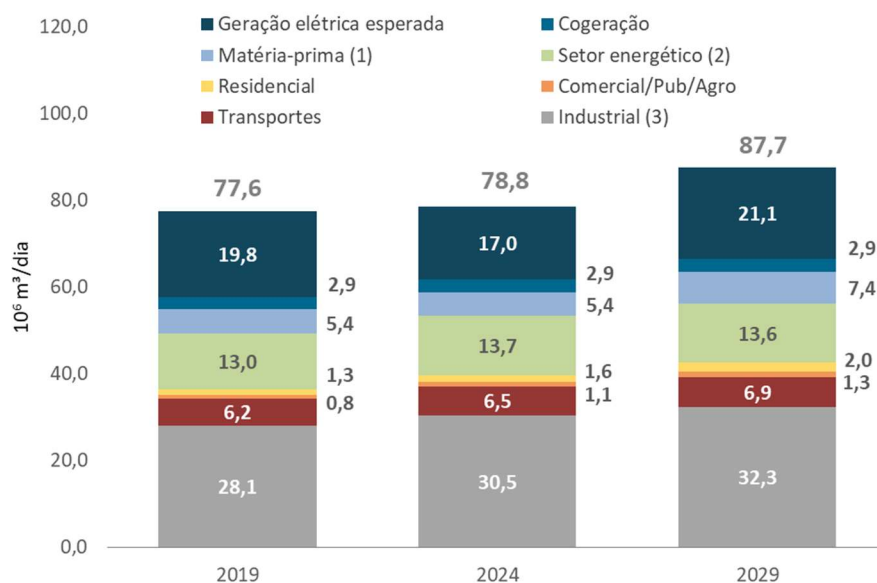
Quanto aos demais setores, em geral apresentam crescimento distribuído nos dois quinquênios, à exceção de cogeração, que se manteve estável em cerca de 2,9 milhões m³/dia ao longo do horizonte, indicando baixa competitividade do gás natural neste setor, e os setores energético e matéria-prima, que apresentam crescimento apenas no primeiro e segundo quinquênio, respectivamente. O comportamento dos setores energético e matéria-prima é inerente a característica de relativa estabilidade produtiva que apresentam os grandes empreendimentos que os compõem. Assim, a manutenção dos patamares de consumo de gás natural por determinado período é esperada para estes segmentos, até nova expansão do parque produtivo ou a hibernação de unidades de produção.

No Gráfico 2-20, o setor industrial e a geração esperada destacam-se como os consumos mais significativos, tendo o setor industrial projetado o maior crescimento absoluto no período, 4,2 milhões m³/dia, entretanto o destaque do setor dá-se por este ser o de maior representatividade no consumo de gás natural. Já os setores com maiores taxas médias de crescimento anual projetada foram o residencial, o comercial e de matéria-prima, com respectivamente 4,7% a.a., 4,5% a.a. e 3,2% a.a., enquanto o setor industrial projeta modestos 1,4% a.a., evidenciando um cenário com expectativa de economia do país ainda em recuperação ao longo do período, agravado por problemas estruturais do setor de gás natural, tais como a baixa competitividade do energético e a infraestrutura ainda restrita geograficamente.

Justifica-se a maior taxa de crescimento projetada para o setor residencial, 4,7% a.a., pela competitividade do gás natural neste segmento. Já o setor comercial, com 4,5% a.a., se beneficia por sinergia dos investimentos na ramificação da malha de distribuição para atendimento ao setor residencial. No setor de matéria-prima, o crescimento projetado de 3,2% a.a., que representa consideráveis 2 milhões de m³/dia, deve-se a previsão de conclusão e entrada em operação da unidade de fertilizantes nitrogenados UFN III, no município de Três Lagoas – MS. Já o setor de transporte (GNV), projeta crescimento de 1,2% a.a., atingindo 6,9 milhões de m³/dia no fim do horizonte.

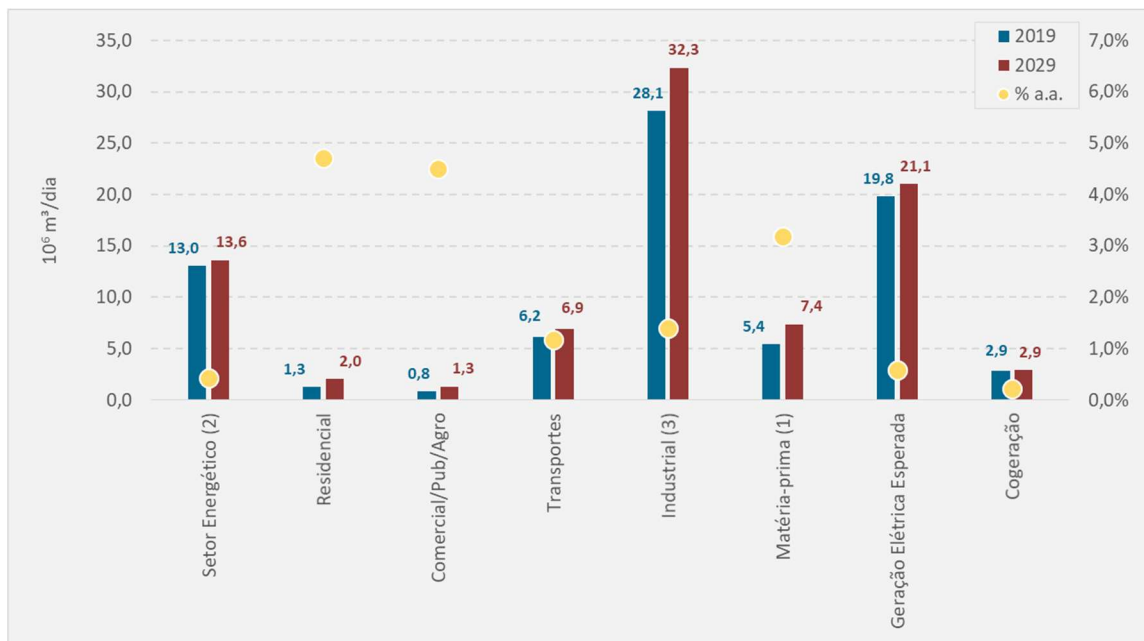
O Gráfico 2-21 apresenta a evolução do consumo de gás natural e taxa de crescimento do consumo por segmento da indústria. O segmento de química permanecerá como grande consumidor de gás natural do setor industrial, atingindo 7,2 milhões de m³/dia de consumo em 2029, cerca de 22% do consumo da indústria. Apesar da relevância do segmento de química, este projeta uma taxa de crescimento do consumo no horizonte de apenas 0,8% a.a., sendo a maior parte deste crescimento puxado pela parcela energética do consumo previsto referente a entrada em operação da UFN III. O segmento mineração e pelletização projeta a maior taxa de crescimento do período, com 4,3% a.a., entretanto este segmento representa apenas 7% do consumo de gás natural na indústria.

Gráfico 2-19 - Gás Natural: Consumo total por setor



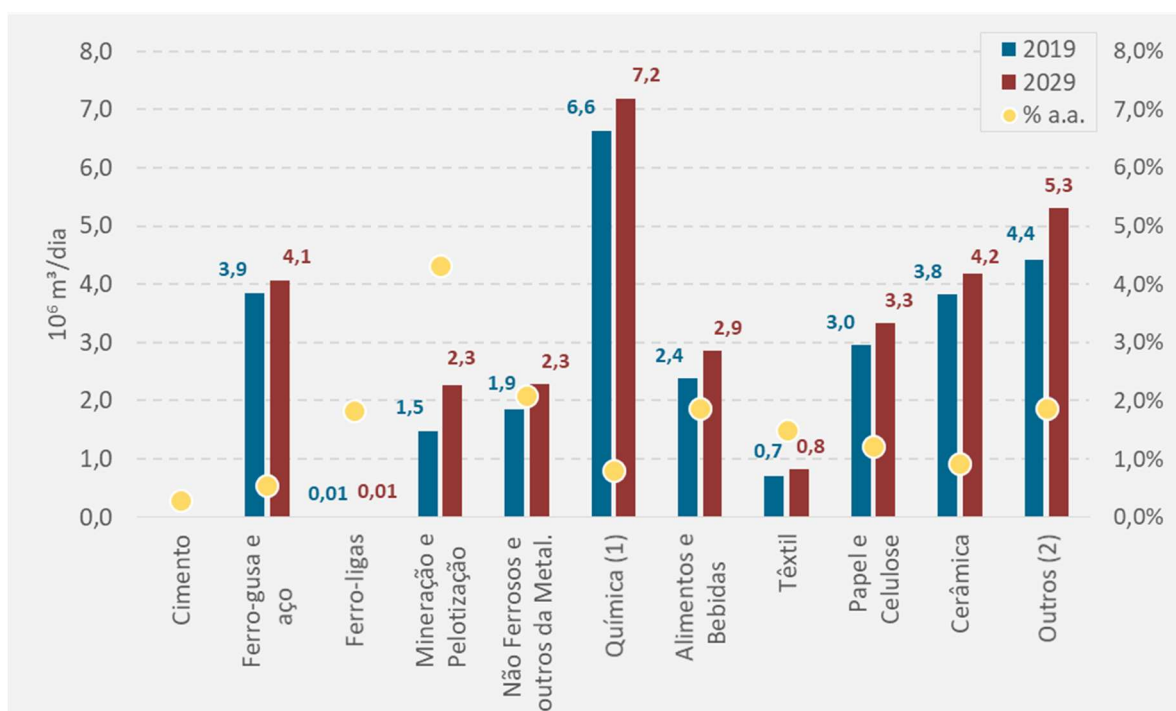
Notas: (1) Consumo Final Não Energético (matéria-prima): Gás natural utilizado como insumo em refinarias (produção de hidrogênio), unidades de fertilizantes e indústria gás-química.
 (2) Setor Energético: Consumo em refinarias, não incluindo produção de hidrogênio. Não considera consumo em E&P e gás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

Gráfico 2-20 - Gás Natural: Projeção do consumo e taxa média de crescimento do consumo por setor



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

Gráfico 2-21 - Gás Natural: Projeção do consumo e crescimento do consumo por segmento da indústria



Notas: (1) Química: Inclui parcela energética de fertilizantes.
(2) Outros: Inclui demais subsetores não classificados além de incluir o subsetor de vidros.

BOX 2-3. O NOVO MERCADO DE GÁS: IMPACTOS SOBRE A DEMANDA

O programa “Novo Mercado de Gás”, anunciado pelo governo federal em março de 2019, aliado às perspectivas de oferta adicional de gás natural do pré-sal e da Bacia de Sergipe-Alagoas, contribuirá para o aumento da competição no mercado de gás natural. Neste contexto, a oferta de gás natural a preços competitivos aumenta a atratividade de investimentos em indústrias intensivas nessa fonte, contribuindo para a instalação de novas plantas, com geração de empregos e movimentação da cadeia produtiva.

A partir de uma premissa de oferta competitiva de gás natural (preço ao consumidor final de até 7 USD/MMBtu), foi conduzido um estudo de sensibilidade, visando a identificar os segmentos mais favoráveis à entrada de novas plantas, determinando a demanda potencial adicional de gás natural. Na determinação dos segmentos prioritários, foram considerados aqueles onde a disponibilidade de oferta e o preço do gás natural eram fatores críticos para a viabilidade do empreendimento e onde foram encontradas condições de mercado favoráveis à expansão da produção, seja por previsão de expansão do mercado consumidor, seja por substituição de importação.

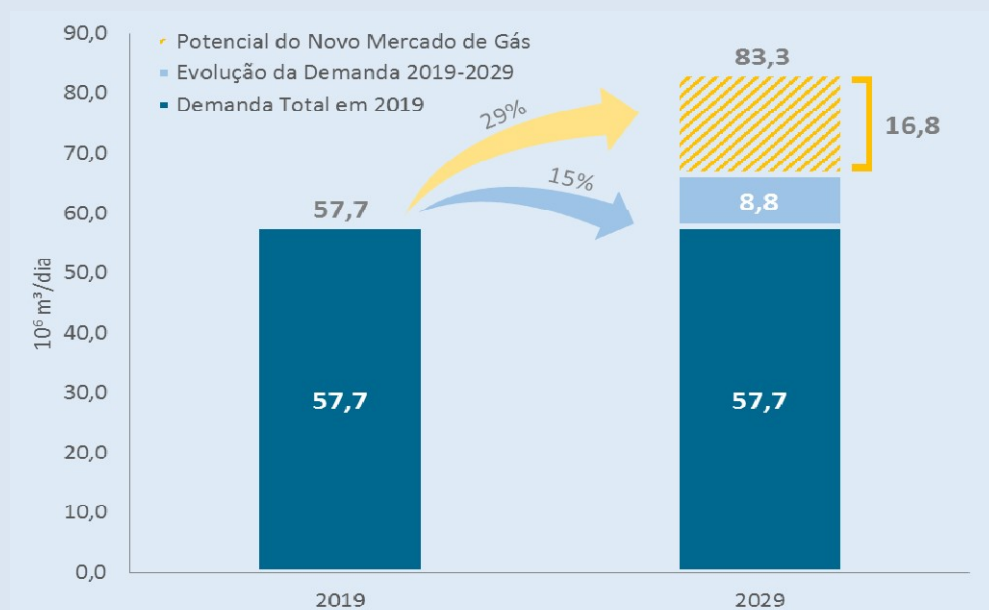
Para cada segmento foi estabelecida uma planta típica, determinando valores para capacidade de produção, volume consumido de gás natural e investimento requerido. Para cada segmento foram indicadas quantas novas plantas típicas o mercado poderia absorver e quanto isso representaria em termos de demanda adicional por gás natural.

(cont.)

BOX 2-3. CONT.

Os segmentos que apresentaram viabilidade para a entrada de novas plantas foram: segmento de Metanol, Eteno e Propeno, Fertilizantes Nitrogenados, Pelotização, Ferro-esponja, Vidro, Cerâmica Branca e Mineração, totalizando, aproximadamente, 17 milhões de m³/dia de consumo potencial de gás natural até 2029. O Gráfico 2-22 apresenta a demanda potencial adicional de gás natural identificada que sensibiliza a demanda projetada no horizonte decenal. O crescimento da demanda em decorrência do NMG é aproximadamente duas vezes o crescimento da demanda da trajetória que não considera os efeitos do programa NMG entre 2019 e 2029. Dessa forma, a demanda não-termelétrica pode crescer aproximadamente 45% em dez anos%.

Gráfico 2-22 - Acréscimo na demanda não termelétrica de gás natural em decorrência dos efeitos do NMG



Nota: Inclui as demandas não-termelétricas fora da malha integrada (sistemas isolados).

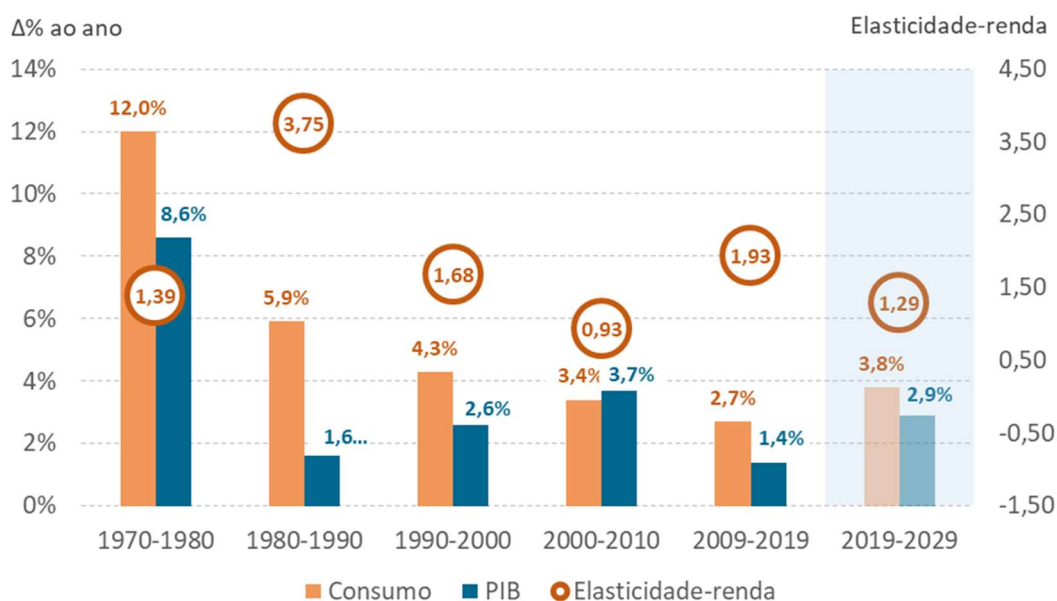
ELETRICIDADE

No período decenal, existe tendência de eletrificação crescente da economia. Neste íterim, o indicador de elasticidade-renda é de 1,29 e o consumo total de eletricidade cresce 0,8 p.p. a mais que a economia brasileira entre 2019 e 2029. Este indicador é afetado de forma semelhante tanto pelo consumo na rede quanto pela autoprodução clássica esperados para o período decenal, que crescem às respectivas taxas anuais de 3,8% e 3,5%, o que proporciona um aumento de 3,8% a.a. 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 2,6%. 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% a.a., 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 se situem em patamares mais brandos, que a indústria cresça com mais vigor, aproveitando a alta capacidade ociosa atual e que o setor energético tenha forte expansão de consumo via autoprodução.

Gráfico 2-23 - Elasticidade-renda da demanda de eletricidade: Histórico x Projeção



Sob influência de uma nova distribuição setorial econômica, nota-se uma elevação gradual da intensidade elétrica nos próximos 10 anos, ainda que sob efeito de eficiência elétrica.

O consumo residencial cresce a partir do resultado do aumento do número de consumidores residenciais (1,6% a.a.), que alcança o total de 86 milhões em 2029, e também pelo incremento do consumo médio residencial (2,2% anuais), atingindo 200 kWh/mês ao final do decênio. O crescimento anual do consumo por consumidor é ligeiramente superior no segundo quinquênio e, ao final de 2024, o valor deste indicador alcança nível próximo ao máximo histórico (179 kWh/mês, em 1998).

O PIB cresce à taxa anual média de 2,8% nos cinco primeiros anos e o consumo de eletricidade se expande a ritmo mais acelerado, dada a premissa de gradual retomada de utilização da capacidade instalada industrial. Nesse sentido, o consumo total de eletricidade cresce à taxa de 3,9% anuais no primeiro quinquênio, com a elasticidade-renda de 1,36. Já no segundo quinquênio, nota-se uma redução da elasticidade-renda para 1,22 como resultado de um maior peso demais classes de consumo, naturalmente menos eletrointensivas, na expansão do consumo nacional de eletricidade. Como

resultado, o consumo total cresce à taxa de 3,8% no decênio.

Neste caso, há destaque para aceleração do consumo industrial na rede no primeiro quinquênio pautado, sobretudo, na retomada de utilização da capacidade instalada. De fato, a indústria sofreu grandes impactos no consumo de eletricidade na rede nos últimos anos por conta dos sucessivos efeitos negativos das crises econômicas. Apesar disto, a classe demonstrou sinais de recuperação nos dois últimos anos, ambos com crescimento de 1,3% anuais e espera-se que o nível máximo histórico (185 TWh, em 2013), seja atingido ainda no primeiro quinquênio. Além disso, a recuperação da confiança e a retomada do mercado de trabalho no curto prazo podem levar a gradual aumento do consumo das famílias e maior aquecimento da demanda interna. Nos próximos anos, em virtude de um ambiente de maior estabilidade e previsibilidade econômica, espera-se que os investimentos cresçam, sobretudo no setor de infraestrutura, com impactos importantes sobre a produtividade da economia. Entretanto, como a expansão do consumo industrial é pautada majoritariamente pela indústria de transformação, naturalmente menos eletrointensiva, a classe continua a perder participação no consumo na rede saindo de 35,5% para 33,5% entre 2019 e 2029.

Tabela 2-2 – Principais indicadores do consumo de eletricidade

Discriminação	2019	2024	2029	2019-2024	2024-2029	2019-2029
				Crescimento médio (% a.a.)		
População (milhões de habitantes)	211	218	224	0,7%	0,5%	0,6%
Consumo Total (TWh)	549	663	793	3,9%	3,7%	3,8%
Autoprodução Clássica (TWh)	60	71	85	3,3%	3,6%	3,5%
Consumo Total per capita (kWh/hab/ano)	2.601	3.036	3.536	3,1%	3,1%	3,1%
Consumo por Consumidor Residencial (kWh/mês)	161	178	200	2,1%	2,3%	2,2%
Número de Consumidores Residenciais (Milhão, base 31/12)	73,5	80,4	86,4	1,8%	1,4%	1,6%
Percentual de Perdas Totais no SIN	19,5%	19,1%	18,2%	-	-	-
Intensidade Elétrica da Economia (MWh/10³R\$ [2017])	0,132	0,139	0,144	-	-	-
Elasticidade-renda do consumo de eletricidade	-	-	-	1,36	1,22	1,29

Espera-se para a classe comercial um crescimento de 3,9% a.a. no horizonte, sendo puxado majoritariamente pela dinâmica do setor de serviços, embora o comércio varejista e hiper/super mercados sejam segmentos em destaque na expansão de consumo desta classe. Com isso, o setor comercial ganha espaço no consumo na rede partindo de 18,9% em 2019 e alcançando 19,2% no final do horizonte. A classe residencial mantém a participação no consumo na rede em torno de 29%.

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.

A trajetória 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, corroborando para pouca redução neste indicador. Já na segunda metade da década, a retomada do vigor econômico inverte esta expectativa e gera investimentos que levam a uma maior redução das perdas.

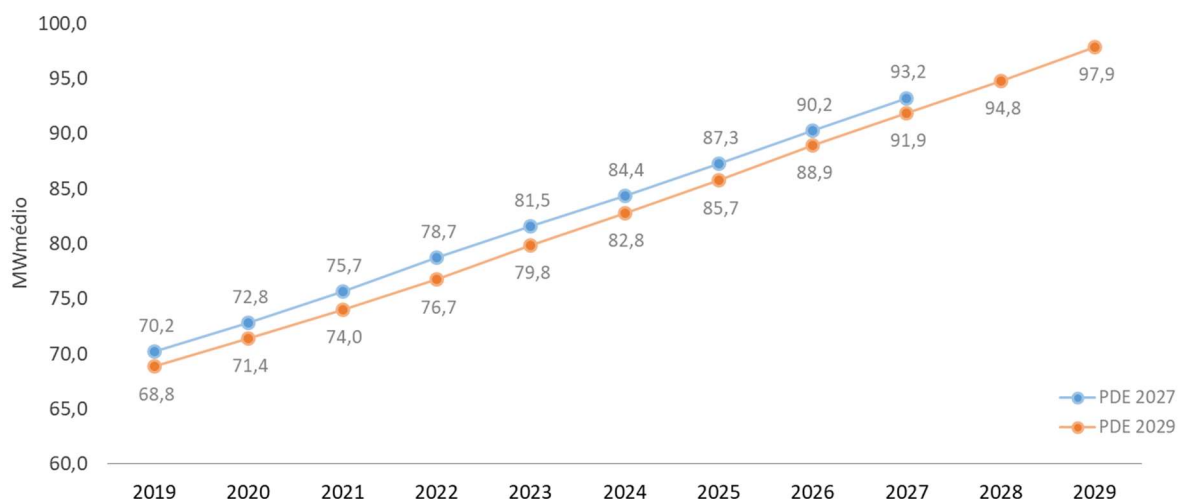
No período decenal, o subsistema Sudeste/CO perde participação na carga do SIN, em detrimento, sobretudo, de taxas de crescimento do consumo mais expressivas nos subsistemas Norte e Nordeste. A estimativa de carga para 2019 é 1,4 GWmédio inferior à previsão do PDE 2027, em grande medida fruto da expectativa de expansão econômica frustrada para o biênio 2018-2019. Em 2027, a projeção do PDE 2029 situa-se 1,3 GWmédio abaixo da previsão do PDE 2027.

Tabela 2-3 – SIN e subsistemas: carga de energia

Ano	Subsistema				SIN
	Norte	Nordeste	Sudeste/CO	Sul	
	MWmédio				
2019	5.590	11.257	40.151	11.829	68.827
2024	7.473	13.980	47.183	14.142	82.779
2029	9.524	17.039	54.479	16.819	97.861
Período	Variação (% a.a.)				
2019-2024	3,0%	4,4%	3,5%	4,1%	3,7%
2024-2029	6,2%	3,1%	0,6%	1,9%	1,6%
2019-2029	5,5%	4,0%	3,5%	3,4%	3,7%

Notas: (1) Considera a interligação de Boavista a partir de 2026 ao subsistema Norte.

Gráfico 2-24 - PDE 2029 x PDE 2027: Comparação entre previsões de carga de energia no SIN



BOX 2-4. METODOLOGIA DE PROJEÇÃO DE CURVAS DE CARGA HORÁRIAS

O Brasil construiu sua matriz de geração baseada em grandes reservatórios capazes de armazenar energia, promovendo a flexibilidade necessária para atendimento a demanda. Entretanto, as novas hidrelétricas disponíveis para expansão têm dificuldades em permitir a regularização das vazões em escalas mensais. Outro aspecto relevante está no aumento de participação de fontes não controláveis na matriz, como eólica e solar fotovoltaica, cuja atuação contribui mais para energia média do que para um atendimento instantâneo. A conjunção destes e outros fatores trazem desafios para o planejamento de suprimento do setor em escalas cada vez mais granulares.

Por outro lado, existem formas alternativas de atendimento da necessidade por flexibilidade do sistema, como modular a demanda tanto para prover uma melhor operacionalidade sistêmica quanto para uma maior racionalidade de uso da infraestrutura. Desta forma, há postergação de investimentos, refletindo menor impacto ambiental e menores custos para o consumidor final. Este caminho tem como requisito a depuração da carga de energia presente e futura através de suas parcelas. Em outras palavras, é necessário analisar os perfis horários de consumo de energia elétrica de cada classe por faixa de tensão à luz de suas idiossincrasias regionais, além das mudanças comportamentais e eventuais inovações disruptivas no decorrer do horizonte em estudo.

Ao longo de um ano, a carga alcança níveis diferenciados dada a sazonalidade do clima, bem como os diferentes ciclos de atividade dos setores produtivos, podendo alcançar patamares cerca de 15% acima ou abaixo da energia média anual requerida do sistema interligado nacional. Em um intervalo diário, a variabilidade é ainda maior, chegando, por vezes, em amplitudes de 50 a 150% da energia média diária. De fato, a dinâmica de cada classe de consumo, associada a questões como jornada de trabalho, iluminação natural, hábitos de uso dos equipamentos, entre outros, faz com que a necessidade de consumo diferencie-se ao longo do dia.

Desta maneira, ainda que fossem considerados os mesmos perfis de consumo por classe e subsistema, a perspectiva de crescimento diferenciado entre esses fatores propiciaria um perfil de carga resultante diferente do atual observado, podendo encadear alteração da necessidade por capacidade e/ou flexibilidade sistêmica e consequente diferenças na expansão da geração. Entretanto, considerar a dinâmica das classes de consumo inalterada no longo prazo pode ser uma premissa frágil, sobretudo em cenários contendo inovações disruptivas.

Na metodologia adotada, para decompor a carga de energia em parcelas horárias levam-se em consideração os perfis típicos de cada classe de consumo e faixa de tensão do último ciclo de revisão tarifária de cada agente de distribuição, além de premissas de curvas de carga associadas aos grandes consumidores de energia conectados à rede básica. Tais perfis de carga, ponderados pelos respectivos consumos de cada agente, classe e faixa de tensão, são agregados por subsistema em determinado mês de modo a minimizar os desvios médios percentuais absolutos em relação ao perfil de carga horária do sistema de supervisão do ONS. Em seguida, cada perfil é sazonalizado à mesma relação entre meses dos PUs observada na própria carga do sistema de supervisão. Desta forma, no ano base, a decomposição da carga plena completa-se a partir da apuração dos montantes de “perdas e diferenças” ao confrontar o consumo horário e a carga plena mensal.

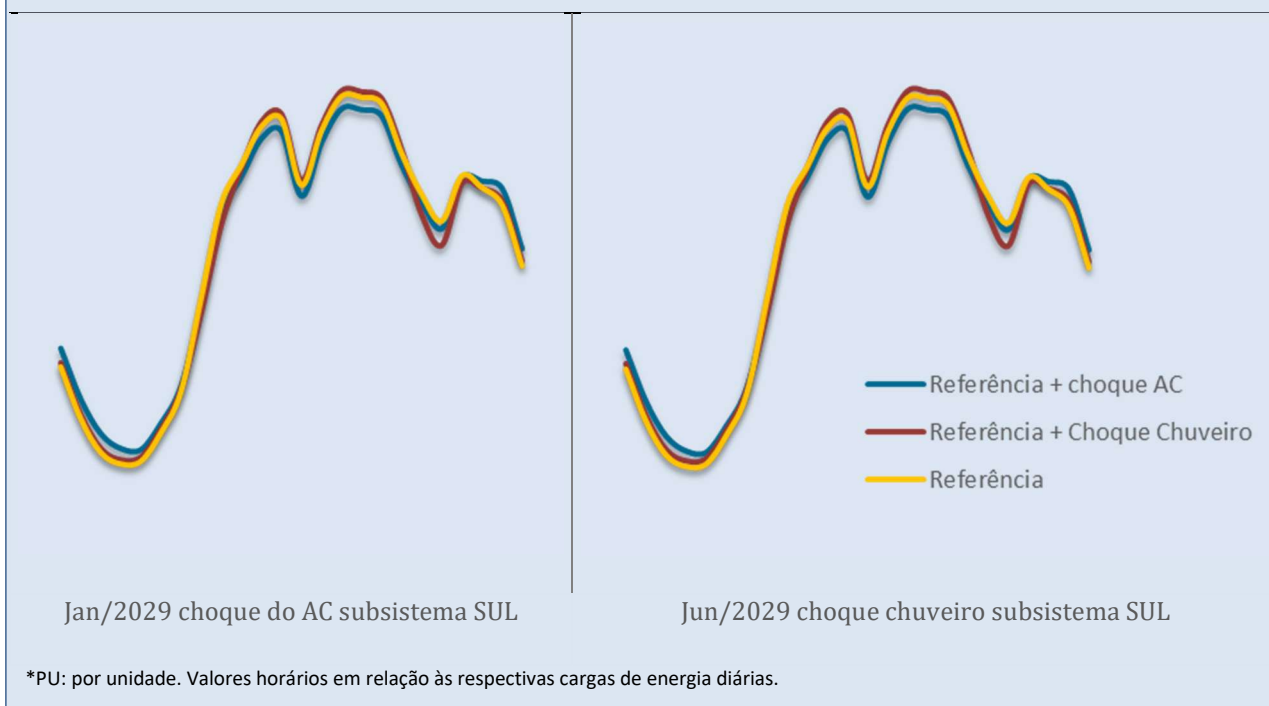
(cont.)

BOX 2-4. CONT.

A projeção das componentes da carga de energia e consequente carga plena projetada em granularidade horária segue, essencialmente, duas etapas. Em um primeiro momento, os montantes de energia de cada classe de consumo possuem perspectivas de evolução associadas a variáveis econômicas e demográficas de acordo com NT DEA 003/2019 de modo representar uma curva de referência sem mudança nos perfis de consumo das classes. Em sequência, com a finalidade de abordar as incertezas, são incorporadas alterações em nível ou em perfil das classes em reflexo a choques de consumo, mudanças tarifárias e/ou resposta da demanda etc.

Neste PDE, a fim de ilustrar a sensibilidade do perfil de carga às alterações incorporadas nesta última etapa, foram calculados dois choques de consumo no setor residencial. Um deles trata de um aumento do consumo de eletricidade para climatização de ambientes adicional ao previsto no cenário de referência, factível na hipótese de aumento da frequência de ondas de calor frente às mudanças climáticas, com consequente aumento da posse de equipamentos de condicionamento de ar e/ou intensificação de uso destes. Outro exercício de choque de consumo, desta vez negativo, trata da substituição do uso do chuveiro elétrico por tecnologias concorrentes tais como aquecimento solar térmico ou ainda pelo aumento da difusão do uso de gás natural para aquecimento de água nas residências em um cenário de expansão da malha de distribuição de gás e preços mais competitivos.

Gráfico 2-25 - Exemplo: impactos de choques de consumo na curva de carga do setor residencial (PU*)



PONTOS PRINCIPAIS DO CAPÍTULO

- > O consumo final de energia cresce à taxa média de 2,5% anuais entre 2019 e 2029. A intensidade energética se reduz no período, graças à eficiência energética e a mudanças na participação dos setores no consumo de energia.
- > Na análise por setor, a indústria e o setor de transportes, conjuntamente, continuam a representar mais de 60% do consumo final de energia. O setor energético 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 das participações do biodiesel e do etanol hidratado, que saltam de respectivos 5,2% e 21,3% para 8,6% e 22,3% do consumo final do setor, tomando espaço das demandas de gasolina C e do óleo diesel B.
- > A frota nacional de veículos leves permanecerá constituída essencialmente de veículos flex fuel, sendo pequena a participação da eletricidade na matriz energética do setor de transportes (cerca de 3% em 2029).
- > No consumo industrial, destacam-se os segmentos de papel e celulose e alimentos e bebidas, que ganham importância no horizonte decenal, em detrimento dos segmentos de química e ferro-gusa e aço. Ganham participação fontes com menor impacto em relação às emissões de gases de efeito estufa, entre elas a eletricidade, os derivados da cana e a lixívia, obtida no processo produtivo da celulose. Por outro lado, o gás natural, além dos derivados de petróleo, tem redução de importância no período em análise.
- > Nas residências, espera-se que o condicionador de ar seja o principal responsável pelo incremento do consumo de energia elétrica. Por outro lado, a lâmpada pode ser um dispositivo que apresentará a maior contribuição para redução da demanda por eletricidade no setor, devido à maior penetração de LED. Destaca-se também o crescimento da demanda por GLP em função da substituição do uso de biomassas tradicionais na área rural e, por sua vez, a elevação da demanda por gás natural como consequência da expansão a sua rede de distribuição na área urbana.
- > Na análise por fonte, mantém-se a tendência de crescente eletrificação do País. Outras fontes (incluindo biodiesel e lixívia, sendo esta última advinda do processo produtivo da celulose e que ainda é largamente utilizada para autoprodução de eletricidade) 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 seja abatida pelo etanol (que cresce sua importância nos veículos leves, em detrimento da gasolina automotiva) e pelo biodiesel (com o aumento de sua participação no óleo diesel B comercializado), especialmente no setor de transportes.
- > O mercado consumidor de gás natural apresenta expectativa de manutenção de expansão moderada, com taxa média de crescimento anual projetada de apenas 1,4% a.a. para a demanda não-termelétrica entre 2019 e 2029. A crise econômica retarda a recuperação da produção industrial e a expansão da demanda por gás natural, agravada pela baixa competitividade deste energético no Brasil.
- > A maioria dos segmentos industriais não faz uso cativo do gás natural, conferindo à competitividade papel-chave para a penetração do combustível. Já nos segmentos mais dependentes do uso do gás natural, como o setor de matéria-prima, a baixa competitividade do gás inviabiliza em algumas circunstâncias a produção local, recorrendo-se às importações para abastecimento do mercado.
- > Um cenário econômico mais otimista impactaria positivamente o consumo de gás natural, entretanto o aumento da competitividade do gás natural frente aos seus energéticos concorrentes e a confiança do consumidor no seu fornecimento são fundamentais para que este mercado mude de patamar. Novas demandas que poderiam ser destravadas em um cenário de maior oferta e competitividade do gás natural, como as associadas ao

deslocamento de produtos importados intensivos no uso do gás natural, caso dos fertilizantes nitrogenados, onde a segurança do fornecimento e o preço do gás natural são fatores determinantes para viabilidade do investimento, conforme destacado no informe técnico “Competitividade do Gás Natural: Impactos na Indústria de Fertilizantes” (EPE, 2019).

> O programa “Novo Mercado de Gás” e as perspectivas de oferta adicional de gás natural do pré-sal e da Bacia de Sergipe-Alagoas, contribuirão para a oferta competitiva de gás natural, aumentando a atratividade de investimentos em indústrias intensivas nessa fonte. A partir de uma premissa de oferta de gás natural até 7 USD/MMBTU, foi conduzido um estudo de sensibilidade visando identificar os segmentos mais favoráveis à entrada de novas plantas. Foi identificada uma demanda potencial adicional de aproximadamente, 17 milhões de m³/dia até 2029, distribuído entre os segmentos de Metanol, Eteno e Propeno, Fertilizantes Nitrogenados, Pelotização, Ferro-esponja, Vidro, Cerâmica Branca e Mineração.

> A eletrificação crescente é uma tendência verificável no período decenal. Espera-se que o consumo total de eletricidade cresça cerca de 11% a mais que a economia brasileira, influenciado tanto pela autoprodução clássica quanto pelo consumo na rede.

> O consumo residencial de eletricidade na rede cresce a partir do resultado do aumento do número de consumidores residenciais, que alcança o total de 86 milhões em 2029, e também pelo incremento do consumo médio residencial, atingindo 200 kWh/mês ao final do decênio, pouco superior ao máximo histórico, verificado em 1998, de 179 kWh/mês.

> 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 próximo da estabilidade no primeiro quinquênio. Já no segundo quinquênio, o maior crescimento econômico gera investimentos que levam à redução das perdas.

> O consumo industrial de eletricidade na rede cresce abaixo da média, mas ainda assim se espera que o nível máximo histórico (185 TWh, em 2013), seja atingido ainda no primeiro 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.