

BEN

50 anos





Ministério de Minas e Energia – MME

Ministro

Bento Albuquerque

Secretária Executiva

Marisete Fátima Dadald Pereira

Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético

Paulo Cesar Magalhães Domingues

Empresa de Pesquisa Energética – EPE

Presidente

Thiago Vansconcellos Barral Ferreira

Diretor de Estudos Econômicos e Energéticos

Giovani Vitória Machado

Diretor de Estudos de Energia Elétrica

Erik Eduardo Rego

Diretor de Estudos de Petróleo, Gás e Biocombustíveis

Heloisa Borges Bastos Esteves

Diretora de Gestão Corporativa

Angela Regina Livino de Carvalho

Superintendente de Estudos Econômicos e Energéticos

Carla da Costa Lopes Achão

Superintendente Adjunto de Estudos Econômicos e Energéticos

Gustavo Naciff de Andrade

Consultor Técnico

Gláucio Vinícius Ramalho Faria

Coordenação

Flávio Raposo de Almeida

Rogério Antônio da Silva Matos

Equipe Técnica

Aline Moreira Gomes

Allex Yujhi Gomes Yukizaki

Ana Cristina Braga Maia

Arnaldo dos Santos Júnior

Felipe Klein Soares

Fernanda Marques Pereira Andreza

Flávio Raposo de Almeida

Gláucio Vinícius Ramalho Faria

Lidiane de Almeida Modesto

Marcelo Henrique Cayres Loureiro

Patrícia Messer Rosenblum

Rogério Antônio da Silva Matos

Thiago Toneli Chagas

A Empresa de Pesquisa Energética tem a grata satisfação de publicar o BEN 50 Anos, uma edição histórica dos cinquenta anos do Balanço Energético Nacional – mais um produto para o portfólio do BEN...

Portfólio de produtos do BEN



O portfólio de produtos do Balanço Energético Nacional são o ponto de partida para os estudos do Plano Decenal de Energia (PDE), a base para os estudos do Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS) 7: Energia Limpa e Acessível; e subsidiam relatórios de monitoramento anual como o Atlas de Eficiência Energética.

... o qual busca reflexões sobre alguns dos movimentos que moldaram o uso da energia no País, ligados a fatores econômicos, sociodemográficos e tecnológicos...



Migração do campo para as cidades



A expansão das cidades



Reflexos da nova sociedade urbana



A mecanização do campo

Evolução da iluminação e os seus benefícios sociais



LAMPIÃO



LUZ ELÉTRICA



EDUCAÇÃO

Evolução dos energéticos para a cocção em uma dieta alimentar em transformação



LENHA



GLP



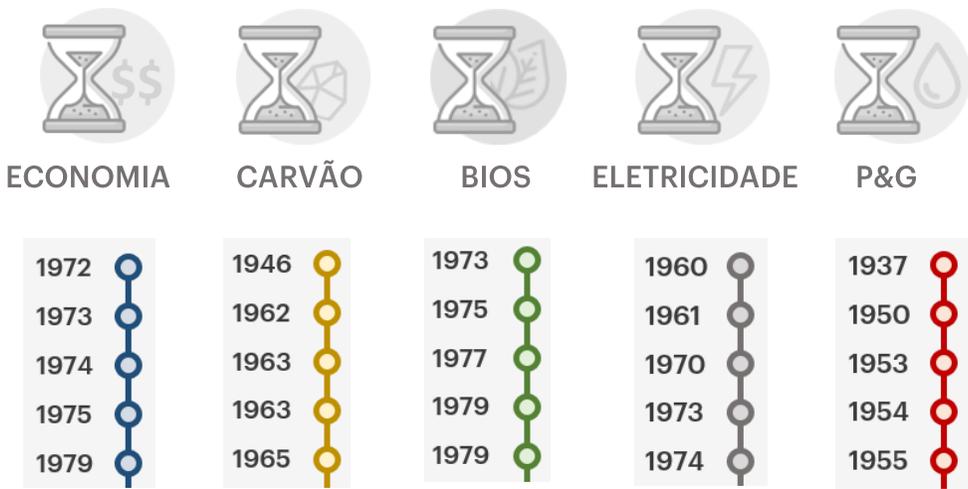
GÁS NATURAL

Tais movimentos impulsionaram o crescimento das cidades brasileiras, propiciaram a criação de uma sociedade urbana com novos hábitos e possibilidades de desenvolvimento. Conseqüentemente, geraram alterações na estrutura da matriz energética nacional ao adotar de forma gradativa energéticos mais adequados aos processos demandados nessa sociedade em transformação.

Para isso, o documento é todo referenciado com base em linhas do tempo com temas específicos que buscam retratar, ao longo dos 50 anos, a trajetória da economia da energia e do uso dos energéticos na sociedade...



Os “selos” das linhas do tempo indicam que naquele gráfico há informações relativas a um dos temas:



As linhas do tempo podem ser consultadas diretamente ou então acessadas a partir de algum gráfico que contenha registros de alguma linha do tempo. Os gráficos que apresentam informações de alguma linha do tempo, possuem um dos selos acima, e os pontos marcados ao longos dos gráficos seguem uma legenda de cor para identificar qual é o tema da linha do tempo, e um número que indica qual é o evento...

E como essa apresentação foi dividida?

CAPÍTULO 1
Economia da
Energia e aspectos
sociodemográficos

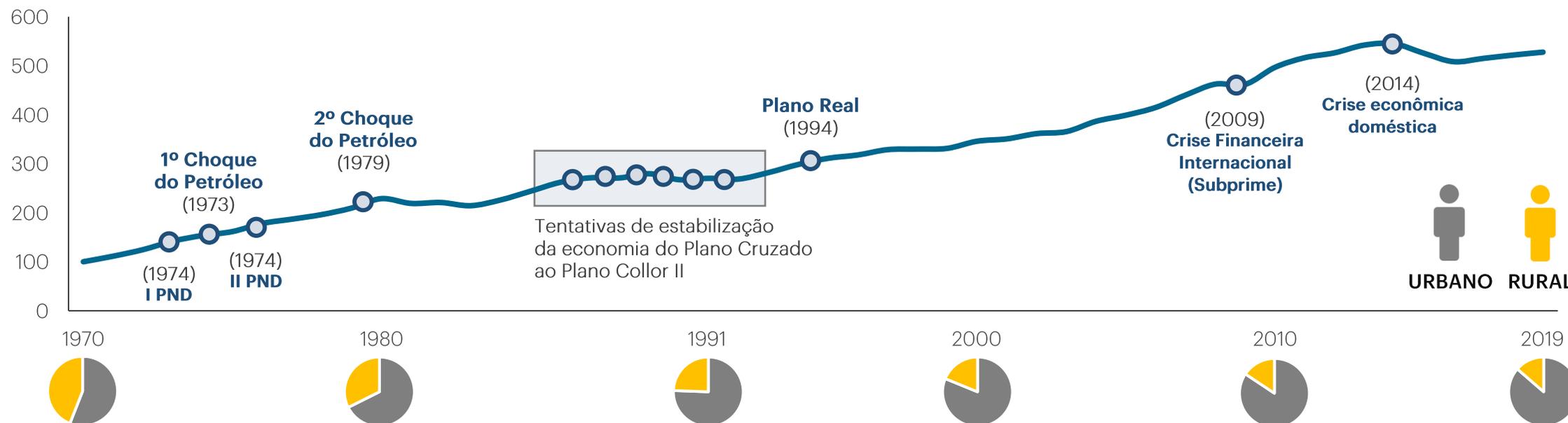
CAPÍTULO 2
Oferta de
Energia

CAPÍTULO 3
Consumo Final
de Energia

Economia da Energia e aspectos sociodemográficos

Falando em **economia...** ao longo de 50 anos, a sua trajetória foi marcada por acontecimentos que refletiram em maior ou menor grau no uso da energia, seja pelo lado da oferta ou pelo lado da demanda...

Evolução do PIB (número índice) e da composição da população urbana e rural no Brasil



Entre 1970 e 2019, a população cresceu, em média, 1,7% a.a. com maior concentração na área urbana (56% em 1970 e 86% em 2019).

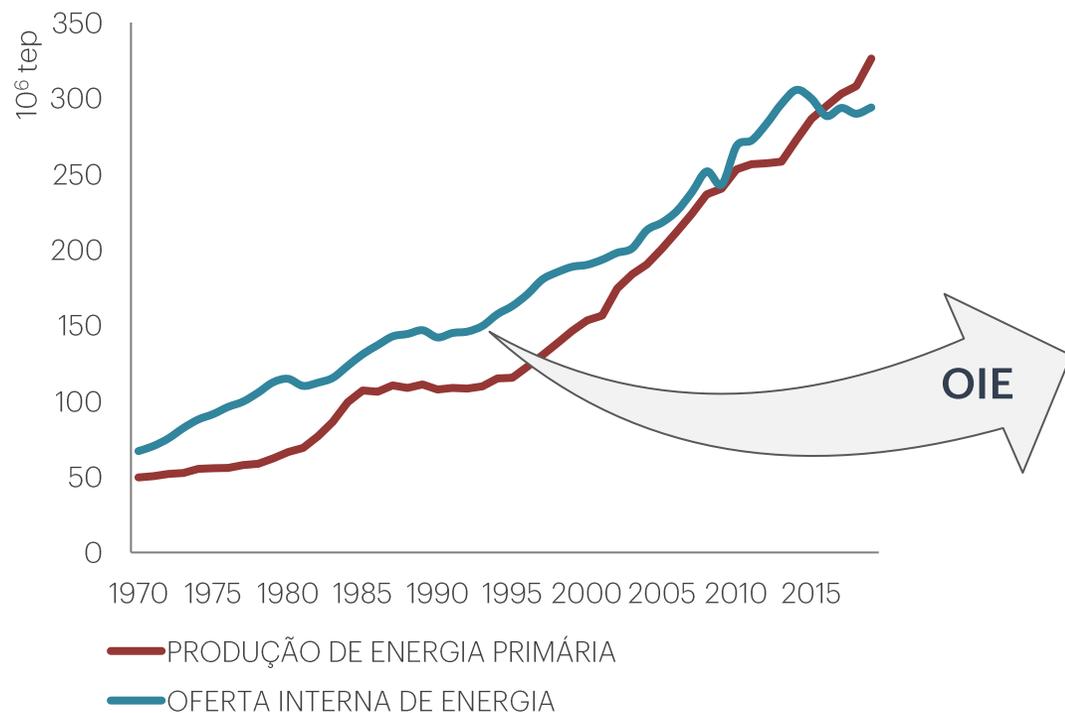
Em relação à economia, o PIB cresceu, em média, 3,5% a.a., passando por alguns momentos de forte crescimento, mas também por crises que geraram quedas significativas da atividade.

Oferta de Energia

...em termos de **Oferta Interna de Energia**, o Brasil cresceu a um ritmo de 3,1% a.a., entre 1970 e 2019, atingindo 294 milhões de tep em 2019, cerca de 4,4 vezes a oferta em 1970 e próximo a 2% da demanda mundial...

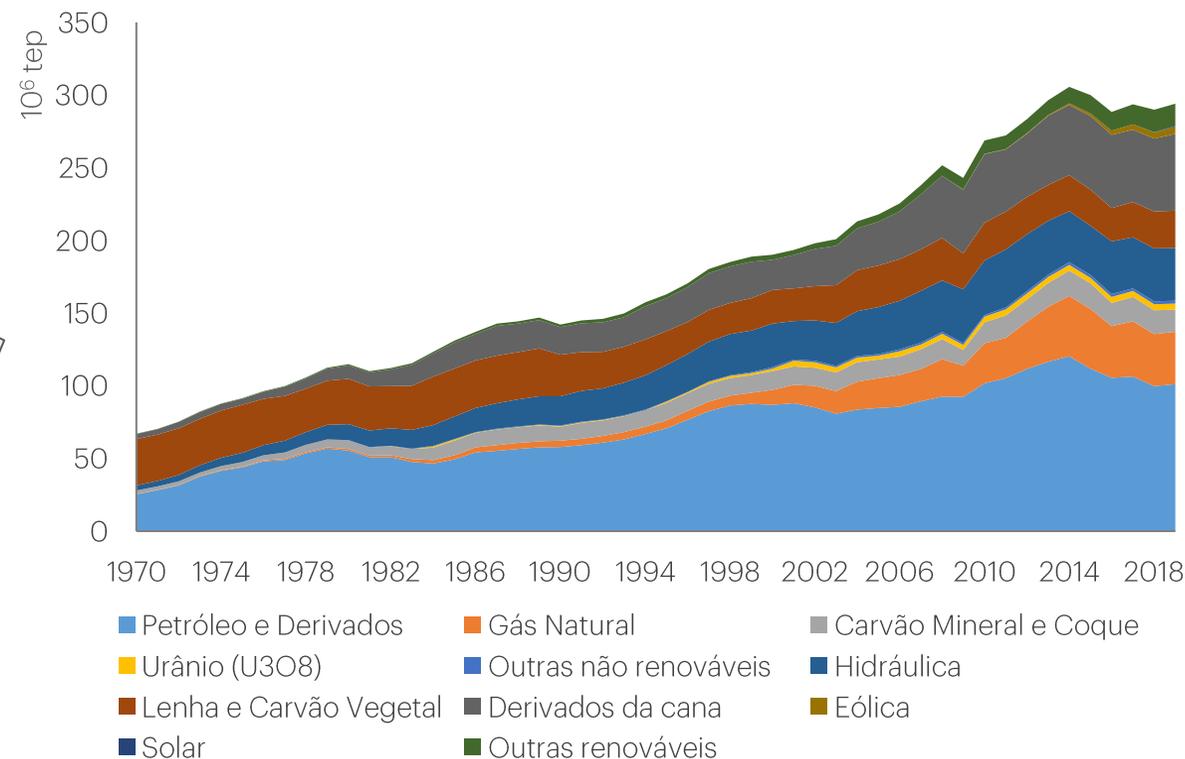
Evolução da Oferta Interna vs. Produção Primária de Energia

Fonte: EPE (2020b)



Oferta Interna de Energia por fonte

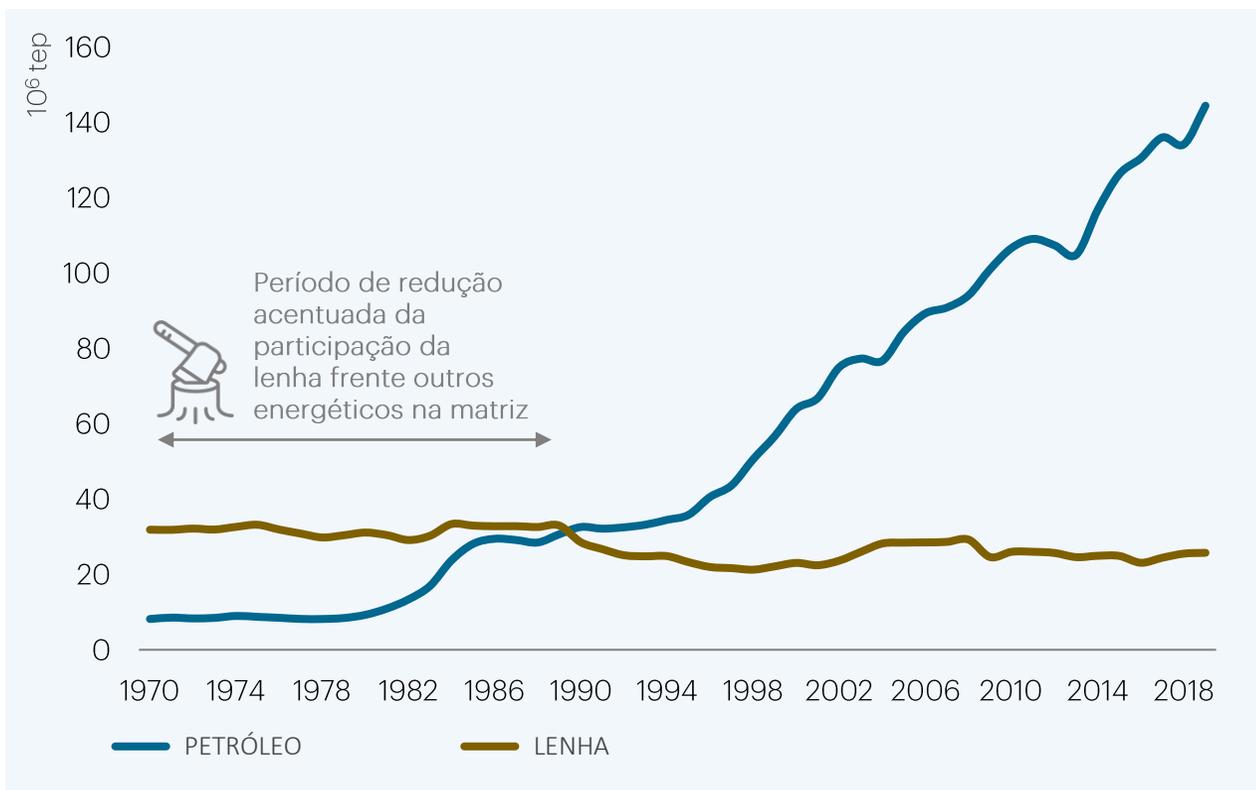
Fonte: EPE (2020b)



Particularmente, o exemplo de **uso da lenha** para fins energéticos foi marcante. Durante os anos 1970-1989 a lenha figurou como a principal fonte de energia primária, declinando apenas a partir da década de 1990, quando a produção de petróleo se consolidou como a primeira fonte de energia primária do Brasil.

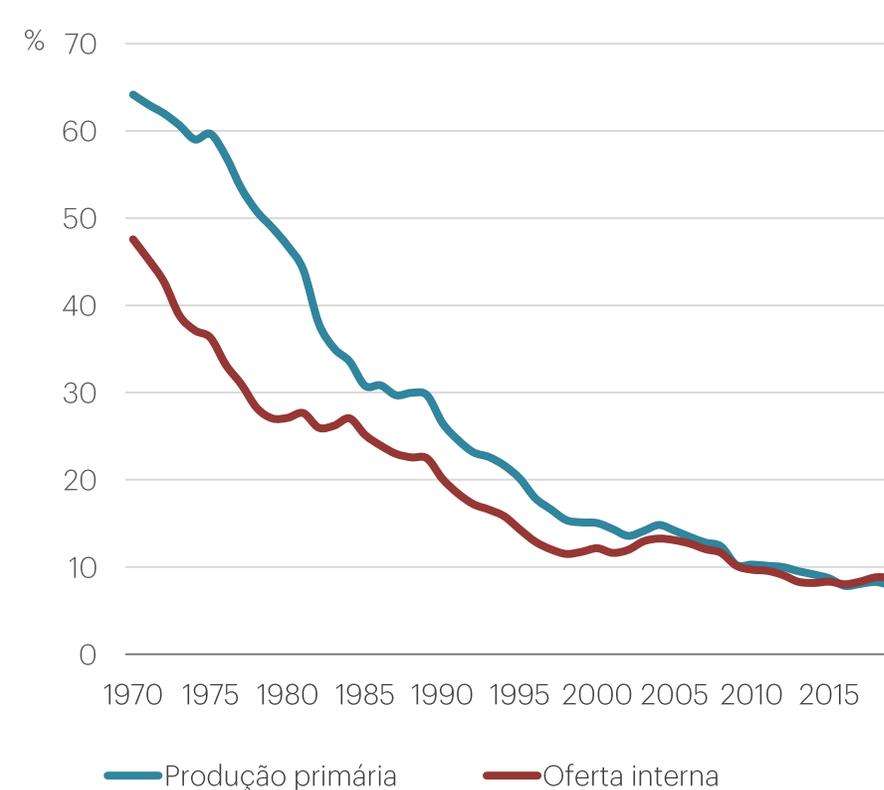
Evolução da produção primária de petróleo e lenha

Fonte: EPE (2020b)



Participação da lenha na matriz energética

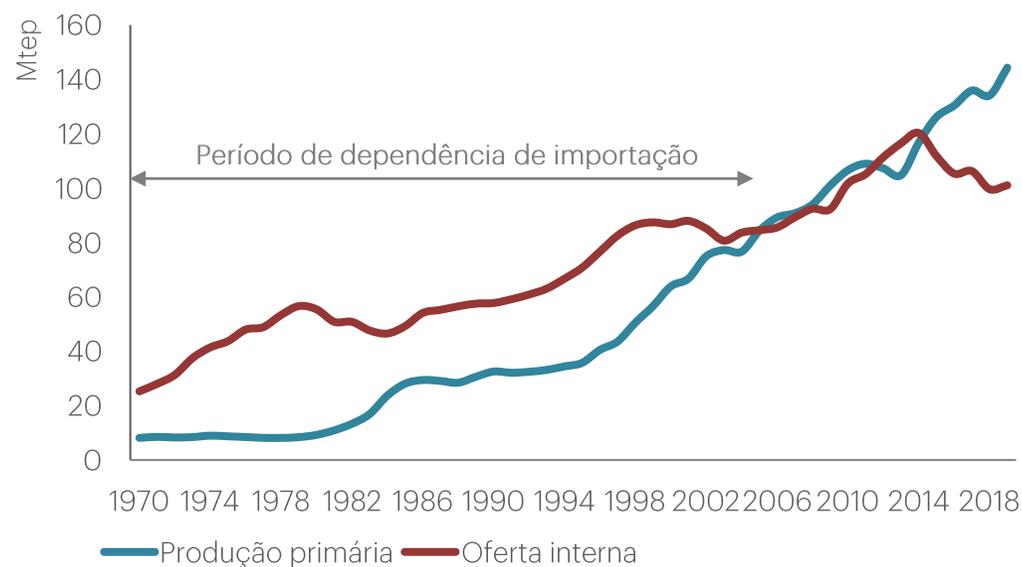
Fonte: EPE (2020b)



Desde os anos 1930, o crescimento da indústria vinha pressionando a infraestrutura nacional, particularmente o setor de produção de energia. Daí... com a OIE se expandindo a taxas médias de 1,2% a.a. no mesmo período, o Brasil se desloca da **condição de importador para a de exportador líquido** nos últimos anos...

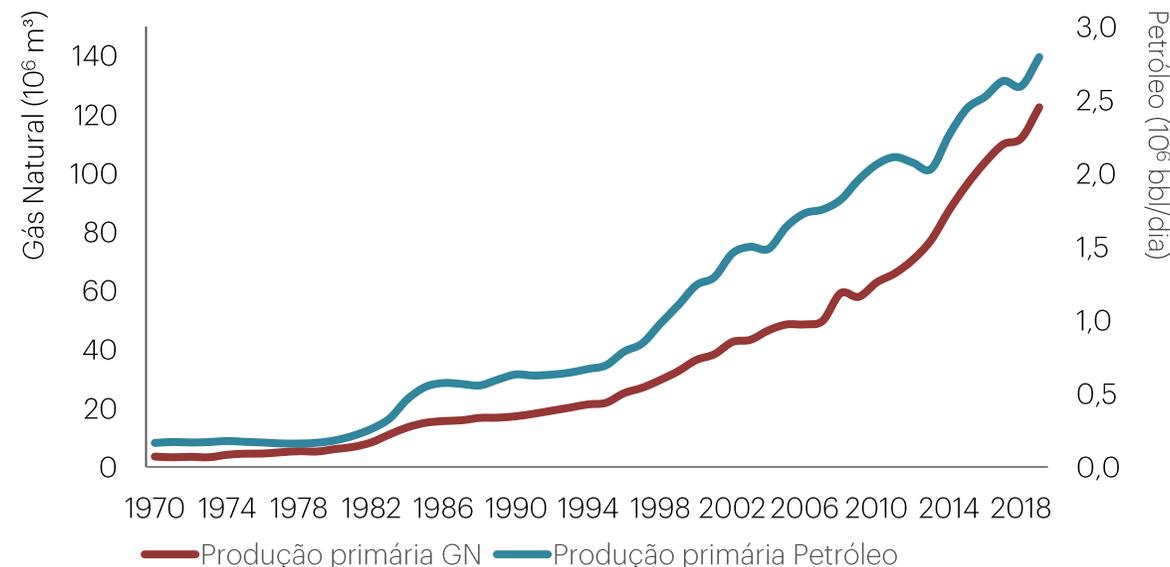
Produção primária e oferta interna de petróleo e derivados

Fonte: EPE (2020b)



Evolução da produção primária do petróleo e do gás natural

Fonte: EPE (2020b)

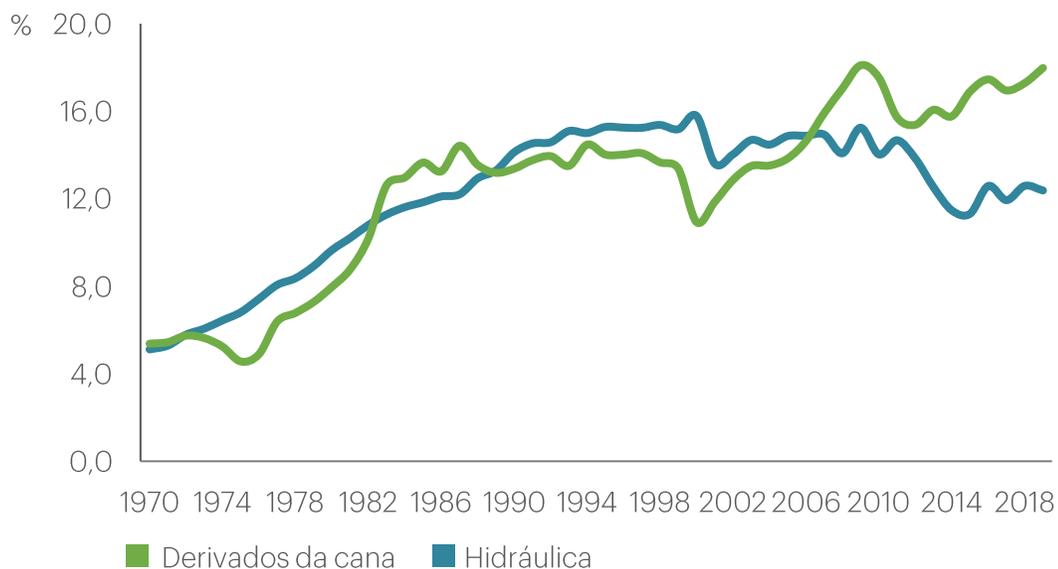


A evolução da produção de petróleo impulsionou a indústria de GN, cuja trajetória de extração bruta se assemelha à do óleo. O GN produzido no Brasil é majoritariamente associado ao petróleo, sendo destinado à geração de eletricidade, produção de calor de processo e aquecimento direto. Além disso, é usado como matéria-prima (uso não energético) na petroquímica e nos fertilizantes.

... no entanto, além da produção de petróleo, a fonte hidráulica e os produtos da cana se destacaram como energéticos importantes na matriz energética nacional. O uso do bagaço de cana se destina à geração de calor e geração de eletricidade, e o uso do caldo à produção de etanol...

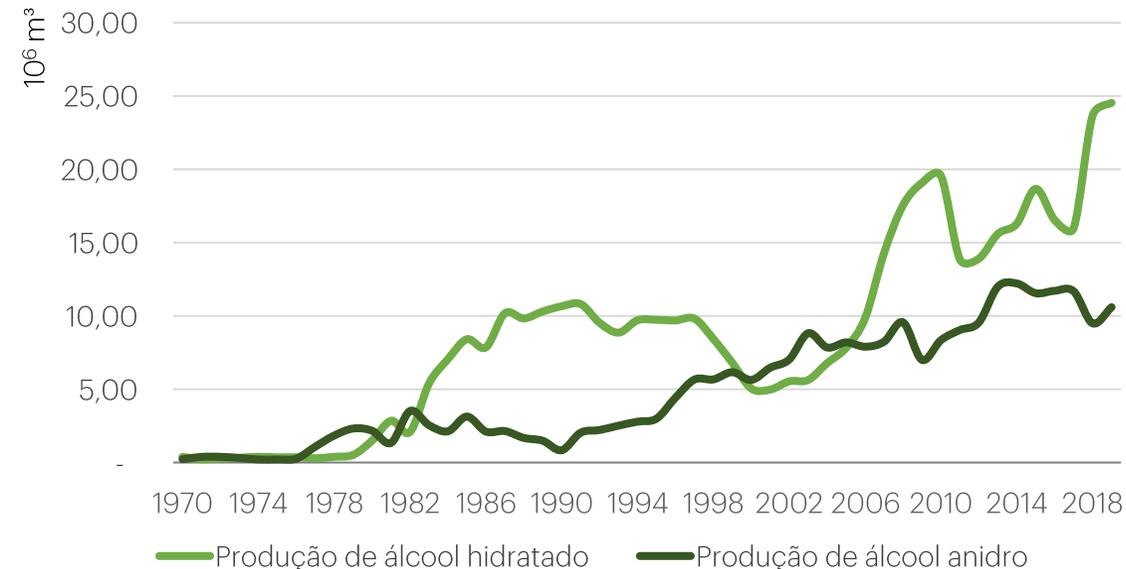
Participação da energia hidráulica e derivados da cana na OIE

Fonte: EPE (2020b)



Evolução da produção de etanol anidro e hidratado

Fonte: EPE (2020b)

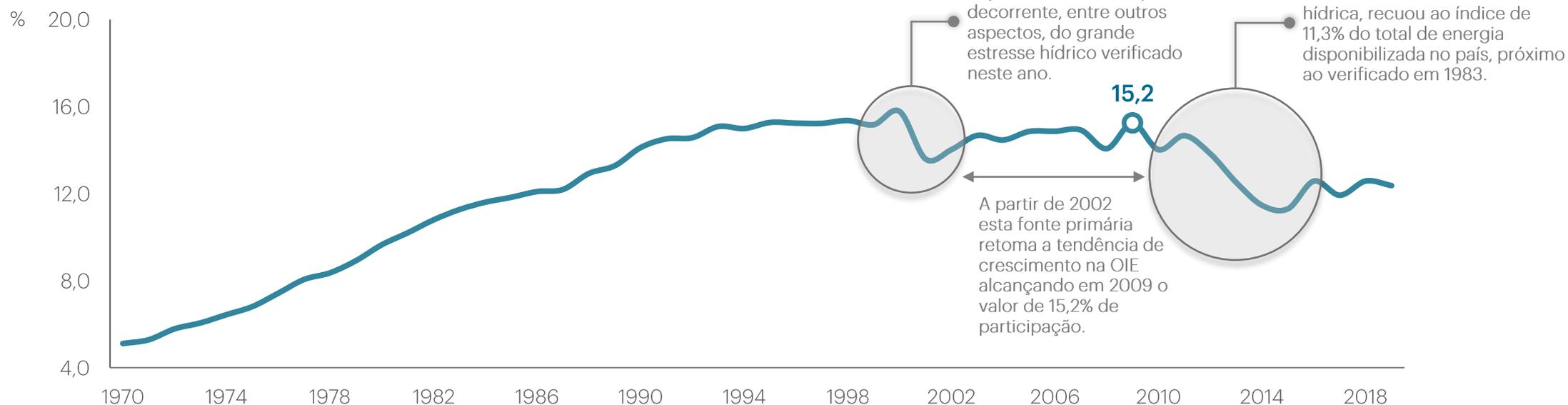


A cana de açúcar é destinada a dois centros de transformação. O bagaço vai para as centrais elétricas autoprodutoras, lembrando que uma parcela do bagaço é destinada para a produção de vapor. O caldo para produção de etanol em suas formas anidro e hidratado, o qual se expandiu significativamente em função do crescimento do uso de combustíveis do ciclo Otto no setor de transportes.

Já a participação da energia hidráulica na OIE cresceu permanentemente durante o período compreendido entre 1970 e 2000, evoluindo de 5,1% em 1970 para 15,8% em 2000 no total de energia disponibilizada no país.

Participação da energia hidráulica na Oferta Interna de Energia (OIE)

Fonte: EPE (2020b)

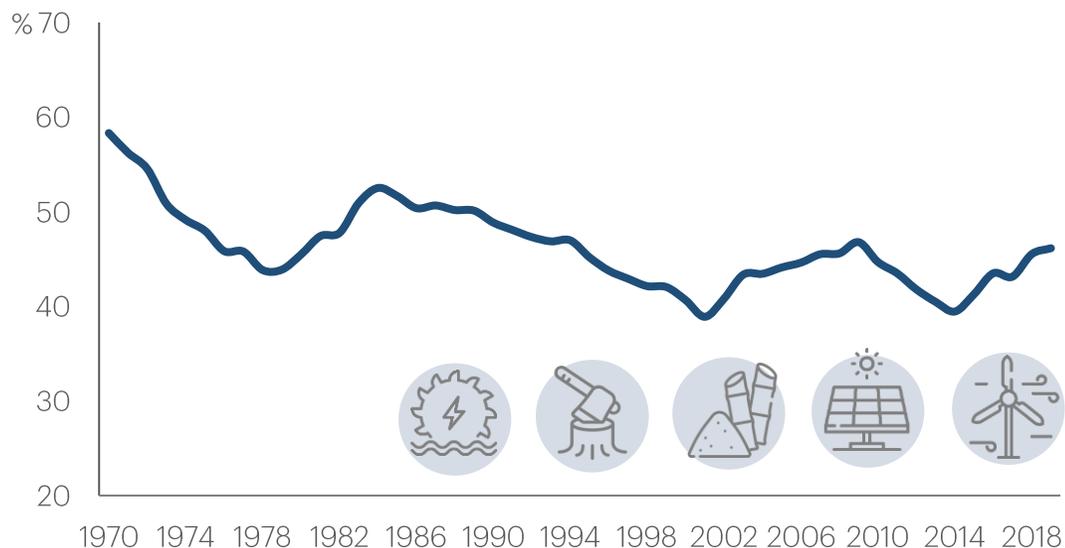


Este crescimento esteve diretamente associado ao desenvolvimento da indústria de energia elétrica por meio de tecnologias no campo da construção e operação de grandes centrais hidrelétricas, bem como na operação de sistemas de transmissão a grandes distâncias. Embora o Brasil disponha de grandes recursos hídricos, esta é uma fonte impactada pela sazonalidade, recentemente intensificada devido às novas tipologias das hidrelétricas

Em 1970, a participação das fontes renováveis era de 58%, reduzindo-se até 44% em 1979 devido à penetração de novas fontes na indústria e, particularmente, decorrente da substituição da lenha no setor residencial por combustíveis, embora não renováveis, mais limpos e adequados à cocção, portanto menos prejudiciais a saúde.

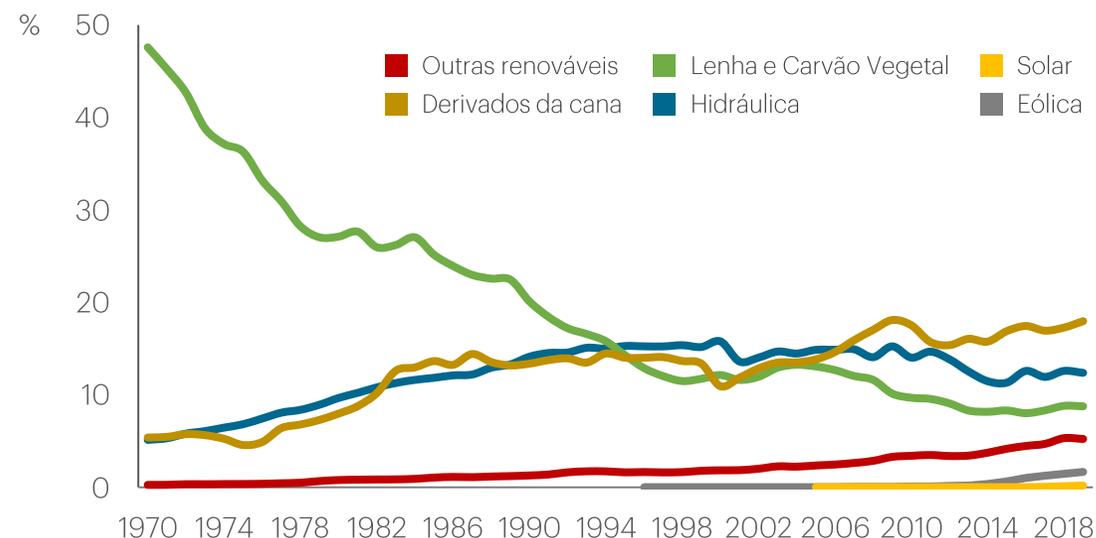
Participação das fontes renováveis na OIE

Fonte: EPE (2020b)



Evolução da participação das fontes renováveis na matriz energética

Fonte: EPE (2020b)

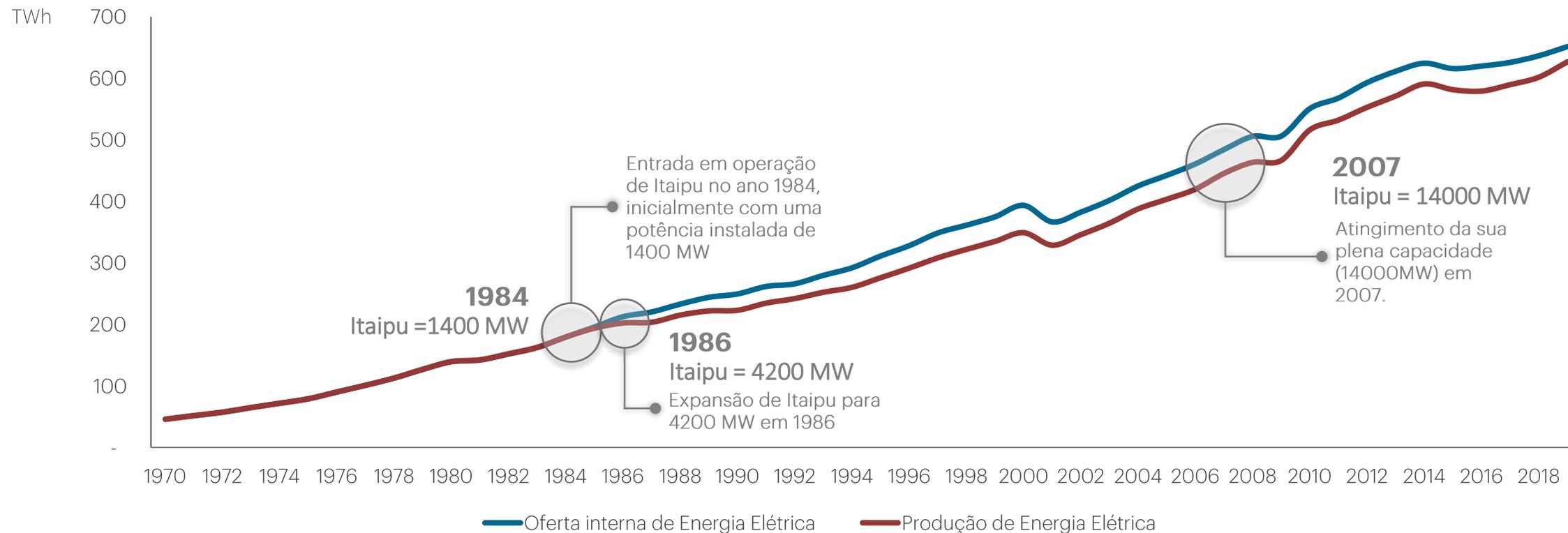


Os derivados da cana e a hidráulica figuram como as principais fontes renováveis. Destaque para crescimento das outras renováveis (lixívia, fontes do biodiesel, capim elefante, biogás, entre outras) puxado pela lixívia e com tendência de forte expansão da demanda por biodiesel

A geração e a oferta de energia elétrica ao longo de 1970-2000 crescem continuamente, a taxas médias de 7,0% e 7,4% a.a. respectivamente. O gradativo descolamento das curvas de geração e oferta se deve principalmente à importação de todo excedente energético do Paraguai, sócia da usina binacional de Itaipu...

Evolução da Produção e Oferta Interna de Energia Elétrica (OIEE) no Brasil

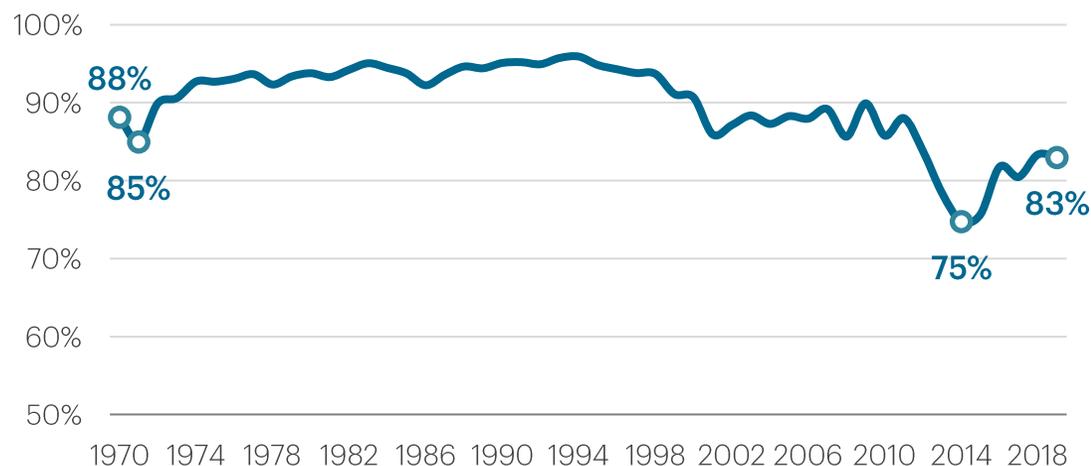
Fonte: EPE (2020b)



A participação das fontes renováveis se manteve elevada ao longo de todo o período com percentuais variando entre mais de 90% (até o ano 2000) a 83% em 2019. Estas oscilações estão relacionadas com a sazonalidade da energia hidráulica, principal fonte da matriz elétrica...

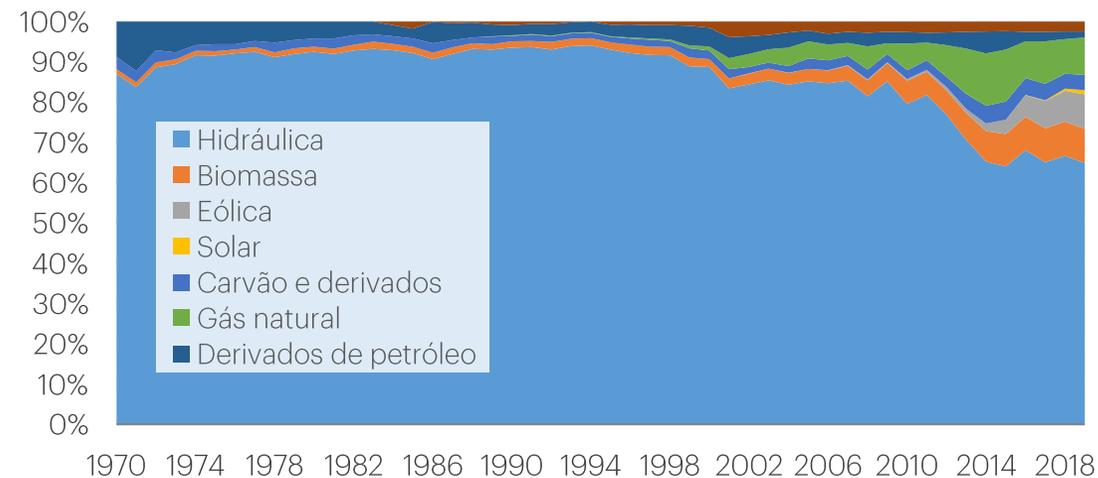
Participação das fontes renováveis na OIEE

Fonte: EPE (2020b)



Participação das fontes na OIEE

Fonte: EPE (2020b)

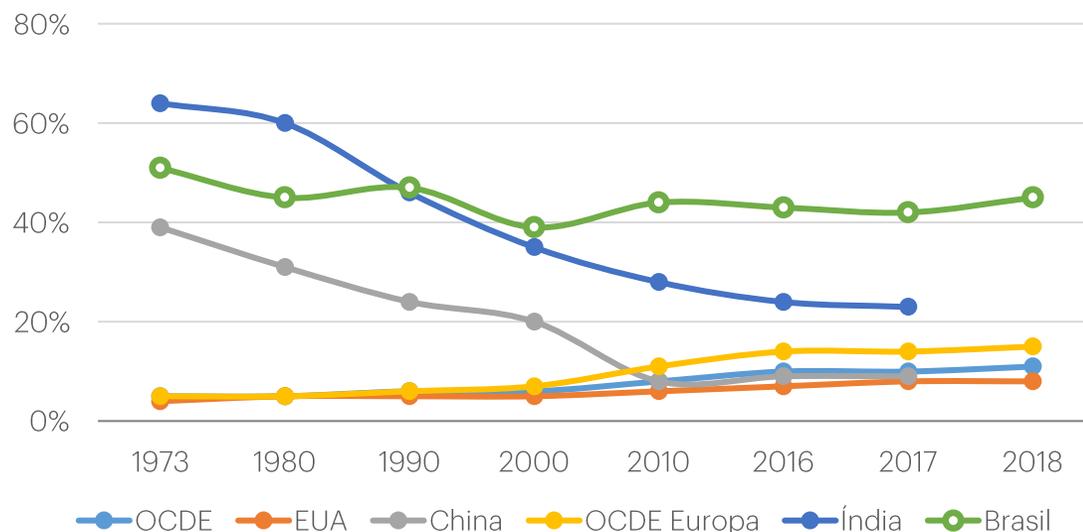


A expansão da energia hidráulica possui atualmente algumas desafios, como, por exemplo, a expansão por meio de hidrelétricas com reservatórios menores, entre outros aspectos. Ainda assim, dados o extenso potencial hidrelétrico nacional, a disponibilidade de tecnologia madura e a sua competitividade econômica, a energia hidráulica constitui-se como a principal fonte para geração de energia elétrica.

Desde o 1º choque do petróleo, em 1973, o Brasil apresentou uma posição de destaque no mundo em relação a presença de **energias renováveis** na matriz energética e elétrica...

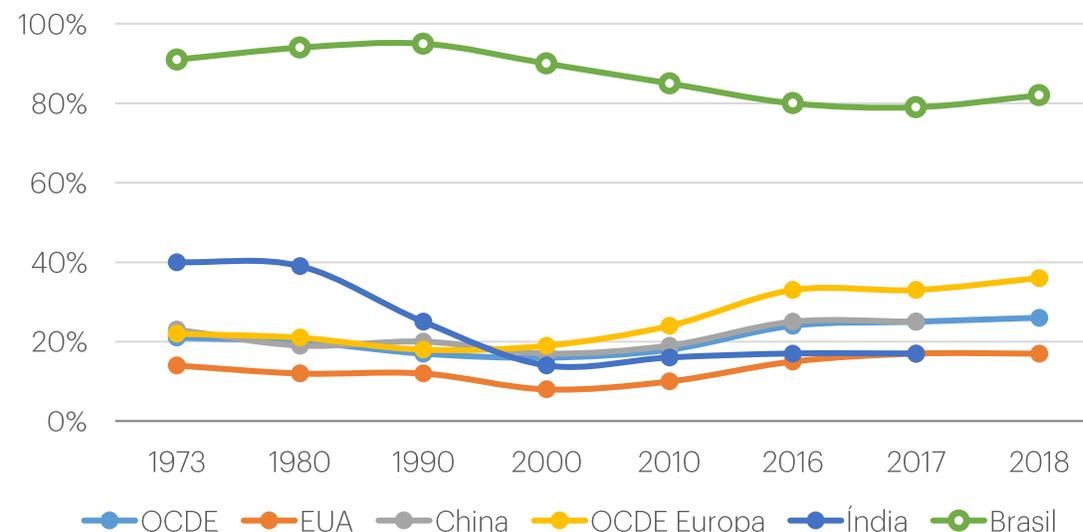
Percentual de renováveis na OIE: Brasil e países selecionados

Fonte: Baseado em IEA (2019)*



Participação de renováveis na OIEE: Brasil e países selecionados

Fonte: Baseado em IEA (2019)*



A evolução das emissões de GEE está diretamente relacionada, dentre outros aspectos, com a participação de renováveis nas matrizes, o grau de crescimento econômico, o ritmo de industrialização, a disposição espacial da população (rural/urbana) além da disponibilidade e sazonalidade dos recursos energéticos.

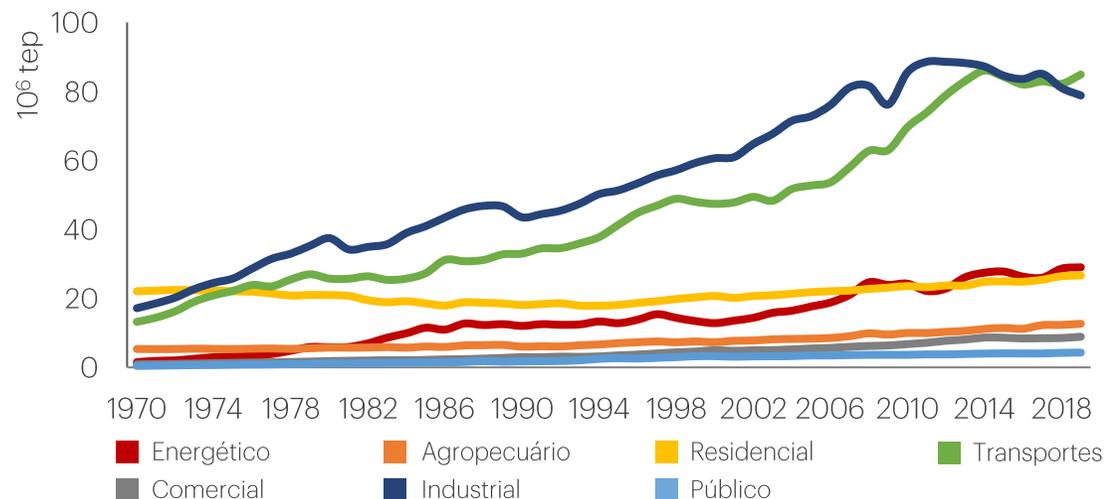
*CO₂ Highlights, www.iea.org/statistics. Todos os direitos reservados; alterado por EPE

Consumo Final de Energia

O **setor de transportes** compreende as atividades de transporte de cargas e passageiros dentro do País, pelos modos rodoviário, ferroviário, hidroviário e aéreo. Ao longo dos últimos 50 anos, o setor se destacou entre os principais consumidores finais de energia e demonstrou trajetória de crescimento significativa de 3,9% a.a. no consumo energético, ritmo acima dos setores residencial e industrial.

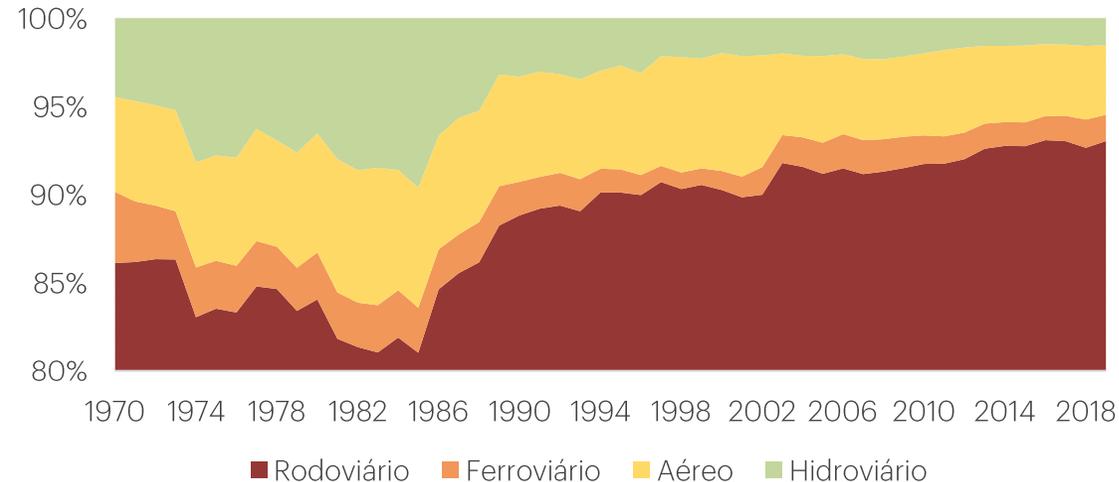
Consumo Final Energético por setor

Fonte: EPE (2020b)



Distribuição modal do consumo de energia no setor de transportes

Fonte: EPE (2020b)

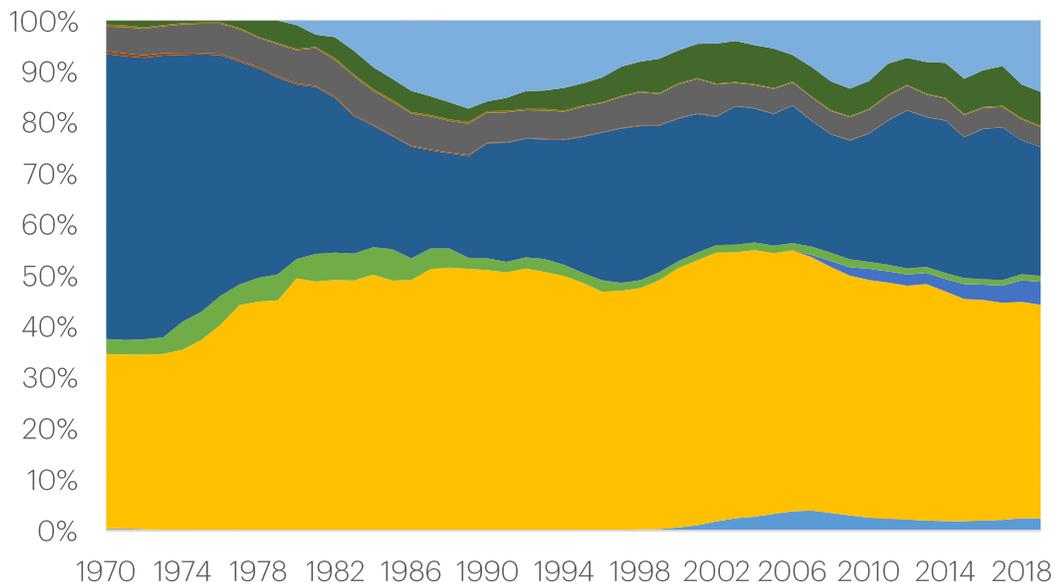


A participação de cada um dos modos de transporte no consumo de energia foi distinta ao longo dos últimos 50 anos, com destaque do modo rodoviário, responsável, em média, por mais de 80% do consumo de energia no período.

Os principais energéticos utilizados nos transportes atualmente, porém com grande destaque historicamente também, são o óleo diesel, a gasolina automotiva, o etanol anidro e hidratado, e o querosene de aviação (QAV).

Consumo Final Energético por fonte no setor de transportes

Fonte: EPE (2020b)



- Outras secundárias do petróleo
- Etanol Hidratado
- Etanol Anidro
- Eletricidade
- QAV
- GAV
- Gasolina
- Óleo combustível
- Biodiesel
- Óleo diesel
- Lenha
- Carvão vapor



Óleo diesel
Eletricidade



Gasolina de Aviação
Querosene de Aviação



Óleo diesel
Óleo combustível



Óleo diesel
Gasolina
Etanol Anidro

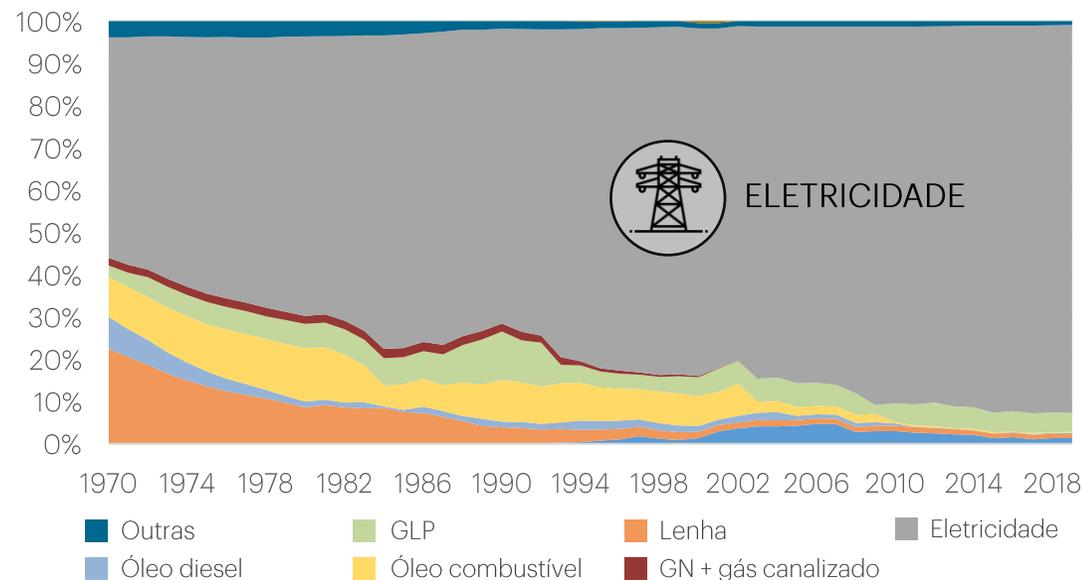
Etanol Hidratado
Biodiesel
GNV

Cada um desses energéticos possui uma atribuição setorial nos transportes. O QAV é associado ao setor aéreo exclusivamente. Os combustíveis do ciclo Otto – gasolina e etanol – atendem ao setor rodoviário. No entanto, o óleo diesel é visivelmente o energético mais representativo, pois atende aos modos ferroviário, hidroviário e possui grande peso no modo rodoviário, base dos transportes no Brasil.

Do ponto de vista da natureza da atividade econômica, o **setor comercial** é o mais heterogêneo, compreendendo segmentos como hospitais, escolas, comércio varejista, hiper e supermercados, hotéis, restaurantes, shopping centers, e outros.

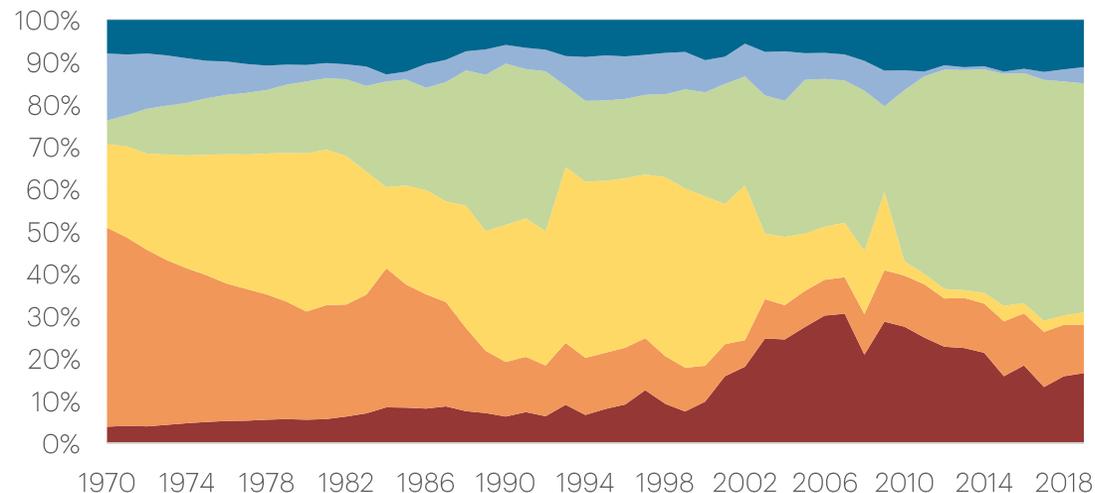
Consumo final energético por fonte no setor comercial

Fonte: EPE (2020b)



Participação das fontes térmicas na matriz energética do setor comercial

Fonte: EPE (2020b)

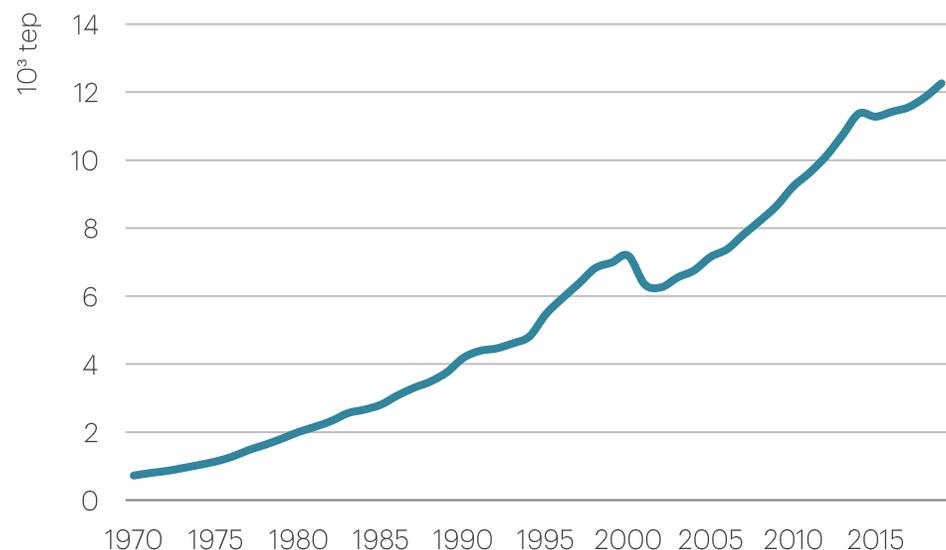


Ao longo dos anos, o consumo de energia no setor comercial é marcado pela redução gradativa do uso de lenha, seguido da redução de óleo combustível para dar maior predominância ao GLP nos estabelecimentos comerciais na última década.

Cerca de 10,3% da energia usada no país é consumida nos mais diversos tipos de **habitações**, o que evidencia a relevância do setor residencial para o planejamento energético nacional.

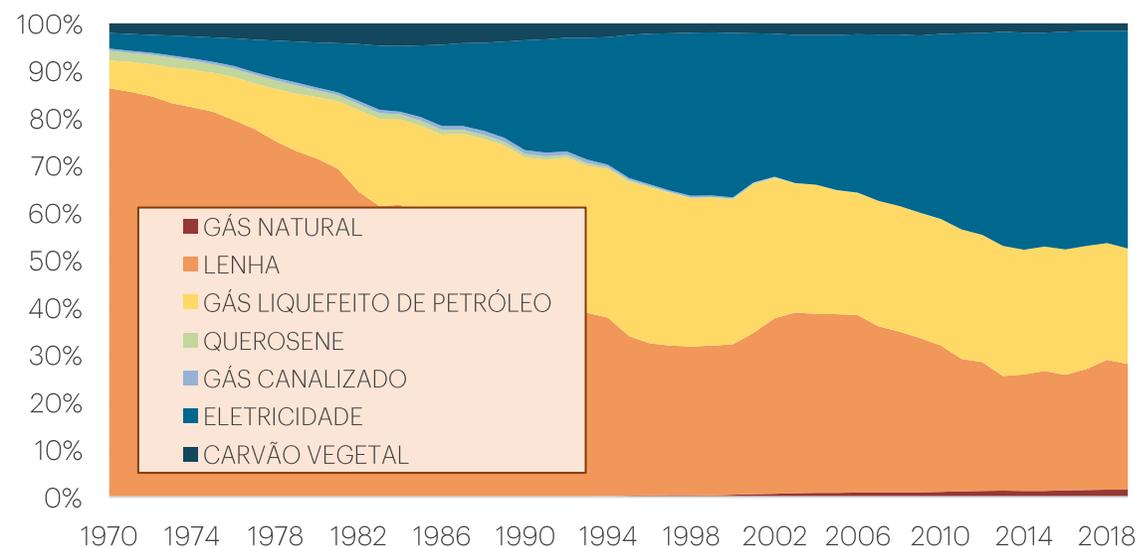
Evolução do consumo residencial de energia elétrica no Brasil

Fonte: EPE (2020b)



Evolução do consumo residencial de energia por fonte no Brasil

Fonte: EPE (2020b)

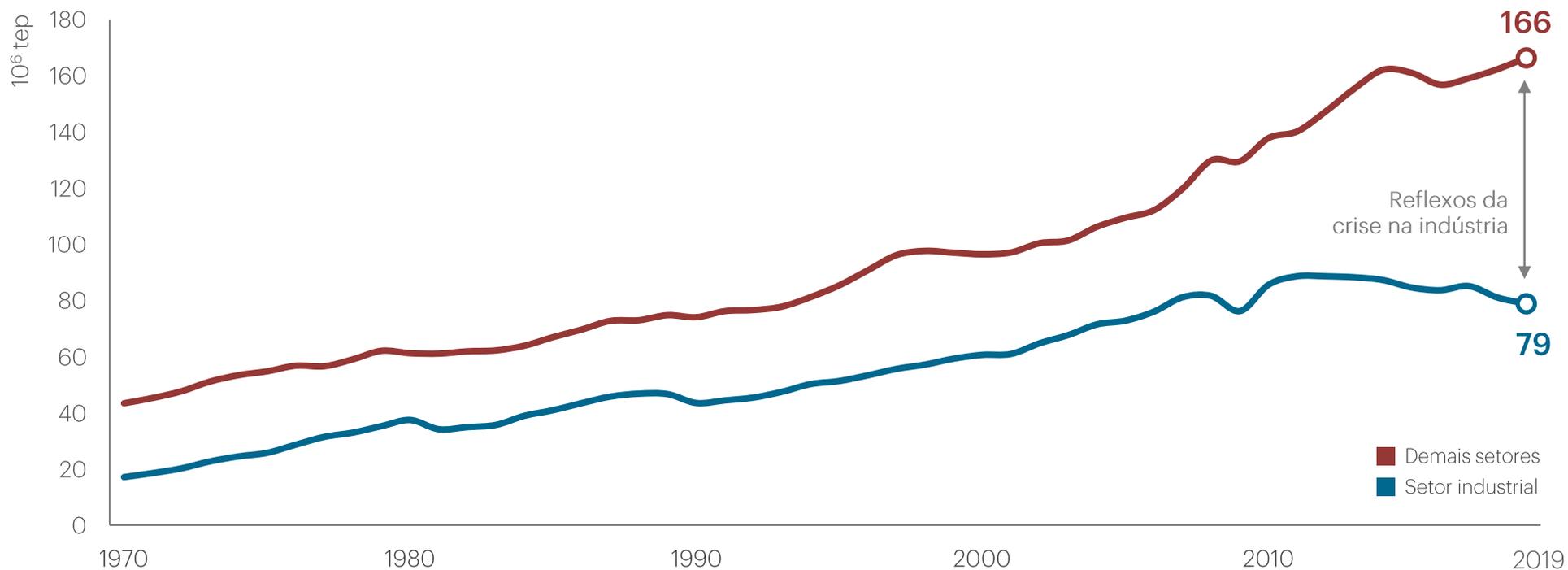


A matriz energética do **setor residencial** mostra reflexos claros do processo de urbanização, do adensamento das cidades, mudanças na organização do trabalho e suas conseqüentes alterações nos hábitos e rotinas de consumo.

A intensificação do consumo energético na indústria, ao longo dos últimos 50 anos, refletiu as transformações do Brasil no período. No último decênio, a atividade e o consumo industrial em queda reduziram a participação da indústria no consumo final de energia do país.

Trajória do consumo final energético na indústria e nos demais setores

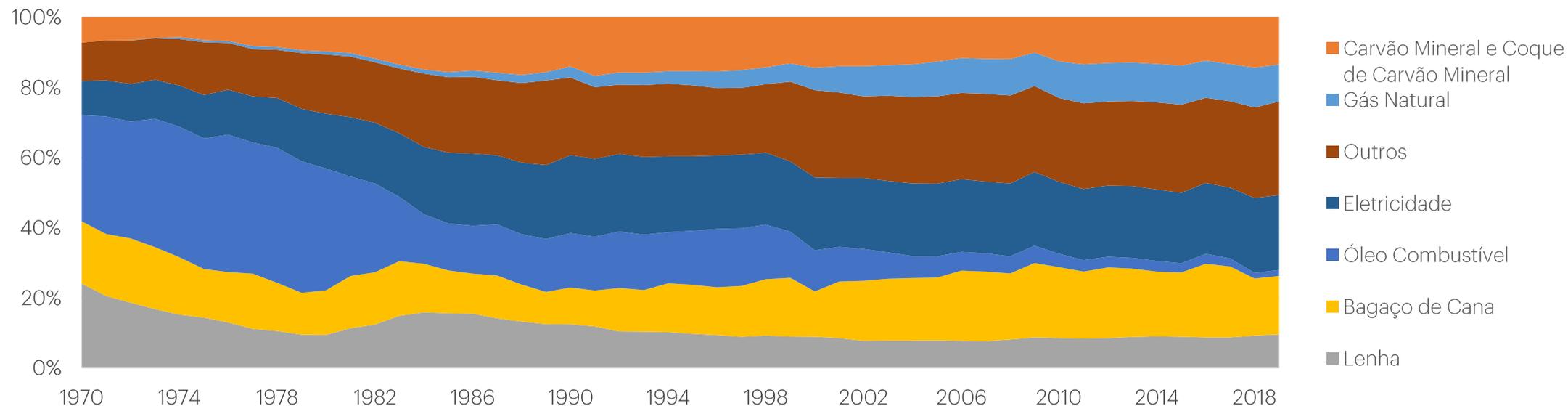
Fonte: EPE (2020b)



Dentre os principais movimentos percebidos na matriz energética do setor, destaca-se a queda na participação da lenha e do óleo combustível, bem como o incremento na participação do bagaço de cana e do gás natural.

Matriz energética do setor industrial

Fonte: EPE (2020b)

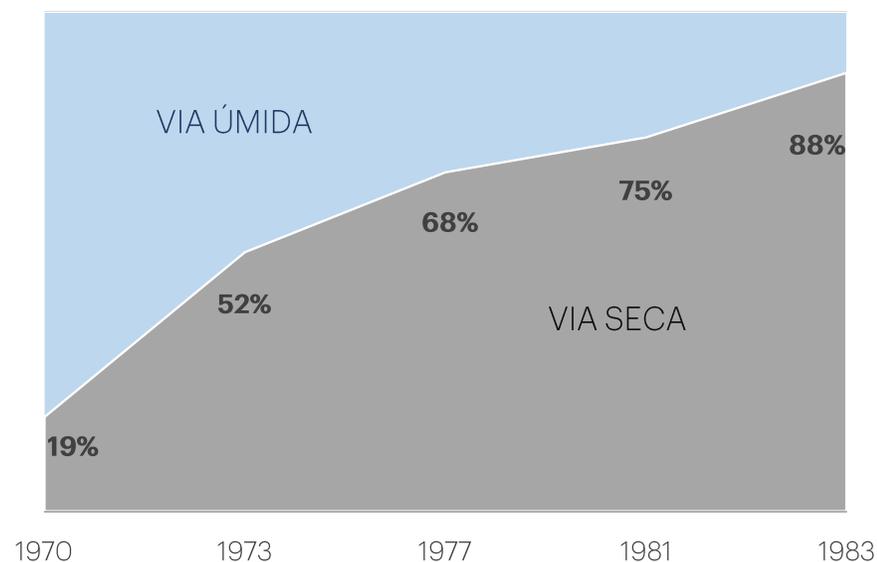


A participação dos combustíveis nos segmentos da indústria revela alguns movimentos de transição energética, como a adoção crescente da lixívia em papel e celulose ao longo do período; intensificação da substituição do óleo combustível pelo gás natural, a partir dos anos 2000, em vários segmentos, destaque para mineração e pelletização, química, têxtil, cerâmica e outras indústrias.

A indústria do cimento no Brasil possui um parque industrial moderno, eficiente, e em constante atualização, que se destaca no cenário internacional como uma das mais bem posicionadas em termos de baixa emissão de carbono e eficiência energética.

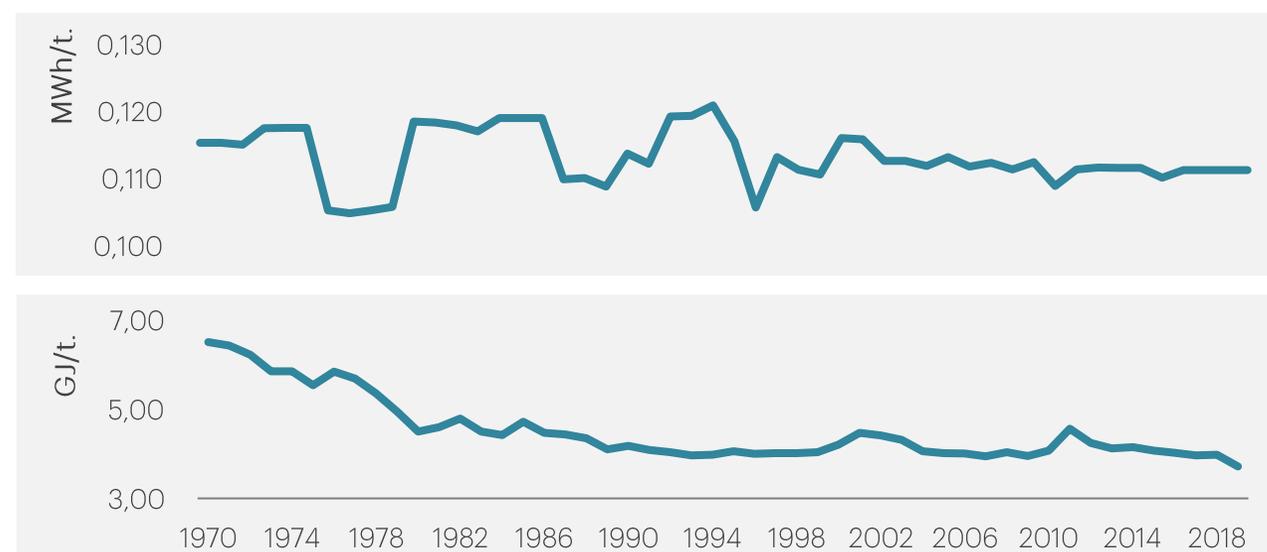
Transformação dos fornos de via úmida para via seca

Fonte: Dados fornecidos pelo SNIC



Consumo de eletricidade (MWh/t.) e térmico (GJ/t.) por produção física de clínquer

Fonte: Dados fornecidos pelo SNIC

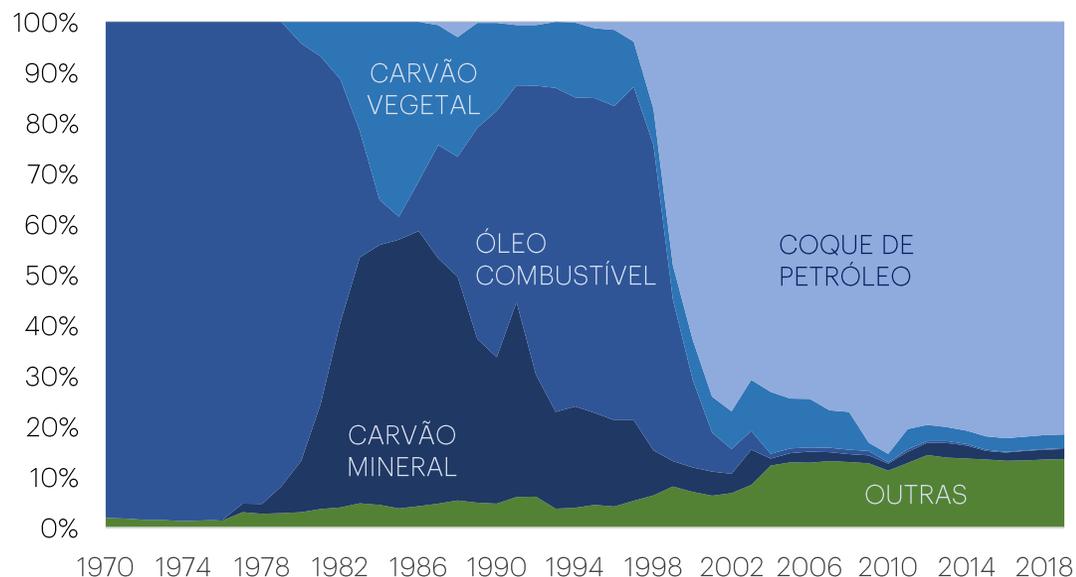


Ações iniciadas décadas atrás, que vêm se ampliando e consolidando ao longo dos anos, como a troca de fornos de via úmida para via seca, entre os anos 70 e 80, instalações constantemente modernizadas com as melhores tecnologias disponíveis (BAT)... O que proporcionou redução da intensidade térmica e manutenção da intensidade elétrica próxima ao benchmarking.

O forno de produção de cimento, historicamente, demonstrou versatilidade de uso de diferentes combustíveis, além de tradição no uso de adições, com o aproveitamento de subprodutos de outras atividades e matérias-primas alternativas...

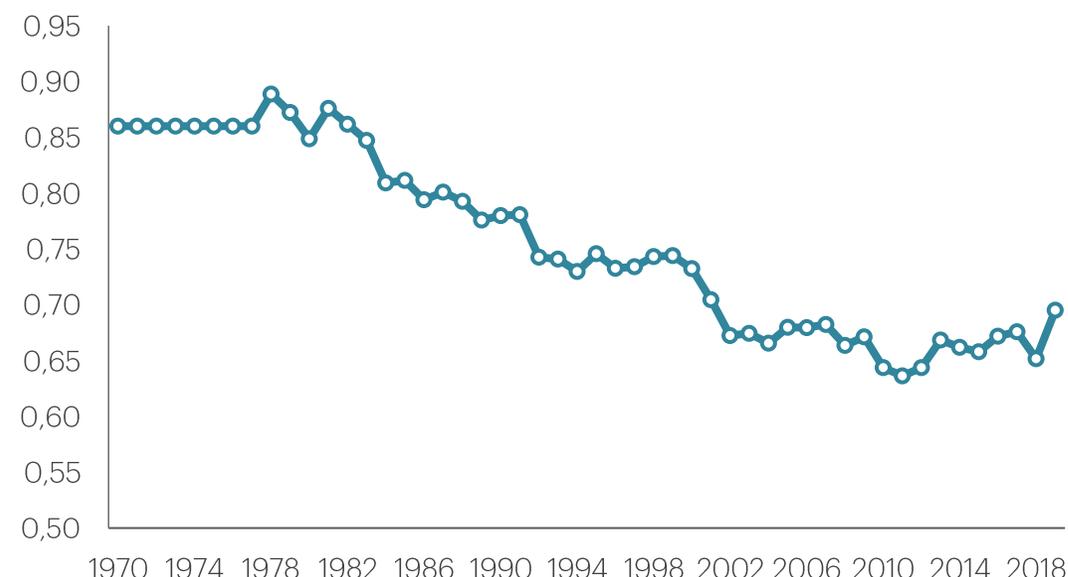
Matriz Energética do segmento industrial de cimento

Fonte: EPE (2020b)



Relação clínquer/cimento

Fonte: Dados fornecidos pelo SNIC



Hoje, os combustíveis alternativos já representam 15% do consumo térmico do setor, e crescem a cada dia, substituindo majoritariamente o coque de petróleo, que ainda é responsável por 80%. Os outros 5% são procedentes de moinha de carvão vegetal (5%).

Agradecimentos

Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP)

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)

Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE)

Empresas, Associações e Sindicatos envolvidos na coleta *online* de dados para o BEN

Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobrás)

Ministério de Minas e Energia (MME)

João Antônio Moreira Patusco

Sindicato Nacional da Indústria de Cimento (SNIC)

Paulo Camillo Penna (Presidente)

Gonzalo Visedo (Head de Meio Ambiente)

Equipe Técnica da EPE

Aline Moreira Gomes

Allex Yujhi Gomes Yukizaki

Ana Cristina Braga Maia

Arnaldo dos Santos Júnior

Felipe Klein Soares

Fernanda Marques Pereira Andreza

Flávio Raposo de Almeida

Glaucio Faria Ramalho

Lidiane de Almeida Modesto

Marcelo Henrique Cayres Loureiro

Patrícia Messer Rosenblum

Rogério Antônio da Silva Matos

Thiago Toneli Chagas

As figuras e ícones utilizadas ao longo desse relatório foram obtidas na plataforma Flaticon.com.

Agradecimentos especificamente aos autores [Freepik](#), [iconixar](#), [wanicon](#) e [itim2101](#).



BEN

50 anos